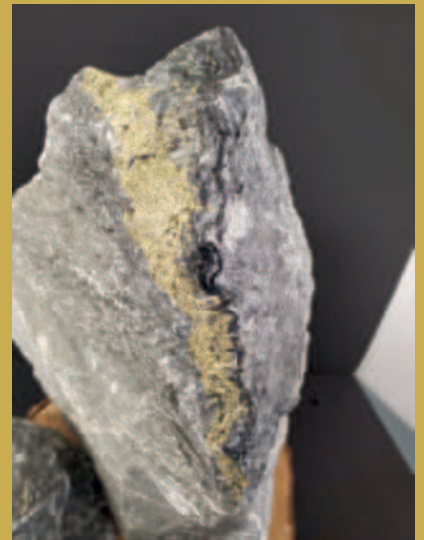




PROJET MINIER WINDFALL



COMPLÉMENT D'INFORMATION RÉPONSES AUX QUESTIONS ET COMMENTAIRES - 1^{RE} SÉRIE

Volume 2

OCTOBRE 2024
CA0023271.9538



LISTE DES ANNEXES – VOLUME 2

ANNEXE RQC1	RQC1-1 : CARACTÉRISATION GÉOCHIMIQUE DES MATÉRIAUX D'EMPRUNT GT-4, GT-3, FLAMB-1 ET DE L'EXTENSION DE FLAMB-1 RQC1-2 : PROJET WINDFALL - MISE À JOUR SUR LES RÉSULTATS DE LA CELLULE HUMIDE DES RÉSIDUS
ANNEXE RQC3	ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE POUR LA CONCEPTION DU PARC À RÉSIDUS MINIERES (NIVEAU FAISABILITÉ)
ANNEXE RQC4	RQC4-1 : GUIDE DE CONSTRUCTION POUR LES ROCHES I3A RQC4-2 : CARACTÉRISATION DE LA LITHOLOGIE GABBRO (I3A) DU PROJET WINDFALL EN VUE DE L'UTILISER COMME MATÉRIAU DE CONSTRUCTION SUR LE SITE (FICHIER ÉCOMÉTRIX 13A-1P)
ANNEXE RQC9	RQC9-1 : AGRANDISSEMENT DE LA HALDE À STÉRILES EXISTANTE ET DES INFRASTRUCTURES DE GESTION DES EAUX RQC9-2 : CONCEPTION DES HALDES ET DES INFRASTRUCTURES DE GESTION DES EAUX RQC9-3 : ANALYSES GÉOTECHNIQUES POUR LA CONCEPTION DU PARC À RÉSIDUS MINIERES EN SUPPORT À L'ÉTUDE DE FAISABILITÉ RQC9-4 : NOUVELLE CONFIGURATION DE LA HALDE À MORT-TERRAIN – ANALYSE DE STABILITÉ
ANNEXE RQC10	RQC10-1 : CARACTÉRISATION DE LA ROCHE DE CONSTRUCTION DE LA PLATEFORME DU COMPLEXE MULTISERVICE SELON LE GUIDE DE CARACTÉRISATION DES RÉSIDUS MINIERES ET DU MINÉRAI (ECOMETRIX) RQC10-2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE COMPLÉMENTAIRE 2024 DES BANCS D'EMPRUNT GRAVTEST-3 ET GRAVTEST-4
ANNEXE RQC12	PROGRAMME DE SUIVI DES ÉMISSIONS DE GES
ANNEXE RQC13	ÉTUDE DES MESURES D'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE
ANNEXE RQC14	RQC14-1 : PERFORMANCES DE LA FUTURE LIGNE 69KV RQC14-2 : ANALYSE SUR L'UTILISATION DES ÉNERGIES ÉOLIENNE ET SOLAIRE
ANNEXE RQC15	RÉSUMÉ DE L'ESSAI DE VÉHICULES ÉLECTRIQUES À BATTERIE
ANNEXE RQC22	RQC22-1 : PROCÉDURE D'ACCÈS PAR LES ROUTES FORESTIÈRES RQC22-2 : PLAN DE GESTION DU TRANSPORT

ANNEXE

RQC1

RQC1-1

**CARACTÉRISATION GÉOCHIMIQUE DES MATÉRIAUX D'EMPRUNT
GT-4, GT-3, FLAMB-1 ET DE L'EXTENSION DE FLAMB-1**

RQC1-2

**PROJET WINDFALL - MISE À JOUR SUR LES RÉSULTATS DE LA
CELLULE HUMIDE DES RÉSIDUS**

ANNEXE

RQC1-1

*CARACTÉRISATION GÉOCHIMIQUE DES
MATÉRIAUX D'EMPRUNT GT-4, GT-3,
FLAMB-1 ET DE L'EXTENSION DE FLAMB-1*

Une traduction française de ce document est
disponible à l'annexe E. La version anglaise
demeure la version officielle.

TO:

Windfall Mining Group

FROM:

Ecometrix
Hannah Tweedie
Daniel Skruch

REF:

Geochemical Characterization of Borrow Pit
Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and
Flamb-1 Extension

DATE:

23 September 2024

SOMMAIRE DE LA CARACTÉRISATION

Ce mémorandum technique offre un résumé d'une initiative de caractérisation géochimique des matériaux provenant des futurs bancs d'emprunt situés aux environs du Windfall. Il s'agit des matériaux de Gravtest-3 (GT-3), Gravtest-4 (GT-4), ainsi que Flamb-1. L'approche de caractérisation a été conçue pour suivre et respecter les recommandations définies dans le "Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai" (MELCCFP 2020), désormais désigné comme le "*Guide de caractérisation*", bien qu'il soit reconnu que la caractérisation des matériaux d'une sablière ne soit pas requis, tel qu'indiqué dans la Section 1.1 du "*Guide de caractérisation*".

Le nombre d'échantillons sélectionnés pour la caractérisation de chaque sablière est déterminé en utilisant la relation entre le nombre d'échantillons minimal et le tonnage estimé des matériaux d'excavation telle que recommandées dans la Section 3.2.2 du "*Guide de caractérisation*".

Au total, 93 échantillons ont été analysés à travers les zones GT-4, GT-3, Flamb-1. Les analyses de laboratoire, y compris la comptabilisation complète de ABA, la teneur en solides, WTC-9 et SPLP sur les échantillons récupérés ont été réalisées au laboratoire SGS Lakefield, ON, un laboratoire accrédité par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) pour les analyses effectuées.

Conformément aux recommandations du "*Guide de caractérisation*" (MELCCFP 2020) et aux caractéristiques d'acidité de base évaluées dans cette évaluation, le matériel de chaque banc d'emprunt est considérée non générateur d'acidité. De plus, compte tenu de la teneur en solides et des tests de SPLP et de CTEU-9, le matériel n'est pas considéré comme lixiviable.

En résumé, conformément aux recommandations du "*Guide de caractérisation*" (MELCCFP 2020), le matériel de chacune des bancs d'emprunt GT-3, GT-4 et Flamb-1 est considéré comme des matériaux présentant un faible risque, car ils ne sont pas générateurs d'acidité et ils ne sont pas

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension

lixiviables. De plus, ces matériaux ne contiennent pas du cyanure, et ne sont ni contaminés par des composés organiques, radioactifs et/ou inflammables.

BORROW PIT MATERIAL CHARACTERIZATION SUMMARY

This technical memorandum offers a summary of a borrow pit characterization initiative carried out at the Windfall site aimed at characterizing the potential borrow-material from the Gravtest-3 (GT-3), Gravtest-4 (GT-4), as well as the Flamb-1 borrow pit areas. The characterization approach was designed to adhere to the recommendations outlined in the 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai' (MELCCFP 2020), henceforth referred to as the '*Characterization Guide*' though it is recognized that borrow pit material characterization is not required as per the '*Characterization Guide*' approach noted in Section 1.1. The number of samples selected for characterization from each borrow pit were based on the estimated total quantity of excavation material and the sampling relationships as recommended in Section 3.2.2 of the '*Characterization Guide*'. Across the GT-4, GT-3, Flamb-1 zones a total of 93 samples were characterized. Laboratory analyses including full Acid Base Accounting, solids contents, CTEU-9, and SPLP were completed at SGS Lakefield, ON a laboratory accredited by the Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) for the performed analyses.

As per the '*Characterization Guide*' (MELCCFP 2020) and the acid-base-accounting characteristics evaluated in this assessment, the material sampled from each borrow pit area is considered to be non-acid generating (Non-PAG). Additionally, in consideration of the solids contents and supporting SPLP and CTEU-9 testing, the material from each borrow pit area is not considered to be leachable.

In summary, as per the '*Characterization Guide*' (MELCCFP 2020) guidance, material from each of the GT-3, GT-4, and Flamb-1 borrow pits is considered to be of low-risk as it is not considered to be acid generating, leachable, cyanide-containing, contaminated with organic compounds, radioactive, or flammable.

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension

INTRODUCTION

This technical memo provides a summary of a focused borrow pit material characterisation program undertaken at Windfall to understand the potential geochemical risks of material from potential borrow pits. The borrow pit material characterization strategy was undertaken to be consistent with the guidance of the 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai' (MELCCFP 2020), hereafter referenced as the '*Characterization Guide*'. This evaluation was performed to characterize borrow pit materials in a manner consistent with site mine rock though it is recognized that borrow pit material characterization is not required to be characterized as per the '*Characterization Guide*' approach as noted in Section 1.1 of the '*Characterization Guide*'.

The Windfall project site is located in the Northern Quebec administrative region approximately 115 km east of Lebel-sur-Quévillon and approximately 175 km northeast of Val d'Or (**Figure 1**). The Windfall project is presently at an advanced stage of exploration with construction planned to begin in 2025. An overview of the planned infrastructure layout is presented in **Figure 2**.

The borrow pit characterization areas are shown in **Figure 3** relative to the planned project layout. The Flamb-1/Flamb-1 extension area is located at the immediate northwest of the site infrastructure, the GT-3 borrow pit is located approximately 3km north of the site infrastructure, and GT-4 is located approximately 4.5km north of the site infrastructure.

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension

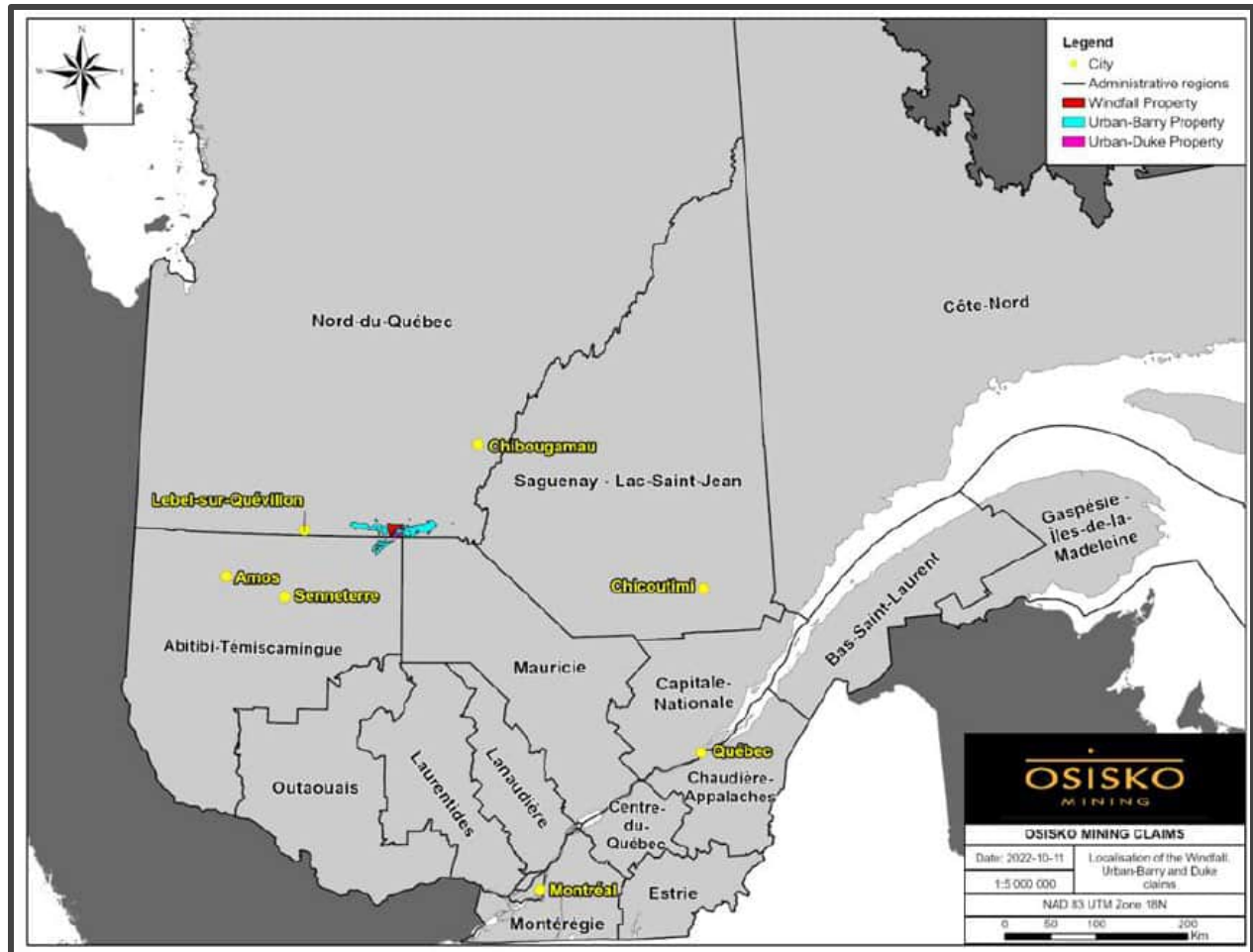


Figure 1: Location of Windfall Site (shown in red)

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension

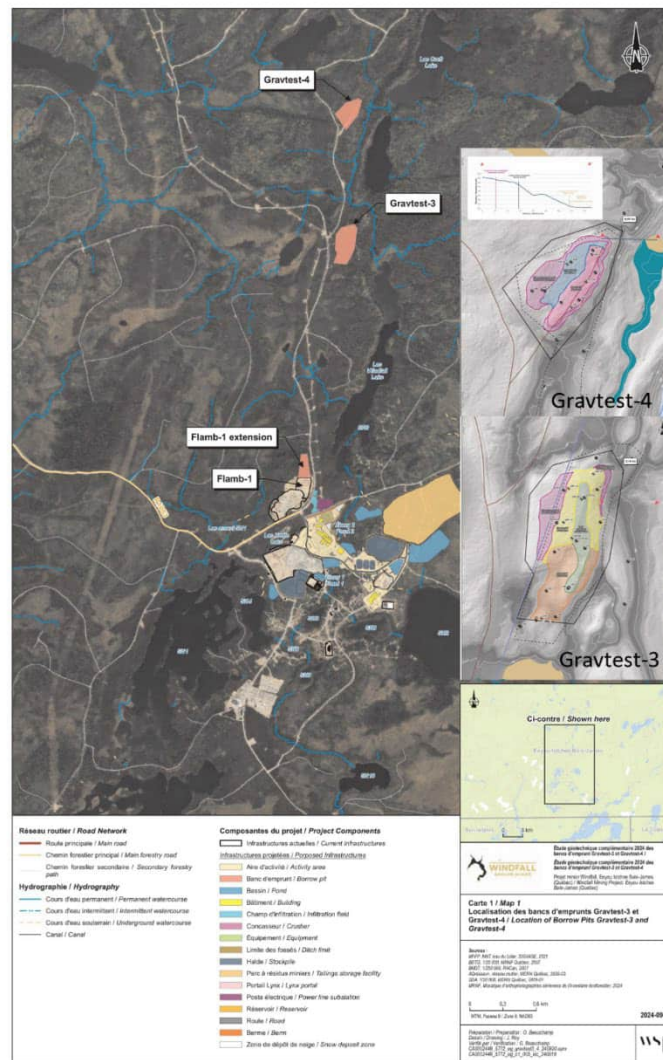


Figure 3: Windfall Site – Planned Borrow Pit Locations (Adapted from WSP 2023a; modified by Ecometrix)

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension

GENERAL INFORMATION ON THE GEOLOGICAL CONTEXT OF THE PROJECT AND THE MATERIALS CHARACTERIZED

The Windfall project site is located within the Abitibi sub-province of the Archean Superior Province, within the central part of the Urban-Barry greenstone belt. The Windfall deposit is an intrusion-related hydrothermal gold deposit of the Macho Formation that primarily consists of felsic and intermediate volcanic rocks including tuff and lava units (WSP 2023).

Limited geochemical data are available for the Flamb-1/Flamb-1 extension, GT-3, and GT-4 borrow pit material, prompting the need for the characterization presented in this study. It is anticipated that materials from the borrow pit areas are distinct from the geology of the broader Windfall site area. Materials from the borrow pit areas have not previously been affected by human activities and as per '*Characterization Guide*' classification the material is considered to be non-cyanide-containing, not contaminated with organic compounds, not radioactive, and is not flammable.

For context, a brief description of the general Windfall area geology is presented below – though it is noted that the borrow pit materials are expected to be distinct from this region. The Windfall area exhibits significant gold mineralization primarily found within a complex network of quartz and pyrite-rich veins. These veins are situated within heavily silicified volcanic rocks at the junctions with porphyry dikes and the surrounding volcanic sequences. The mineralization comprises a core of pyrite-rich material surrounded by a zone rich in silica, sericite, carbonate, and tourmaline. This core gradually transitions into zones of lower gold concentration, characterized by sericite, silica, carbonate, and tourmaline. Eventually, these zones lead to an outer region lacking in significant mineralization, predominantly consisting of chlorite, sericite, and rutile (WSP 2023b).

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension

SAMPLING PROGRAM

Three separate areas have been identified for sampling: The Flamb-1/Flamb-1 Extension, GT-3, and GT-4 (**Figure 4** to **Figure 6**). The number of samples selected for characterization of the borrow pit materials from each area were based on the estimated quantity of material that may be excavated from each borrow pit region and the sampling relationships as recommended in Section 3.2.2 of the '*Characterization Guide*', see **Table 1**. The number of samples taken from each area exceeded the minimum recommended sampling numbers for the planned excavation (**Table 1**) quantities and the sampling locations were strategically selected across the three areas to ensure spatial representativeness of each borrow pit and the immediately surrounding area. The borrow pit test pit sampling programs were conducted in September and October 2023.

- Flamb-1/Flamb-1 Extension: 22 samples were collected from within the bounds of the planned Flamb-1/Flamb-1 Extension borrow pit. The sampling locations were selected to be spatially representative of the extents and depths planned for excavation in the future with excavation depths ranging up to approximately 3.0 mbgs. A single composite sample was produced from multiple subsamples from each test pit at those locations shown on **Figure 4**. The sample coordinates and the range of depths sampled at each location are summarized in **Attachment A**.
- GT-3: 34 samples were collected from within the bounds of the planned GT-3 borrow pit and its nearby vicinity. These locations were selected to be spatially representative of the extents and depths planned for excavation in the future with excavation depths ranging up to approximately 3.1 mbgs. A single composite sample was produced from multiple subsamples from each test pit at each location on **Figure 5**. The sample coordinates and the range of depths sampled at each location are summarized in **Attachment A**.
- GT-4: 37 samples were collected from within the bounds of the planned GT-4 borrow pit and its nearby vicinity. These locations were selected to be spatially representative of the extents and depths planned for excavation in the future with excavation depths ranging up to approximately 3.4 mbgs. A single composite sample was produced from multiple subsamples from each test pit at each location presented in **Figure 6**. The sample coordinates and the range of depths sampled at each location are summarized in **Attachment A**.

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension

Table 1: Windfall Site, Borrow Pit Characterization - Estimated Borrow Pit Material Mass and Characterization Sample Quantities

Parameter	Units	Flamb-1 Extension	Gravtest-3	Gravtest-4
Approximate Area	m ²	30 032	80 337	89 189
Approximate Volume	m ³	136 672 - 241 817	297 246 – 321 347	285 405 - 338 919
Approximate Depth	m	5-9	4*	4*
Density	t/m ³	2.7	2.7	2.7
Approximate Mass	tonnes	369 014.4	802 564.2	770 593.5
		– 652 905.9	- 867 636.9	- 915 081.3
Minimum Number of Samples as per approximate mass and 'Characterization Guide' Figure 3.1 Guidance ¹	Count	16 – 21	24	23 - 25
Collected Sample Count	Count	22	34	37

Note:

¹Minimum sample number calculated from 'Characterization Guide' Figure 3.1 formula of: Sample Count = $0.026 * \text{mass}^{0.5}$ with mass represented in tonnes.

* Approximate Average Depth.

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension



Figure 4: Windfall Site, Borrow Pit Materials – Proposed Flamb-1(south)/Flamb-1 Extension(north) Borrow Pit Limits and Sample Locations.

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension



Figure 5: Windfall Site, Borrow Pit Materials – Proposed GT-3 Borrow Pit Limits and Sample Locations.

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension



Figure 6: Windfall Site, Borrow Pit Materials – Proposed GT-4 Borrow Pit Limits and Sample Locations.

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension

METHODS OF ANALYSIS AND TEST PROTOCOLS

The analyses undertaken on the solids samples in this assessment are summarized in **Table 2**. Full Acid Base Accounting, solids contents, CTEU-9, and SPLP testing was performed at SGS Lakefield, ON a lab accredited by the Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) for analyses performed. All analyses were performed in between November 2023 and January 2024.

Note that the potential borrow pit materials characterized in this assessment are not considered to be cyanide-containing, contaminated by organic compounds, radioactive, nor flammable. The materials from this region have not previously been affected by human activity.

Table 2: Windfall Site, Borrow Pit Materials: List of Analyses Performed and Comparative Criteria

Analysis Completed	Criteria for Evaluation
Acid Base Accounting	Guide de caractérisation des résidus minier et du minéral (MELCCFP, 2020)
Solids Content Analysis (MA. 200 - Met 1.2)	Guide d'intervention - protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés (MELCCFP, 2021) Annexe 1 (Superieur) and Annexe 2
CTEU-9 Testing (MA. 100 - Lix.com.1.1)	Guide d'intervention - protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés (MELCCFP, 2021) Annexe 7 Résurgence dans l'eau de surface Criteria
SPLP Testing (MA. 100 - Lix.com.1.1)	

Note:

All analyses were performed at a lab accredited by the Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) for analyses performed.

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension

ANALYSIS AND TEST RESULTS

All analytical results are summarized in **Attachment B** and their respective laboratory certificates of analysis are included in **Attachment C**.

Acid Base Accounting

As per the '*Characterization Guide*' an ABA assessment to evaluate and characterize the acid generation potential of a sample includes an assortment of static geochemical tests intended to assess the potential risk of acidification by an analysis of the sulphur and acid potential (AP) inventories, a metric that is indicative of a material's ability to generate acidity, and the neutralization potential (NP) of the material that is indicative of its ability to neutralize acidity.

The AP is calculated based on the sulphide-sulphur content whereas the NP is determined by reacting the sample in strong acid, followed by base titration to a set pH to quantify the amount of neutralization available in the sample, also known as the Sobek-NP. Another form of NP expression can be calculated using the amount of carbonate (CO_3) present in the sample, called the carbonate-NP or Carb-NP. Both measures of NP are presented herein and are generally presented knowing that the actual site 'effective-NP', that is the portion of the NP inventory that would be practically available for maintaining a pH of 6 or greater in contact water, is expected to be bound between these two NP measures.

Results from the ABA tests were used to assess the acid rock drainage (ARD) potential of the borrow pit material as per the '*Characterization Guide*' guidance, as well as Price (2009) guidance. For reference, the '*Characterization Guide*' acid potential characterization approach is simplified as summarized in **Figure 7** whereby the potentially acid generating material is identified by an evaluation of sulphur contents, AP inventories, and NP inventories.

One key differentiation between Price (2009) guidance and the '*Characterization Guide*' is that Price (2009) does not recommend the use of a total sulphur content criterion to assess ARD risk unless minimum NP inventories are known; recognizing that even low-levels of sulphide can lead to ARD if there is insufficient available NP.

In general, the Price (2009) guidance recommends the use of NP/AP ratios to categorize a material's potential for acid generation when the effectiveness of the NP and AP terms are known. Per this guidance, NP/AP values of greater than 2 are indicative of non-PAG materials, NP/AP values of less than 1 are indicative of PAG materials, whereas materials with NP/AP values between 1 and 2 have an uncertain potential for acid generation – though these are generally conservatively assessed as being PAG in the absence of further site-specific context.

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension

The results of the borrow pit ABA assessment per '*Characterization Guide*' guidance are summarized in **Table 3**. For reference, sulphide species were also measured and the total sulphur contents were observed to be well correlated with the sulphide contents – see **Figure 8**. As observed in **Figure 8** and summarized in **Table 3**, according to Section 4.3.1.1 '*Characterization Guide*' guidance, no samples from any of the GT-3, GT-4, or Flamb-1/Flamb-1 Extension areas are considered to be potentially acid generating as all evaluated samples have total sulphur contents less than 0.04%.

For completeness, from a Price (2009) NP/AP ratio characterization approach it is noted that nearly all of the samples characterized from each borrow pit area were non-PAG with both Sobek-NPR and Carb-NPR values of greater than 2, see **Table 3** and **Attachment B**. Only a single sample from GT-4 (GT4-4) had a Sobek-NPR of less than 2 and it is noted that this sample's total sulphur content was less than 0.005%S indicating that any potential acidification risk from this material would be low.

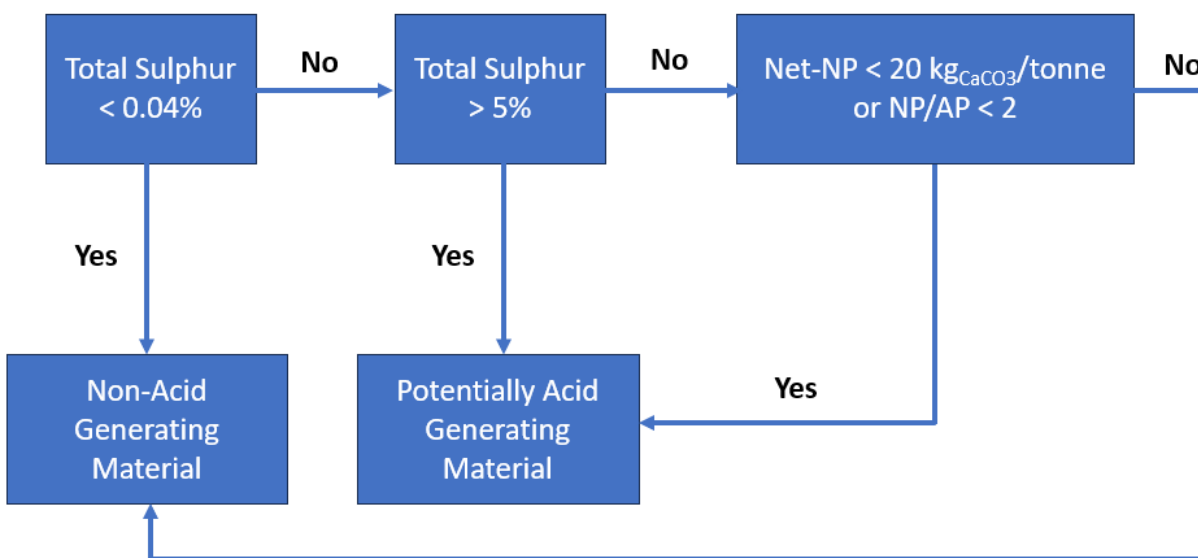
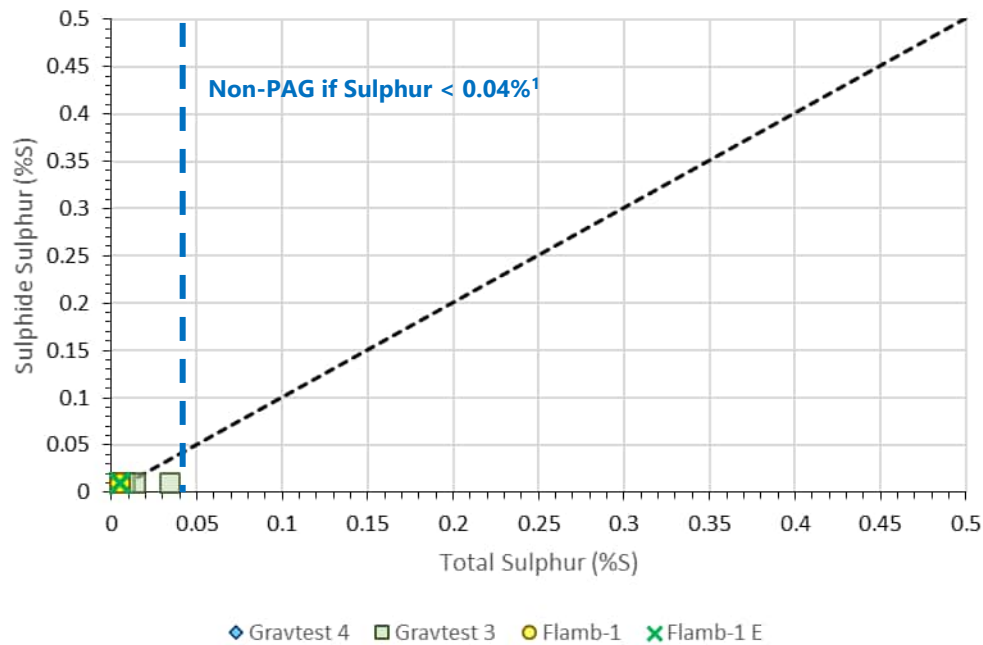


Figure 7: Simplified 'Characterization Guide' (MELCCFP 2020) Acid Generation Potential Characterization Guidance

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension



Note:

- 1) Per 'Characterization Guide' (MELFCC, 2020) guidance samples can be considered non-PAG with total sulphur contents of less than 0.04%.

Figure 8: Windfall Site, Borrow Pit Materials – Total Sulphur vs Sulphide Sulphur Contents

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension

Table 3: Windfall Site, Borrow Pit Materials – Summary of ABA Characterization

Parameter	Statistic	Gravtest-4 (n=37)	Gravtest-3 (n=34)	Flamb-1 / Flamb-1E (n=22)
Total Carbon	Average	0.17	0.16	0.07
	Standard Deviation	0.29	0.22	0.08
	Minimum	0.02	0.016	0.017
	Maximum	1.51	1.12	0.37
	25th Percentile	0.051	0.044	0.028
	75th Percentile	0.16	0.18	0.057
Total Sulphur	Average	<0.005	<0.0064	<0.005
	Standard Deviation	--	<0.0052	--
	Minimum	<0.005	<0.005	<0.005
	Maximum	<0.005	0.034	<0.005
	25th Percentile	<0.005	<0.005	<0.005
	75th Percentile	<0.005	<0.005	<0.005
Modified Sobek- NP	Average	5.3	5.0	4.3
	Standard Deviation	4	3	0.77
	Minimum	-1.70	0.70	2.60
	Maximum	29	20	5.8
	25th Percentile	3.80	3.5	3.80
	75th Percentile	5.7	5	4.9
Modified Sobek- NP/AP	Average	17.0	16.2	13.9
	Standard Deviation	14	11	2.49
	Minimum	-5.48	2.26	8.39
	Maximum	95	64	18.7
	25th Percentile	12.30	11.3	12.30
	75th Percentile	18.4	17	15.7
Net Modified Sobek-NP	Average	4.9	4.7	4.0
	Standard Deviation	4	3	0.77
	Minimum	-2.01	0.39	2.29
	Maximum	29	20	5.5
	25th Percentile	3.49	3.2	3.49
	75th Percentile	5.4	5	4.5
Carb-NP	Average	<7.8	<8.1	<3.2
	Standard Deviation	15	12	4.03
	Minimum	<0.7	<0.7	<0.7
	Maximum	86	65	17.7
	25th Percentile	0.67	1.2	1.21
	75th Percentile	7.5	10	2.9
Carb-NP/AP	Average	25	26	10.2
	Standard Deviation	49	39	13.0
	Minimum	2.2	2.2	2.2
	Maximum	277	210	57.0
	25th Percentile	2.2	3.8	3.9
	75th Percentile	24	33	9.4
Net Carb-NP	Average	7.6	7.8	2.8
	Standard Deviation	15	12	4.03
	Minimum	0.36	0.36	0.36
	Maximum	86	65	17.4
	25th Percentile	0.86	0.86	0.90
	75th Percentile	7.2	9.8	2.6

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension

Solids Contents

The summarized solids characterization results for Flamb-1/Flamb-1 Extension, GT-3, and GT-4 relative to the comparative background comparison criteria ('Criteria A' values) as per Annexe 1 (Supérieur province) and Annexe 2 of the 'Guide d'intervention - protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés' (MELCCFP, 2021), hereafter referenced as the '*Guide d'intervention*' are shown in **Table 4**. In this assessment, if more than 10% of samples were measured to have solids contents greater than their comparative background criteria they were considered to be elevated beyond a marginal extent and that parameter would have its leaching potential evaluated as per Section 4.3.2 of the '*Characterization Guide*'. The full solids contents analyses for all samples and parameters are presented in **Attachment B**, for completeness.

As per **Table 5**, the average chromium content in the GT-4 samples (n=34) was 81 mg/kg and as shown in **Table 4** 11% of GT-4 samples had chromium contents greater than the regional background criterion value of 100 mg/kg. Similarly, in the GT-3 samples, 15% of samples had chromium contents greater than their respective comparative criteria with an average chromium content in all GT-3 samples of 82 mg/kg. No samples from Flamb-1/Flamb-1 Extension had chromium contents greater than the comparative background value.

With the exception of chromium from GT-3 and GT-4, no other parameters were present at solids contents greater than their comparative background value in more than 10% of samples from any borrow pit location.

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension

Table 4: Windfall Site, Borrow Pit Materials - Summary of Solids Contents, Proportion of Samples with Contents Greater than Background Criteria

Parameter	Units	Screening Criterion (MELFCC, 2021)	Gravtest-4 (n=37)	Gravtest-3 (n=34)	Flamb-1 / Flamb-1E (n=22)
Fluoride	mg/kg	200	0%	0%	0%
Bromide	mg/kg	6	0%	0%	0%
Mercury	mg/kg	0.3	0%	0%	0%
Silver	mg/kg	0.5	0%	0%	0%
Aluminum	mg/kg	--	0%	0%	0%
Arsenic	mg/kg	5	0%	0%	0%
Boron	mg/kg	--	0%	0%	0%
Barium	mg/kg	240	0%	0%	0%
Beryllium	mg/kg	--	0%	0%	0%
Bismuth	mg/kg	--	0%	0%	0%
Calcium	mg/kg	--	0%	0%	0%
Cadmium	mg/kg	0.9	0%	0%	0%
Cobalt	mg/kg	30	0%	0%	0%
Chromium	mg/kg	100	11%	15%	0%
Copper	mg/kg	65	0%	0%	0%
Iron	mg/kg	--	0%	0%	0%
Potassium	mg/kg	--	0%	0%	0%
Lithium	mg/kg	--	0%	0%	0%
Magnesium	mg/kg	--	0%	0%	0%
Manganese	mg/kg	1000	0%	0%	0%
Molybdenum	mg/kg	8	0%	0%	0%
Sodium	mg/kg	--	0%	0%	0%
Nickel	mg/kg	50	0%	0%	0%
Phosphorus	mg/kg	--	0%	0%	0%
Lead	mg/kg	40	0%	0%	0%
Antimony	mg/kg	--	0%	0%	0%
Selenium	mg/kg	3	0%	0%	0%
Tin	mg/kg	5	0%	0%	0%
Strontium	mg/kg	--	0%	0%	0%
Titanium	mg/kg	--	0%	0%	0%
Thallium	mg/kg	--	0%	0%	0%
Uranium	mg/kg	--	0%	0%	0%
Vanadium	mg/kg	--	0%	0%	0%
Zinc	mg/kg	150	0%	2.9%	0%

Note:

Shaded values indicate that the parameter has more than 10% of samples greater than the comparative criterion.

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension

Table 5: Windfall Site, Borrow Pit Materials – Summary of Chromium Contents

Parameter	Statistic	Screening 'Criteria A' Value (MELFCC, 2021)	Gravtest-4 (n=37)	Gravtest-3 (n=34)	Flamb-1 / Flamb-1E (n=22)
Chromium (mg/kg)	Average	100	81	82	70
	Standard		18	17	8
	Minimum		62	43	56
	Maximum		140	120	90
	25th Percentile		72	70	65
	75th Percentile		82	93	75

Note:

Solids contents at values greater than the comparative criterion are shown bolded.

SPLP and CTEU-9 Leachability Tests

The subset of samples from GT-3 (n=5) and GT-4 (n=4) with chromium solids contents greater than the reference 'Criteria A' solids contents value (100 mg/kg) were subjected to SPLP and CTEU-9 leachability testing. The leachate was analyzed for both chromium (III) and chromium (VI) concentrations as the 'résurgence dans l'eau de surface' (RES) 'Guide d'intervention' Annexe 7 criteria are appreciably different with a chromium (III) RES value of 1 mg/L and a chromium (VI) RES value of 0.016 mg/L.

A summary of chromium leachability results are provided in **Table 6** and the SPLP and CTEU-9 chromium leachability results are shown graphically in **Figure 9** to **Figure 12**. The full SPLP and CTEU-9 water quality for all parameters are included in **Attachment B**.

No samples had SPLP and CTEU-9 leachate concentrations greater than the comparative 'Guide d'intervention' Annexe 7 chromium (III) and chromium (VI) criteria.

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension

Table 6: Windfall Site, Borrow Pit Materials – Summary of Chromium (III) and Chromium (VI) Concentrations from SPLP and CTEU-9 Tests (n=9)

Parameter	Statistic	Screening Criteria Résurgence dans l'eau de surface (RES)	SPLP		CTEU-9	
			Gravtest-4 (n=4) ¹	Gravtest-3 (n=5)	Gravtest-4 (n=4)	Gravtest-3 (n=5)
Chromium VI (mg/L)	Average	0.016	<0.0002	<0.0002	0.0012	0.0022
	Standard Deviation		--	--	0.00031	0.0030
	Minimum		<0.0002	<0.0002	0.00090	0.00070
	Maximum		<0.0002	0.0002	0.0016	0.0075
	25th Percentile		<0.0002	<0.0002	0.00098	0.00080
	75th Percentile		<0.0002	<0.0002	0.0012	0.0010
Chromium III (mg/L)	Average	1	<0.0002	<0.0002	0.011	0.0065
	Standard Deviation		--	--	0.0061	0.0024
	Minimum		<0.0002	<0.0002	0.0039	0.0024
	Maximum		<0.0002	<0.0002	0.019	0.010
	25th Percentile		<0.0002	<0.0002	0.0084	0.0041
	75th Percentile		<0.0002	<0.0002	0.015	0.0082

Note:

SPLP Method Detection Limits (MDL) concentrations for Chromium VI and Chromium III are 0.0002 mg/L.

- 1) GT4-9 SPLP concentrations used to calculate the above summary statistics represent the average concentrations from the sample and duplicate results as noted in **Attachment D**.

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension

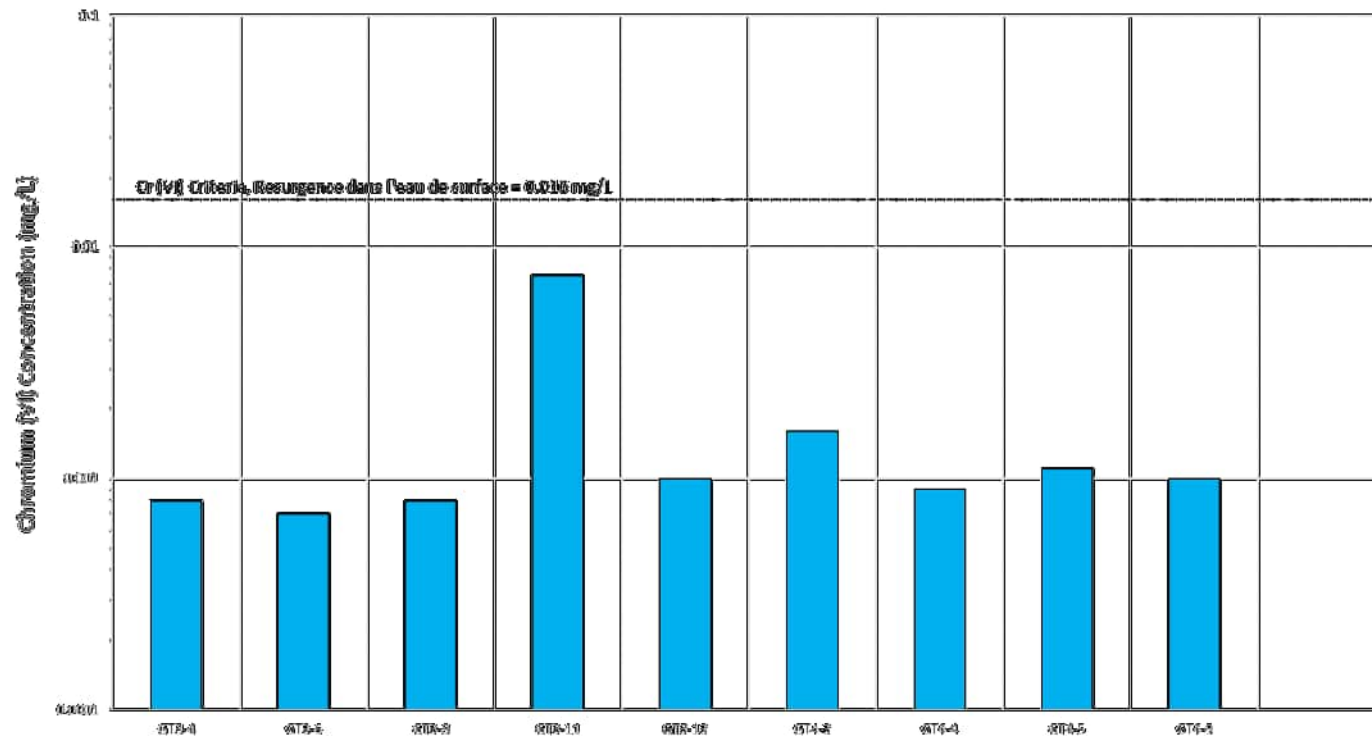


Figure 9: Windfall Site, Borrow Pit Materials - CTEU-9 Chromium (VI) Concentrations

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension

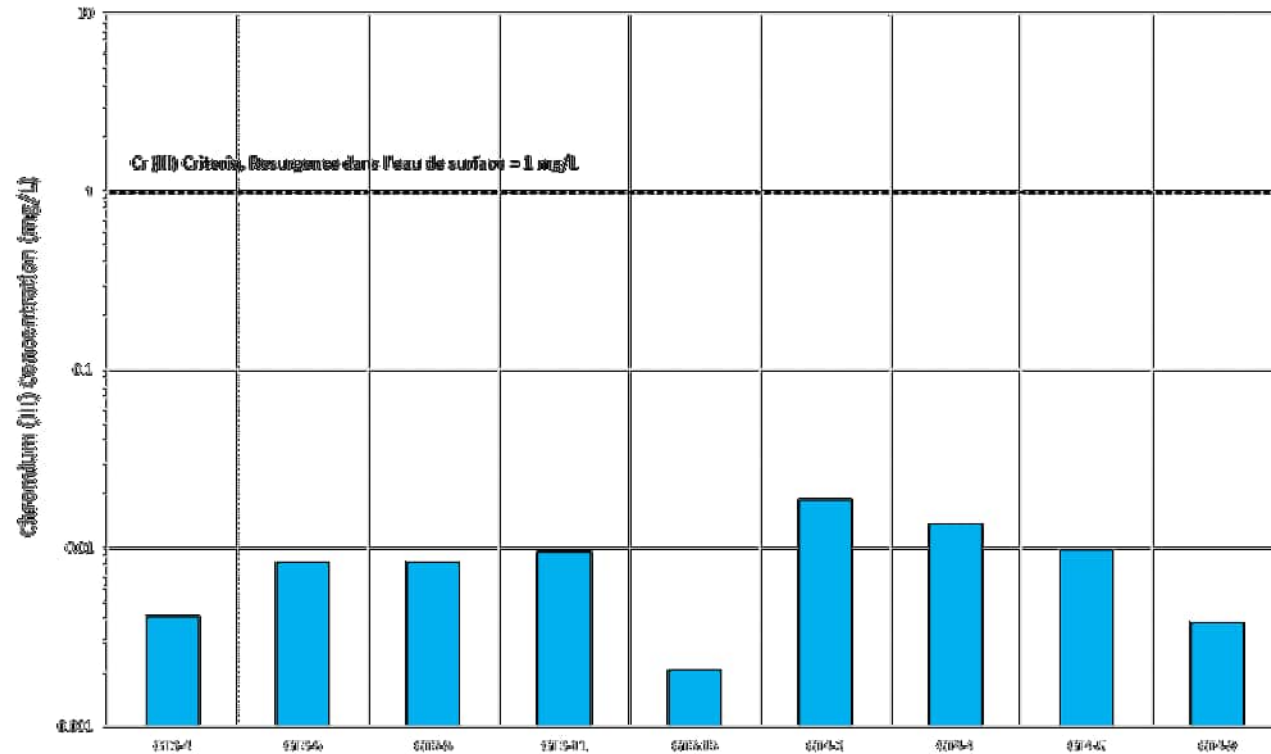


Figure 10: Windfall Site, Borrow Pit Materials – CTEU-9 Chromium (III) Concentrations

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension

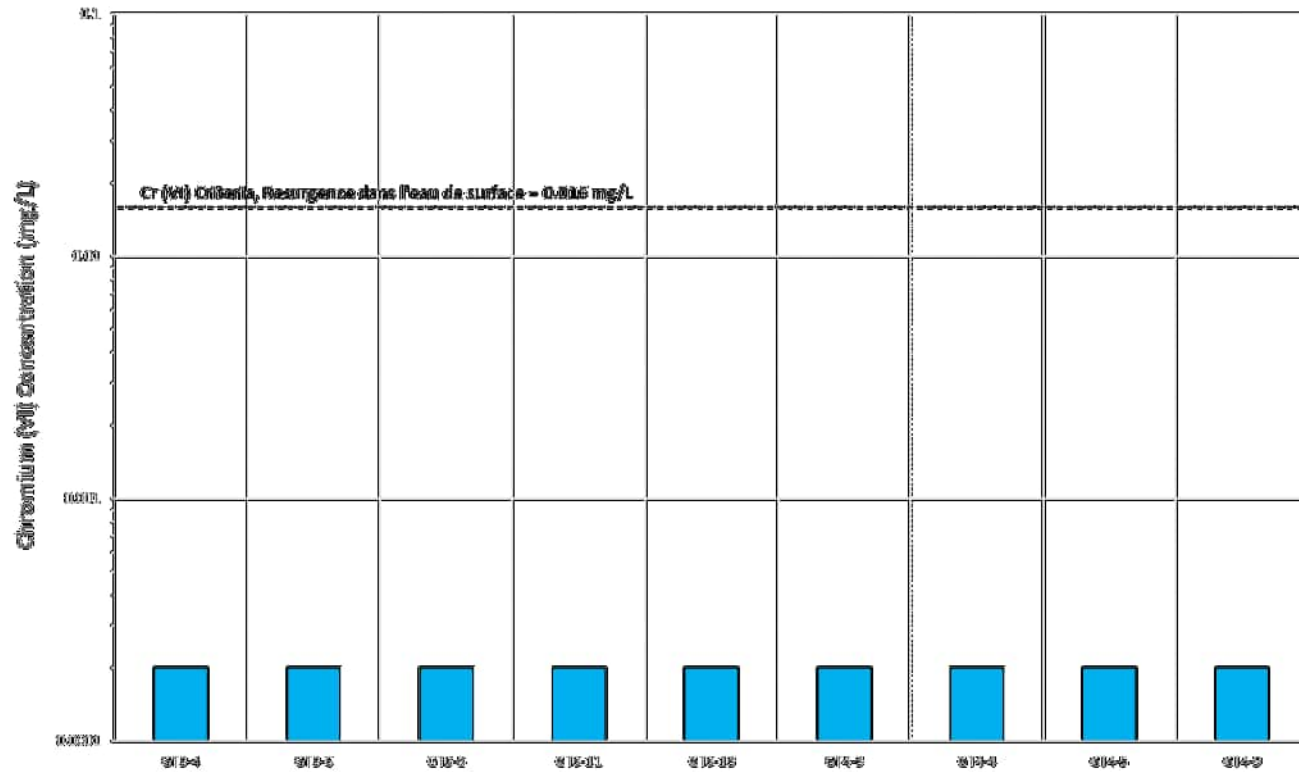


Figure 11: Windfall Site, Borrow Pit Materials - SPLP Chromium (VI) Concentrations

Note:

GT4-9 concentrations used to calculate the above summary statistics represent the average concentrations from the sample and duplicate results as noted in **Attachment D**.

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension

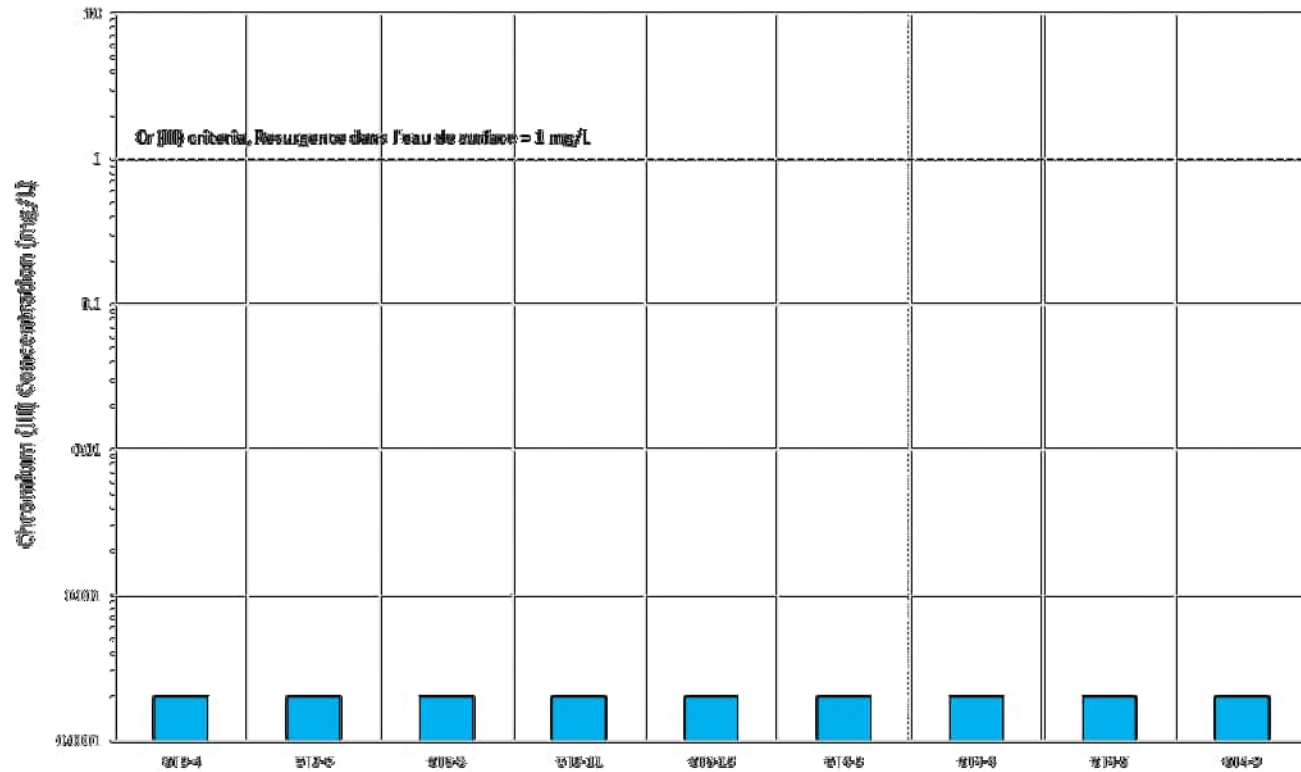


Figure 12: Windfall Site, Borrow Pit Materials - SPLP Chromium (III) Concentrations

Note:

GT4-9 concentrations used to calculate the above summary statistics represent the average concentrations from the sample and duplicate results as noted in **Attachment D**.

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension

INTERPRETATION OF RESULTS

An evaluation of static ABA characteristics of the borrow pit materials identified that all of the samples evaluated are considered to be non-acid generating with total sulphur contents lower than the '*Characterization Guide*' non-PAG sulphur criterion of 0.04%S. For completeness, from a Price (2009) NP/AP ratio characterization approach it is noted that nearly all of the samples characterized from each borrow pit area, with the exception of a single sample from GT-4, were non-PAG with both Sobek-NPR and Carb-NPR values of greater than 2.

An evaluation of the solids contents analysis identified that chromium content (**Table 4**) in the GT-3 and GT-4 borrow pit materials is sometimes greater (15% and 11% of samples) than the comparative total chromium background criteria of 100 mg/kg. In consideration of these solids contents all samples with chromium solids contents greater than 100 mg/kg were subjected to SPLP and CTEU-9 leachability tests to support material characterization.

The concentrations from the SPLP and CTEU-9 leachability tests were compared to the 'RES' criteria from the '*Guide d'intervention*' (MELCCFP, 2021). This comparison identified that all SPLP and CTEU-9 tests produced leachate with concentrations appreciably lower than the comparative Cr (III) and Cr (VI) criteria values.

In consideration of the solids contents and supporting SPLP and CTEU-9 characterization as per '*Characterization Guide*' guidance the GT-3, GT-4, and the Flamb-1/Flamb-1 Extension borrow pit materials are not considered to be leachable.

A diagrammed interpretation of the leachability characterization results of this assessment for each of the GT-3, GT-4, and Flamb-1/Flamb-1 Extension characterizations, as adapted from Figure 4.2 of the '*Characterization Guide*' is presented in **Figure 13**.

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension

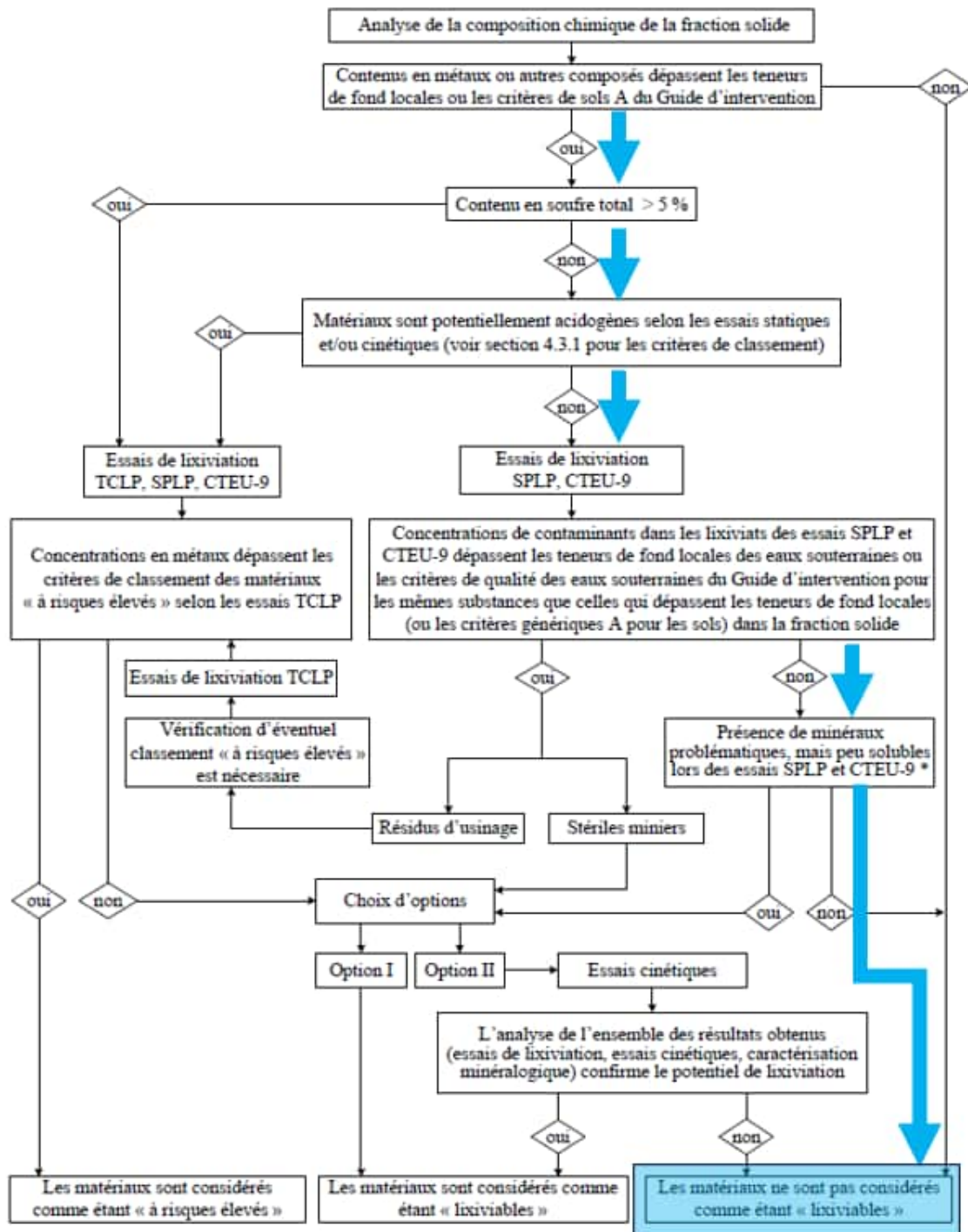


Figure 13: Windfall Site, Borrow Pit Materials - Diagrammed Leachability Assessment as per 'Characterization Guide' (MELFCC, 2020) Figure 4.2

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension

CONCLUSIONS

In summary potential borrow pit materials from each of the GT-3, GT-4, and the Flamb-1/Flamb-1 Extension areas are considered to be low-risk as per '*Characterization Guide*' though it is recognized that borrow pit material characterization is not required to be characterized as per the '*Characterization Guide*' approach.

Materials from the GT-3, GT-4, and the Flamb-1/Flamb-1 Extension areas have been identified to have preferential characteristics for on-site construction and they have not previously been affected by human activities and the materials are considered to be non-acid generating, not leachable, not cyanide-containing, not contaminated with organic compounds, not radioactive, and are not flammable.

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension

REFERENCES

- CEAE (Centre d'expertise en Analyse Environnementale du Québec) 2014. *Détermination du pouvoir neutralisant, du potentiel de génération d'acide et du potentiel acidogène d'un solide, MA. 110 – ACISOL 1.0, Rév. 4*, Ministère du Développement durable et de la Lutte contre les changements climatiques, 17 p.
- MELCCFP (Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs) 2021. *Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai*, Gouvernement du Québec. Juin 2020.
- MELCCFP (Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs) 2021. *Guide d'intervention. Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés*, Gouvernement du Québec. Mai 2021.
- Price, W.A. 2009. Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials. MEND Report 1.20.1.
- WSP, 2023a. *Addendum 1: Responses to MELCCFP Recommendations and Comments, Volume 1*. CA0004658.7070. December 2023.
- WSP, 2023b. *Geochemical Characterization of Ore and Waste Materials for the Windfall Project, Québec*, WSP. GAL 137-2148985706-RA-Rev1. 10 March, 2023.

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension

ATTACHMENT A – SAMPLE COORDINATES AND DEPTH INTERVALS

Banc d'emprunt	Sample Name	Lat	Long	Profondeur (m)	Commentaires	Date d'échantillonnage	Tests to perform on reception			
							MA. 200 – Met 1.2 plus Hg, F, & Br	ABA	SPLP	CTEU-9
GRAVTEST-3	TR-1	49.106185	-75.642932		Élévation (m): 408.12	18-19 sept 2023	x	x		
	TR-2	49.105171	-75.642208		Élévation (m): 407.7	18-19 sept 2023	x	x		
	TR-3	49.104912	-75.643486		Élévation (m): 406.89	18-19 sept 2023	x	x		
	TR-4	49.10492	-75.644803		Élévation (m): 412.7	18-19 sept 2023	x	x		
	TR-5	49.10416	-75.644758		Élévation (m): 413.58	18-19 sept 2023	x	x		
	TR-6	49.103374	-75.644628		Élévation (m): 408.59	18-19 sept 2023	x	x		
	TR-7	49.102433	-75.643602		Élévation (m): 404.55	18-19 sept 2023	x	x		
	TR-8	49.101403	-75.64372		Élévation (m): 403.11	18-19 sept 2023	x	x		
GRAVTEST-4	TR-1	49.112455	-75.645483		Élévation (m): 405.98	18-19 sept 2023	x	x		
	TR-2	49.11386	-75.644233		Élévation (m): 395.35	18-19 sept 2023	x	x		
	TR-3	49.114098	-75.6456		Élévation (m): 395.88	18-19 sept 2023	x	x		
	TR-4	49.114949	-75.644209		Élévation (m): 396.02	18-19 sept 2023	x	x		
	TR-5	49.115207	-75.645196		Élévation (m): 400.65	18-19 sept 2023	x	x		
	TR-6	49.118239	-75.642785		Élévation (m): 401.81	18-19 sept 2023	x	x		
	TR-7	49.117354	-75.643904		Élévation (m): 407.68	18-19 sept 2023	x	x		
	GT4-1	49.118639	-75.643676	2.0	10" organics, fine sand light brown to light grey	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-2	49.118082	-75.644593	0.9	6" organics, brown silty sand, gravel, bed rock at 0.9m	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-3	49.118245	-75.644061	1.2	12" organics, rocks at 1.4m, brown wet at bottom	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-4	49.117558	-75.645435	0.6	4" organics, bron silt, fine-sand damp to 0.6m and rock sample at 0.5m	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-6	49.117726	-75.644356	1.8	6" organics, bron, coarse sand, gravel, grey silt last 20cm. Rock - saturated, waste from infs test pit	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-5	49.117644	-75.644917	0.3	6" organics, 20cm of silty sand, gravel, cobbles then bed rock at 30cm	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-7	not accessible				Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-8	not accessible				Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-9	49.117188	-75.645036	3.4	6" organics, fine light brown sand becoming medium, water infiltration in sand sample at 3.4m	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-10	49.117191	-75.644388	2.8	6" organics, sand, gravel, cobbles - Brown, dry, coarse sand and gravel	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-11	49.116506	-75.646385	2.0	6" organics, brown sand and gravel, cobbles light grey till stones	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-12	49.116337	-75.645658	1.5	6" organics, brown sand and gravel, cobbles, boulder	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-13	49.116536	-75.645084	2.7	6" organics, brown sand and gravel, cobbles	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-14	49.116760	-75.644591	3.4	6" organics, brown, dry sand and gravel and cobbles	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-15	49.116034	-75.646059	2.4	6" organics, brown sand and gravel, cobble grey till bottom of sample	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-16	49.115794	-75.645606	2.5	6" organics, fine silt light grey to 2.0m, tehn sand and gravel. Strip on possible bed rock	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-17	49.116057	-75.644959	1.0	6" organics, sand & gravel, cobbles	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-18	49.115776	-75.644541	2.7	6" organics, light brown sand & gravel becoming brown and cobble	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-19	49.115272	-75.645714	2.4	In ditch, dark brown sand & gravel	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-20A	49.115508	-75.645458	3.0	modified coordinates. 6" organics, silt sanf mix to 5', then sand & gravel	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-21	49.115269	-75.644562			Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-22	49.114678	-75.645651	1.7	6" organics, layer of sand & gravel then light silt	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-23	49.114935	-75.645066	2.7	6" organics, brown sand & gravel, cobble, some silt	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-24	49.114793	-75.644402	2.2	4" organics, sand & gravel, cobble	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-25	49.114216	-75.645621	1.5	4" organics, sand & gravel	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-26	49.114391	-75.645060	2.4	6" organics, brown sand & gravel, cobble	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-27	49.114184	-75.644534	3.0	6" organics, 1m of silt, then sand, gravel & cobble	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-28A	49.113717	-75.645654	0.7	modified coordinates. 8" organics, brown silty sand	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-29	49.113839	-75.645266	1.5	4" organics, brown sand & gravel	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-30	49.113786	-75.644691	2.8	6" organics, brown sand, gravel, cobble	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-31	49.113230	-75.645666	2.3	6" organics, brown sand, gravel, cobble	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT4-32	49.112830	-75.646030	2.7	6" organics, sand, some gravel, silt	Sem 16 oct 2023	x	x		
GRAVTEST-3	GT3-1	49.106326	-75.643141	0.9	Fine sand	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT3-2	49.106062	-75.642543	1.0	Sand	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT3-3	49.105747	-75.643180	1.5	Moved 25m east. Coarse sand & some gravel	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT3-4	49.105542	-75.642443	0.6	Cobbles, brown silt	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT3-5	49.105156	-75.644553	1.5	6" organics, gravel, cobble, sand	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT3-6	49.105167	-75.643708	1.0	6" organics, sand	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT3-7	49.105334	-75.642988	1.6	4" organics, sand, fine cobbles	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT3-8	49.104650	-75.644850	1.4	3" organics, sand	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT3-9	49.104775	-75.644135	1.5	6" organics, gravel, sand, cobble	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT3-10	49.104906	-75.643187	1.3	10" organics, gravel, cobbles, sand	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT3-11	49.104141	-75.644911	2.1	3" orgnics, brown sand and gravel, cobbles	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT3-12	49.103276	-75.645377	2.3	6" organics, gravel, sand & cobble	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT3-13	49.103612	-75.644967	2.0	3" organics, fine sand, some gravel and cobbles	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT3-14	49.103286	-75.644469	2.4	3" organics, gravel with sand & cobble	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT3-15	49.102758	-75.646371	2.3	6" organics, brown gravel, some sand, cobbles	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT3-16	49.102768	-75.645634	1.4	6" organics,cobbles, gravel & sand	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT3-17A	49.102997	-75.645104	3.1	modified coordinates. 6" organics, sand & gravel	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT3-18	49.102831	-75.644141	2.6	Sand & gravel	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT3-19	49.102605	-75.643723	1.2	Sand	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT3-20A	49.102261	-75.646546	0.8	modified coordinates. 3" organics, gravel, sand, cobbles	Sem 16 oct 2023	x	x		

Banc d'emprunt	Sample Name	Lat	Long	Profondeur (m)	Commentaires	Date d'échantillonnage	Tests to perform on reception			
							MA. 200 – Met 1.2 plus Hg, F, & Br	ABA	SPLP	CTEU-9
GRAVTEST-3	GT3-21	49.102299	-75.645809	1.9	6" organics, cobbles, gravel & sand	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT3-22	49.102458	-75.645028	2.1	6" organics, cobbles, gravel & sand	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT3-23	49.102346	-75.644158	2.5	Sand, gravel, cobbles	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT3-24	49.102119	-75.643620	1.5	Cobbles, gravel, sand	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT3-25	49.101784	-75.646774	1.9	10" organics, sand, gravel, cobbles	Sem 16 oct 2023	x	x		
	GT3-26	49.101724	-75.643772	0.8	Cobbles, gravel, sand	Sem 16 oct 2023	x	x		
Flamb-1	Fl1-1	49.078892	-75.653152	1.7	Sand, traces gravel	Sem 16 oct 2023	x	x		
	Fl1-2	49.078789	-75.652560	1.5	Sand, gravel	Sem 16 oct 2023	x	x		
	Fl1-3	49.078883	-75.651875	2.0	Sand, gravel	Sem 16 oct 2023	x	x		
	Fl1-4	49.078598	-75.653221	1.8	Sand, traces gravel	Sem 16 oct 2023	x	x		
	Fl1-5	49.078396	-75.652521	2.1	Sand, traces gravel	Sem 16 oct 2023	x	x		
	Fl1-6	49.078610	-75.652000	1.3	Sand, gravel	Sem 16 oct 2023	x	x		
	Fl1-7A	49.078034	-75.653522	2.0	modified coordinates. From side of hill	Sem 16 oct 2023	x	x		
	Fl1-8	49.078274	-75.653205	0.3	Sand, gravel, cobbles, from floor (0 to 4m compared to initial terrain)	Sem 16 oct 2023	x	x		
	Fl1-9	49.078031	-75.652412	1.0	Sand	Sem 16 oct 2023	x	x		
	Fl1-10	49.078189	-75.651986	1.7	Sand, gravel	Sem 16 oct 2023	x	x		
	Fl1-11	49.077786	-75.652611	0.3	Fine sand, from floor (0 to 4m compared to initial terrain)	Sem 16 oct 2023	x	x		
	Fl1-12	49.077680	-75.652028	1.8	(A) moved, sand, gravel	Sem 16 oct 2023	x	x		
	Fl1-13	49.077455	-75.652254	0.3	Sand, gravel, cobbled, from floor	Sem 16 oct 2023	x	x		
	Fl1-14	49.077119	-75.652347	3.0	Sand, side of hill	Sem 16 oct 2023	x	x		
Flamb-1 Extension	Fl1E-1	49.081343	-75.652518	2.2	6" organics, sand	Sem 16 oct 2023	x	x		
	Fl1E-2	49.081029	-75.652539	1.0	6" organics, sand	Sem 16 oct 2023	x	x		
	Fl1E-3	49.080664	-75.652456	2.1	6" organics, sand, traces of gravel	Sem 16 oct 2023	x	x		
	Fl1E-4	49.080391	-75.652861	2.5	6" organics, sand, traces of gravel	Sem 16 oct 2023	x	x		
	Fl1E-5	49.080152	-75.652239	1.4	4" organics, sand, traces de gravel	Sem 16 oct 2023	x	x		
	Fl1E-6	49.079817	-75.652517	1.7	6" organics, sand, traces de gravel	Sem 16 oct 2023	x	x		
	Fl1E-7	49.079451	-75.652972	1.8	6" organics, sand, gravel	Sem 16 oct 2023	x	x		
	Fl1E-8	49.079449	-75.652146	2.5	6" organics, sand, gravel	Sem 16 oct 2023	x	x		
Matériel extension halde stérile	WRE-2023-01	452234.437	5435615.019	2.5	ROCK-HS	Sem 30 oct 2023	x	x	x	x
Matériel extension halde stérile	WRE-2023-02	452198.844	5435631.919	3	ROCK-HS	Sem 30 oct 2023	x	x	x	x
Matériel extension halde stérile	WRE-2023-03	452197.429	5435628.602	2.4	ROCK-HS	Sem 30 oct 2023	x	x	x	x
Matériel extension halde stérile	WRE-2023-04	452206.952	5435617.791	1.5	ROCK-HS	Sem 30 oct 2023	x	x	x	x
Matériel extension halde stérile	WRE-2023-05	452203.767	5435631.682	2.5	ROCK-HS	Sem 30 oct 2023	x	x	x	x
Matériel extension halde stérile	WRE-2023-06	452212.181	5435630.17	2	ROCK-HS	Sem 30 oct 2023	x	x	x	x
Matériel extension halde stérile	WRE-2023-07	452207.904	5435619.112	3	ROCK-HS	Sem 30 oct 2023	x	x	x	x
Matériel extension halde stérile	WRE-2023-08	452218.282	5435627.279	1.8	ROCK-HS	Sem 30 oct 2023	x	x	x	x
Matériel extension halde stérile	WRE-2023-09	452222.803	5435618.014	1.5	ROCK-HS	Sem 30 oct 2023	x	x	x	x
Matériel extension halde stérile	WRE-2023-10	452229.557	5435625.106	2.2	ROCK-HS	Sem 30 oct 2023	x	x	x	x

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension

ATTACHMENT B – LAB DATA SUMMARY

Appendix B - ABA Data

Sample ID		Paste pH	Fizz Rate	NP	AP	Net NP	NP/AP	Sulphur (total)	Sulphate	Sulphide	Carbon (total)	Carbonate	Carb-NP	Carb-NPR
		no unit	rating	kgCaCO3 /tonne	kgCaCO3 /tonne	kgCaCO3 /tonne	ratio	%	%	%	%	%CO3	kgCaCO3 /tonne	
Gravtest 4	GT4-1	9.28	2	6.5	0.31	6.19	21	0.005	0.04	0.01	0.027	0.04	0.67	2.15
	GT4-2	6.91	2	3.8	0.31	3.49	12.3	0.005	0.04	0.01	0.471	1.81	30.19	97.40
	GT4-3	6.54	2	1.7	0.31	1.39	5.48	0.005	0.04	0.01	0.987	2.06	34.36	110.85
	GT4-4	5.94	2	-1.7	0.31	-2.01	-5.48	0.005	0.04	0.01	1.51	5.15	85.91	277.13
	GT4-6	7.3	2	3.9	0.31	3.59	12.6	0.005	0.04	0.01	0.272	0.49	8.17	26.37
	GT4-5	6.6	2	4.3	0.31	3.99	13.9	0.005	0.04	0.01	0.601	0.82	13.68	44.13
	GT4-9	7.93	2	3.6	0.31	3.29	11.6	0.005	0.04	0.01	0.112	0.4	6.67	21.52
	GT4-10	8.55	2	4.8	0.31	4.49	15.5	0.005	0.04	0.01	0.051	0.1	1.67	5.38
	GT4-11	8.5	2	4.9	0.31	4.59	15.8	0.005	0.04	0.01	0.076	0.21	3.50	11.30
	GT4-12	8.56	2	4.9	0.31	4.59	15.8	0.005	0.04	0.01	0.066	0.15	2.50	8.07
	GT4-13	7.94	2	4.7	0.31	4.39	15.2	0.005	0.04	0.01	0.166	0.49	8.17	26.37
	GT4-14	8.52	2	29.4	0.31	29.1	94.8	0.005	0.04	0.01	0.053	0.1	1.67	5.38
	GT4-15	7.93	2	3.8	0.31	3.49	12.3	0.005	0.04	0.01	0.158	0.38	6.34	20.45
	GT4-16	8.77	2	5.7	0.31	5.39	18.4	0.005	0.04	0.01	0.029	0.04	0.67	2.15
	GT4-17	8.52	2	4.4	0.31	4.09	14.2	0.005	0.04	0.01	0.059	0.12	2.00	6.46
	GT4-18	8.81	2	6.7	0.31	6.39	21.6	0.005	0.04	0.01	0.032	0.04	0.67	2.15
	GT4-19	7.26	2	3	0.31	2.69	9.68	0.005	0.04	0.01	0.246	0.72	12.01	38.74
	GT4-20A	8.72	2	4.8	0.31	4.49	15.5	0.005	0.04	0.01	0.054	0.11	1.83	5.92
	GT4-21	8.48	2	4.4	0.31	4.09	14.2	0.005	0.04	0.01	0.057	0.07	1.17	3.77
	GT4-22	7.86	2	3.8	0.31	3.49	12.3	0.005	0.04	0.01	0.099	0.45	7.51	24.22
	GT4-23	8.02	2	6	0.31	5.69	19.4	0.005	0.04	0.01	0.13	0.42	7.01	22.60
	GT4-24	8.99	2	4.9	0.31	4.59	15.8	0.005	0.04	0.01	0.036	0.17	2.84	9.15
	GT4-25	8.15	2	4.2	0.31	3.89	13.5	0.005	0.04	0.01	0.082	0.37	6.17	19.91
	GT4-26	9.02	2	6.1	0.31	5.79	19.7	0.005	0.04	0.01	0.032	0.15	2.50	8.07
	GT4-27	9.39	2	5.7	0.31	5.39	18.4	0.005	0.04	0.01	0.02	0.1	1.67	5.38
	GT4-28A	7.67	2	3.6	0.31	3.29	11.6	0.005	0.04	0.01	0.172	0.64	10.68	34.44
	GT4-29	8.39	2	4.3	0.31	3.99	13.9	0.005	0.04	0.01	0.056	0.27	4.50	14.53
	GT4-30	9.24	2	6.4	0.31	6.09	20.6	0.005	0.04	0.01	0.026	0.15	2.50	8.07
	GT4-31	8.57	2	5	0.31	4.69	16.1	0.005	0.04	0.01	0.062	0.29	4.84	15.61
	GT4-32	9.1	2	5.9	0.31	5.59	19	0.005	0.04	0.01	0.031	0.04	0.67	2.15
	GRAVTEST-4 TR	8.22	2	3.6	0.31	3.29	11.6	0.005	0.04	0.01	0.086	0.04	0.67	2.15
	GRAVTEST-4 TR	8.45	2	4.3	0.31	3.99	13.9	0.005	0.04	0.01	0.081	0.04	0.67	2.15
	GRAVTEST-4 TR	8.32	2	5.2	0.31	4.89	16.8	0.005	0.04	0.01	0.06	0.04	0.67	2.15
	GRAVTEST-4 TR	8.24	2	4.9	0.31	4.59	15.8	0.005	0.04	0.01	0.084	0.04	0.67	2.15
	GRAVTEST-4 TR	7.53	2	3.7	0.31	3.39	11.9	0.005	0.04	0.01	0.23	0.66	11.01	35.52
	GRAVTEST-4 TR	8.82	2	7.1	0.31	6.79	22.9	0.005	0.04	0.01	0.052	0.04	0.67	2.15
	GRAVTEST-4 TR	8.66	3	6.1	0.31	5.79	19.7	0.005	0.04	0.01	0.038	0.04	0.67	2.15
Gravtest 3	GT3-1	8.14	2	4.1	0.31	3.79	13.2	0.005	0.04	0.01	0.13	0.35	5.84	18.83
	GT3-2	8.43	2	5.4	0.31	5.09	17.4	0.005	0.04	0.01	0.057	0.26	4.34	13.99
	GT3-3	9	2	6.4	0.31	6.09	20.6	0.005	0.04	0.01	0.032	0.14	2.34	7.53
	GT3-4	6.4	2	0.7	0.31	0.39	2.26	0.008	0.04	0.01	1.12	3.91	65.23	210.40
	GT3-5	7.4	2	4.2	0.31	3.89	13.5	0.005	0.04	0.01	0.292	0.92	15.35	49.51
	GT3-6	7.49	2	3	0.31	2.69	9.68	0.005	0.04	0.01	0.196	0.85	14.18	45.74
	GT3-7	7.67	2	19.9	0.31	19.6	64.2	0.005	0.04	0.01	0.172	0.67	11.18	36.05
	GT3-8	7.38	2	3.2	0.31	2.89	10.3	0.005	0.04	0.01	0.291	0.92	15.35	49.51
	GT3-9	7.84	2	2.3	0.31	1.99	7.42	0.005	0.04	0.01	0.153	0.62	10.34	33.36
	GT3-10	6.87	2	4.4	0.31	4.09	14.2	0.008	0.04	0.01	0.699	1.91	31.86	102.78
	GRAVTEST-3 TR	8.53	2	3.5	0.31	3.19	11.3	0.005	0.04	0.01	0.078	0.04	0.67	2.15
	GRAVTEST-3 TR	9.19	2	6.8	0.31	6.49	21.9	0.005	0.04	0.01	0.029	0.04	0.67	2.15
	GRAVTEST-3 TR	8.41	2	5.1	0.31	4.79	16.5	0.005	0.04	0.01	0.077	0.22	3.67	11.84
	GRAVTEST-3 TR	9.06	2	13.2	0.31	12.9	42.6	0.034	0.04	0.01	0.108	0.44	7.34	23.68
	GRAVTEST-3 TR	8.61	2	6.3	0.31	5.99	20.3	0.005	0.04	0.01	0.042	0.04	0.67	2.15
	GRAVTEST-3 TR	7.72	2	4.4	0.31	4.09	14.2	0.005	0.04	0.01	0.242	0.72	12.01	38.74
	GRAVTEST-3 TR	8.16	2	5.7	0.31	5.39	18.4	0.005	0.04	0.01	0.027	0.04	0.67	2.15
	GRAVTEST-3 TR	8.47	2	4.5	0.31	4.19	14.5	0.005	0.04	0.01	0.048	0.04	0.67	2.15
	GT3-11	7.45	2	1.9	0.31	1.59	6.13	0.008	0.04	0.01	0.11	0.33	5.50	17.76
	GT3-12	8.53	2	4.6	0.31	4.29	14.8	0.005	0.04	0.01	0.018	0.04	0.67	2.15
	GT3-13	8.44	2	3.5	0.31	3.19	11.3	0.005	0.04	0.01	0.033	0.07	1.17	3.77
	GT3-14	8.63	2	4.2	0.31	3.89	13.5	0.007	0.04	0.01	0.016	0.04	0.67	2.15
	GT3-15	8.79	2	6.8	0.31	6.49	21.9	0.005	0.04	0.01	0.027	0.07	1.17	3.77
	GT3-16	7.7	2	4.4	0.31	4.09	14.2	0.005	0.04	0.01	0.16	0.5	8.34	26.91
	GT3-17A	8.12	2	4	0.31	3.69	12.9	0.005	0.04	0.01	0.078	0.22	3.67	11.84
	GT3-18	7.83	2	4.2	0.31	3.89	13.5	0.005	0.04	0.01	0.107	0.3	5.00	16.14
	GT3-19	7.69	2	2.9	0.31	2.59	9.35	0.005	0.04	0.01	0.085	0.26	4.34	13.99
	GT3-20A	6.95	2	2.4	0.31	2.09	7.74	0.005	0.04	0.01	0.32	0.9	15.01	48.43
	GT3-21	8.09	2	4	0.31	3.69	12.9	0.005	0.04	0.01	0.076	0.19	3.17	10.22
	GT3-22	7.55	2	3.5	0.31	3.19	11.3	0.014	0.04	0.01	0.176	0.56	9.34	30.13
	GT3-23 (GT4-23)	8.86	2	4.8	0.31	4.49	15.5	0.005	0.04	0.01	0.02	0.04	0.67	2.15
	GT3-24	7.24	2	3.8	0.31	3.49	12.3	0.005	0.04	0.01	0.267	0.56	9.34	30.13
	GT3-25	8.17	2	4	0.31	3.69	12.9	0.005	0.04	0.01	0.061	0.17	2.84	9.15
	GT3-26	8.31	2	8.2	0.31	7.89	26.5	0.005	0.04	0.01	0.064	0.23	3.84	12.38

Sample ID		Paste pH	Fizz Rate	NP	AP	Net NP	NP/AP	Sulphur (total)	Sulphate	Sulphide	Carbon (total)	Carbonate	Carb-NP	Carb-NPR
		no unit	rating	kgCaCO3 /tonne	kgCaCO3 /tonne	kgCaCO3 /tonne	ratio	%	%	%	%	%CO3	kgCaCO3 /tonne	
Flamb-1	Fl1-1	8.3	2	4	0.31	3.69	12.9	0.005	0.04	0.01	0.056	0.15	2.50	8.07
	Fl1-2	8.5	2	3.9	0.31	3.59	12.6	0.005	0.04	0.01	0.028	0.12	2.00	6.46
	Fl1-3	8.21	2	3.7	0.31	3.39	11.9	0.005	0.04	0.01	0.055	0.18	3.00	9.69
	Fl1-4	8.19	2	3.1	0.31	2.79	10	0.005	0.04	0.01	0.057	0.21	3.50	11.30
	Fl1-5	8.46	2	3.8	0.31	3.49	12.3	0.005	0.04	0.01	0.031	0.07	1.17	3.77
	Fl1-6	8.32	2	5.4	0.31	5.09	17.4	0.005	0.04	0.01	0.057	0.16	2.67	8.61
	FL1-7	8.62	2	4.6	0.31	4.29	14.8	0.005	0.04	0.01	0.023	0.04	0.67	2.15
	Fl1-8	8.35	2	5.8	0.31	5.49	18.7	0.005	0.04	0.01	0.053	0.1	1.67	5.38
	Fl1-9	8.54	2	4.9	0.31	4.59	15.8	0.005	0.04	0.01	0.042	0.1	1.67	5.38
	Fl1-10	8.46	2	5	0.31	4.69	16.1	0.005	0.04	0.01	0.039	0.08	1.33	4.30
	Fl1-11	9.09	2	3.6	0.31	3.29	11.6	0.005	0.04	0.01	0.02	0.04	0.67	2.15
	Fl1-12	8.41	2	4.2	0.31	3.89	13.5	0.005	0.04	0.01	0.044	0.12	2.00	6.46
	Fl1-13	9.17	2	5.2	0.31	4.89	16.8	0.005	0.04	0.01	0.019	0.04	0.67	2.15
	Fl1-14	9.41	2	5.1	0.31	4.79	16.5	0.005	0.04	0.01	0.017	0.04	0.67	2.15
Flamb-1 Extension	Fl1E-1	8.41	2	4.4	0.31	4.09	14.2	0.005	0.04	0.01	0.045	0.14	2.34	7.53
	Fl1E-2	8.07	2	4.3	0.31	3.99	13.9	0.005	0.04	0.01	0.073	0.22	3.67	11.84
	Fl1E-3	7.84	2	3.6	0.31	3.29	11.6	0.005	0.04	0.01	0.113	0.4	6.67	21.52
	Fl1E-4	7.32	2	2.6	0.31	2.29	8.39	0.005	0.04	0.01	0.211	0.67	11.18	36.05
	Fl1E-5	8.51	2	4.7	0.31	4.39	15.2	0.005	0.04	0.01	0.029	0.08	1.33	4.30
	Fl1E-6	6.78	2	3.8	0.31	3.49	12.3	0.005	0.04	0.01	0.37	1.06	17.68	57.04
	Fl1E-7	8.85	2	4.5	0.31	4.19	14.5	0.005	0.04	0.01	0.019	0.04	0.67	2.15
	Fl1E-8	8.78	2	4.5	0.31	4.19	14.5	0.005	0.04	0.01	0.038	0.1	1.67	5.38

Appendix B - Solid Content Data

Sample ID		Fluoride	Bromide	Mercury	Silver	Aluminum	Arsenic	Boron	Barium	Beryllium	Bismuth	Calcium	Cadmium	Cobalt	Chromium	Copper	Iron	Potassium
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Superieur	Criteria A	200	6	0.3	0.5		5		240				0.9	30	100	65		
Gravtest 4	GRAVTEST-4 TR-1	<1.0	<1.5	<0.05	<0.5	6600	0.6	1	40	0.16	<0.09	2500	<0.02	4.6	75	11	8800	780
	GRAVTEST-4 TR-2	<1.0	<1.5	<0.05	<0.5	5800	0.7	1	42	0.15	<0.09	2500	<0.02	3.7	88	8.9	8200	760
	GRAVTEST-4 TR-3	<1.0	<1.5	<0.05	<0.5	5400	0.6	<1.0	38	0.12	<0.09	2000	<0.02	3.6	62	5.9	7600	780
	GRAVTEST-4 TR-4	1	<1.5	<0.05	<0.5	6100	0.7	1	43	0.15	<0.09	2500	<0.02	4.2	67	8.4	8300	820
	GRAVTEST-4 TR-5	<1.0	<1.5	<0.05	<0.5	7500	0.7	1	36	0.16	<0.09	2300	0.03	4.9	87	8.6	9900	720
	GRAVTEST-4 TR-6	1	<1.5	<0.05	<0.5	5500	0.7	1	39	0.14	<0.09	2700	<0.02	3.9	70	9.3	8200	770
	GRAVTEST-4 TR-7	1	<1.5	<0.05	<0.5	6300	0.7	<1.0	49	0.15	<0.09	2700	<0.02	4.7	77	7.4	9500	800
	GT4-1	2	<1.5	<0.05	<0.5	3700	<0.5	1	28	0.09	<0.09	1900	<0.02	2.7	76	7.2	6100	590
	GT4-2	<1.0	<1.5	<0.05	<0.5	5500	<0.5	1	23	0.10	<0.09	2200	<0.02	3.4	83	8.6	7500	540
	GT4-3	<1.0	<1.5	<0.05	<0.5	5000	<0.5	1	22	0.12	<0.09	1700	<0.02	2.3	140	11	7100	500
	GT4-4	<1.0	<1.5	<0.05	<0.5	5700	0.5	<1.0	16	0.12	<0.09	1200	0.03	1.8	130	4.0	8400	330
	GT4-6	2	<1.5	<0.05	<0.5	4500	<0.5	<1.0	33	0.11	<0.09	1600	<0.02	2.5	79	5.2	5600	750
	GT4-5	1	<1.5	<0.05	<0.5	4900	<0.5	1	24	0.08	<0.09	1700	<0.02	2.9	130	5.7	8000	560
	GT4-9	<1.0	<1.5	<0.05	<0.5	4400	<0.5	1	25	0.08	<0.09	1500	<0.02	2.6	110	6.3	6100	600
	GT4-10	1	<1.5	<0.05	<0.5	4900	<0.5	1	39	0.12	<0.09	1800	<0.02	3.2	74	7.7	6700	770
	GT4-11	1	<1.5	<0.05	<0.5	5700	<0.5	1	29	0.10	<0.09	2800	<0.02	4.7	80	14	8300	700
	GT4-12	1	<1.5	<0.05	<0.5	5800	<0.5	1	36	0.13	<0.09	2100	<0.02	3.9	66	7.5	7700	810
	GT4-13	2	<1.5	<0.05	<0.5	7500	<0.5	1	36	0.12	<0.09	2300	<0.02	5.8	79	8.6	11000	740
	GT4-14	2	<1.5	<0.05	<0.5	4900	<0.5	1	31	0.10	<0.09	1700	<0.02	3.2	83	7.3	7100	810
	GT4-15	1	<1.5	<0.05	<0.5	6500	<0.5	1	38	0.14	<0.09	2200	0.02	4.0	82	8.9	8100	800
	GT4-16	2	<1.5	<0.05	<0.5	6200	<0.5	1	47	0.14	<0.09	2500	<0.02	4.2	64	8.3	8600	840
	GT4-17	2	<1.5	<0.05	<0.5	5300	<0.5	1	43	0.13	<0.09	1800	<0.02	3.4	78	5.8	6900	780
	GT4-18	3	<1.5	<0.05	<0.5	6800	<0.5	1	63	0.19	<0.09	3100	<0.02	4.5	65	7.0	8800	1700
	GT4-19	2	<1.5	<0.05	<0.5	4600	<0.5	1	30	0.09	<0.09	1400	<0.02	2.4	87	3.2	6300	740
	GT4-20A	1	<1.5	<0.05	<0.5	4900	<0.5	1	34	0.11	<0.09	1900	<0.02	3.0	67	6.5	6600	680
	GT4-21	1	<1.5	<0.05	<0.5	5500	<0.5	1	49	0.14	<0.09	2000	<0.02	3.3	73	6.5	7400	920
	GT4-22	1	<1.5	<0.05	<0.5	5900	0.5	1	31	0.12	<0.09	2400	0.02	3.2	76	8.7	7500	620
	GT4-23	2	<1.5	<0.05	<0.5	7300	0.6	1	41	0.15	<0.09	2200	<0.02	4.9	73	13	9700	820
	GT4-24	1	<1.5	<0.05	<0.5	5700	0.5	2	40	0.13	<0.09	2200	<0.02	3.8	74	8.8	8000	840
	GT4-25	1	<1.5	<0.05	<0.5	6000	<0.5	1	42	0.13	<0.09	1900	0.03	3.4	79	5.8	7400	800
	GT4-26	1	<1.5	<0.05	<0.5	6500	0.5	2	45	0.14	<0.09	2600	<0.02	4.5	74	11	9400	930
	GT4-27	1	<1.5	<0.05	<0.5	5100	<0.5	1	42	0.12	<0.09	2300	<0.02	3.5	71	8.6	7400	810
	GT4-28A	<1.0	<1.5	<0.05	<0.5	5800	<0.5	1	29	0.12	<0.09	1600	0.05	3.9	81	6.0	7200	560
	GT4-29	1	<1.5	<0.05	<0.5	5900	<0.5	1	40	0.14	<0.09	2000	<0.02	3.5	74	7.7	7600	790
	GT4-30	2	<1.5	<0.05	<0.5	5400	<0.5	2	58	0.14	<0.09	2200	<0.02	3.5	71	8.7	7700	980
	GT4-31	1	<1.5	<0.05	<0.5	5300	<0.5	1	40	0.11	<0.09	1800	<0.02	3.4	72	7.4	7300	730
	GT4-32	2	<1.5	<0.05	<0.5	5800	<0.5	2	41	0.13	<0.09	2400	<0.02	3.6	75	8.8	8100	850
Gravtest 3	GRAVTEST-3 TR-1	2	<1.5	<0.05	<0.5	3100	2.7	<1.0	27	0.11	<0.09	1300	<0.02	2.0	77	4.6	4900	570
	GRAVTEST-3 TR-2	1	<1.5	<0.05	<0.5	6300	1.5	5	37	0.14	<0.09	2700	<0.02	4.9	74	11	8300	860
	GRAVTEST-3 TR-3	1	<1.5	<0.05	<0.5	5900	0.9	<1.0	42	0.13	<0.09	2300	0.02	4.8	69	10	9100	740
	GRAVTEST-3 TR-4	1	<1.5	<0.05	<0.5	10000	2.6	2	92	0.15	<0.09	4000	0.27	6.3	43	22	17000	1400
	GRAVTEST-3 TR-5	1	<1.5	<0.05	<0.5	5400	0.7	<1.0	51	0.15	<0.09	2100	<0.02	4.1	66	12	7800	980
	GRAVTEST-3 TR-6	<1.0	<1.5	<0.05	<0.5	6200	0.7	<1.0	29	0.12	<0.09	1800	0.02	4.3	72	8.9	8600	650
	GRAVTEST-3 TR-7	1	<1.5	<0.05	<0.5	7800	1.1	1	53	0.14	<0.09	2600	<0.02	6.7	62	15	14000	910
	GRAVTEST-3 TR-8	2	<1.5	<0.05	<0.5	5600	0.6	<1.0	65	0.15	<0.09	1400	<0.02	4.6	76	5.3	9200	1900
	GT3-1	2	<1.5	<0.05	<0.5	4500	<0.5	1	26	0.10	<0.09	2100	<0.02	2.7	94	6.1	6800	590
	GT3-2	2	<1.5	<0.05	<0.5	7600	0.6	2	42	0.16	<0.09	2500	<0.02	5.5	73	9.8	11000	910
	GT3-3	2	<1.5	<0.05	<0.5	6400	0.6	2	40	0.13	<0.09	2500	<0.02	4.8	65	11	9700	780
	GT3-4	<1.0	<1.5	<0.05	<0.5	10000	0.6	1	26	0.18	<0.09	1300	0.04	3.6	110	5.0	9400	450
	GT3-5	1	<1.5	<0.05	<0.5	7500	0.5	1	38	0.16	<0.09	2300	0.02	5.2	69	14	9900	710
	GT3-6	<1.0	<1.5	<0.05	<0.5	4900	<0.5	1	22	0.10	<0.09	1500	0.02	3.2	110	4.5	6200	530
	GT3																	

Appendix B - Solid Content Data

Sample ID		Lithium	Magnesium	Manganese	Molybdenum	Sodium	Nickel	Phosphorus	Lead	Antimony	Selenium	Tin	Strontium	Titanium	Thallium	Uranium	Vanadium
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Superieur	Criteria A			1000	8		50		40		3	5					
Gravtest 4	GRAVTEST-4 TR-1	8	3300	130	0.2	760	11	350	1.5	<0.8	<0.1	<5.0	31	390	0.03	0.24	15
	GRAVTEST-4 TR-2	6	2900	120	0.3	830	10	300	1.4	<0.8	<0.1	<5.0	31	290	0.03	0.24	15
	GRAVTEST-4 TR-3	8	3000	120	0.2	700	8.9	290	1.2	<0.8	<0.1	<5.0	25	310	0.02	0.25	13
	GRAVTEST-4 TR-4	10	3400	120	0.2	740	9.4	360	1.7	<0.8	<0.1	<5.0	33	350	0.03	0.23	15
	GRAVTEST-4 TR-5	8	3400	140	0.3	660	12	330	1.6	<0.8	<0.1	<5.0	26	330	0.03	0.23	17
	GRAVTEST-4 TR-6	7	3400	120	0.2	780	10	350	1.2	<0.8	<0.1	<5.0	27	300	0.03	0.21	14
	GRAVTEST-4 TR-7	8	3800	140	0.2	840	9.3	400	1.2	<0.8	<0.1	<5.0	29	440	0.02	0.18	16
	GT4-1	4	1800	81	0.2	650	7.0	240	1.2	<0.8	<0.1	<5.0	22	330	0.02	0.19	10
	GT4-2	6	2600	89	0.3	540	8.6	320	1.7	<0.8	<0.1	<5.0	18	320	<0.02	0.17	13
	GT4-3	4	1900	74	0.5	560	8.1	260	1.6	<0.8	<0.1	<5.0	18	270	<0.02	0.21	11
	GT4-4	4	1400	58	0.6	400	6.9	180	1.9	<0.8	0.1	<5.0	13	480	<0.02	0.18	18
	GT4-6	8	2600	81	0.2	590	6.8	310	1.4	<0.8	<0.1	<5.0	22	330	0.03	0.26	8
	GT4-5	6	2500	87	0.5	620	9.0	150	3.0	<0.8	<0.1	<5.0	19	620	<0.02	0.17	15
	GT4-9	4	1900	78	0.4	620	8.1	210	1.1	<0.8	<0.1	<5.0	19	270	0.02	0.15	9
	GT4-10	7	2700	98	0.3	740	8.3	290	1.3	<0.8	<0.1	<5.0	26	320	0.03	0.24	10
	GT4-11	7	3600	110	0.2	730	12	380	1.4	<0.8	<0.1	<5.0	26	440	0.02	0.18	14
	GT4-12	8	3400	120	0.2	740	9.6	290	1.2	<0.8	<0.1	<5.0	29	390	0.02	0.23	12
	GT4-13	8	4100	170	0.2	680	14	300	1.5	<0.8	<0.1	<5.0	25	500	0.03	0.25	17
	GT4-14	6	2600	100	0.3	660	8.9	220	1.2	<0.8	<0.1	<5.0	21	370	0.03	0.20	11
	GT4-15	8	3200	120	0.3	760	9.7	330	1.5	<0.8	<0.1	<5.0	28	420	0.03	0.24	13
	GT4-16	8	3900	130	0.2	780	10	430	1.2	<0.8	<0.1	<5.0	28	420	0.03	0.24	14
	GT4-17	7	2700	110	0.2	810	8.4	260	1.2	<0.8	<0.1	<5.0	27	310	0.03	0.20	10
	GT4-18	15	4800	140	0.3	750	14	460	2.0	<0.8	<0.1	<5.0	29	600	0.08	0.40	14
	GT4-19	5	2100	80	0.2	820	6.4	71	1.3	<0.8	<0.1	<5.0	26	270	0.02	0.17	9
	GT4-20A	5	2500	95	0.2	690	8.4	220	1.0	<0.8	<0.1	<5.0	24	300	0.02	0.18	11
	GT4-21	8	2900	110	0.2	800	8.0	270	1.4	<0.8	<0.1	<5.0	30	380	0.04	0.26	11
	GT4-22	5	2300	100	0.3	600	9.3	400	1.5	<0.8	<0.1	<5.0	20	430	0.03	0.20	13
	GT4-23	9	4000	140	0.2	740	12	290	1.7	<0.8	<0.1	<5.0	26	460	0.03	0.24	16
	GT4-24	7	3200	120	0.3	790	10	250	1.3	<0.8	<0.1	<5.0	28	360	0.03	0.19	13
	GT4-25	7	2900	120	0.2	780	8.8	310	1.3	<0.8	<0.1	<5.0	29	330	0.03	0.23	11
	GT4-26	8	3700	140	0.3	840	12	280	1.3	<0.8	<0.1	<5.0	29	410	0.04	0.21	15
	GT4-27	7	2900	110	0.2	750	8.5	290	1.2	<0.8	<0.1	<5.0	28	370	0.03	0.23	12
	GT4-28A	6	2400	99	0.3	560	9.6	240	1.3	<0.8	<0.1	<5.0	19	330	0.02	0.18	11
	GT4-29	7	3000	110	0.2	740	8.9	260	1.3	<0.8	<0.1	<5.0	26	390	0.03	0.22	13
	GT4-30	7	3100	120	0.3	780	8.8	280	1.2	<0.8	<0.1	<5.0	28	380	0.03	0.23	13
	GT4-31	7	2700	100	0.2	700	8.6	240	1.2	<0.8	<0.1	<5.0	23	320	0.02	0.21	11
	GT4-32	7	3100	120	0.3	860	9.9	260	1.2	<0.8	<0.1	<5.0	30	400	0.03	0.21	13
Gravtest 3	GRAVTEST-3 TR-1	5	1500	65	0.2	730	5.9	200	1.6	<0.8	<0.1	<5.0	15	200	0.03	0.35	8
	GRAVTEST-3 TR-2	10	4800	130	0.3	680	12	290	1.2	<0.8	<0.1	<5.0	21	320	0.02	0.38	12
	GRAVTEST-3 TR-3	9	3400	140	0.3	700	10	370	2.1	<0.8	<0.1	<5.0	27	290	0.02	0.47	14
	GRAVTEST-3 TR-4	11	6800	370	0.2	470	15	580	2.1	<0.8	<0.1	<5.0	29	150	0.03	0.15	13
	GRAVTEST-3 TR-5	7	3300	120	0.2	650	9.5	330	1.6	<0.8	<0.1	<5.0	25	380	0.03	0.34	12
	GRAVTEST-3 TR-6	8	3300	110	0.3	620	10	300	1.3	<0.8	<0.1	<5.0	17	320	<0.02	0.22	14
	GRAVTEST-3 TR-7	10	4900	200	0.2	700	12	350	1.4	<0.8	<0.1	<5.0	22	430	0.03	0.23	22
	GRAVTEST-3 TR-8	20	2800	180	0.3	710	6.0	270	2.2	<0.8	<0.1	<5.0	18	480	0.09	0.36	11
	GT3-1	4	2000	90	0.3	660	8.0	300	1.2	<0.8	<0.1	<5.0	21	370	0.02	0.19	11
	GT3-2	9	4300	160	0.3	770	14	310	1.5	<0.8	<0.1	<5.0	27	470	0.03	0.23	18
	GT3-3	8	4000	150	0.2	680	13	280	1.2	<0.8	<0.1	<5.0	23	390	0.03	0.18	16
	GT3-4	6	1900	98	0.4	460	9.5	300	1.9	<0.8	<0.1	<5.0	16	330	0.02	0.17	15
	GT3-5	10	3900	140	0.2	590	12	370	1.8	<0.8	<0.1	<5.0	25	380	0.03	0.23	16
	GT3-6	5	1900	120	0.4	540	8.0	260	1.1	<0.8	<0.1	<5.0	17	280	<0.02	0.15	9
	GT3-7	4	1600	89	0.3	540	7.8	270	1.1	<0.8	<0.1	<5.0	18	340	<0.02	0.18	10
	GT3-8	6	2400	130	0.4	600	10	240	1.2	<0.8	<0.1	<5.0	20	320	0.02	0.19	11
	GT3-9	6	2800	110	0.3	590	10	300	1.2	<0.8	<0.1	<5.0	23	360	0.02	0.19	13
	GT3-10	7	3500	130	0.3	450	13	300	1.4	<0.8	<0.1	<5.0	17	380	<0.02	0.15	17
	GT3-11	5	2400	99	0.4	480	10	240	12	<0.8	0.2	<5.0	17	340	0.02	0.17	11
	GT3-12	8	4900	160	0.3	600	14	390	9.9	<0.8	0.2	<5.0	27	420	0.03	0.24	17
	GT3-13	6	3300	120	0.4	640	12	250	4.3	<0.8							

Appendix B - Solid Content Data

Sample ID		Zinc	Silicon
		mg/kg	mg/kg
Superieur	Criteria A	150	
Gravtest 4	GRAVTEST-4 TR-1	20	
	GRAVTEST-4 TR-2	14	
	GRAVTEST-4 TR-3	18	
	GRAVTEST-4 TR-4	22	
	GRAVTEST-4 TR-5	20	
	GRAVTEST-4 TR-6	18	
	GRAVTEST-4 TR-7	29	
	GT4-1	9.1	440
	GT4-2	12	390
	GT4-3	9.3	460
	GT4-4	7.4	420
	GT4-6	17	370
	GT4-5	13	400
	GT4-9	9.4	370
	GT4-10	15	470
	GT4-11	16	480
	GT4-12	18	460
	GT4-13	19	720
	GT4-14	14	520
	GT4-15	17	600
	GT4-16	20	540
	GT4-17	14	560
	GT4-18	31	510
	GT4-19	12	420
	GT4-20A	12	520
	GT4-21	18	520
	GT4-22	11	540
	GT4-23	20	570
	GT4-24	16	510
	GT4-25	17	550
	GT4-26	18	650
	GT4-27	16	570
	GT4-28A	12	530
	GT4-29	16	560
	GT4-30	17	480
	GT4-31	14	600
	GT4-32	15	660
Gravtest 3	GRAVTEST-3 TR-1	9.5	
	GRAVTEST-3 TR-2	23	
	GRAVTEST-3 TR-3	24	
	GRAVTEST-3 TR-4	170	
	GRAVTEST-3 TR-5	20	
	GRAVTEST-3 TR-6	18	
	GRAVTEST-3 TR-7	26	
	GRAVTEST-3 TR-8	35	
	GT3-1	9.3	520
	GT3-2	21	770
	GT3-3	18	560
	GT3-4	15	1000
	GT3-5	21	610
	GT3-6	9.6	540
	GT3-7	7.9	510
	GT3-8	14	620
	GT3-9	15	550
	GT3-10	17	670
	GT3-11	22	
	GT3-12	31	
	GT3-13	19	
	GT3-14	22	
	GT3-15	31	
	GT3-16	22	
	GT3-17A	20	
	GT3-18	20	
	GT3-19	22	
	GT3-20A	23	
Flamb-1	FI1-1	20	
	FI1-2	19	
	FI1-3	20	
	FI1-4	19	
	FI1-5	18	
	FI1-6	23	
	FI1-7	19	
	FI1-8	18	
	FI1-9	18	
	FI1-10	21	
	FI1-11	9.8	
	FI1-12	19	
	FI1-13	20	
	FI1-14	17	
Flamb-1E	FI1E-1	21	
	FI1E-2	17	
	FI1E-3	20	
	FI1E-4	21	
	FI1E-5	17	
	FI1E-6	15	
	FI1E-7	19	
	FI1E-8	20	

Appendix B - SPLP Data

Sample ID	Units	Screening Criteria Résurgence dans l’eau de surface	GT3-4	GT3-6	GT3-8	GT3-11	GT3-13	GT4-3	GT4-4	GT4-5	GT4-9
Alkalinity	mg/L as CaCO3		<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	2	<2.0	<2.0
pH	No unit		5.24	4.60	4.68	4.76	4.99	5.27	6.45	5.08	5.1150
Conductivity	uS/cm		12	15	14	13	10	15	17	16	16.0000
Fluoride	mg/L		<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06
Bromide	mg/L		<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0
Chloride	mg/L		<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0
Sulphate	mg/L		<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0
Nitrite (as N)	as N mg/L		<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0
Nitrate (as N)	as N mg/L		<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0
Total Reactive Phosphorous (o-phosphate as P)	mg/L		<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Chromium VI	µg/L	16	<0.2	0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Chromium VI	mg/L	0.016	<0.0002	0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Chromium III	mg/L	1	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Mercury	mg/L		<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Silver	mg/L		<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
Aluminum	mg/L		0.034	0.246	0.188	0.197	0.138	0.144	0.261	0.117	0.3200
Arsenic	mg/L		<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0002	<0.0002	<0.0002
Barium	mg/L		0.0126	0.0133	0.0101	0.0151	0.0482	0.0131	0.0248	0.00806	0.0120
Beryllium	mg/L		0.000007	0.000050	0.000076	0.00109	0.000067	0.000049	0.000057	0.000013	0.0007
Boron	mg/L		0.002	<0.002	<0.002	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Bismuth	mg/L		<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Calcium	mg/L		1.27	0.18	0.32	0.40	0.86	1.06	0.76	1.33	0.2550
Cadmium	mg/L		0.000011	0.000015	0.000102	0.000066	0.000136	0.000018	0.000064	0.000057	0.0000
Cobalt	mg/L		0.000140	0.000267	0.000299	0.000458	0.000654	0.000292	0.000570	0.000305	0.0006
Chromium	mg/L		<0.00008	<0.00008	0.00008	<0.00008	<0.00008	0.00019	0.00011	0.00019	<0.00009
Copper	mg/L		<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.003	<0.002	<0.002	0.002	<0.002
Iron	mg/L		<0.007	<0.007	0.008	0.008	0.042	0.031	0.032	0.055	0.0400
Potassium	mg/L		0.226	0.109	0.149	0.090	0.246	0.067	0.266	0.289	0.3330
Lithium	mg/L		0.0005	0.0004	0.0007	0.0009	0.0003	0.0004	0.0002	0.0006	0.0006
Magnesium	mg/L		0.130	0.031	0.069	0.101	0.176	0.171	0.099	0.385	0.0615
Manganese	mg/L		0.00325	0.0129	0.0236	0.00967	0.0262	0.00649	0.00387	0.0141	0.0142
Molybdenum	mg/L		0.0012	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.0005	0.0008
Sodium	mg/L		0.12	0.09	0.12	0.14	0.16	0.12	0.16	0.36	0.145
Nickel	mg/L		0.0004	0.0007	0.0010	0.0007	0.0009	0.0008	0.0029	0.0007	0.0006
Phosphorus	mg/L		0.031	0.052	0.019	0.055	0.095	0.015	0.038	0.039	0.0235
Lead	mg/L		<0.00009	<0.00009	0.00087	0.00030	<0.00009	<0.00009	0.00023	<0.00009	0.0004
Antimony	mg/L		<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009
Selenium	mg/L		0.00006	0.00004	0.00007	0.00037	0.00008	0.00006	0.00021	0.00034	<0.00009
Silicon	mg/L		0.64	0.27	0.39	0.31	0.56	0.37	0.33	0.58	0.36
Tin	mg/L		<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Strontium	mg/L		0.0120	0.00355	0.00332	0.00370	0.0105	0.0112	0.0129	0.0128	0.0025
Titanium	mg/L		0.00012	0.00031	0.00021	0.00034	0.00022	0.00096	0.00054	0.0108	0.00049
Thallium	mg/L		<0.000005	<0.000005	<0.000005	<0.000005	0.000005	<0.000005	0.000009	0.000005	<0.000005
Uranium	mg/L		0.000010	0.000008	0.000563	0.000008	0.000020	0.000006	0.000020	0.000016	0.000012
Vanadium	mg/L		0.00010	0.00005	0.00007	0.00004	0.00007	0.00013	0.00010	0.00032	0.00004
Zinc	mg/L		<0.002	<0.002	0.004	0.002	0.014	<0.002	0.003	0.003	<0.002

Appendix B - CTEU-9 Data

Sample ID	Units	Screening Criteria Résurgence dans l'eau de surface	GT3-4	GT3-6	GT3-8	GT3-11	GT3-13	GT4-3	GT4-4	GT4-5	GT4-9
Alkalinity	mg/L as CaCO3		40	44	43	45	50	58	37	58	48
pH	No unit		7.62	7.74	7.71	7.72	8.06	7.73	7.62	7.84	7.55
Conductivity	uS/cm		136	136	130	147	159	171	140	156	181
Fluoride	mg/L		0.17	0.34	0.26	0.75	0.95	0.21	0.18	0.48	0.60
Chloride	mg/L		<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0
Sulphate	mg/L		<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0
Nitrite (as N)	as N mg/L		<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0
Nitrate (as N)	as N mg/L		<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0
Nitrate + Nitrite (as N)	as N mg/L		<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0
Bromide	mg/L		<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0
Total Reactive Phosphorous (o-phosphate as P)	mg/L		0.06	0.20	0.23	0.21	0.40	0.04	<0.03	0.10	0.03
Chromium VI	mg/L	0.016	0.0008	0.0007	0.0008	0.0075	0.0010	0.0016	0.0009	0.0011	0.0010
Chromium III	mg/L		0.0041	0.0083	0.0084	0.0095	0.0021	0.0186	0.0137	0.0098	0.0038
Mercury	mg/L		0.00002	0.00004	0.00003	0.00003	0.00002	0.00003	0.00003	0.00003	0.00002
Aluminum	mg/L		2.46	4.67	5.51	2.33	1.67	3.53	2.30	2.24	1.31
Arsenic	mg/L		0.0013	0.0030	0.0021	0.0045	0.0074	0.0028	0.0012	0.0024	0.0030
Silver	mg/L		<0.00005	<0.00005	<0.00005	0.00006	0.00015	<0.00005	<0.00005	<0.00005	0.00009
Barium	mg/L		0.00693	0.0210	0.0205	0.0140	0.0122	0.0161	0.00480	0.0137	0.00861
Beryllium	mg/L		0.000045	0.000074	0.000073	0.000048	0.000023	0.000092	0.000046	0.000061	0.000036
Boron	mg/L		0.434	0.541	0.435	0.647	0.381	0.539	0.647	0.552	0.560
Bismuth	mg/L		0.00002	0.00003	0.00004	0.00001	0.00001	0.00002	<0.00001	0.00002	0.00003
Calcium	mg/L		2.46	2.01	1.46	0.97	1.03	2.42	1.11	1.88	2.16
Cadmium	mg/L		0.000012	0.000025	0.000040	0.000012	0.000006	0.000029	0.000028	0.000024	0.000011
Cobalt	mg/L		0.000846	0.00289	0.00179	0.00118	0.000540	0.000879	0.000727	0.000847	0.000541
Chromium	mg/L	1	0.00492	0.00903	0.00917	0.0170	0.00308	0.0202	0.0146	0.0109	0.00484
Copper	mg/L		0.007	0.010	0.010	0.011	0.012	0.026	0.008	0.015	0.021
Iron	mg/L		0.977	2.12	2.21	1.08	0.644	2.60	1.84	2.39	0.832
Potassium	mg/L		3.11	3.33	3.68	2.94	2.64	5.16	3.10	1.94	9.17
Lithium	mg/L		0.0007	0.0011	0.0013	0.0007	0.0006	0.0010	0.0009	0.0009	0.0004
Magnesium	mg/L		1.30	0.795	0.903	0.465	0.420	1.12	0.592	0.844	0.753
Manganese	mg/L		0.0142	0.121	0.0836	0.0348	0.0166	0.0215	0.0133	0.0152	0.0200
Molybdenum	mg/L		0.0106	0.0195	0.0145	0.0105	0.0045	0.0538	0.0138	0.0431	0.0097
Sodium	mg/L		23.9	26.8	25.9	31.2	32.5	32.6	25.3	33.8	33.0
Nickel	mg/L		0.0032	0.0057	0.0056	0.0039	0.0012	0.0067	0.0051	0.0064	0.0049
Phosphorus	mg/L		0.113	0.251	0.304	0.249	0.424	0.158	0.073	0.124	0.071
Lead	mg/L		0.00035	0.00110	0.00099	0.00053	0.00112	0.00077	0.00033	0.00133	0.00032
Antimony	mg/L		<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009
Selenium	mg/L		0.00075	0.00057	0.00052	0.00056	0.00059	0.00158	0.00101	0.00135	0.00056
Silicon	mg/L		12.7	9.84	12.5	8.63	6.96	18.0	13.7	15.3	6.30
Tin	mg/L		<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	0.00007	<0.00006	0.00006	<0.00006
Strontium	mg/L		0.00990	0.0133	0.0135	0.00875	0.00627	0.0133	0.00445	0.0101	0.0135
Titanium	mg/L		0.0668	0.163	0.179	0.0936	0.0460	0.152	0.0812	0.142	0.0428
Thallium	mg/L		0.000011	0.000025	0.000021	0.000015	0.000012	0.000027	0.000012	0.000010	0.000016
Uranium	mg/L		0.000475	0.000390	0.000505	0.00171	0.000509	0.00557	0.000483	0.000588	0.00145
Vanadium	mg/L		0.00372	0.00771	0.00838	0.0108	0.0214	0.00670	0.00482	0.00973	0.00523
Tungsten	mg/L		0.00026	0.00208	0.00144	0.00238	0.00153	0.00143	0.00033	0.00124	0.00202
Yttrium	mg/L		0.00065	0.00126	0.00139	0.00109	0.00047	0.00273	0.00174	0.00082	0.00108
Zinc	mg/L		0.002	0.004	0.007	0.002	<0.002	0.003	0.003	0.004	<0.002

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension

ATTACHMENT C – LABORATORY CERTIFICATES OF ANALYSIS



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Windfall Mining Group

Attn : Kim Nguyen

1100 Avenues des Canadiens-de-Montreal, Bureau
Montreal, QC
H3B- 2S2, Canada

Phone: 514-206-3917

Fax:

ABA - Modified Sobek

Project : PO#OSK-619

18-December-2023

Date Rec. : 30 October 2023

LR Report: CA11090-OCT23

Reference: PO#OSK-619

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Analysis	1: Analysis Start Date	2: Analysis Start Time Completed	3: Analysis DateCompleted	4: Analysis TimeCompleted	5: GT3-11	6: GT3-12	7: GT3-13	8: GT3-14	9: GT3-15	10: GT3-16	11: GT3-17A	12: GT3-18	13: GT3-19
Sample Date & Time					16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23
Paste pH [no unit]	13-Dec-23	08:38	14-Dec-23	15:15	7.45	8.53	8.44	8.63	8.79	7.70	8.12	7.83	7.69
Fizz Rate [rating]	12-Dec-23	09:08	14-Dec-23	15:15	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Sample weight [g]	11-Dec-23	17:03	14-Dec-23	15:15	2.02	2.00	2.00	1.98	2.06	2.00	2.02	1.96	2.02
HCl Added [mL]	13-Dec-23	07:40	14-Dec-23	15:15	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
HCl [Normality]	12-Dec-23	09:32	14-Dec-23	15:15	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
NaOH [Normality]	12-Dec-23	09:32	14-Dec-23	15:15	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
NaOH to pH=8.3 [mL]	13-Dec-23	17:01	14-Dec-23	15:15	19.24	18.18	18.58	18.32	17.22	18.25	18.37	18.36	18.84
Final pH [no unit]	13-Dec-23	09:30	14-Dec-23	15:15	1.00	1.04	1.02	1.07	1.16	1.08	1.04	1.11	1.19
NP [t CaCO3/1000 t]	13-Dec-23	17:01	14-Dec-23	15:15	1.9	4.6	3.5	4.2	6.8	4.4	4.0	4.2	2.9
AP [t CaCO3/1000 t]	14-Dec-23	09:55	14-Dec-23	15:15	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
Net NP [t CaCO3/1000 t]	14-Dec-23	09:55	14-Dec-23	15:15	1.59	4.29	3.19	3.89	6.49	4.09	3.69	3.89	2.59
NP/AP [ratio]	14-Dec-23	09:55	14-Dec-23	15:15	6.13	14.8	11.3	13.5	21.9	14.2	12.9	13.5	9.35
Sulphur (total) [%]	08-Dec-23	15:27	14-Dec-23	09:55	0.008	0.005	< 0.005	0.007	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Acid Leachable SO4-S [%]	14-Dec-23	09:54	14-Dec-23	09:55	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Sulphide [%]	08-Dec-23	15:31	14-Dec-23	09:55	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Carbon (total) [%]	08-Dec-23	15:27	11-Dec-23	09:01	0.110	0.018	0.033	0.016	0.027	0.160	0.078	0.107	0.085
Carbonate (HCl) as %CO3 [%]	11-Dec-23	08:17	11-Dec-23	09:01	0.33	0.04	0.07	< 0.04	0.07	0.50	0.22	0.30	0.26



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - K0L 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

ABA - Modified Sobek

Project : PO#OSK-619

LR Report : CA11090-OCT23

Analysis	14: GT3-20A	15: GT3-21	16: GT3-22	17: GT3-23 (GT4-23)	18: GT3-24	19: GT3-25	20: GT3-26	21: FI1-1	22: FI1-2	23: FI1-3	24: FI1-4	25: FI1-5	26: FI1-6
Sample Date & Time	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23
Paste pH [no unit]	6.95	8.09	7.55	8.86	7.24	8.17	8.31	8.30	8.50	8.21	8.19	8.46	8.32
Fizz Rate [rating]	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Sample weight [g]	1.96	2.00	2.01	1.93	1.97	2.03	2.00	1.99	1.96	2.02	1.98	1.97	2.01
HCl Added [mL]	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
HCl [Normality]	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
NaOH [Normality]	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
NaOH to pH=8.3 [mL]	19.06	18.40	18.60	18.17	18.49	18.37	16.74	18.40	18.48	18.49	18.76	18.50	17.83
Final pH [no unit]	1.19	1.11	1.06	0.96	1.18	1.13	1.09	1.02	0.99	1.09	1.03	1.08	1.22
NP [t CaCO ₃ /1000 t]	2.4	4.0	3.5	4.8	3.8	4.0	8.2	4.0	3.9	3.7	3.1	3.8	5.4
AP [t CaCO ₃ /1000 t]	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
Net NP [t CaCO ₃ /1000 t]	2.09	3.69	3.19	4.49	3.49	3.69	7.89	3.69	3.59	3.39	2.79	3.49	5.09
NP/AP [ratio]	7.74	12.9	11.3	15.5	12.3	12.9	26.5	12.9	12.6	11.9	10.0	12.3	17.4
Sulphur (total) [%]	< 0.005	< 0.005	0.014	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Acid Leachable SO ₄ -S [%]	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Sulphide [%]	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Carbon (total) [%]	0.320	0.076	0.176	0.020	0.267	0.061	0.064	0.056	0.028	0.055	0.057	0.031	0.057
Carbonate (HCl) as %CO ₃ [%]	0.90	0.19	0.56	< 0.04	0.56	0.17	0.23	0.15	0.12	0.18	0.21	0.07	0.16

Analysis	27: FL1-7	28: FI1-8	29: FI1-9	30: FI1-10	31: FI1-11	32: FI1-12	33: FI1-13	34: FI1-14	35: FI1E-1	36: FI1E-2	37: FI1E-3	38: FI1E-4	39: FI1E-5
Sample Date & Time	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23
Paste pH [no unit]	8.62	8.35	8.54	8.46	9.09	8.41	9.17	9.41	8.41	8.07	7.84	7.32	8.51
Fizz Rate [rating]	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Sample weight [g]	2.02	2.02	2.01	2.04	1.99	1.98	2.04	2.03	1.98	2.02	2.00	1.98	2.01
HCl Added [mL]	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
HCl [Normality]	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
NaOH [Normality]	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
NaOH to pH=8.3 [mL]	18.15	17.67	18.04	17.96	18.56	18.33	17.86	17.92	18.26	18.28	18.58	18.98	18.10
Final pH [no unit]	0.96	1.02	1.03	1.02	0.96	0.87	0.89	0.91	1.01	1.02	1.02	1.05	1.02
NP [t CaCO ₃ /1000 t]	4.6	5.8	4.9	5.0	3.6	4.2	5.2	5.1	4.4	4.3	3.6	2.6	4.7
AP [t CaCO ₃ /1000 t]	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
Net NP [t CaCO ₃ /1000 t]	4.29	5.49	4.59	4.69	3.29	3.89	4.89	4.79	4.09	3.99	3.29	2.29	4.39
NP/AP [ratio]	14.8	18.7	15.8	16.1	11.6	13.5	16.8	16.5	14.2	13.9	11.6	8.39	15.2



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - KOL 2H0

Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

ABA - Modified Sobek

Project : PO#OSK-619

LR Report : CA11090-OCT23

Analysis	27: FL1-7	28: FI1-8	29: FI1-9	30: FI1-10	31: FI1-11	32: FI1-12	33: FI1-13	34: FI1-14	35: FI1E-1	36: FI1E-2	37: FI1E-3	38: FI1E-4	39: FI1E-5
Sulphur (total) [%]	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Acid Leachable SO4-S [%]	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Sulphide [%]	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Carbon (total) [%]	0.023	0.053	0.042	0.039	0.020	0.044	0.019	0.017	0.045	0.073	0.113	0.211	0.029
Carbonate (HCl) as %CO3 [%]	0.04	0.10	0.10	0.08	< 0.04	0.12	< 0.04	< 0.04	0.14	0.22	0.40	0.67	0.08

Analysis	40: FI1E-6	41: FI1E-7	42: FI1E-8
Sample Date & Time	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23
Paste pH [no unit]	6.78	8.85	8.78
Fizz Rate [rating]	2	2	2
Sample weight [g]	2.00	2.00	2.04
HCl Added [mL]	20.00	20.00	20.00
HCl [Normality]	0.10	0.10	0.10
NaOH [Normality]	0.10	0.10	0.10
NaOH to pH=8.3 [mL]	18.48	18.19	18.18
Final pH [no unit]	1.18	0.98	0.95
NP [t CaCO3/1000 t]	3.8	4.5	4.5
AP [t CaCO3/1000 t]	0.31	0.31	0.31
Net NP [t CaCO3/1000 t]	3.49	4.19	4.19
NP/AP [ratio]	12.3	14.5	14.5
Sulphur (total) [%]	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Acid Leachable SO4-S [%]	<0.04	<0.04	<0.04
Sulphide [%]	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Carbon (total) [%]	0.370	0.019	0.038
Carbonate (HCl) as %CO3 [%]	1.06	0.04	0.10

*NP (Neutralization Potential)

= 50 x (N of HCL x Total HCL added - N NaOH x NaOH added)

Weight of Sample

*AP (Acid Potential) = % Sulphide Sulphur x 31.25

*Net NP (Net Neutralization Potential) = NP-AP

NP/AP Ratio = NP/AP

*Results expressed as tonnes CaCO3 equivalent/1000 tonnes of material

Samples with a % Sulphide value of <0.04 will be calculated using a 0.04 value.

Page 3 of 5

Results relate only to the sample tested. Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at <https://www.sgs.ca/en/terms-and-conditions> (Printed copies are available upon request.)

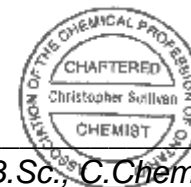
Test method information available upon request. *Temperature Upon Receipt* is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc. Environment-Health & Safety statement of conformity decision rule does not consider uncertainty when analytical results are compared to a specified standard or regulation.

Method Descriptions

Parameter	SGS Method Code	Reference Method Code
Acid Potential	ME-CA-[ENV]ARD-LAK-AN-001/003	MEND PROJECT 1.16.1B
Carbon/Sulphur	ME-CA-[ENV]ARD-LAK-AN-019	ASTM E1915-07A
Carbon/Sulphur	ME-CA-[ENV]ARD-LAK-AN-020	ASTM E1915-07A
Neutralization Potential	ME-CA-[ENV]ARD-LAK-AN-001/003	MEND PROJECT 1.16.1B
Paste pH	ME-CA-[ENV]ARD-LAK-AN-005	ARD Prediction Manual, 2009

Chris Sullivan



Chris Sullivan, B.Sc., C.Chem
Project Specialist,
Environment, Health & Safety



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - KOL 2HO

Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

ABA - Modified Sobek

Project : PO#OSK-619

LR Report : CA11090-OCT23

Quality Control Report

Inorganic Analysis													
Parameter	Reporting Limit	Unit	Method Blank	Duplicate				LCS / Spike Blank			Matrix Spike / Reference Material		
				Result 1	Result 2	RPD	Acceptance Criteria	Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)		Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)	
							%		Low	High		Low	High
Carbon/Sulphur - QCBatchID: ECS0022-DEC23													
Carbonate (HCl) as %CO3	0.04	%	<0.04			7	20	99	80	120			
Carbon/Sulphur - QCBatchID: ECS0023-DEC23													
Carbon (total)	0.005	%	Error!			0	20				98	70	
Sulphur (total)	0.005	%	<0.005			0	20				101	70	
Carbon/Sulphur - QCBatchID: ECS0024-DEC23													
Sulphide	0.01	%	< 0.01			0	20	109	80	120			
Carbon/Sulphur - QCBatchID: ECS0029-DEC23													
Sulphide	0.01	%	< 0.01			1	20	113	80	120			



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Windfall Mining Group

Attn : Kim Nguyen

1100 Avenues des Canadiens-de-Montreal, Bureau
Montreal, QC
H3B- 2S2, Canada

Phone: 514-206-3917

Fax:

Quebec MA200-Met 1.2 Digest

Project : PO#OSK-619

04-January-2024

Date Rec. : 30 October 2023

LR Report: CA11091-OCT23

Reference: PO#OSK-619

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Analysis	1: Analysis Start Date	2: Analysis Start Time	3: Analysis Completed Date	4: Analysis Completed Time	5: GT3-11	6: GT3-12	7: GT3-13	8: GT3-14	9: GT3-15	10: GT3-16	11: GT3-17A	12: GT3-18	13: GT3-19	14: GT3-20A
Sample Date & Time					16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23
Fluoride [µg/g]	13-Dec-23	11:00	14-Dec-23	12:32	1	2	2	2	3	2	2	1	2	< 1
Bromide [µg/g]	28-Dec-23	09:19	29-Dec-23	16:51	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5
Mercury [ug/g]	21-Dec-23	12:42	22-Dec-23	12:04	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Silver [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Aluminum [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	5100	7100	5800	7200	7700	9300	7000	7000	9100	9800
Arsenic [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	0.8	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.5	0.6	0.6	0.8
Boron [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1
Barium [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	22	37	34	38	73	34	38	42	40	29
Beryllium [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	0.10	0.13	0.12	0.13	0.13	0.20	0.13	0.13	0.16	0.15
Bismuth [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09
Calcium [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	1600	2800	2100	2700	2300	4800	2400	2500	2700	2400
Cadmium [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	0.04	0.03	0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.04
Cobalt [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	3.7	5.8	4.2	5.6	6.4	5.6	4.6	4.8	5.8	6.1
Chromium [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	112	79	112	93	73	84	75	84	76	97
Copper [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	47	42	20	23	15	16	14	14	14	8.7
Iron [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	7300	11000	9100	11000	11000	11000	9500	9900	12000	13000
Potassium [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	510	750	790	860	1800	730	810	820	770	660
Lithium [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	5	8	6	8	19	8	8	7	8	10
Magnesium [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	2400	4900	3300	4200	6600	4500	4100	3900	5000	4900

OnLine LIMS

0003580468



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - KOL 2H0

Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Quebec MA200-Met 1.2 Digest

Project : PO#OSK-619

LR Report : CA11091-OCT23

Analysis	1: Analysis Start Date	2: Analysis Start Time	3: Analysis Completed Date	4: Analysis Completed Time	5: GT3-11	6: GT3-12	7: GT3-13	8: GT3-14	9: GT3-15	10: GT3-16	11: GT3-17A	12: GT3-18	13: GT3-19	14: GT3-20A
Manganese [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	99	160	120	160	160	150	140	140	170	150
Molybdenum [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	0.4	0.3	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Sodium [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	480	600	640	690	540	600	710	660	630	600
Nickel [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	10	14	12	18	29	14	12	12	15	15
Phosphorus [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	240	390	250	310	470	360	330	330	300	340
Lead [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	12	9.9	4.3	4.1	1.9	3.3	2.0	2.2	2.1	2.2
Antimony [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8
Selenium [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	0.2	0.2	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Tin [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Strontium [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	17	27	21	20	22	27	25	26	26	25
Titanium [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	340	420	370	470	430	440	410	460	570	620
Thallium [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	0.02	0.03	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02
Uranium [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	0.17	0.24	0.19	0.33	0.34	0.23	0.21	0.24	0.24	0.22
Vanadium [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	11	17	14	14	16	20	15	16	21	20
Zinc [µg/g]	19-Dec-23	15:20	20-Dec-23	14:33	22	31	19	22	31	22	20	20	22	23

Analysis	15: GT3-21	16: GT3-22	17: GT3-23 (GT4-23)	18: GT3-24	19: GT3-25	20: GT3-26	21: FI1-1	22: FI1-2	23: FI1-3	24: FI1-4	25: FI1-5	26: FI1-6	27: FI1-7	28: FI1-8
Sample Date & Time	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23
Fluoride [µg/g]	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	1	2	1
Bromide [µg/g]	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5
Mercury [µg/g]	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Silver [µg/g]	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Aluminum [µg/g]	8000	7800	5500	8100	6900	7100	7400	7200	6600	7100	5900	12000	6800	6500
Arsenic [µg/g]	0.7	0.6	< 0.5	0.6	0.6	< 0.5	0.6	0.6	< 0.5	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6
Boron [µg/g]	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1
Barium [µg/g]	38	39	52	47	37	64	34	36	34	32	33	42	36	34
Beryllium [µg/g]	0.14	0.15	0.13	0.15	0.13	0.12	0.12	0.14	0.12	0.14	0.11	0.15	0.13	0.12
Bismuth [µg/g]	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09
Calcium [µg/g]	2900	2900	2500	2600	2300	2800	2700	2600	2000	2200	2100	5300	2600	2500
Cadmium [µg/g]	< 0.02	0.02	< 0.02	0.02	< 0.02	0.02	0.03	< 0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	< 0.02	< 0.02
Cobalt [µg/g]	6.0	6.0	3.9	5.3	4.9	5.1	5.0	4.7	4.5	5.0	4.4	5.4	4.9	4.6
Chromium [µg/g]	73	91	68	84	64	90	76	90	70	83	67	72	68	70
Copper [µg/g]	13	19	6.7	11	12	7.3	12	12	10	11	9.4	12	12	13



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - KOL 2HO

Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Quebec MA200-Met 1.2 Digest

Project : PO#OSK-619

LR Report : CA11091-OCT23

Analysis	15: GT3-21	16: GT3-22	17: GT3-23 (GT4-23)	18: GT3-24	19: GT3-25	20: GT3-26	21: FI1-1	22: FI1-2	23: FI1-3	24: FI1-4	25: FI1-5	26: FI1-6	27: FI1-7	28: FI1-8
Iron [µg/g]	12000	11000	7500	11000	9800	9600	10000	10000	8800	9500	8500	13000	9800	9200
Potassium [µg/g]	810	840	920	780	800	1700	810	860	740	750	720	1000	860	760
Lithium [µg/g]	9	8	9	9	7	13	8	7	8	7	6	8	7	7
Magnesium [µg/g]	5000	4400	4800	4400	4100	4900	4200	4000	3800	3900	3500	4500	4000	3700
Manganese [µg/g]	180	170	110	150	150	140	140	150	120	140	130	190	140	140
Molybdenum [µg/g]	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2
Sodium [µg/g]	680	640	850	600	600	620	710	720	660	720	640	1100	710	680
Nickel [µg/g]	14	12	8.8	14	12	15	13	12	11	13	11	12	12	11
Phosphorus [µg/g]	340	440	410	380	290	390	310	300	290	300	290	350	320	320
Lead [µg/g]	1.9	2.2	1.1	1.9	1.5	3.1	1.5	1.6	1.4	1.6	1.4	1.6	1.5	1.5
Antimony [µg/g]	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8
Selenium [µg/g]	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Tin [µg/g]	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Strontium [µg/g]	26	25	28	23	21	29	28	27	22	25	22	29	29	25
Titanium [µg/g]	570	490	550	460	420	530	470	500	390	420	380	510	510	440
Thallium [µg/g]	0.02	0.03	0.04	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Uranium [µg/g]	0.24	0.30	0.38	0.22	0.21	0.31	0.23	0.24	0.24	0.23	0.22	0.22	0.26	0.24
Vanadium [µg/g]	20	17	13	18	16	16	17	17	14	15	14	17	16	15
Zinc [µg/g]	24	24	23	21	19	25	20	19	20	19	18	23	19	18

Analysis	29: FI1-9	30: FI1-10	31: FI1-11	32: FI1-12	33: FI1-13	34: FI1-14	35: FI1E-1	36: FI1E-2	37: FI1E-3	38: FI1E-4	39: FI1E-5	40: FI1E-6	41: FI1E-7	42: FI1E-8
Sample Date & Time	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23	16-Oct-23
Fluoride [µg/g]	2	1	2	2	2	2	1	1	< 1	< 1	1	< 1	2	2
Bromide [µg/g]	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5
Mercury [ug/g]	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Silver [µg/g]	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Aluminum [µg/g]	6500	7200	3700	7000	6400	5700	7000	6100	7500	7600	5900	7900	6700	6500
Arsenic [µg/g]	0.6	0.7	< 0.5	0.6	0.5	< 0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	< 0.5	0.5	0.6	0.5
Boron [µg/g]	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1
Barium [µg/g]	32	35	36	35	44	38	34	28	30	31	30	26	43	46
Beryllium [µg/g]	0.13	0.13	0.08	0.14	0.13	0.11	0.13	0.11	0.13	0.12	0.11	0.12	0.13	0.13
Bismuth [µg/g]	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09
Calcium [µg/g]	2400	2400	1900	2400	2800	2400	2400	2100	2200	2200	2100	1700	2500	2600



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - KOL 2HO

Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Quebec MA200-Met 1.2 Digest

Project : PO#OSK-619

LR Report : CA11091-OCT23

Analysis	29: FI1-9	30: FI1-10	31: FI1-11	32: FI1-12	33: FI1-13	34: FI1-14	35: FI1E-1	36: FI1E-2	37: FI1E-3	38: FI1E-4	39: FI1E-5	40: FI1E-6	41: FI1E-7	42: FI1E-8
Cadmium [µg/g]	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	< 0.02	0.04	< 0.02	< 0.02
Cobalt [µg/g]	4.6	5.0	2.6	4.9	4.5	3.8	4.8	4.7	4.6	4.8	4.2	3.9	4.3	4.2
Chromium [µg/g]	63	73	76	67	60	71	64	62	73	77	56	78	62	70
Copper [µg/g]	11	12	7.6	11	13	9.7	11	9.6	9.0	9.6	10.0	8.4	12	11
Iron [µg/g]	9000	10000	5900	9700	9100	8000	9500	8300	9100	9700	8200	8900	8800	8800
Potassium [µg/g]	780	840	630	820	860	850	750	680	740	720	720	590	930	890
Lithium [µg/g]	7	8	4	8	7	7	8	7	8	7	7	6	8	8
Magnesium [µg/g]	4000	4300	2000	4100	4100	3500	4100	3500	3700	3900	3600	3100	4000	3800
Manganese [µg/g]	140	140	76	140	140	120	140	140	140	140	130	110	130	130
Molybdenum [µg/g]	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Sodium [µg/g]	700	730	640	700	670	780	710	610	720	650	650	580	800	780
Nickel [µg/g]	12	13	7.6	12	12	9.8	12	11	12	12	11	10	11	10
Phosphorus [µg/g]	300	340	220	320	340	250	290	270	280	330	290	270	310	320
Lead [µg/g]	1.4	1.6	1.1	1.4	1.8	1.5	1.4	1.2	1.5	1.5	1.2	1.6	1.4	1.5
Antimony [µg/g]	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8
Selenium [µg/g]	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Tin [µg/g]	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Strontium [µg/g]	25	25	20	25	30	26	28	22	25	23	22	20	28	30
Titanium [µg/g]	380	470	320	430	450	350	450	380	420	360	360	360	430	440
Thallium [µg/g]	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03
Uranium [µg/g]	0.20	0.25	0.16	0.23	0.29	0.21	0.21	0.20	0.22	0.21	0.20	0.18	0.24	0.26
Vanadium [µg/g]	15	16	9	15	15	12	15	14	15	15	13	15	14	14
Zinc [µg/g]	18	21	9.8	19	20	17	21	17	20	21	17	15	19	20

Chris Sullivan



Chris Sullivan, B.Sc., C.Chem
Project Specialist,
Environment, Health & Safety

Method Descriptions

Parameter	SGS Method Code	Reference Method Code	PALA
Anions by IC	ME-CA-[ENV]IC-LAK-AN-001	EPA300/MA300-Ions1.3	N
Flouride by Specific Ion Electrode	ME-CA-[ENV]EWL-LAK-AN-014	E3263	Y
Mercury by CVAAS	ME-CA-[ENV]SPE-LAK-AN-004	EPA 7471A/EPA 245	Y
Metals, ICP-MS	ME-CA-[ENV]SPE-LAK-AN-005	MA200_MET.1.2	N
Metals, ICP-MS	ME-CA-[ENV]SPE-LAK-AN-005	MA200_MET.1.2	Y

Accreditation Descriptions

PALA:

SGS Canada Industries & Environment conforms to the requirements of ISO/IEC 17025 for specific tests as listed on their scope of accreditation found at https://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/listes.htm#labo_accr. Analytes and SGS Method Codes marked with a “Y” in the “PALA” column in the table denote ISO/IEC17025 accreditation

Quality Control Report

Inorganic Analysis													
Parameter	Reporting Limit	Unit	Method Blank	Duplicate				LCS / Spike Blank			Matrix Spike / Reference Material		
				Result 1	Result 2	RPD	Acceptance Criteria	Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)		Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)	
							%		Low	High		Low	High
Anions by IC - QCBatchID: DIO0627-DEC23													
Bromide	1.5	µg/g	<3			ND	20	98	80	120	101	75	125
Anions by IC - QCBatchID: DIO0629-DEC23													
Bromide	1.5	µg/g	<3			ND	20	99	80	120	92	75	125
Fluoride by Specific Ion Electrode - QCBatchID: EWL0250-DEC23													
Fluoride	1	µg/g	< 1			2	30	104	80	120	61	70	130
Mercury by CVAAS - QCBatchID: EHG0039-DEC23													
Mercury	0.05	ug/g	<0.05			ND	20	104	80	120	117	70	130
Metals, ICP-MS - QCBatchID: EMS0147-DEC23													
Aluminum	3	µg/g	<3			4	20	99	70	130	106	70	130
Antimony	0.8	µg/g	<0.8			ND	20	101	70	130	104	70	130
Arsenic	0.5	µg/g	<0.5			7	20	97	70	130	101	70	130
Barium	0.01	µg/g	<0.01			3	20	96	70	130	84	70	130
Beryllium	0.02	µg/g	<0.02			7	20	93	70	130	98	70	130
Bismuth	0.09	µg/g	<0.09			ND	20	90	70	130	NV	70	130
Boron	1	µg/g	<1			3	20	101	70	130	NV	70	130
Cadmium	0.02	µg/g	<0.02			8	20	94	70	130	96	70	130
Calcium	3	µg/g	<3			4	20	100	70	130	93	70	130
Chromium	0.5	µg/g	<0.5			3	20	100	70	130	95	70	130
Cobalt	0.01	µg/g	<0.01			2	20	100	70	130	96	70	130
Copper	0.1	µg/g	<0.1			2	20	102	70	130	92	70	130
Iron	3	µg/g	<3			2	20	107	70	130	113	70	130
Lead	0.05	µg/g	<0.05			3	20	96	70	130	96	70	130
Lithium	2	µg/g	<2			2	20	95	70	130	101	70	130
Magnesium	3	µg/g	<1			3	20	106	70	130	105	70	130
Manganese	0.1	µg/g	<0.1			3	20	98	70	130	93	70	130
Molybdenum	0.1	µg/g	<0.1			7	20	107	70	130	110	70	130
Nickel	0.1	µg/g	<0.1			2	20	101	70	130	97	70	130
Phosphorus	3	µg/g	<3			0	20	97	70	130	NV	70	130
Potassium	3	µg/g	<3			3	20	106	70	130	87	70	130
Selenium	0.1	µg/g	<0.1			5	20	99	70	130	NV	70	130
Silver	0.5	µg/g	<0.5			ND	20	100	70	130	102	70	130
Sodium	3	µg/g	<3			3	20	104	70	130	100	70	130
Strontium	0.02	µg/g	<0.02			3	20	100	70	130	91	70	130
Thallium	0.02	µg/g	<0.02			11	20	NV	70	130	112	70	130
Tin	5	µg/g	<5			ND	20	95	70	130	104	70	130



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - KOL 2H0

Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Quebec MA200-Met 1.2 Digest

Project : PO#OSK-619

LR Report : CA11091-OCT23

Inorganic Analysis													
Parameter	Reporting Limit	Unit	Method Blank	Duplicate				LCS / Spike Blank			Matrix Spike / Reference Material		
				Result 1	Result 2	RPD	Acceptance Criteria	Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)		Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)	
							%		Low	High		Low	High
Titanium	0.1	µg/g	<0.1			5	20	102	70	130	NV	70	130
Uranium	0.002	µg/g	<0.002			4	20	91	70	130	81	70	130
Vanadium	1	µg/g	<1			5	20	104	70	130	105	70	130
Zinc	0.7	µg/g	<0.7			4	20	98	70	130	95	70	130

**SGS Canada Inc.**

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
 Lakefield - Ontario - K0L 2H0
 Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

**SPLP1312--(Quebec Modified Version - MA.
 100 -Lix.com.1.0) 20:1 L/S ratio, 18hr**

Project : PO#OSK-619

15-February-2024

Windfall Mining Group

Attn : Kim Nguyen

1100 Avenues des Canadiens-de-Montreal, Bureau
 Montreal, QC
 H3B- 2S2, Canada

Phone: 514-206-3917

Fax:

Date Rec. : 29 January 2024

LR Report: CA11078-JAN24

Reference: PO#OSK-619

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Analysis	3: Analysis Completed Date	4: Analysis Completed Time	5: GT3-4	6: GT3-6	7: GT3-8	8: GT3-11	9: GT3-13	10: GT4-3
Sample Date & Time			NA	NA	NA	NA	NA	NA
Sample weight [g]	08-Feb-24	21:06	20	20	20	20	20	20
Ext Fluid [#1 or #2]	08-Feb-24	21:06	1	1	1	1	1	1
Ext Volume [mL]	08-Feb-24	21:06	400	400	400	400	400	400
Final pH [no unit]	08-Feb-24	21:06	---	---	---	---	---	---
Alkalinity [mg/L as CaCO ₃]	09-Feb-24	10:30	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
pH [No unit]	12-Feb-24	11:46	5.24	4.60	4.68	4.76	4.99	5.27
Conductivity [uS/cm]	12-Feb-24	11:46	12	15	14	13	10	15
Conductivity [uS/cm]	12-Feb-24	11:46	---	---	---	---	---	---
F [mg/L]	12-Feb-24	12:16	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06
Br [mg/L]	09-Feb-24	15:12	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30
Cl [mg/L]	09-Feb-24	15:12	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
SO ₄ [mg/L]	09-Feb-24	15:12	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
NO ₂ [as N mg/L]	09-Feb-24	15:12	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
NO ₃ [as N mg/L]	09-Feb-24	15:12	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6
Tot.Reactive P [mg/L]	12-Feb-24	09:44	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
Cr(VI) [µg/L]	09-Feb-24	09:40	< 0.2	0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Cr(III) [mg/L]	14-Feb-24	14:53	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
Hg [mg/L]	12-Feb-24	12:03	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Ag [mg/L]	13-Feb-24	14:43	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005
Al [mg/L]	13-Feb-24	14:43	0.034	0.246	0.188	0.197	0.138	0.144
As [mg/L]	13-Feb-24	14:43	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
Ba [mg/L]	13-Feb-24	14:43	0.0126	0.0133	0.0101	0.0151	0.0482	0.0131
Be [mg/L]	13-Feb-24	14:43	0.000007	0.000050	0.000076	0.00109	0.000067	0.000049
B [mg/L]	13-Feb-24	14:43	0.002	< 0.002	< 0.002	0.002	< 0.002	< 0.002
Bi [mg/L]	13-Feb-24	14:43	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Ca [mg/L]	13-Feb-24	14:43	1.27	0.18	0.32	0.40	0.86	1.06
Cd [mg/L]	13-Feb-24	14:43	0.000011	0.000015	0.000102	0.000066	0.000136	0.000018
Co [mg/L]	13-Feb-24	14:43	0.000140	0.000267	0.000299	0.000458	0.000654	0.000292
Cr [mg/L]	13-Feb-24	14:43	< 0.00008	< 0.00008	0.00008	< 0.00008	< 0.00008	0.00019
Cu [mg/L]	13-Feb-24	14:43	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	0.003	< 0.002

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - K0L 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

**SPLP1312--(Quebec Modified Version - MA.
100 -Lix.com.1.0) 20:1 L/S ratio, 18hr**



Project : PO#OSK-619

LR Report : CA11078-JAN24

Analysis	3: Analysis Completed Date	4: Analysis Completed Time	5: GT3-4	6: GT3-6	7: GT3-8	8: GT3-11	9: GT3-13	10: GT4-3
Fe [mg/L]	13-Feb-24	14:43	< 0.007	< 0.007	0.008	0.008	0.042	0.031
K [mg/L]	13-Feb-24	14:43	0.226	0.109	0.149	0.090	0.246	0.067
Li [mg/L]	13-Feb-24	14:43	0.0005	0.0004	0.0007	0.0009	0.0003	0.0004
Mg [mg/L]	13-Feb-24	14:43	0.130	0.031	0.069	0.101	0.176	0.171
Mn [mg/L]	14-Feb-24	11:49	0.00325	0.0129	0.0236	0.00967	0.0262	0.00649
Mo [mg/L]	13-Feb-24	14:43	0.0012	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004
Na [mg/L]	13-Feb-24	14:43	0.12	0.09	0.12	0.14	0.16	0.12
Ni [mg/L]	13-Feb-24	14:43	0.0004	0.0007	0.0010	0.0007	0.0009	0.0008
P [mg/L]	13-Feb-24	14:43	0.031	0.052	0.019	0.055	0.095	0.015
Pb [mg/L]	13-Feb-24	14:43	< 0.00009	< 0.00009	0.00087	0.00030	< 0.00009	< 0.00009
Sb [mg/L]	13-Feb-24	14:43	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009
Se [mg/L]	13-Feb-24	14:43	0.00006	0.00004	0.00007	0.00037	0.00008	0.00006
Si [mg/L]	13-Feb-24	14:43	0.64	0.27	0.39	0.31	0.56	0.37
Sn [mg/L]	13-Feb-24	14:43	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006
Sr [mg/L]	13-Feb-24	14:43	0.0120	0.00355	0.00332	0.00370	0.0105	0.0112
Ti [mg/L]	13-Feb-24	14:43	0.00012	0.00031	0.00021	0.00034	0.00022	0.00096
Tl [mg/L]	13-Feb-24	14:43	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005	0.000005	< 0.000005
U [mg/L]	13-Feb-24	14:43	0.000010	0.000008	0.000563	0.000008	0.000020	0.000006
V [mg/L]	13-Feb-24	14:43	0.00010	0.00005	0.00007	0.00004	0.00007	0.00013
Zn [mg/L]	14-Feb-24	17:11	< 0.002	< 0.002	0.004	0.002	0.014	< 0.002

Analysis	11: GT4-4	12: GT4-5	13: GT4-9	14: GT4-9	15:BLK: \$SPLP1312 Blank #1
Sample Date & Time	NA	NA	NA		
Sample weight [g]	20	21	20	20	< 0.001
Ext Fluid [#1 or #2]	1	1	1	1	1
Ext Volume [mL]	400	400	400	400	400
Final pH [no unit]	---	---	4.62	4.60	4.19
Alkalinity [mg/L as CaCO3]	2	< 2	< 2	< 2	< 2
pH [No unit]	6.45	5.08	5.57	4.66	4.25
Conductivity [uS/cm]	17	16	17	15	26
Conductivity [uS/cm]	---	---	17	26	---
F [mg/L]	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06
Br [mg/L]	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30
Cl [mg/L]	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
SO4 [mg/L]	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
NO2 [as N mg/L]	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
NO3 [as N mg/L]	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6
Tot.Reactive P [mg/L]	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
Cr(VI) [µg/L]	< 0.2	< 0.2	< 0.2	0.2	< 0.2
Cr(III) [mg/L]	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
Hg [mg/L]	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Ag [mg/L]	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005
Al [mg/L]	0.261	0.117	0.324	0.316	0.001
As [mg/L]	0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002

Analysis	11: GT4-4	12: GT4-5	13: GT4-9	14: GT4-9	15:BLK: \$SPLP1312 Blank #1
Ba [mg/L]	0.0248	0.00806	0.0119	0.0121	0.00025
Be [mg/L]	0.000057	0.000013	0.000041	0.00132	< 0.000007
B [mg/L]	< 0.002	< 0.002	< 0.002	0.002	< 0.002
Bi [mg/L]	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Ca [mg/L]	0.76	1.33	0.33	0.18	0.02
Cd [mg/L]	0.000064	0.000057	0.000016	0.000007	< 0.000003
Co [mg/L]	0.000570	0.000305	0.000648	0.000607	0.000009
Cr [mg/L]	0.00011	0.00019	< 0.00008	0.00010	< 0.00008
Cu [mg/L]	< 0.002	0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Fe [mg/L]	0.032	0.055	0.055	0.025	0.008
K [mg/L]	0.266	0.289	0.520	0.146	0.162
Li [mg/L]	0.0002	0.0006	0.0005	0.0007	< 0.0001
Mg [mg/L]	0.099	0.385	0.071	0.052	0.004
Mn [mg/L]	0.00387	0.0141	0.0154	0.0129	0.00020
Mo [mg/L]	< 0.0004	0.0005	0.0005	0.0011	< 0.0004
Na [mg/L]	0.16	0.36	0.13	0.16	0.01
Ni [mg/L]	0.0029	0.0007	0.0006	0.0006	0.0002
P [mg/L]	0.038	0.039	0.022	0.025	0.034
Pb [mg/L]	0.00023	< 0.00009	0.00041	0.00038	< 0.00009
Sb [mg/L]	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009
Se [mg/L]	0.00021	0.00034	0.00014	< 0.00004	< 0.00004
Si [mg/L]	0.33	0.58	0.36	0.36	< 0.02
Sn [mg/L]	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006
Sr [mg/L]	0.0129	0.0128	0.00275	0.00232	0.00024
Ti [mg/L]	0.00054	0.0108	0.00051	0.00047	< 0.0001
Tl [mg/L]	0.000009	0.000005	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005
U [mg/L]	0.000020	0.000016	0.000011	0.000013	0.000003
V [mg/L]	0.00010	0.00032	0.00004	0.00003	0.00005
Zn [mg/L]	0.003	0.003	< 0.002	< 0.002	< 0.002



Catharine Arnold, B.Sc., C.Chem
Project Specialist,
Environment, Health & Safety

**SGS Canada Inc.**

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - K0L 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

CTEU-9--(4:1 L/S ratio, 7 day on 100mesh)

Project : PO#OSK-619

16-February-2024

Windfall Mining Group

Attn : Jean Bastien

1100 Avenues des Canadiens-de-Montreal, Bureau
Montreal, QC
H3B- 2S2, Canada

Phone: 514-206-3917

Fax:

Date Rec. : 29 January 2024**LR Report:** CA11079-JAN24**Reference:** PO#OSK-619**Copy:** #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Analysis	3: Analysis Completed Date	4: Analysis Completed Time	5: GT3-4	6: GT3-6	7: GT3-8	8: GT3-11	9: GT3-13
Sample Date & Time			NA	NA	NA	NA	NA
Sample weight [g]	13-Feb-24	11:50	99	100	100	100	100
Volume D.I. Water [mL]	13-Feb-24	11:50	400	400	400	400	400
Alkalinity [mg/L as CaCO ₃]	15-Feb-24	10:41	40	44	43	45	50
pH [No unit]	15-Feb-24	10:41	7.62	7.74	7.71	7.72	8.06
Conductivity [uS/cm]	15-Feb-24	10:41	136	136	130	147	159
F [mg/L]	14-Feb-24	11:40	0.17	0.34	0.26	0.75	0.95
Cl [mg/L]	15-Feb-24	11:58	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
SO ₄ [mg/L]	15-Feb-24	16:31	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
NO ₂ [as N mg/L]	15-Feb-24	11:58	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
NO ₃ [as N mg/L]	15-Feb-24	11:58	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6
NO ₂ +NO ₃ [as N mg/L]	15-Feb-24	11:58	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6
Br [mg/L]	15-Feb-24	11:58	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30
Tot.Reactive P [mg/L]	15-Feb-24	08:21	0.06	0.20	0.23	0.21	0.40
Cr(VI) [µg/L]	14-Feb-24	08:36	0.8	0.7	0.8	7.5	1.0
Cr(III) [mg/L]	***	***	***	***	***	***	***
Hg [mg/L]	15-Feb-24	12:57	0.00002	0.00004	0.00003	0.00003	0.00002
Al [mg/L]	15-Feb-24	12:57	2.46	4.67	5.51	2.33	1.67
As [mg/L]	15-Feb-24	12:57	0.0013	0.0030	0.0021	0.0045	0.0074
Ag [mg/L]	15-Feb-24	12:57	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	0.00006	0.00015
Ba [mg/L]	15-Feb-24	12:57	0.00693	0.0210	0.0205	0.0140	0.0122
Be [mg/L]	15-Feb-24	12:57	0.000045	0.000074	0.000073	0.000048	0.000023
B [mg/L]	15-Feb-24	12:57	0.434	0.541	0.435	0.647	0.381
Bi [mg/L]	15-Feb-24	12:57	0.00002	0.00003	0.00004	0.00001	0.00001
Ca [mg/L]	15-Feb-24	12:57	2.46	2.01	1.46	0.97	1.03
Cd [mg/L]	15-Feb-24	12:57	0.000012	0.000025	0.000040	0.000012	0.000006
Co [mg/L]	15-Feb-24	12:57	0.000846	0.00289	0.00179	0.00118	0.000540
Cr [mg/L]	15-Feb-24	12:57	0.00492	0.00903	0.00917	0.0170	0.00308
Cu [mg/L]	15-Feb-24	12:57	0.007	0.010	0.010	0.011	0.012
Fe [mg/L]	15-Feb-24	12:57	0.977	2.12	2.21	1.08	0.644

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Project : PO#OSK-619

LR Report : CA11079-JAN24

Analysis	3: Analysis Completed Date	4: Analysis Completed Time	5: GT3-4	6: GT3-6	7: GT3-8	8: GT3-11	9: GT3-13
K [mg/L]	15-Feb-24	12:57	3.11	3.33	3.68	2.94	2.64
Li [mg/L]	15-Feb-24	12:57	0.0007	0.0011	0.0013	0.0007	0.0006
Mg [mg/L]	15-Feb-24	12:57	1.30	0.795	0.903	0.465	0.420
Mn [mg/L]	15-Feb-24	12:57	0.0142	0.121	0.0836	0.0348	0.0166
Mo [mg/L]	15-Feb-24	12:57	0.0106	0.0195	0.0145	0.0105	0.0045
Na [mg/L]	15-Feb-24	12:57	23.9	26.8	25.9	31.2	32.5
Ni [mg/L]	15-Feb-24	12:57	0.0032	0.0057	0.0056	0.0039	0.0012
P [mg/L]	15-Feb-24	12:57	0.113	0.251	0.304	0.249	0.424
Pb [mg/L]	15-Feb-24	12:57	0.00035	0.00110	0.00099	0.00053	0.00112
Sb [mg/L]	15-Feb-24	12:57	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009
Se [mg/L]	15-Feb-24	12:57	0.00075	0.00057	0.00052	0.00056	0.00059
Si [mg/L]	15-Feb-24	12:57	12.7	9.84	12.5	8.63	6.96
Sn [mg/L]	15-Feb-24	12:57	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006
Sr [mg/L]	15-Feb-24	12:57	0.00990	0.0133	0.0135	0.00875	0.00627
Ti [mg/L]	15-Feb-24	12:57	0.0668	0.163	0.179	0.0936	0.0460
Tl [mg/L]	15-Feb-24	12:57	0.000011	0.000025	0.000021	0.000015	0.000012
U [mg/L]	15-Feb-24	12:57	0.000475	0.000390	0.000505	0.00171	0.000509
V [mg/L]	15-Feb-24	12:57	0.00372	0.00771	0.00838	0.0108	0.0214
W [mg/L]	15-Feb-24	12:57	0.00026	0.00208	0.00144	0.00238	0.00153
Y [mg/L]	15-Feb-24	12:57	0.00065	0.00126	0.00139	0.00109	0.00047
Zn [mg/L]	15-Feb-24	12:57	0.002	0.004	0.007	0.002	< 0.002

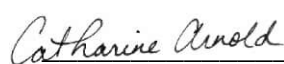

Analysis	10: GT4-3	11: GT4-4	12: GT4-5	13: GT4-9	14: GT4-9	15:BLK: CTEU Blank
Sample Date & Time	NA	NA	NA	NA		
Sample weight [g]	100	99	100	100	99	---
Volume D.I. Water [mL]	400	400	400	400	400	400
Alkalinity [mg/L as CaCO3]	58	37	58	48	45	< 2
pH [No unit]	7.73	7.62	7.84	7.55	7.64	5.55
Conductivity [uS/cm]	171	140	156	181	168	20
F [mg/L]	0.21	0.18	0.48	0.60	0.60	< 0.06
Cl [mg/L]	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
SO4 [mg/L]	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
NO2 [as N mg/L]	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
NO3 [as N mg/L]	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6
NO2+NO3 [as N mg/L]	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6
Br [mg/L]	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30
Tot.Reactive P [mg/L]	0.04	< 0.03	0.10	0.03	0.03	< 0.03
Cr(VI) [µg/L]	1.6	0.9	1.1	1.0	1.1	<0.2
CrIII [mg/L]	***	***	***	***	***	***
Hg [mg/L]	0.00003	0.00003	0.00003	0.00002	0.00002	< 0.00001
Al [mg/L]	3.53	2.30	2.24	1.31	1.31	< 0.001
As [mg/L]	0.0028	0.0012	0.0024	0.0030	0.0029	< 0.0002

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Project : PO#OSK-619
LR Report : CA11079-JAN24

Analysis	10: GT4-3	11: GT4-4	12: GT4-5	13: GT4-9	14: GT4-9	15:BLK: CTEU Blank
Ag [mg/L]	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	0.00009	0.00010	< 0.00005
Ba [mg/L]	0.0161	0.00480	0.0137	0.00861	0.00877	0.00010
Be [mg/L]	0.000092	0.000046	0.000061	0.000036	0.000033	0.000008
B [mg/L]	0.539	0.647	0.552	0.560	0.552	< 0.002
Bi [mg/L]	0.00002	< 0.00001	0.00002	0.00003	0.00003	< 0.00001
Ca [mg/L]	2.42	1.11	1.88	2.16	2.18	0.03
Cd [mg/L]	0.000029	0.000028	0.000024	0.000011	0.000022	0.000005
Co [mg/L]	0.000879	0.000727	0.000847	0.000541	0.000579	0.000005
Cr [mg/L]	0.0202	0.0146	0.0109	0.00484	0.00453	< 0.00008
Cu [mg/L]	0.026	0.008	0.015	0.021	0.021	< 0.002
Fe [mg/L]	2.60	1.84	2.39	0.832	0.829	< 0.007
K [mg/L]	5.16	3.10	1.94	9.17	5.91	0.059
Li [mg/L]	0.0010	0.0009	0.0009	0.0004	0.0004	0.0001
Mg [mg/L]	1.12	0.592	0.844	0.753	0.750	0.004
Mn [mg/L]	0.0215	0.0133	0.0152	0.0200	0.0201	0.00024
Mo [mg/L]	0.0538	0.0138	0.0431	0.0097	0.0157	< 0.0004
Na [mg/L]	32.6	25.3	33.8	33.0	33.2	0.22
Ni [mg/L]	0.0067	0.0051	0.0064	0.0049	0.0052	< 0.0001
P [mg/L]	0.158	0.073	0.124	0.071	0.072	< 0.003
Pb [mg/L]	0.00077	0.00033	0.00133	0.00032	0.00032	< 0.00009
Sb [mg/L]	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009
Se [mg/L]	0.00158	0.00101	0.00135	0.00056	0.00059	< 0.00004
Si [mg/L]	18.0	13.7	15.3	6.30	6.35	< 0.02
Sn [mg/L]	0.00007	< 0.00006	0.00006	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006
Sr [mg/L]	0.0133	0.00445	0.0101	0.0135	0.0138	< 0.00008
Ti [mg/L]	0.152	0.0812	0.142	0.0428	0.0429	< 0.0001
Tl [mg/L]	0.000027	0.000012	0.000010	0.000016	0.000016	< 0.000005
U [mg/L]	0.00557	0.000483	0.000588	0.00145	0.00145	0.000008
V [mg/L]	0.00670	0.00482	0.00973	0.00523	0.00519	< 0.00001
W [mg/L]	0.00143	0.00033	0.00124	0.00202	0.00202	< 0.0002
Y [mg/L]	0.00273	0.00174	0.00082	0.00108	0.00103	< 0.00002
Zn [mg/L]	0.003	0.003	0.004	< 0.002	< 0.002	< 0.002



Catharine Arnold, B.Sc., C.Chem
Project Specialist,
Environment, Health & Safety

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension

ATTACHMENT D – GT4-9 SPLP SAMPLE RESULTS

Parameter		GT4-9	GT4-9	Relative Percent Difference
Sample weight	g	20	20	
Ext Fluid	#1 or #2	1	1	
Ext Volume	mL	400	400	
Final pH	no unit	4.62	4.60	
Alkalinity	mg/L as CaCO ₃	<2.0	<2.0	0%
pH	No unit	5.57	4.66	18%
Conductivity	uS/cm	17	15	13%
Fluoride	mg/L	<0.06	<0.06	0%
Bromide	mg/L	<30.0	<30.0	0%
Chloride	mg/L	<20.0	<20.0	0%
Sulphate	mg/L	<20.0	<20.0	0%
Nitrite (as N)	as N mg/L	<3.0	<3.0	0%
Nitrate (as N)	as N mg/L	<6.0	<6.0	0%
Total Reactive Phosphorous (o-phosphate as P)	mg/L	<0.03	<0.03	0%
Chromium VI	mg/L	<0.0002	0.0002	0%
Chromium III	mg/L	<0.0002	<0.0002	0%
Mercury	mg/L	<0.00001	<0.00001	0%
Silver	mg/L	<0.00005	<0.00005	0%
Aluminum	mg/L	0.324	0.316	3%
Arsenic	mg/L	<0.0002	<0.0002	0%
Barium	mg/L	0.0119	0.0121	2%
Beryllium	mg/L	0.000041	0.00132	188%
Boron	mg/L	<0.002	0.002	0%
Bismuth	mg/L	<0.00001	<0.00001	0%
Calcium	mg/L	0.33	0.18	59%
Cadmium	mg/L	0.000016	0.000007	78%
Cobalt	mg/L	0.000648	0.000607	7%
Chromium	mg/L	<0.00008	0.00010	22%
Copper	mg/L	<0.002	<0.002	0%
Iron	mg/L	0.055	0.025	75%
Potassium	mg/L	0.520	0.146	112%
Lithium	mg/L	0.0005	0.0007	33%
Magnesium	mg/L	0.071	0.052	31%
Manganese	mg/L	0.0154	0.0129	18%
Molybdenum	mg/L	0.0005	0.0011	75%
Sodium	mg/L	0.13	0.16	21%
Nickel	mg/L	0.0006	0.0006	0%
Phosphorus	mg/L	0.022	0.025	13%
Lead	mg/L	0.00041	0.00038	8%
Antimony	mg/L	<0.0009	<0.0009	0%
Selenium	mg/L	0.00014	<0.00004	111%
Silicon	mg/L	0.36	0.36	0%
Tin	mg/L	<0.00006	<0.00006	0%
Strontium	mg/L	0.00275	0.00232	17%
Titanium	mg/L	0.00051	0.00047	8%
Thallium	mg/L	<0.000005	<0.000005	0%
Uranium	mg/L	0.000011	0.000013	17%
Vanadium	mg/L	0.00004	0.00003	29%
Zinc	mg/L	<0.002	<0.002	0%

Notes:

Relative percent difference values of greater than 50% are shown shaded and bolded.

The variation in the GT4-9 SPLP analyses is not expected to affect the interpretation of results in this assessment.

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Geochemical Characterization of Borrow Pit Materials from GT-4, GT-3, Flamb-1, and Flamb-1 Extension

**ATTACHMENT E – FRENCH-LANGUAGE COPY OF THE
'GEOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF BORROW PIT
MATERIALS FROM GT-4, GT-3, FLAMB-1, AND FLAMB-1
EXTENSION' MEMO**

À:

Groupe Minier Windfall

DE:

Ecometrix
Hannah Tweedie
Daniel Skruch

REF:

Caractérisation géochimique des matériaux
d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de
l'extension de Flamb-1

DATE:

23 September 2024

RÉSUMÉ DE LA CARACTÉRISATION DES MATÉRIAUX DES BANCS D'EMPRUNTS

Ce mémorandum technique offre un résumé d'une initiative de caractérisation géochimique des matériaux provenant des futurs bancs d'emprunt situés aux environs du Windfall. Il s'agit des matériaux de Gravtest-3 (GT-3), Gravtest-4 (GT-4), ainsi que Flamb-1. L'approche de caractérisation a été conçue pour suivre et respecter les recommandations définies dans le "Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai" (MELCCFP 2020), désormais désigné comme le "Guide de caractérisation", bien qu'il soit reconnu que la caractérisation des matériaux d'une sablière ne soit pas requise, tel qu'indiqué dans la Section 1.1 du "Guide de caractérisation".

Le nombre d'échantillons sélectionnés pour la caractérisation de chaque sablière est déterminé en utilisant la relation entre le nombre d'échantillons minimal et le tonnage estimé des matériaux d'excavation telle que recommandées dans la Section 3.2.2 du "Guide de caractérisation".

Au total, 93 échantillons ont été analysés à travers les zones GT-4, GT-3, Flamb-1. Les analyses de laboratoire, y compris la comptabilisation complète de ABA, la teneur en solides, WTC-9 et SPLP sur les échantillons récupérés ont été réalisées au laboratoire SGS Lakefield, ON, un laboratoire accrédité par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) pour les analyses effectuées.

Conformément aux recommandations du "Guide de caractérisation" (MELCCFP 2020) et aux caractéristiques d'acidité de base évaluées dans cette évaluation, le matériel de chaque banc d'emprunt est considéré non générateur d'acidité. De plus, compte tenu de la teneur en solides et des tests de SPLP et de CTEU-9, le matériel n'est pas considéré comme lixiviable.

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall



REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1

En résumé, conformément aux recommandations du "Guide de caractérisation" (MELCCFP 2020), le matériel de chacune des bancs d'emprunt GT-3, GT-4 et Flamb-1 est considéré comme des matériaux présentant un faible risque, car ils ne sont pas générateurs d'acidité et ils ne sont pas lixiviables. De plus, ces matériaux ne contiennent pas du cyanure, et ne sont ni contaminés par des composés organiques, radioactifs et/ou inflammables.

INTRODUCTION

Ce mémo technique présente un résumé d'une initiative de caractérisation des matériaux d'emprunt entrepris au site Windfall afin de comprendre les risques géochimiques potentiels des matériaux provenant d'éventuels bancs d'emprunt. La stratégie de caractérisation des matériaux des bancs d'emprunt a été mise en œuvre conformément aux recommandations du « *Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai* » (MELCCFP 2020), désormais désigné comme étant le « *Guide de caractérisation* ». Cette évaluation a été réalisée afin de caractériser les matériaux des bancs d'emprunts comme l'aurait été des matériaux miniers, bien qu'il soit reconnu que la caractérisation des matériaux des bancs d'emprunts ne soit pas requise, tel qu'indiqué à la section 1.1 du « *Guide de caractérisation* ».

Le site du projet Windfall est localisé dans la région administrative du Nord du Québec, à environ 115 km à l'est de Lebel sur Quévillon et à environ 175 km au nord-est de Val d'Or (**Figure 1**). Le projet Windfall est actuellement à un stade avancé d'exploration et les travaux de construction du site devraient commencer en 2025. Une vue d'ensemble de l'infrastructure prévue est présentée à la **Figure 2**.

Les zones de caractérisation des bancs d'emprunt sont illustrées à la **Figure 3**, conformément à la configuration prévue du projet. La zone d'extension Flamb-1/Flamb-1 est située au nord-ouest immédiat du site, le banc d'emprunt GT-3 est situé à environ 3 km au nord du site et GT 4 est situé à environ 4,5 km au nord du site.

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall

REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1

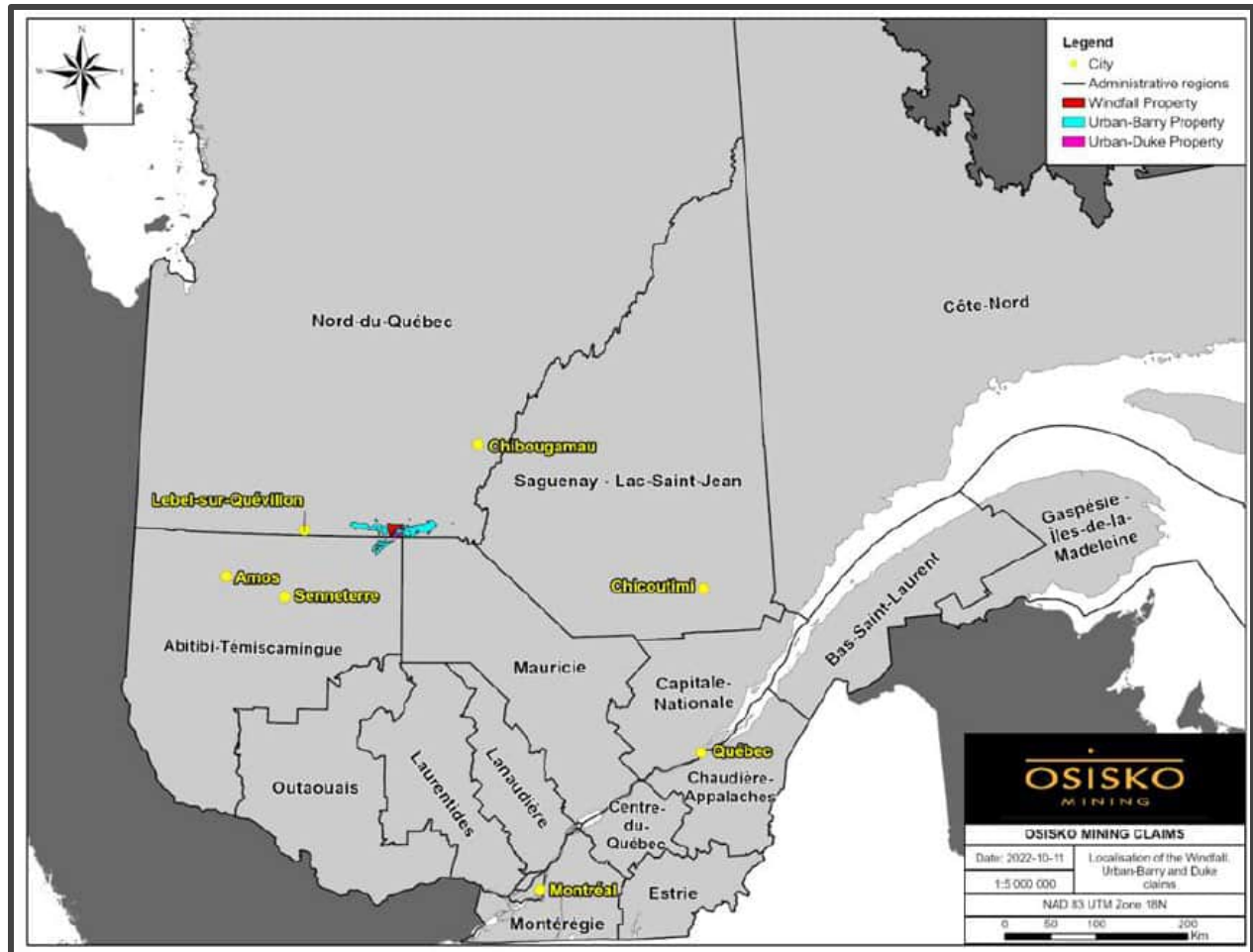


Figure 1: Emplacement du site Windfall (en rouge)

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall

REF: Caractérisation géochimique des matériaux d’emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l’extension de Flamb-1

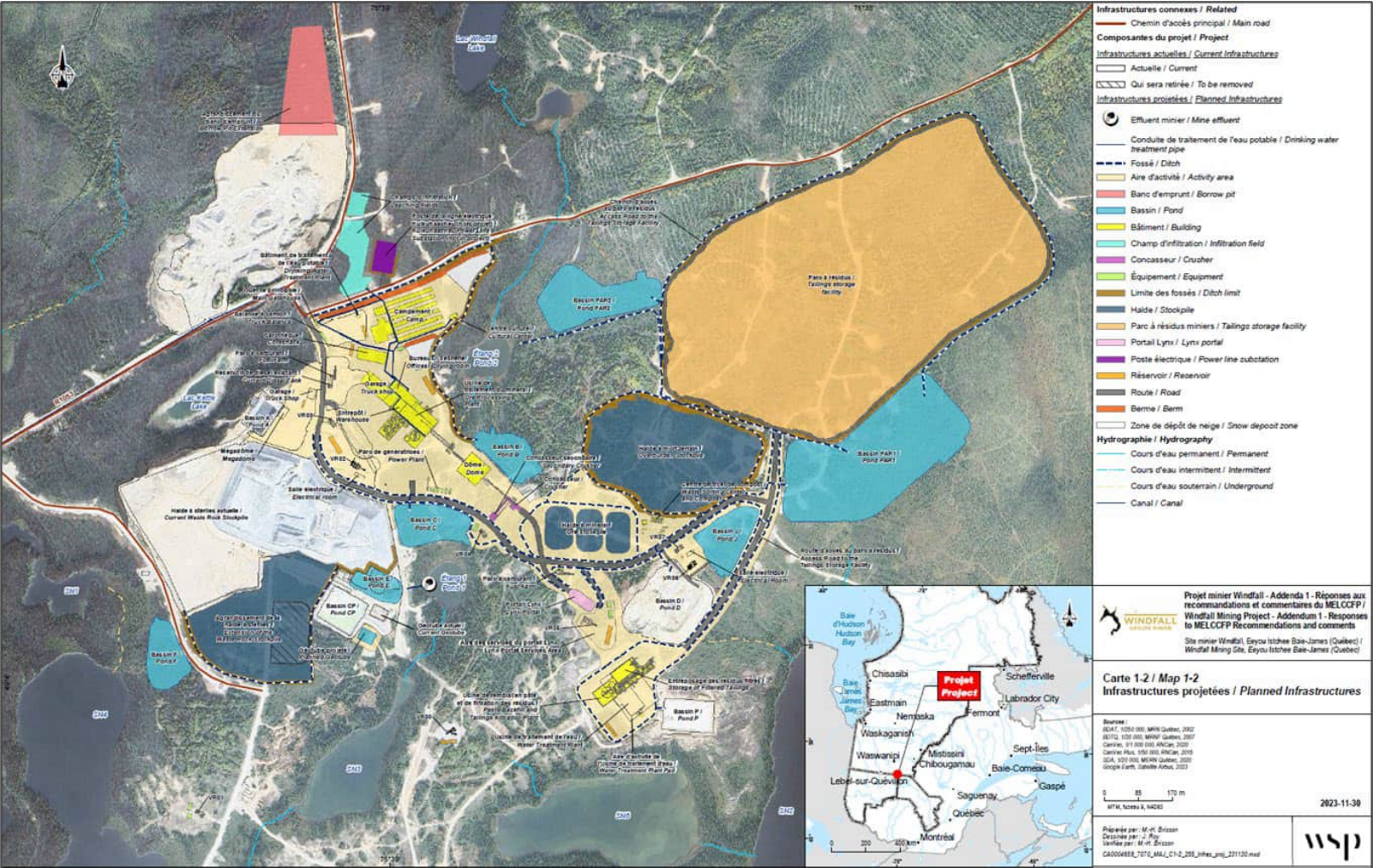


Figure 2: Site Windfall Site – Schéma de l’infrastructure prévue pour le projet (Adapté de WSP 2023a)

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall

REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1

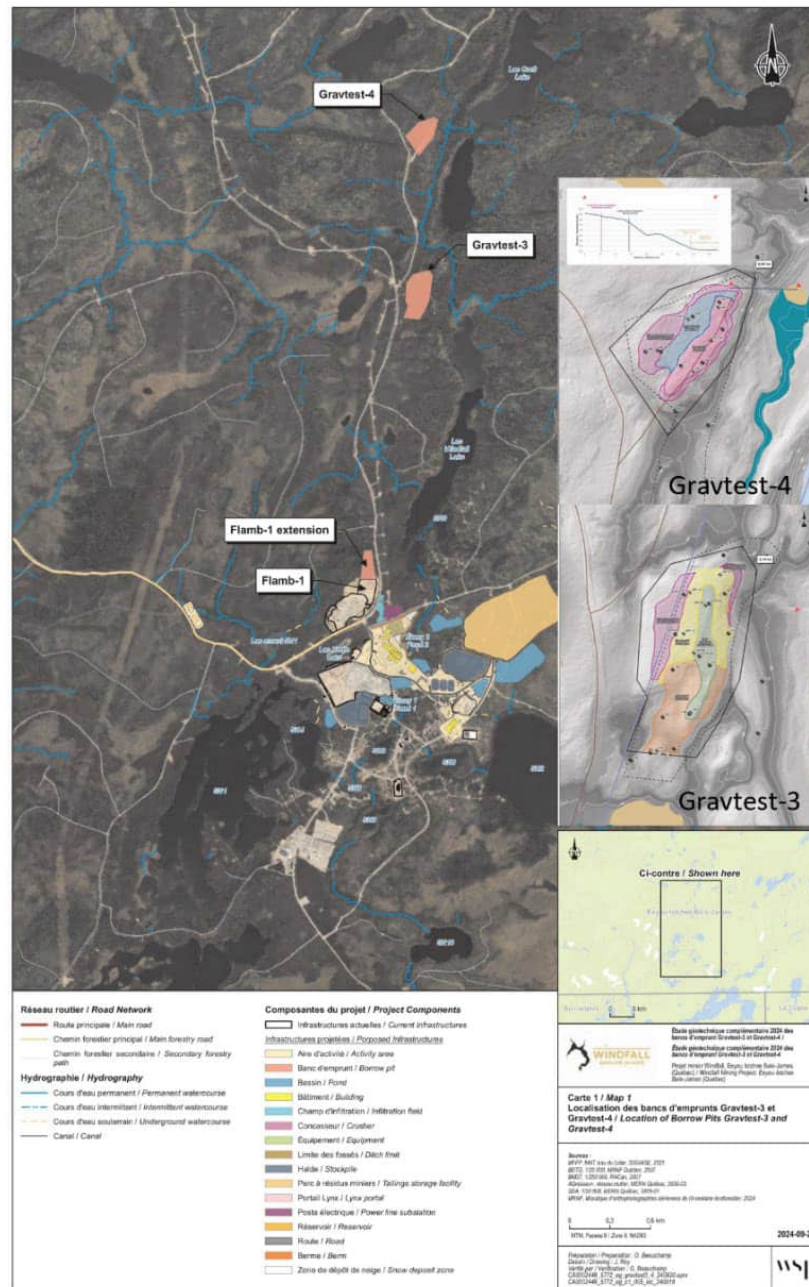


Figure 3: Site Windfall - Emplacement prévu des bancs d'emprunt (Adapté de WSP 2023a ; modifié par Ecometrix)

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall

REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1

INFORMATIONS GÉNÉRALES SUR LE CONTEXTE GÉOLOGIQUE DU PROJET ET LES MATÉRIAUX CARACTÉRISÉS

Le site du projet Windfall est situé dans la Sous-province de l'Abitibi de la Province archéenne du Supérieur, dans la partie centrale de la ceinture de roches vertes d'Urban-Barry. Le gisement Windfall est un gisement d'or hydrothermal lié à une intrusion de la Formation de Macho qui se compose principalement de roches volcaniques felsiques et intermédiaires, y compris des unités de tuf et de lave (WSP 2023).

Les données géochimiques disponibles pour les matériaux des puits d'emprunt Flamb-1/Flamb-1, GT-3 et GT-4 sont limitées, d'où la nécessité de procéder à la caractérisation présentée dans cette étude. On s'attend à ce que les matériaux des zones des bancs d'emprunt soient distincts de la géologie de la zone plus large du site de Windfall. Les matériaux des zones d'emprunt n'ont pas été affectés par des activités humaines et, selon la classification du « *Guide de caractérisation* », les matériaux sont considérés comme ne contenant pas de cyanure, ne sont pas contaminés par des composés organiques, radioactifs et/ou inflammables.

Pour situer le contexte, une brève description de la géologie générale de la région de Windfall est présentée ci-dessous - bien qu'il soit à noter que les matériaux du puits d'emprunt devraient être distincts de ceux de cette région. La région de Windfall présente une importante minéralisation aurifère qui se trouve principalement dans un réseau complexe de veines riches en quartz et en pyrite. Ces veines sont situées dans des roches volcaniques fortement silicifiées, à la jonction avec des dykes porphyriques et des séquences volcaniques environnantes. La minéralisation comprend un noyau de matériau riche en pyrite entouré d'une zone riche en silice, séricite, carbonate et tourmaline. Ce noyau passe progressivement à des zones de plus faible concentration en or, caractérisées par de la séricite, de la silice, du carbonate et de la tourmaline. Finalement, ces zones aboutissent à une région extérieure dépourvue de minéralisation significative, principalement constituée de chlorite, de séricite et de rutile (WSP 2023b).

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall

REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1

PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE

Trois zones distinctes ont été identifiées pour l'échantillonnage : Flamb-1/Extension Flamb-1, GT-3 et GT-4 (**Figure 4** à **Figure 6**). Le nombre d'échantillons sélectionnés pour la caractérisation des matériaux des bancs d'emprunt de chaque zone était basé sur la quantité estimée de matériaux pouvant être excavés de chaque banc d'emprunt et sur les recommandations du *Guide de caractérisation* dans la section 3.2.2 (voir le **Tableau 1**). Le nombre d'échantillons prélevés dans chaque zone a dépassé le nombre minimum d'échantillons recommandé et les lieux d'échantillonnage ont été choisis de manière stratégique dans les trois zones afin de garantir la représentativité spatiale de chaque banc d'emprunt. Les programmes d'échantillonnage des puits d'emprunt ont été menés en septembre et octobre 2023.

- Flamb-1/Flamb-1 Extension : 22 échantillons ont été prélevés dans les limites du puits d'emprunt prévu pour Flamb-1/Flamb-1 Extension. Les sites d'échantillonnage ont été sélectionnés pour être spatialement représentatifs des étendues et des profondeurs prévues pour l'excavation à l'avenir, avec des profondeurs d'excavation allant jusqu'à environ 3,0 mbgs. Un seul échantillon composite a été produit à partir de plusieurs sous-échantillons prélevés dans chaque trou d'essai aux endroits indiqués sur la figure 4. Les coordonnées des échantillons et la gamme des profondeurs échantillonnées à chaque endroit sont résumées dans l'**annexe A**.
- GT-3 : 34 échantillons ont été prélevés dans les limites du puits d'emprunt GT-3 prévu et dans ses environs immédiats. Ces emplacements ont été choisis pour être spatialement représentatifs des étendues et des profondeurs prévues pour l'excavation à l'avenir, avec des profondeurs d'excavation allant jusqu'à environ 3,1 mbgs. Un seul échantillon composite a été produit à partir de plusieurs sous-échantillons provenant de chaque trou d'essai à chaque emplacement de la figure 5. Les coordonnées des échantillons et la gamme des profondeurs échantillonnées à chaque emplacement sont résumées dans l'**annexe A**.
- GT-4 : 37 échantillons ont été prélevés dans les limites du puits d'emprunt GT-4 prévu et dans ses environs immédiats. Ces emplacements ont été choisis pour être spatialement représentatifs des étendues et des profondeurs prévues pour l'excavation à l'avenir, avec des profondeurs d'excavation allant jusqu'à environ 3,4 mbgs. Un seul échantillon composite a été produit à partir de plusieurs sous-échantillons provenant de chaque trou d'essai à chaque emplacement présenté dans la figure 6. Les coordonnées des échantillons et la gamme des profondeurs échantillonnées à chaque emplacement sont résumées dans l'**annexe A**.

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall

REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1

Tableau 1: Site Windfall, Caractérisation des bancs d'emprunt – Estimation du tonnage des Matériaux et Caractérisation des Quantités d'Échantillon

Paramètre	Unités	Flamb-1 Extension	Gravtest-3	Gravtest-4
Surface approximative	m ²	30 032	80 337	89 189
Volume approximatif	m ³	136 672 - 241 817	297 246 – 321 347	285 405 - 338 919
Profondeur approximative	m	5-9	4*	4*
Densité	t/m ³	2,7	2.7	2.7
Tonnage approximatif	tonnes	369 014.4 – 652 905.9	802 564.2 – 867 636.9	770 593.5 – 915 081.3
Nombre minimum d'échantillons selon le tonnage approximatif 'Guide de Caractérisation' Figure 3.1 Référence ¹	-	14	25	31
Nbre d'échantillons prélevés	-	22	34	37

Note:

¹Le nombre minimum d'échantillons est calculé à partir de la formule de la figure 3.1 du « *Guide de caractérisation* » : Nombre d'échantillons = 0,026 * masse 0,5, la masse étant représentée en tonnes.

* Profondeur moyenne approximative.

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall

REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1



Figure 4: Site Windfall, Matériaux d'emprunt – Extension projetée Flamb-1(sud)/Flamb-1 Extension(nord) Limites des bancs d'emprunt et localisation des échantillons.

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall

REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1



Figure 5: Site Windfall, – Bacs d'emprunts proposés pour le G-3 et emplacement des échantillons.

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall

REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1



Figure 6: Windfall Site, – Bacs d'emprunts proposés pour le G-4 et emplacement des échantillons

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall

REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1

MÉTHODES D'ANALYSE ET PROTOCOLES D'ESSAI

Les analyses effectuées sur les échantillons de solides dans le cadre de cette évaluation sont résumées au **Tableau 2**. Les caractéristiques d'acidité de base, les teneurs en solides, les essais CTEU-9 et SPLP ont été réalisés par SGS Lakefield, ON, un laboratoire accrédité par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) pour les analyses effectuées. Toutes les analyses ont été effectuées entre novembre 2023 et janvier 2024.

Il convient de noter que les matériaux des bancs d'emprunt potentiels caractérisés dans cette évaluation ne sont pas considérés comme contenant du cyanure, ne sont pas contaminés par des composés organiques, radioactifs ou inflammables. Les matériaux de cette région n'ont jamais été affectés par l'activité humaine.

Tableau 2: Site Windfall : Liste des Analyses Performées et Critères d'évaluation.

Analyse Complétée	Critères d'évaluation
Bilan acide base (BAB)	Guide de caractérisation des résidus minier et du minéral (MELCCFP, 2020)
Analyse des sols (teneurs de matières solides) (MA. 200 - Met 1.2)	Guide d'intervention - protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés (MELCCFP, 2021) Annexe 1 (Supérieur) et Annexe 2
Essais CTEU-9 (MA. 100 - Lix.com.1.1)	Guide d'intervention - protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés (MELCCFP, 2021) Annexe 7- Résurgence dans l'eau de surface Critères de qualité
Essais SPLP (MA. 100 - Lix.com.1.1)	

Note:

Toutes les analyses ont été effectuées dans un laboratoire accrédité par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ).

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall

REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1

ANALYSES ET RÉSULTATS DES ESSAIS

Tous les résultats analytiques sont résumés dans l'**ANNEXE B** et les certificats d'analyse des laboratoires respectifs sont inclus dans l'**ANNEXE C**.

Évaluation du potentiel de génération d'acide (PGA)

Selon le « *Guide de caractérisation* », une évaluation du potentiel de génération d'acide visant à évaluer et à caractériser le potentiel de génération d'acide d'un échantillon comprend un assortiment de tests géochimiques statiques destinés à évaluer le risque potentiel d'acidification par une analyse des inventaires de soufre et de potentiel de génération acide (PA), une mesure qui indique la capacité d'un matériau à générer de l'acidité et le potentiel de neutralisation d'acide (PN) du matériau qui indique sa capacité à neutraliser l'acidité.

Le PA est calculé sur la base de la teneur en soufre sulfure, tandis que le PN est déterminé en faisant réagir l'échantillon dans un acide fort, suivi d'un titrage (dosage) de la base à un pH donné pour quantifier la quantité de neutralisation disponible dans l'échantillon, également connu sous le nom de méthode de Sobek-PN. Une autre forme d'expression de la PN peut être calculée en utilisant la quantité de carbonate (CO₃) présente dans l'échantillon, appelée la PN des carbonates ou Carb-PN. Les deux mesures du PN sont affichées ici et sont généralement présentées en sachant que le « PN efficace » du site, c'est-à-dire la partie de l'inventaire du PN qui serait pratiquement disponible pour maintenir un pH de 6 ou plus dans l'eau de contact devrait se situer entre ces deux mesures du PN.

Les résultats des tests statiques de la prédiction du potentiel de génération d'acide (PGA) (BAB) ont été utilisés pour évaluer le potentiel de drainage minier acide (DMA) du matériau des puits d'emprunt, conformément aux directives du « *Guide de caractérisation* » et aux directives de Price (2009). La **Figure 7** présente une version simplifiée de l'Évaluation du potentiel de génération d'acide du « *Guide de caractérisation* » où les matières potentiellement génératrices d'acide PA sont identifiées par une évaluation du contenu en soufre, inventaires de PA et PN.

L'une des principales différences entre le guide de Price (2009) et le « *Guide de caractérisation* » est que Price (2009) ne recommande pas l'utilisation d'un critère de teneur totale en soufre pour évaluer le risque de DMA à moins que des inventaires minimums de PN soient connus, reconnaissant que même de faibles niveaux de sulfure peuvent conduire à un DMA si les PN disponibles sont insuffisants.

En général, le guide de Price (2009) recommande l'utilisation des ratios PN/PA pour catégoriser le potentiel de génération d'acide d'un matériau lorsque l'efficacité des termes PN et PA est connue. Selon cette directive, les valeurs PN/PA supérieures à 2 indiquent que les matériaux ne

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall

REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1

sont pas des PAG, les valeurs PN/PA inférieures à 1 indiquent des matériaux PAG, tandis que les matériaux dont les valeurs PN/PA se situant entre 1 et 2 ont un potentiel incertain de production d'acide - bien que ces matériaux soient généralement évalués de manière prudente comme étant potentiellement acidogènes (PAG) en l'absence d'autres contextes spécifiques au site.

Les résultats de l'évaluation de l'ABA du puits d'emprunt conformément au «Guide de caractérisation» sont résumés au **Tableau 3**. À titre de référence, les espèces de sulfure ont également été mesurées et il a été observé que les teneurs en soufre étaient bien en corrélation avec les teneurs en sulfure (voir **figure 8**). Comme le montre la **Figure 8** et comme le résume le **Tableau 3**, conformément à la section 4.3.1.1 du « Guide de caractérisation », aucun échantillon des zones GT-3, GT-4 ou Flamb 1/Flamb-1 Extension n'est considéré comme potentiellement générateur d'acide, car tous les échantillons évalués ont des teneurs en soufre inférieures à 0,04%.

Dans l'ensemble, à partir d'une approche de caractérisation du rapport PN/PA de Price (2009), il est noté que presque tous les échantillons caractérisés de chaque zone d'emprunt ne sont pas susceptibles de générer du DMA. avec des résultats de la méthode Sobek NPR et Carb-NPR supérieurs à 2, voir le **Tableau 3** et l'**Annexe B**. Seul un échantillon de GT-4 (GT4-4) avait un Sobek-NPR inférieur à 2 et il est noté que la teneur totale en soufre de cet échantillon était inférieure à 0,005 %S, ce qui indique que tout risque potentiel d'acidification provenant de ce matériau serait faible.

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall

REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1

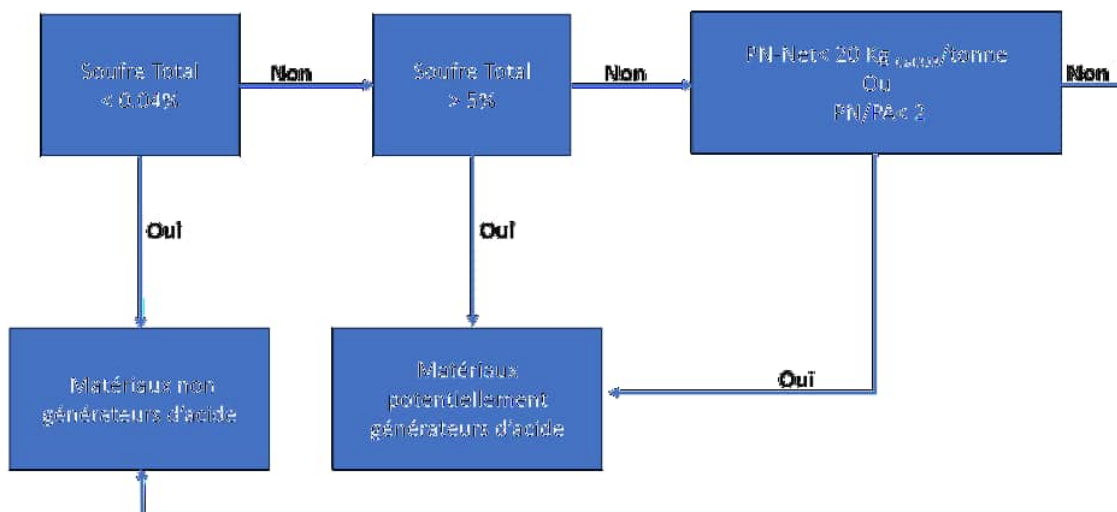


Figure 7: « Guide de caractérisation » simplifié (MELCCFP 2020) Évaluation du potentiel de génération d'acide et classement des matériaux.

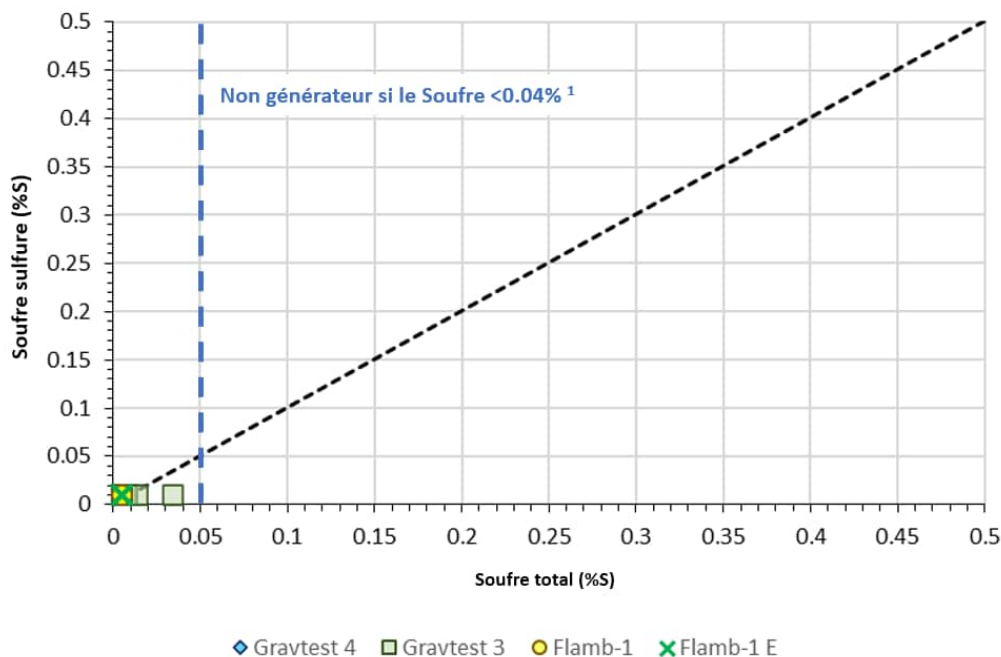


Figure 8: Site Windfall, Matériaux de bancs d'emprunts – Teneur en soufre versus Teneur en sulfure

Note:

- 1) Selon le « Guide de caractérisation » (MELFCC, 2020) les échantillons peuvent être considérés comme étant non-acidogènes avec des teneurs en soufre total inférieures à 0.04%

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall

REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1

Tableau 3: Site Windfall, Matériaux de bancs d'emprunt – Sommaire Évaluation de l'acidité de base

Paramètre	Statistiques	Gravtest-4 (n=37)	Gravtest-3 (n=34)	Flamb-1 / Flamb-1E (n=22)
Carbon total	Moyenne	0.17	0.16	0.07
	Écart type	0.29	0.22	0.08
	Minimum	0.02	0.016	0.017
	Maximum	1.51	1.12	0.37
	25 ^{ème} percentile	0.051	0.044	0.028
	75 ^{ème} percentile	0.16	0.18	0.057
Soufre total	Moyenne	<0.005	<0.0064	<0.005
	Écart type	--	<0.0052	--
	Minimum	<0.005	<0.005	<0.005
	Maximum	<0.005	0.034	<0.005
	25 ^{ème} percentile	<0.005	<0.005	<0.005
	75 ^{ème} percentile	<0.005	<0.005	<0.005
Sobek-PN modifié	Moyenne	5.3	5	4.3
	Écart type	4	3	0.77
	Minimum	-1.7	0.7	2.6
	Maximum	29	20	5.8
	25 ^{ème} percentile	3.8	3.5	3.8
	75 ^{ème} percentile	5.7	5	4.9
Sobek-PN/PA modifié	Moyenne	17	16.2	13.9
	Écart type	14	11	2.49
	Minimum	-5.48	2.26	8.39
	Maximum	95	64	18.7
	25 ^{ème} percentile	12.3	11.3	12.3
	75 ^{ème} percentile	18.4	17	15.7
Sobek-PN net modifié	Moyenne	4.9	4.7	4
	Écart type	4	3	0.77
	Minimum	-2.01	0.39	2.29
	Maximum	29	20	5.5
	25 ^{ème} percentile	3.49	3.2	3.49
	75 ^{ème} percentile	5.4	5	4.5
Carb-PN	Moyenne	<7.8	<8.1	<3.2
	Écart type	15	12	4.03
	Minimum	<0.7	<0.7	<0.7
	Maximum	86	65	17.7
	25 ^{ème} percentile	0.67	1.2	1.21
	75 ^{ème} percentile	7.5	10	2.9
Carb-NP/AP	Moyenne	25	26	10.2
	Écart type	49	39	13
	Minimum	2.2	2.2	2.2
	Maximum	277	210	57
	25 ^{ème} percentile	2.2	3.8	3.9
	75 ^{ème} percentile	24	33	9.4
Carb-PN Net	Moyenne	7.6	7.8	2.8
	Écart type	15	12	4.03
	Minimum	0.36	0.36	0.36
	Maximum	86	65	17.4
	25 ^{ème} percentile	0.86	0.86	0.9
	75 ^{ème} percentile	7.2	9.8	2.6

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall

REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1

Teneur en solides

Le sommaire des résultats pour la caractérisation des solides pour Flamb-1/Flamb-1 Extension, GT-3, et GT-4 par rapport aux Critères Génériques A (teneurs de fond) selon l'**Annexe 1** (Province Supérieure) et **Annexe 2** du «*Guide d'intervention - protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés*» (MELCCFP, 2021), la référence étant «*Guide d'intervention*» sont présentés au **Tableau 4**. Dans cette évaluation, si plus de 10 % des échantillons présentent des teneurs en matières solides supérieures aux critères de base comparatifs, on considère qu'ils sont élevés au-delà d'une mesure marginale et que le potentiel de lixiviation de ce paramètre sera évalué conformément à la section 4.3.2 du «*Guide de caractérisation*». Les analyses complètes des teneurs en matières solides pour tous les échantillons et paramètres sont présentées à l'**ANNEXE B**.

Selon le **Tableau 5**, la teneur moyenne en chrome des échantillons GT-4 (n=34) était de 81 mg/kg et, comme le montre le **Tableau 4**, 11 % des échantillons GT-4 présentaient des teneurs en chrome supérieures à la valeur du critère de fond régional de 100 mg/kg. De même, dans les échantillons du GT-3, 15 % des échantillons présentaient des teneurs en chrome supérieures à leurs critères comparatifs respectifs, avec une teneur moyenne en chrome de 82 mg/kg dans tous les échantillons du GT-3. Aucun échantillon de l'extension Flamb-1/Flamb-1 ne présentait une teneur en chrome supérieure à la valeur de fond comparative.

À l'exception du chrome des échantillons GT-3 et GT-4, aucun autre paramètre n'était présent à des teneurs en solides supérieures à leur valeur de référence comparative dans plus de 10 % des échantillons prélevés dans l'un ou l'autre des sites d'emprunt.

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall

REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1

Tableau 4: Site Windfall, Banc d'emprunt - Résumé de la teneur en solides, proportion d'échantillons dont la teneur est supérieure aux critères de base

Paramètre	Unité	Valeurs des critères de sélection (MELFCC, 2021)	Gravtest-4	Gravtest-3	Flamb-1 / Flamb-1E
			(n=37)	(n=34)	(n=22)
Fluoride	mg/kg	200	0%	0%	0%
Bromide	mg/kg	6	0%	0%	0%
Mercury	mg/kg	0.3	0%	0%	0%
Silver	mg/kg	0.5	0%	0%	0%
Aluminium	mg/kg	--	0%	0%	0%
Arsenic	mg/kg	5	0%	0%	0%
Boron	mg/kg	--	0%	0%	0%
Barium	mg/kg	240	0%	0%	0%
Beryllium	mg/kg	--	0%	0%	0%
Bismuth	mg/kg	--	0%	0%	0%
Calcium	mg/kg	--	0%	0%	0%
Cadmium	mg/kg	0.9	0%	0%	0%
Cobalt	mg/kg	30	0%	0%	0%
Chromium	mg/kg	100	11%	15%	0%
Copper	mg/kg	65	0%	0%	0%
Iron	mg/kg	--	0%	0%	0%
Potassium	mg/kg	--	0%	0%	0%
Lithium	mg/kg	--	0%	0%	0%
Magnesium	mg/kg	--	0%	0%	0%
Manganese	mg/kg	1000	0%	0%	0%
Molybdenum	mg/kg	8	0%	0%	0%
Sodium	mg/kg	--	0%	0%	0%
Nickel	mg/kg	50	0%	0%	0%
Phosphorus	mg/kg	--	0%	0%	0%
Lead	mg/kg	40	0%	0%	0%
Antimony	mg/kg	--	0%	0%	0%
Selenium	mg/kg	3	0%	0%	0%
Tin	mg/kg	5	0%	0%	0%
Strontium	mg/kg	--	0%	0%	0%
Titanium	mg/kg	--	0%	0%	0%
Thallium	mg/kg	--	0%	0%	0%
Uranium	mg/kg	--	0%	0%	0%
Vanadium	mg/kg	--	0%	0%	0%
Zinc	mg/kg	150	0%	2.90%	0%

Note: Les valeurs ombragées indiquent que le paramètre a plus de 10% d'échantillons supérieurs au critère comparatif.

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall

REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1

Table 5: Site Windfall, Banc d'emprunt – Résumé de la teneur en chrome.

Paramètre	Statistic	Valeurs des critères de sélection (MELFCC, 2021)	Gravtest-4 (n=37)	Gravtest-3 (n=34)	Flamb-1 / Flamb-1E (n=22)
Chrome (mg/kg)	Average	100	81	82	70
	Standard Deviation		18	17	8
	Minimum		62	43	56
	Maximum		140	120	90
	25th Percentile		72	70	65
	75th Percentile		82	93	75

Note: Les teneurs en solides à des valeurs supérieures au critère comparatif sont indiquées en gras.

Essais de lixiviation SPLP et CTEU-9

Le sous-ensemble d'échantillons de GT-3 (n=5) et GT-4 (n=4) dont les teneurs en chrome de solides sont supérieures à la valeur de référence des teneurs en solides du « critère A » (100 mg/kg) a été soumis à des tests de lixiviation SPLP et CTEU-9. Le lixiviat a été analysé pour déterminer les concentrations de chrome (III) et de chrome (VI) car la résurgence dans l'eau de surface (RES) selon le « *Guide d'intervention* » **Annexe 7** sont considérablement différents avec un résultat pour le RES du chrome (III) de 1 mg/L ainsi que pour un résultat de RES chrome (VI) de 0.016 mg/L.

Un résumé des résultats de la lixiviation du chrome est fourni au **Tableau 6** et les résultats de la lixiviation du chrome de la SPLP et du CTEU-9 sont présentés sous forme de graphiques de la **Figure 9** à la **Figure 12**. L'ensemble des résultats de la SPLP et de la CTEU-9 concernant la qualité de l'eau pour tous les paramètres est inclus à l'**ANNEXE B**.

Aucun échantillon ne présentait des concentrations de lixiviats SPLP et CTEU-9 supérieures à la valeur de référence selon le « *Guide d'intervention* » **Annexe 7** et les critères de qualité du Chrome (III) et du Chrome (VI).

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall

REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1

Tableau 6: Windfall Site, Banc d'emprunt– Résumé des concentrations de Chrome (III) et Chrome (VI) des essais SPLP et CTEU-9 (n=9)

Paramètre	Statistique	Valeurs des critères de sélection (MELFCC, 2021)	SPLP		CTEU-9	
			Gravtest-4 (n=4) ¹	Gravtest-3 (n=5)	Gravtest-4 (n=4)	Gravtest-3 (n=5)
Chrome VI (mg/L)	Moyenne	0.016	<0.0002	<0.0002	0.0012	0.0022
	Écart type		--	--	0.00031	0.003
	Minimum		<0.0002	<0.0002	0.0009	0.0007
	Maximum		<0.0002	0.0002	0.0016	0.0075
	25 ^{ème} percentile		<0.0002	<0.0002	0.00098	0.0008
	75 ^{ème} percentile		<0.0002	<0.0002	0.0012	0.001
Chrome III (mg/L)	Moyenne	1	<0.0002	<0.0002	0.011	0.0065
	Écart type		--	--	0.0061	0.0024
	Minimum		<0.0002	<0.0002	0.0039	0.0024
	Maximum		<0.0002	<0.0002	0.019	0.01
	25 ^{ème} percentile		<0.0002	<0.0002	0.0084	0.0041
	75 ^{ème} percentile		<0.0002	<0.0002	0.015	0.0082

Note:

Les limites de détection de la méthode SPLP pour le chrome VI et le chrome III sont de 0,0002 mg/L.

- 1) Les concentrations SPLP du GT4-9 utilisées pour calculer les statistiques sommaires ci-dessus représentent les concentrations moyennes de l'échantillon et des résultats des duplicatas, comme indiqué dans à l'**annexe D**.

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall

REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1

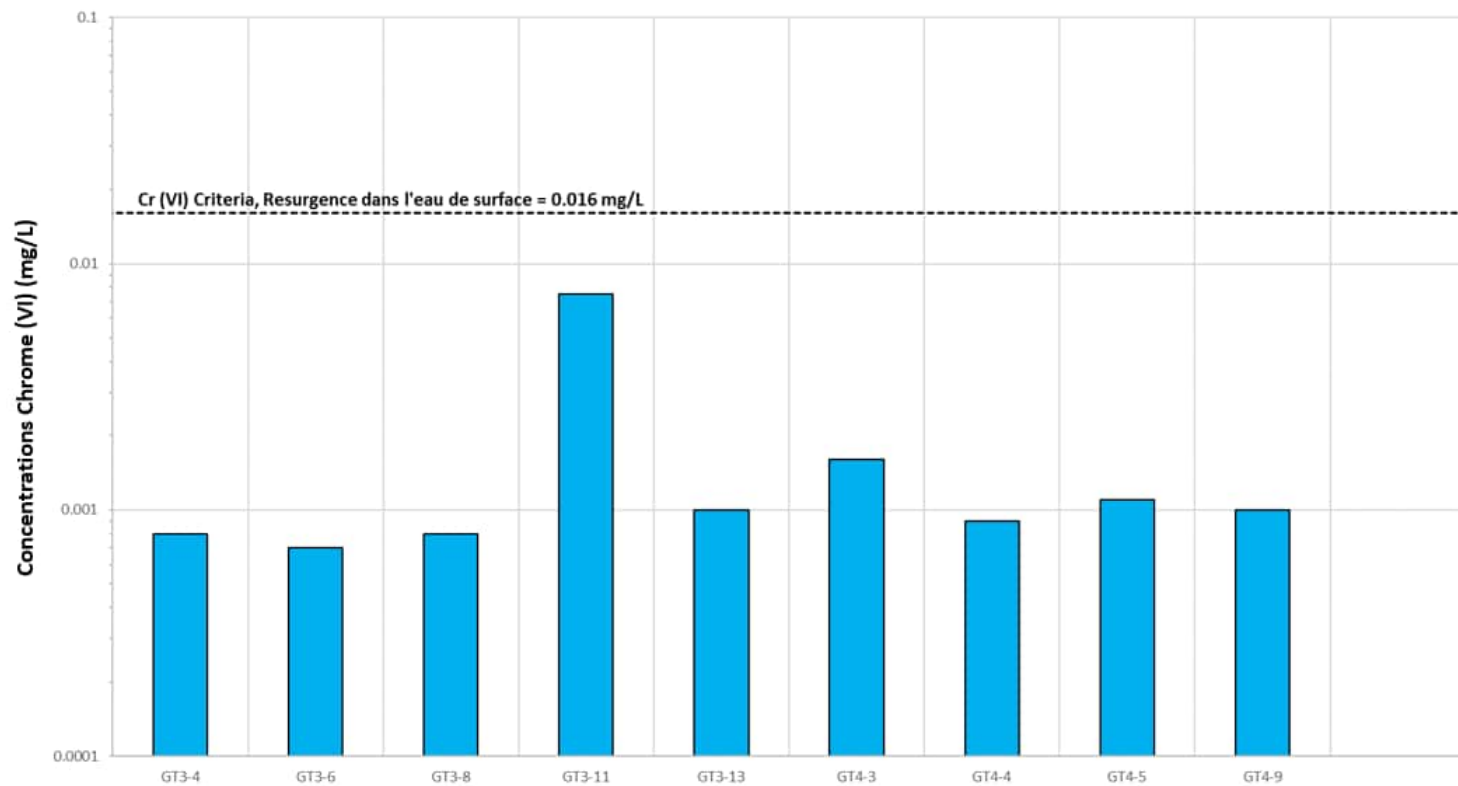


Figure 9: Site Windfall, Banc d'emprunt – Concentrations de Chrome (VI) selon CTEU-9

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall

REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1

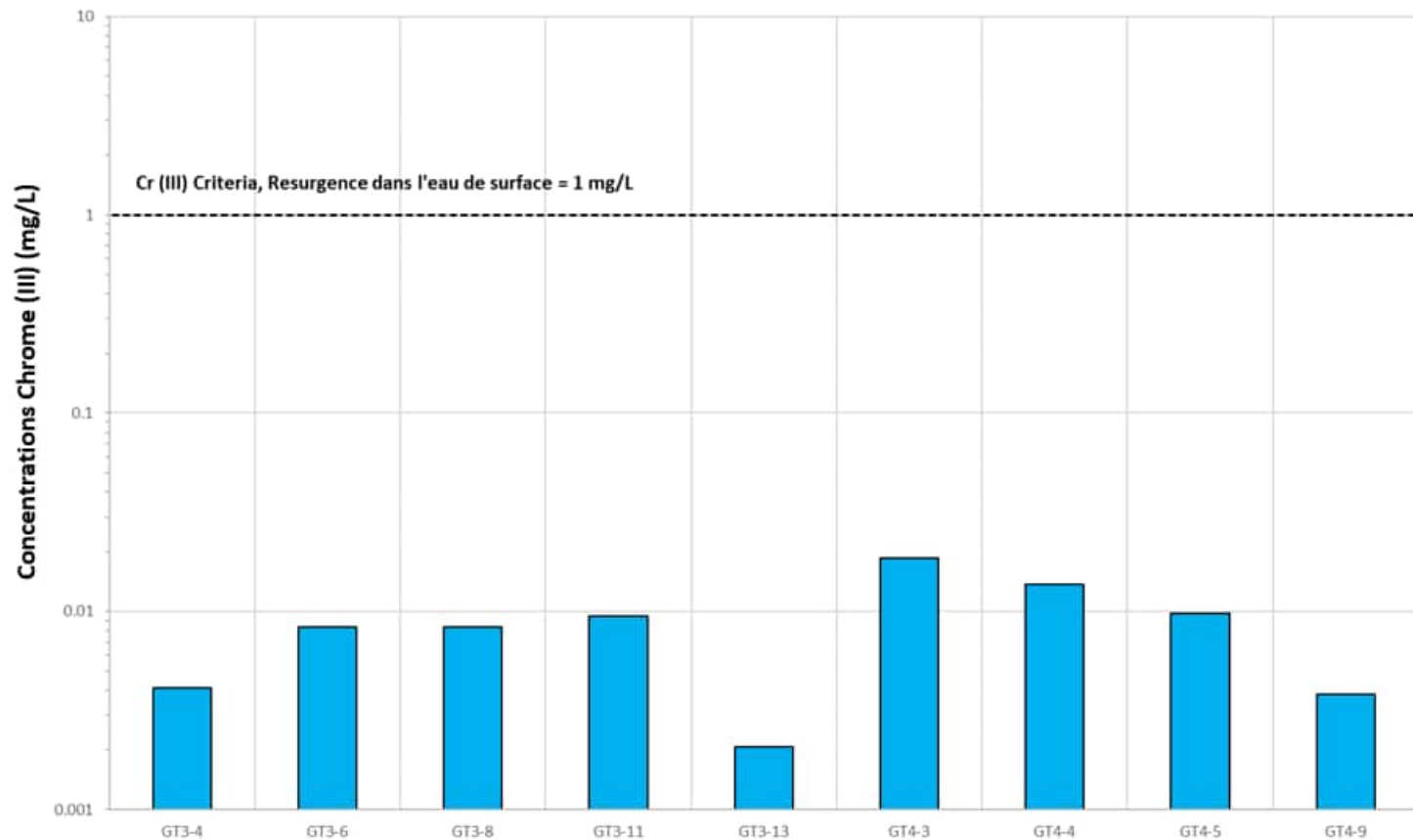


Figure 10: Site Windfall, Banc d'emprunt – Concentrations CTEU-9 Chrome (III) selon CTEU-9

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall

REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1

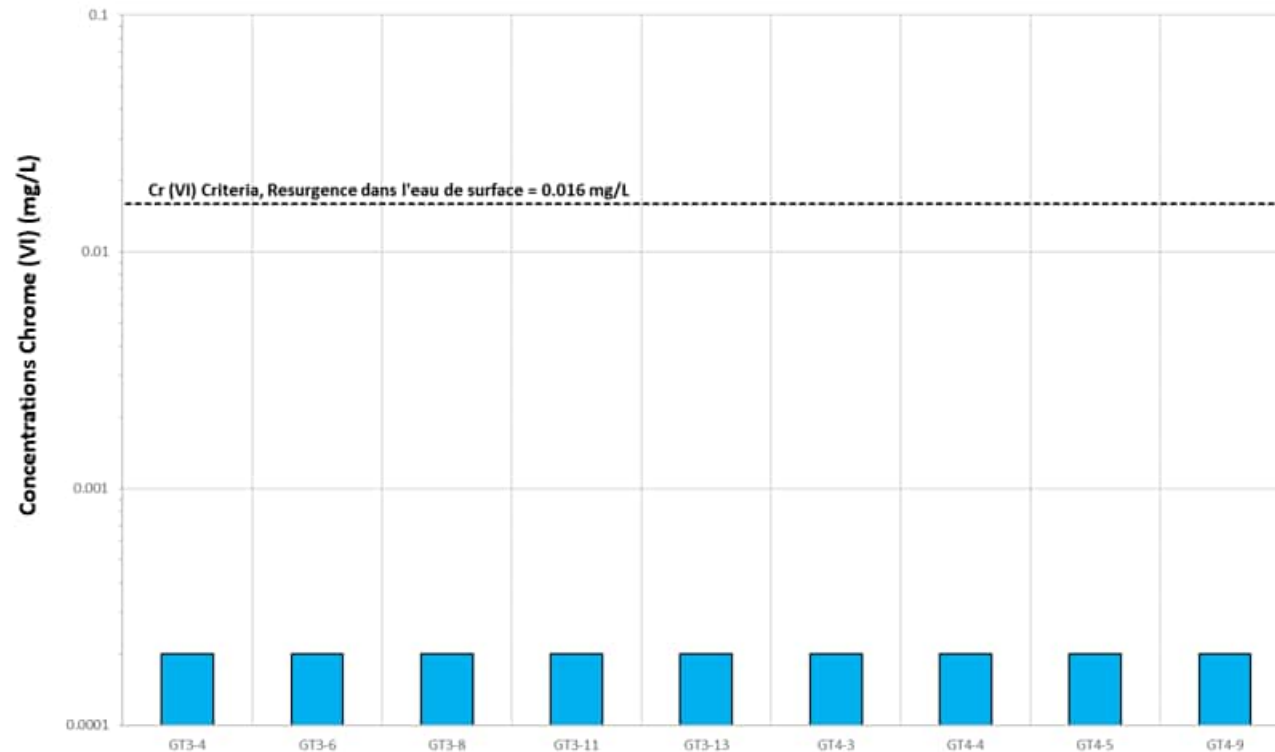


Figure 11: Site Windfall Site, Banc d'emprunt - Concentrations Chrome (VI) selon SPLP

Note:

Les concentrations de GT4-9 utilisées pour calculer les statistiques sommaires ci-dessus représentent les concentrations moyennes de l'échantillon et les résultats des duplicatas, comme indiqué dans l'**ANNEXE D**.

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall

REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1

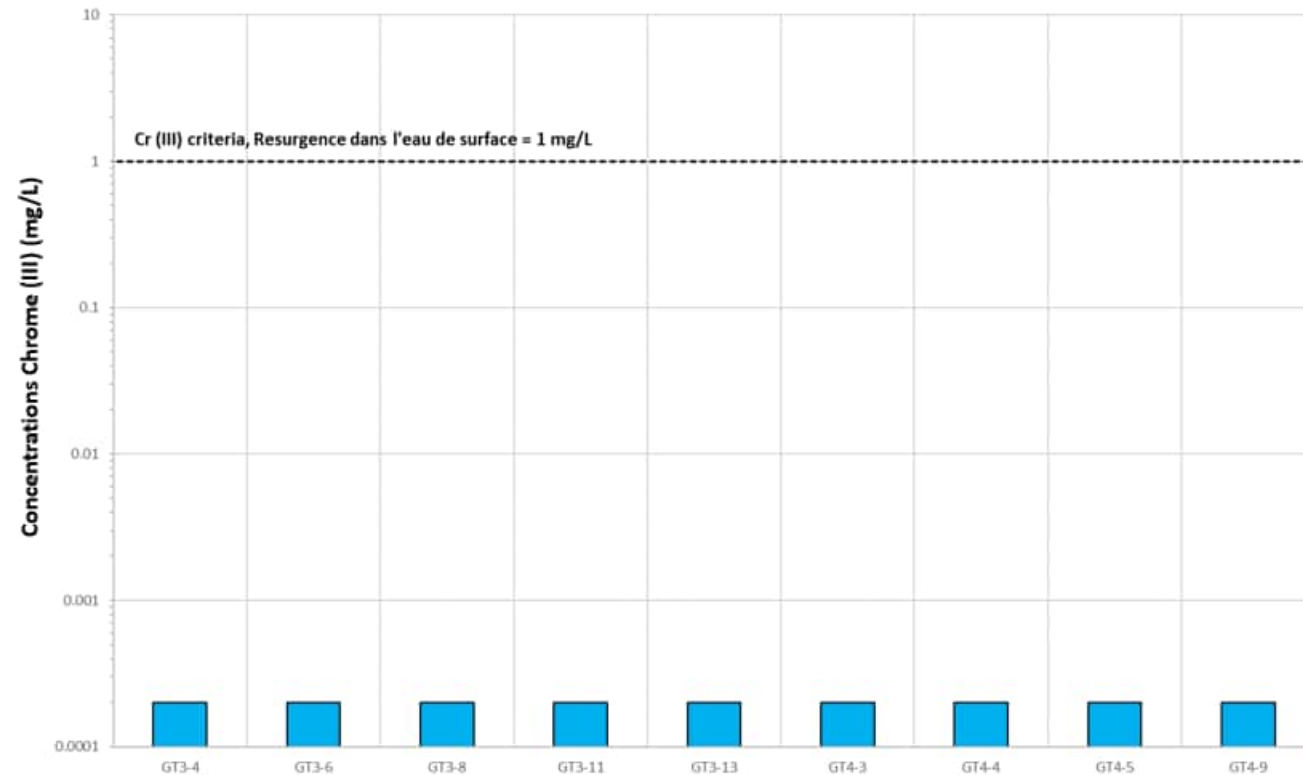


Figure 12: Site Windfall. Matériaux du Banc d'emprunt - Concentrations Chrome (III) selon SPLP

Note:

Les concentrations du GT4-9 utilisées pour calculer les statistiques sommaires ci-dessus représentent les concentrations moyennes de l'échantillon et des résultats des duplicatas, comme indiqué dans l'**ANNEXE D**.

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall



REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1

INTERPRETATION DES RESULTATS

Une évaluation des matériaux du site d'emprunt a permis d'identifier que tous les échantillons évalués sont considérés comme non générateurs d'acide avec des teneurs totales en soufre inférieures à 0,04%, la chose qui considérée non PAG selon le « *Guide de caractérisation* ». Dans l'ensemble, à partir d'une approche de caractérisation du rapport PN/PA de Price (2009), il est noté que presque tous les échantillons caractérisés de chaque zone de puits d'emprunt, à l'exception d'un seul échantillon de GT-4, étaient non-acidogènes avec des valeurs Sobek NPR et Carb-NPR supérieures à 2.

Une évaluation de l'analyse des teneurs en solides a révélé que la teneur en chrome (**tableau 4**) des matériaux d'emprunt GT-3 et GT-4 est parfois supérieure (15 % et 11 % des échantillons) au critère de base comparatif de 100 mg/kg pour le chrome total. Compte tenu de ces teneurs en solides, tous les échantillons dont les teneurs en solides en chrome étaient supérieures à 100 mg/kg ont été soumis à des tests de lixiviation SPLP et CTEU 9 afin d'étayer la caractérisation des matériaux.

Les concentrations des tests de lixiviation de la SPLP et du CTEU-9 ont été comparées aux critères « RES » du « *Guide d'intervention* » (MELCCFP, 2021). Cette comparaison a révélé que tous les tests SPLP et CTEU-9 ont produit des lixiviats avec des concentrations sensiblement inférieures aux valeurs des critères comparatifs pour le Cr (III) et le Cr (VI).

Compte tenu de la teneur en solides et de la caractérisation SPLP et CTEU-9 conformément au « *Guide de caractérisation* », les matériaux des puits d'emprunt GT-3, GT-4 et Flamb-1/Flamb-1 Extension ne sont pas considérés comme lixiviables.

La **Figure 13** présente une interprétation schématique des résultats de la caractérisation de la lixiviation de cette évaluation pour chacune des caractérisations GT-3, GT-4 et Flamb-1/Flamb-1 Extension, adaptée de la **figure 4.2** du « *Guide de caractérisation* ».

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall

REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1

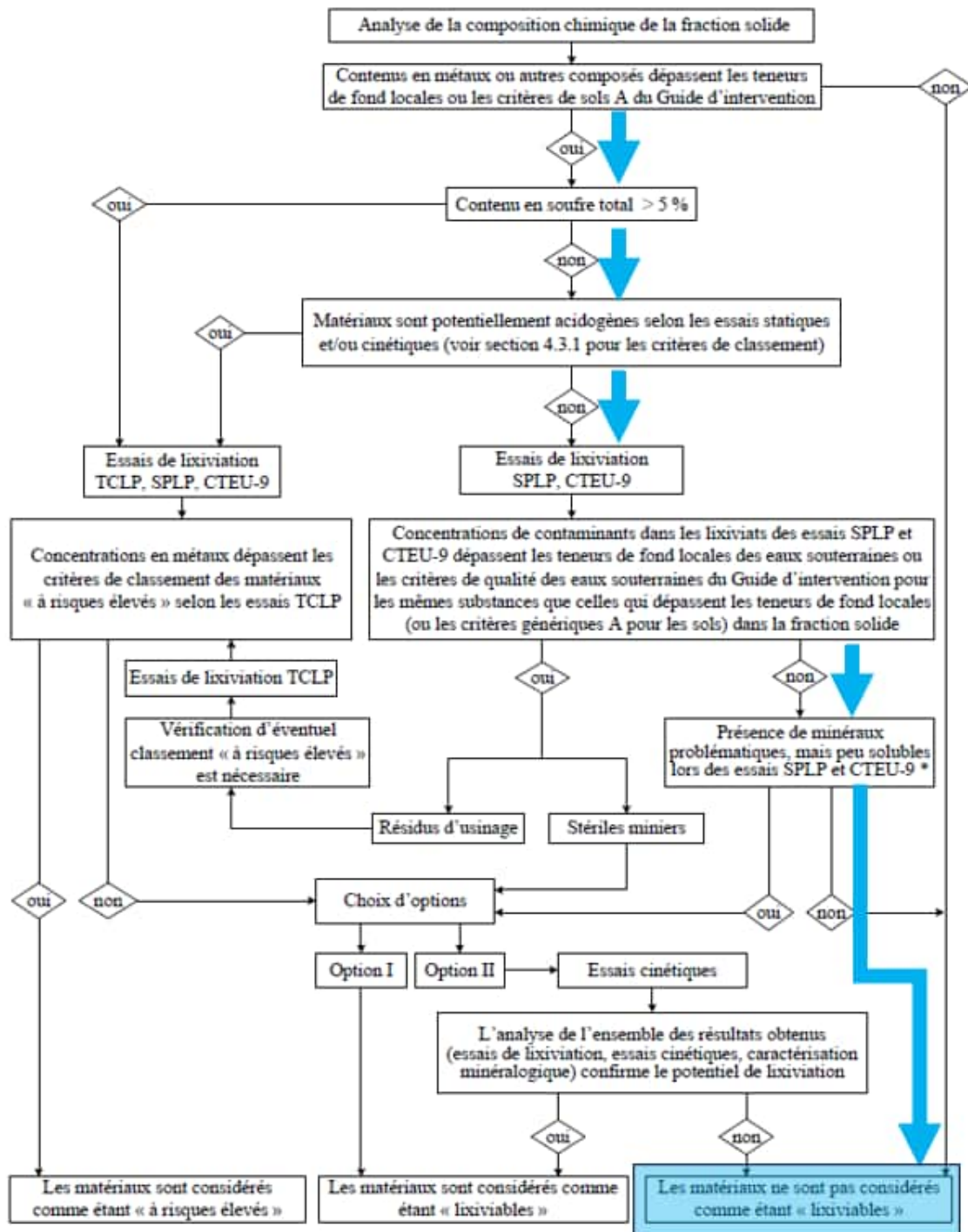


Figure 13: Site Windfall, Banc d'emprunt - Évaluation du potentiel de lixiviation et classement des matériaux selon le « Guide de caractérisation » (MELFCC, 2020) Figure 4.2

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall



REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1

CONCLUSIONS

En résumé, les matériaux d'emprunt potentiels des zones GT-3, GT-4 et Flamb 1/Flamb 1 Extension sont considérés comme présentant un risque faible selon le « *Guide de caractérisation* » bien qu'il soit reconnu que la caractérisation des matériaux d'emprunt ne soit pas requise, selon tel qu'indiqué dans le « *Guide de caractérisation* ».

Les matériaux des zones GT-3, GT-4 et Flamb 1/Flamb 1 Extension ont été identifiés comme ayant des caractéristiques favorables à la construction sur le site et n'ont pas été précédemment affectés par des activités humaines. Les matériaux sont considérés comme étant non générateurs d'acide, non lixiviables, ne contenant pas de cyanure, non contaminés par des composés organiques, non radioactifs et non inflammables.

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall



REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1

REFERENCES

CEAE (Centre d'expertise en Analyse Environnementale du Québec) 2014. *Détermination du pouvoir neutralisant, du potentiel de génération d'acide et du potentiel acidogène d'un solide, MA. 110 – ACISOL 1.0, Rév. 4*, Ministère du Développement durable et de la Lutte contre les changements climatiques, 17 p.

MELCCFP (Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs) 2021. *Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai*, Gouvernement du Québec. Juin 2020.

MELCCFP (Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs) 2021. *Guide d'intervention. Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés*, Gouvernement du Québec. Mai 2021.

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

WSP, 2023a. *Addendum 1: Responses to MELCCFP Recommendations and Comments, Volume 1*. CA0004658.7070. December 2023.

WSP, 2023b. *Geochemical Characterization of Ore and Waste Materials for the Windfall Project, Québec*, WSP. GAL 137-2148985706-RA-Rev1. 10 March, 2023.

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall



REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1

ANNEXE A – COORDONNÉES DE L'ÉCHANTILLON ET INTERVALLES DE PROFONDEUR

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall



REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1

ANNEXE B – RÉSULTATS DES DONNÉES DE LABORATOIRE

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall



REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1

ANNEXE C – CERTIFICATS D'ANALYSE DE LABORATOIRE

DATE: 23 September 2024

À: Groupe Minier Windfall



REF: Caractérisation géochimique des matériaux d'emprunt GT-4, GT-3, Flamb-1 et de l'extension de Flamb-1

ANNEXE D – GT4-9 RESULTATS DE L'ÉCHANTILLON SPLP

ANNEXE

RQC1-2

*PROJET WINDFALL - MISE À JOUR SUR
LES RÉSULTATS DE LA CELLULE HUMIDE
DES RÉSIDUS*

29 février 2024

Projet Windfall - Mise à jour sur les résultats de la cellule humide des résidus

CAWL-PRES-WM-0612-AA



Résumé

La cellule humide (CIL 13 CND), composée d'un échantillon de résidus composites représentatif du minéral provenant du secteur minéralisé Lynx 4 High Part, a été initiée en 2021. Cette cellule a subi 140 semaines de tests jusqu'à présent.

L'échantillon de résidus est 'potentiellement acidogène' avec une teneur initiale en sulfure-soufre de 3,3 % en poids, et il est attendu que le lixiviat devient acide lors de la consommation du potentiel de neutralisation restant.

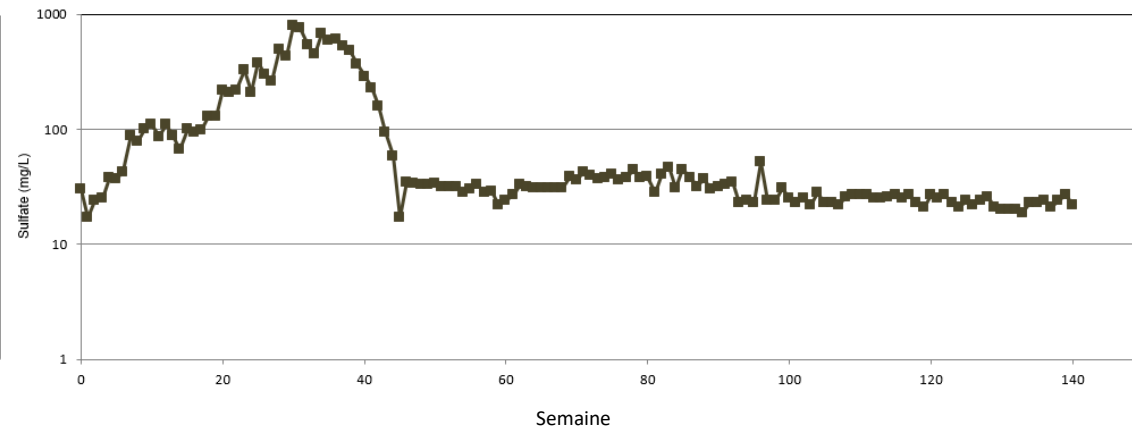
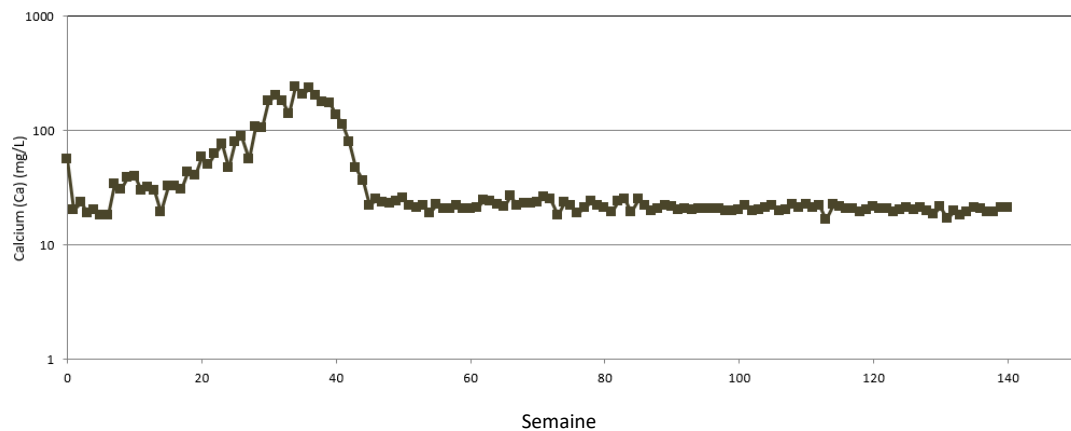
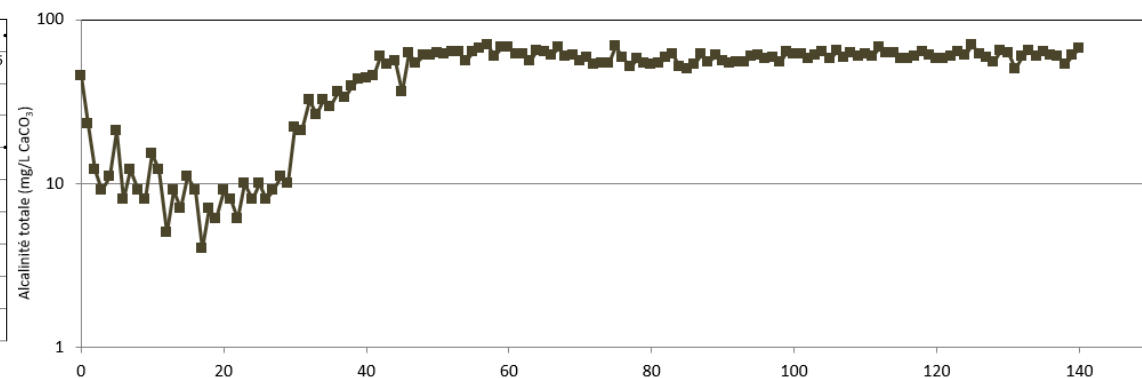
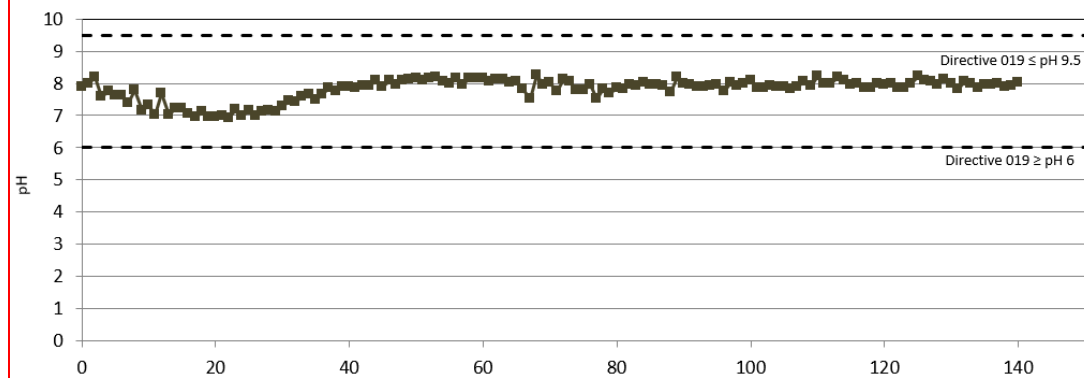
Il est recommandé que la cellule humide reste en opération pour observer le moment de l'acidification et les comportements ultérieurs des paramètres DMA/LM.

Les diapositives suivantes résument les résultats des tests cinétiques de la cellule CIL 13 CND.

Drainage Minier Acide

Les observations suivantes ont été faites à partir des indicateurs clés du drainage minier acide (DMA) :

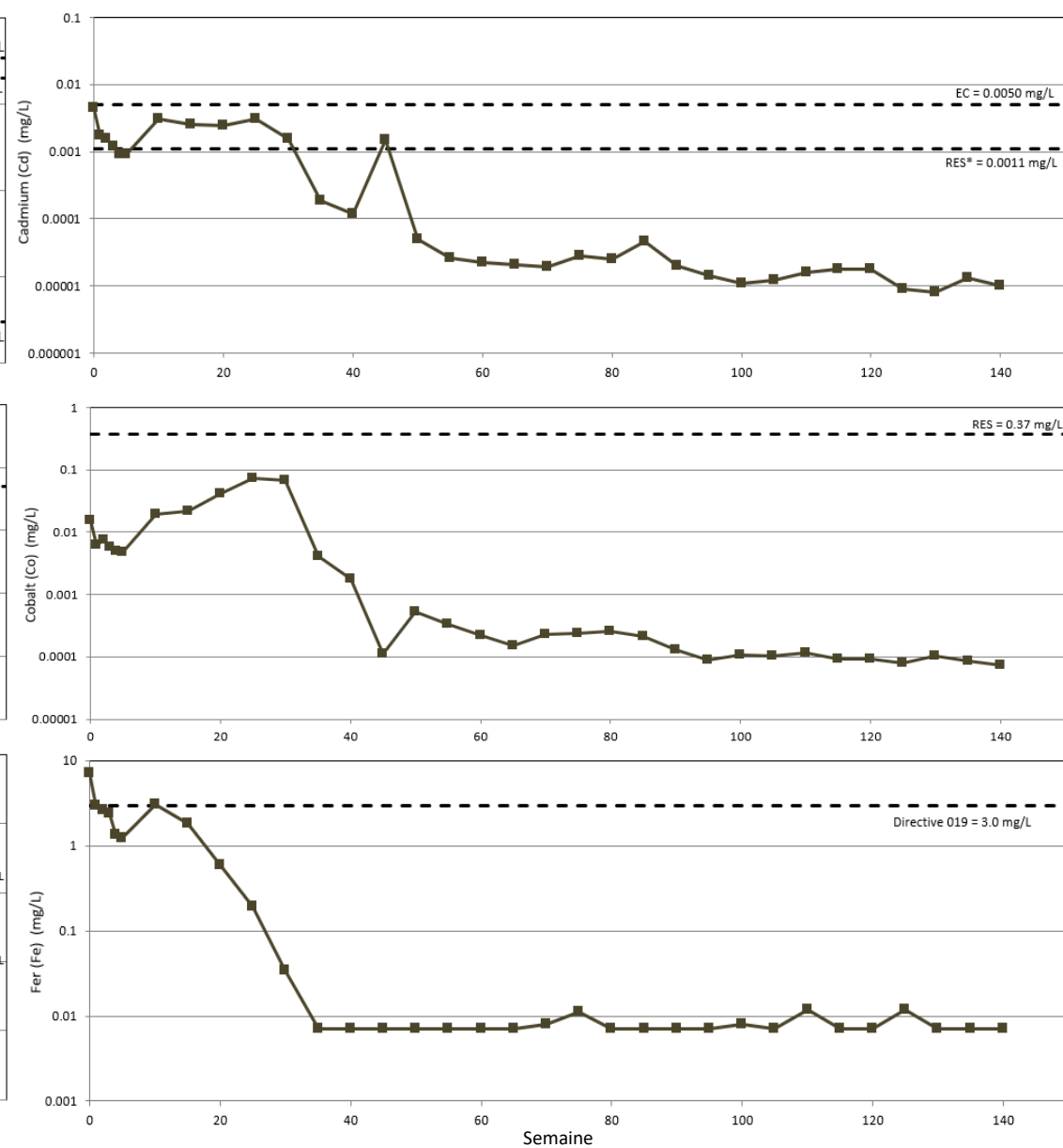
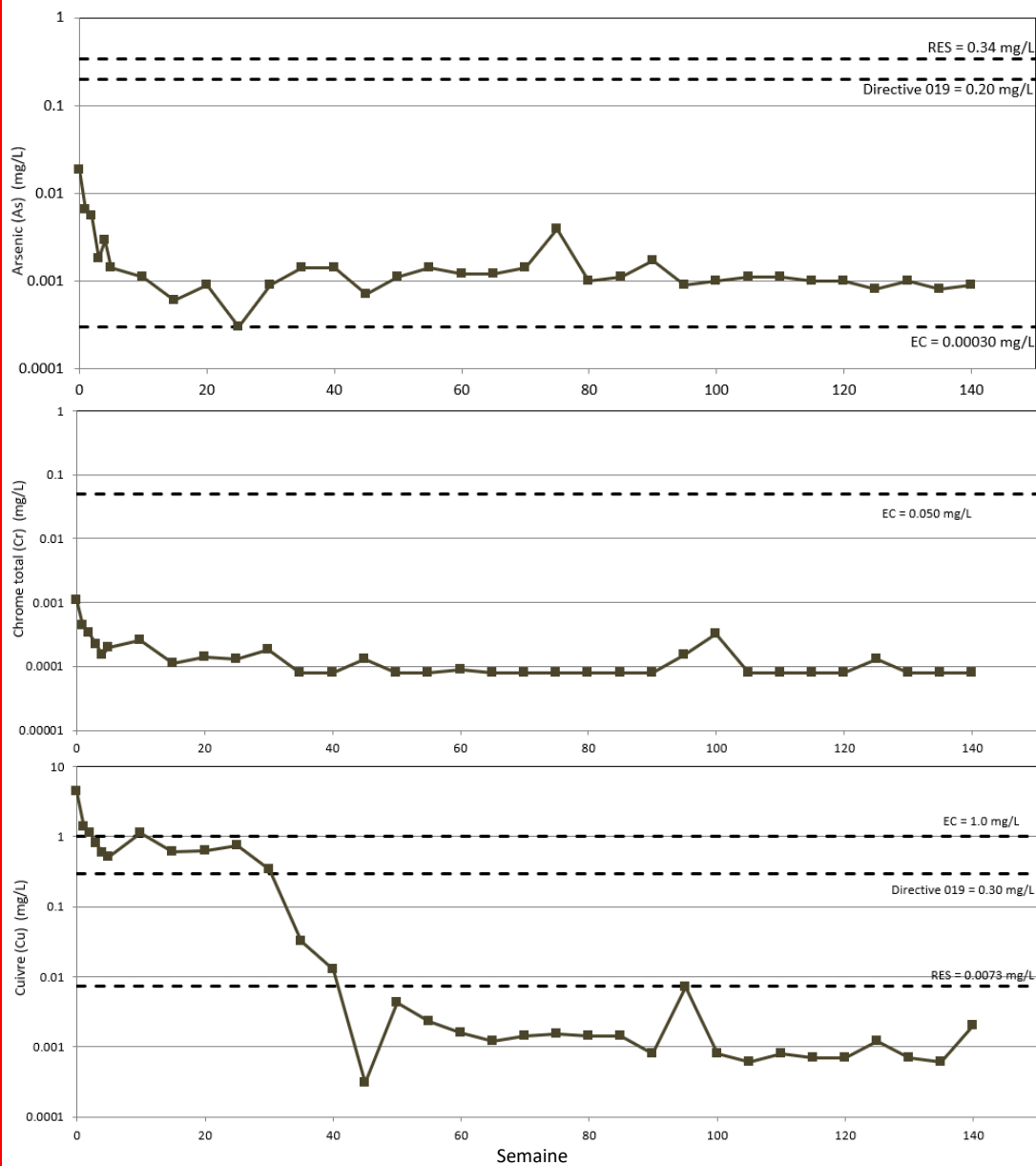
- Une diminution initiale du pH et de l'alcalinité a été observée conjointement avec une augmentation de la libération du sulfate.
 - Il a été interprété que ces comportements anormaux des indicateurs du DMA pourraient résulter de la consommation initiale d'une phase sulfurée à l'état de trace, ou de la libération retardée du pouvoir tampon d'un minéral tampon alternatif.
- Pour le reste des tests, le pH est demeuré neutre et les paramètres du DMA sont restés stables.
- Des exemples sont présentés dans les diapositives suivantes.

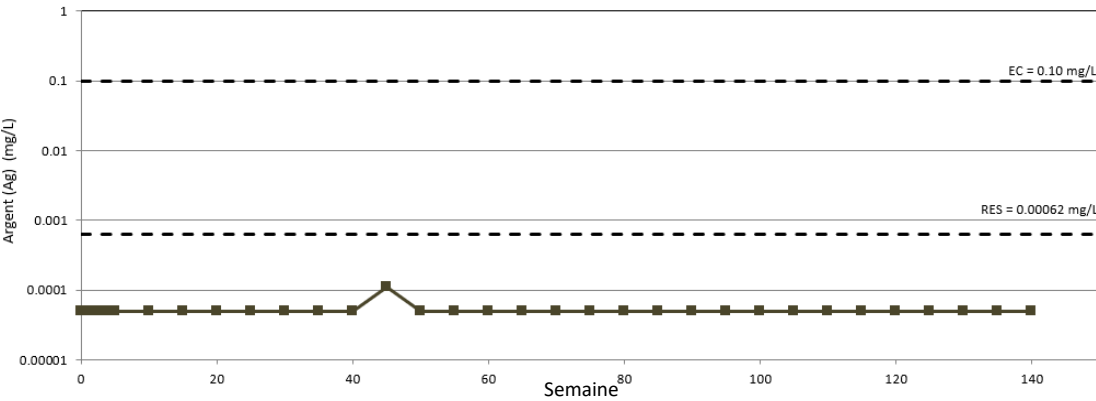
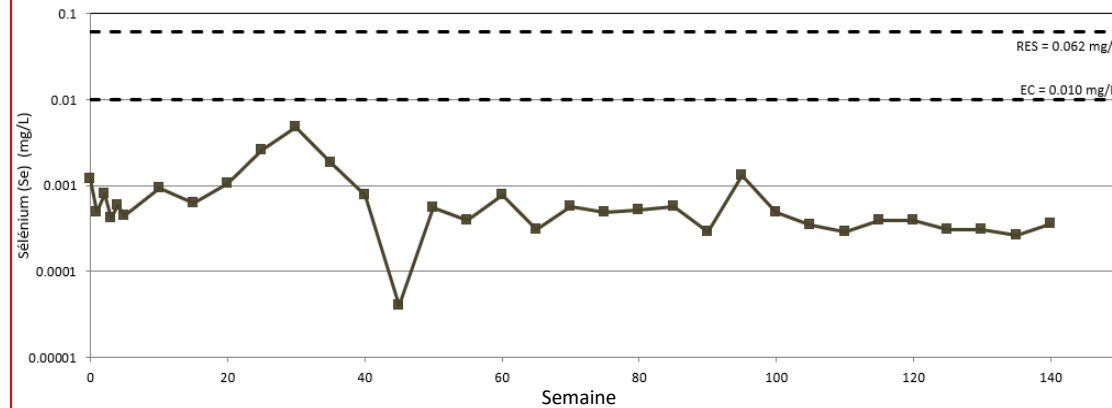
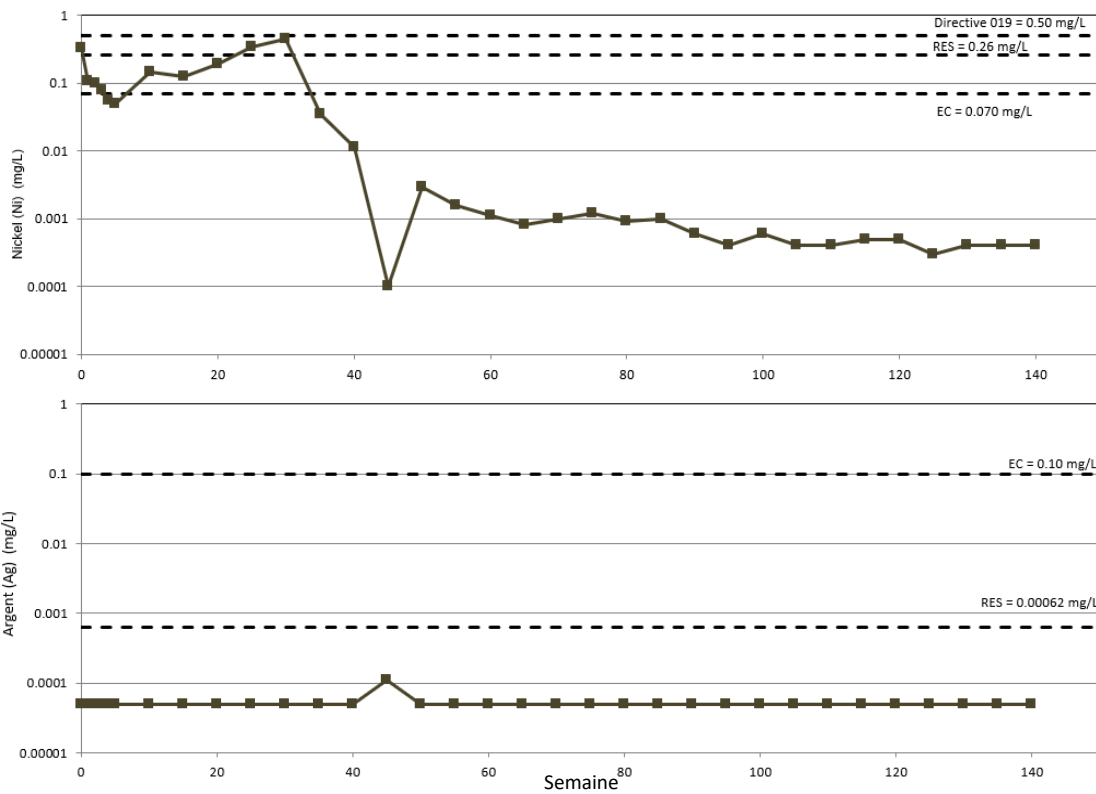
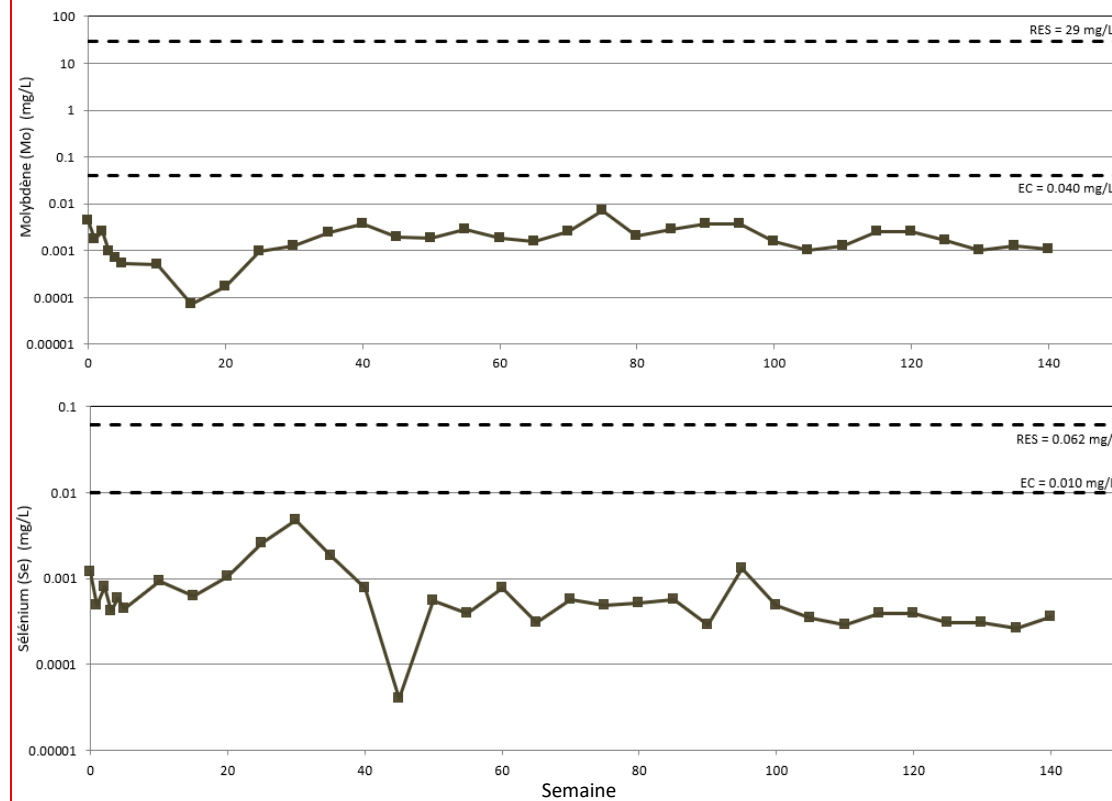
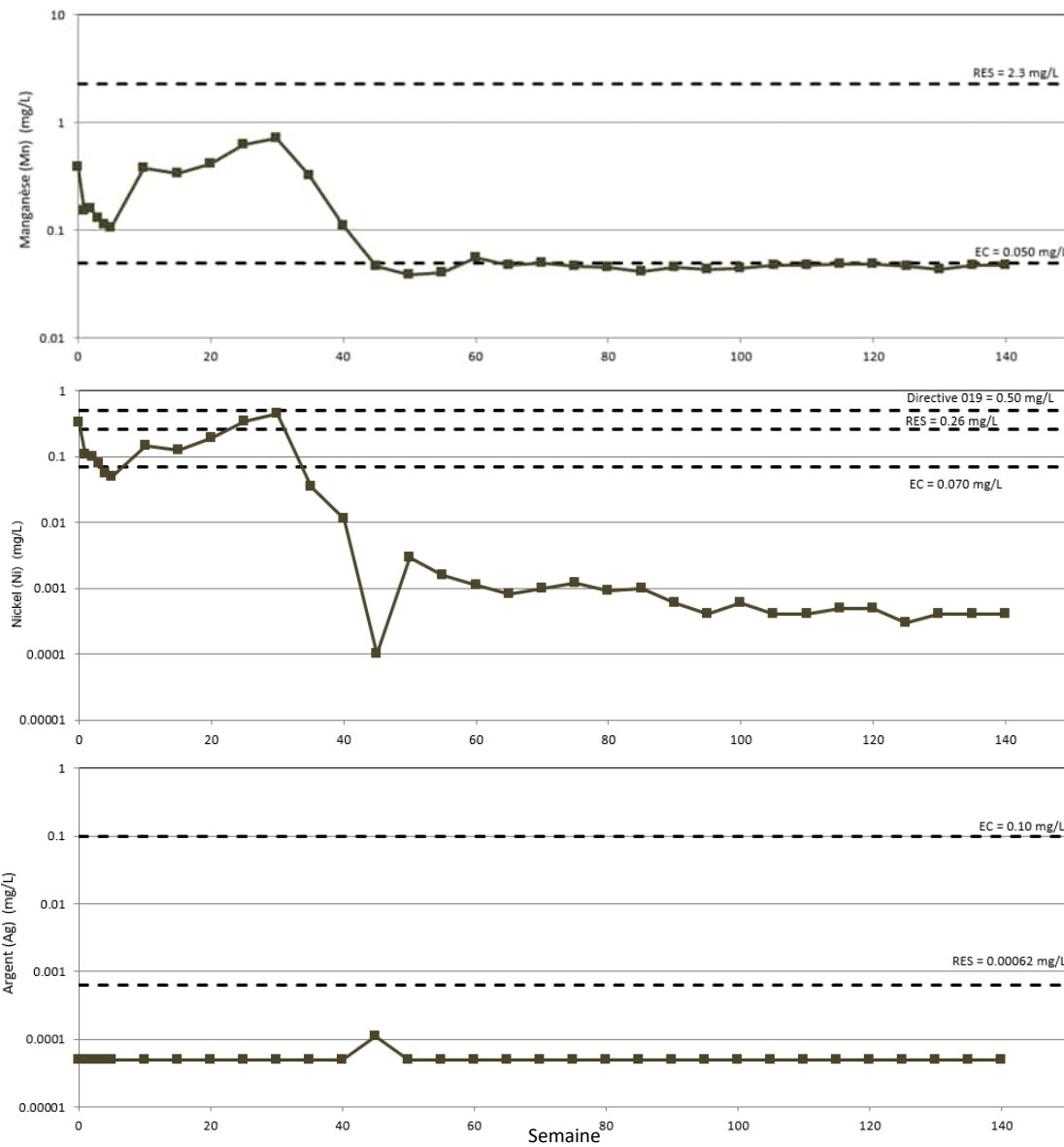
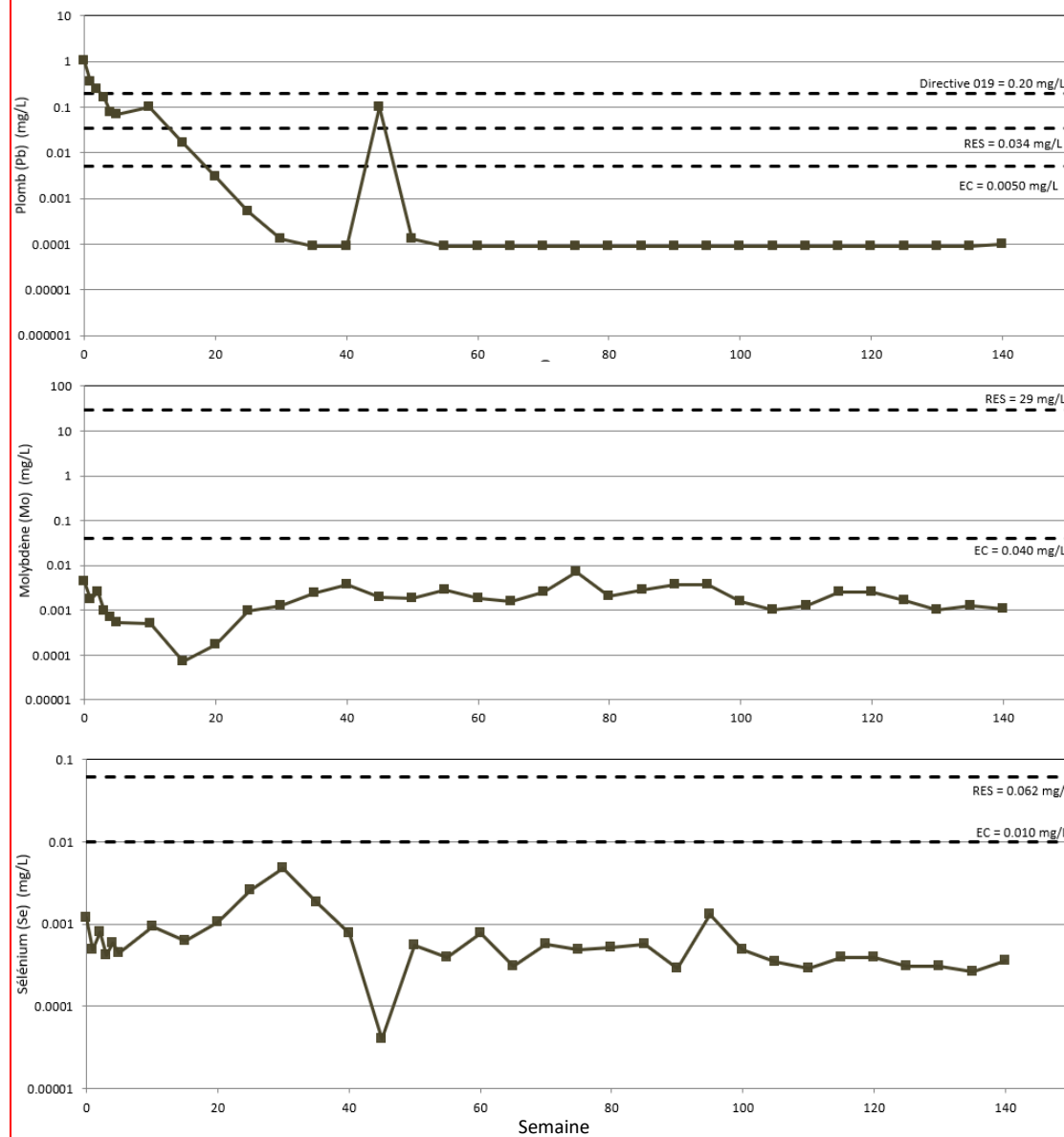


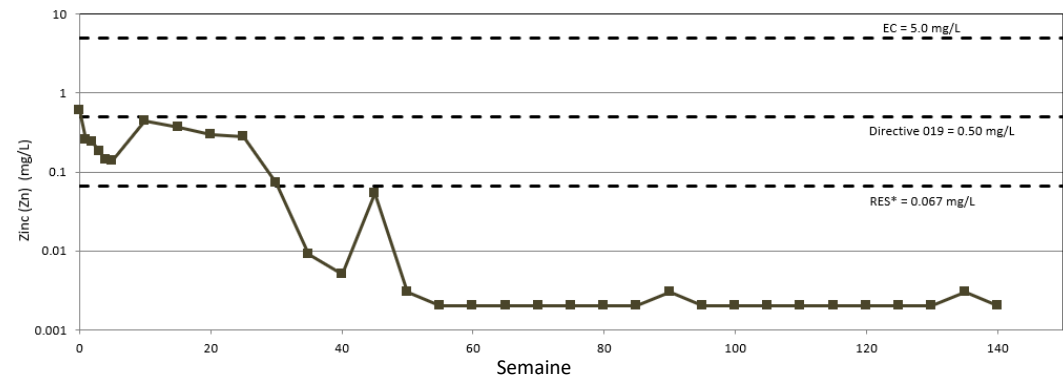
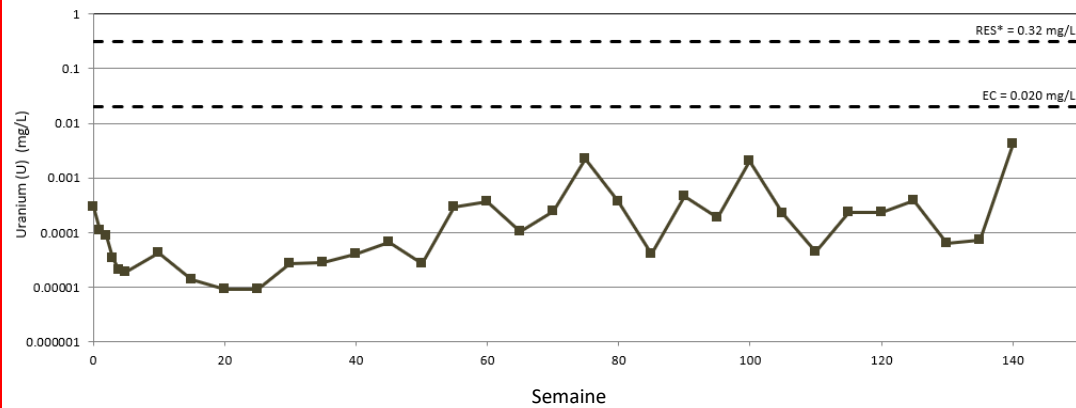
Lixiviation de Métaux

Les observations suivantes ont été faites à partir des indicateurs clés de la lixiviation des métaux (LM) :

- La lixiviation de la plupart des métaux a diminué au cours des premières semaines des tests, et elle est restée stable depuis.
- Des exemples sont présentés dans les diapositives suivantes.







Merci



wsp.com

ANNEXE

RQC3

ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE POUR LA
CONCEPTION DU PARC À RÉSIDUS
MINIERS (NIVEAU FAISABILITÉ)

GROUPE MINIER WINDFALL

PROJET MINIER WINDFALL

ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE POUR LA CONCEPTION
DU PARC À RÉSIDUS MINIERS (NIVEAU FAISABILITÉ)

TERRITOIRE D'EEYOU ISTCHEE BAIE-JAMES

OCTOBRE 2024

RÉFÉRENCE WSP : WSP132-2148985706-RF-REV4





GROUPE MINIER WINDFALL

PROJET MINIER WINDFALL
ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE POUR LA
CONCEPTION DU PARC À RÉSIDUS
MINIERS (NIVEAU FAISABILITÉ)

TERRITOIRE D'EEYOU ISTCHEE BAIE-JAMES

RÉFÉRENCE WSP : WSP132-2148985706-RF-REV4

OCTOBRE 2024

WSP CANADA INC.
3E ÉTAGE
7250, RUE DU MILE END
MONTRÉAL (QUÉBEC) H2R 3A4
CANADA

TÉLÉPHONE : +1-514-383-0990

WSP.COM

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR

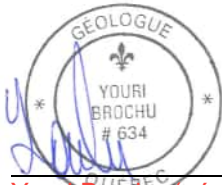


Sylvain Gagné (géo., M.Sc.)
Hydrogéologue

7 octobre 2024

Date

RÉVISÉ PAR



Youri Brochu (géo., M.Sc.A.)
Hydrogéologue principal

7 octobre 2024

Date

[https://wsponlinecan.sharepoint.com/sites/ca-ca00046587070/shared documents/06. livrables/400.x_hydrogeo_par/01_preliminaire/rev3/gal132-2148985706-rev3 - hydrogéologie par.docx](https://wsponlinecan.sharepoint.com/sites/ca-ca00046587070/shared%20documents/06.%20livrables/400.x_hydrogeo_par/01_preliminaire/rev3/gal132-2148985706-rev3-hydrogéologie%20par.docx)

LIMITATIONS

Les conditions générales ainsi que les limitations à la présente étude sont présentées dans le document intitulé « Conditions générales et limitations – Rapport de modélisation hydrogéologique », joint à l’annexe B.

CLIENT

GROUPE MINIER WINDFALL

Vice-présidente, Environnement et
Relations communautaires

Andréanne Boisvert, géographe, M. A.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

WSP CANADA INC. (WSP)

Directrice de projet (n° CA0023271.9538) –
Environnement
(Intégration à l'étude d'impact sur l'environnement)

Marie-Hélène Brisson, biologiste

Directeur de projet

Youri Brochu (géo., M.Sc.A.), hydrogéologue principal

Révision

Youri Brochu (géo., M.Sc.A.), hydrogéologue principal

Rédaction principale et traitement des données

Sylvain Gagné (géo. M.Sc.) hydrogéologue

Cartographie et géomatique

Patrick Johnston
Céline Pierre

RÉFÉRENCE À CITER

WSP. 2024. Projet minier Windfall. Étude hydrogéologique pour la conception du parc à résidus miniers (niveau faisabilité). Territoire d'Eeyou Istchee Baie-James. Rapport produit pour Groupe Minier Windfall.
Référence WSP : WSP132-2148985706-RF-Rev4. 25 pages et annexes.

TABLE DES MATIÈRES

1	Introduction	1
1.1	Objectifs	1
1.2	Préambule	1
1.3	Localisation de la zone d'étude	2
1.4	Concept du parc à résidus miniers et mesures de mitigation initiales	2
2	Contexte hydrogéologique	5
2.1	Description physique	5
2.2	Géologie des dépôts meubles	5
2.3	Géologie du socle rocheux	5
2.4	Hydrostratigraphie	5
2.5	Niveau de l'eau souterraine et directions d'écoulement	6
2.6	Propriétés hydrogéologiques	7
2.6.1	Conductivité hydraulique des dépôts meubles et du roc	7
2.6.2	Propriétés hydrauliques des résidus miniers	7
2.6.3	Propriétés hydrauliques de la géomembrane	7
2.7	Recharge	8
2.8	Propriétés géochimiques des résidus miniers et critères de comparaison	10
3	Modélisation hydrogéologique	11
3.1	Détails du modèle utilisé	11
3.1.1	Nappe phréatique	11
3.1.2	Transport de contaminants	12
3.2	Maillage	12
3.3	Conditions limites	12
3.3.1	Recharge	12
3.3.2	Limites des modèles et modélisation des drains	12
3.3.3	Transport de contaminants	13
3.4	Propriétés hydrauliques et de transport	13
4	Résultats	15
4.1	Percolation de l'eau souterraine sous le parc à résidus miniers	15
4.2	Position de la nappe phréatique	15
4.3	Transport de contaminants	16
4.4	Analyse de sensibilité	17
4.4.1	Variation de la conductivité hydraulique	17
4.4.2	Variation de la concentration source et de la recharge	19
5	Conclusion	23
	Références bibliographiques	25

TABLE DES MATIÈRES

Figures (dans le texte)

Figure 1	Variation mensuelle moyenne de la recharge selon différentes unités hydrostratigraphique	9
Figure 2	a) Détails de la conception du parc à résidus de la coupe 1; et b) Détails de la conception du parc à résidus de la coupe 2. La ligne rouge sous les résidus miniers représente la géomembrane.....	11
Figure 3	a) Position de la nappe phréatique (bleu pâle) stabilisée après 180 mois (15 ans) de simulation transitoire pour la coupe 1; et b) Position de la nappe phréatique (bleu pâle) après 180 mois (15 ans) de simulation transitoire pour la coupe 1 (selon le scénario de référence).....	15
Figure 4	Évolution des concentrations de cuivre dans l'eau souterraine des dépôts meubles et du roc simulées dans le temps à différentes distances en aval hydraulique du parc à résidus pour la coupe 1 (selon le scénario de référence).....	16
Figure 5	Évolution des concentrations de cuivre dans l'eau souterraine des dépôts meubles et du roc simulées dans le temps à différentes distances au nord-ouest et au sud-est du parc à résidus pour la coupe 2 (selon le scénario de référence).....	17
Figure 6	Évolution des concentrations de cuivre simulées dans le temps à différentes distances en aval du pied du parc à résidus pour la coupe 1. Simulation réalisée avec une conductivité hydraulique de la géomembrane multipliée par 10 (selon la première analyse de sensibilité).....	18
Figure 7	Évolution des concentrations de cuivre simulées dans le temps à différentes distances en aval du pied du parc à résidus pour la coupe 2. Simulation réalisée avec une conductivité hydraulique de la géomembrane multipliée par 10 (selon la première analyse de sensibilité).....	18
Figure 8	Évolution des concentrations de cuivre simulées dans le temps à différentes distances en aval du pied du parc à résidus pour la coupe 1. Simulation réalisée avec une concentration en cuivre de 0,248 mg/L dans le PAR (selon la deuxième analyse de sensibilité).	21
Figure 9	Évolution des concentrations de cuivre simulées dans le temps à différentes distances en aval du pied du parc à résidus pour la coupe 2. Simulation réalisée avec une concentration en cuivre de 0,248 mg/L dans le PAR (selon la deuxième analyse de sensibilité).	22

TABLE DES MATIÈRES

Tableaux

Tableau 1	Niveaux d'eau souterraine mesurés dans la zone du PAR (juin 2022)	6
Tableau 2	Propriétés hydrogéologiques des dépôts meubles et du roc	7
Tableau 3	Paramètres de la fonction Fredlung-Xing	7
Tableau 4	Valeurs des paramètres utilisés pour le calcul de la conductivité hydraulique pondérée de la géomembrane	8
Tableau 5	Paramètres utilisés pour le calcul de la recharge	9
Tableau 6	Valeurs annuelles de recharge selon les unités géologiques	9
Tableau 7	Taille des éléments du maillage des deux coupes du modèle numérique	12
Tableau 8	Valeur d'élévation des conditions limites à charge constante	13
Tableau 9	Conditions limites utilisées dans le modèle de transport de contaminants	13
Tableau 10	Propriétés hydrauliques utilisées pour les coupes numériques	13
Tableau 11	Concentration en cuivre (Cu) de la source et recharge utilisée dans le PAR selon les différentes phases d'empilement planifiées lors de sa construction.	20

Annexes

A	Carte
B	Conditions générales et limitations

1 Introduction

En tant que société d'exploration minière et de mise en valeur de propriétés de ressources de métaux précieux au Canada, Groupe Minier Windfall (GMW) souhaite mettre en exploitation un complexe minier comprenant une mine souterraine, afin d'y extraire de l'or et de procéder à son traitement sur place.

GMW a mandaté WSP Canada Inc. (WSP) afin de compléter une étude de modélisation numérique hydrogéologique du parc à résidus miniers projeté (PAR) dans le cadre de l'étude de faisabilité pour la gestion de résidus du projet minier Windfall (le Projet), localisé dans le canton d'Urban, dans le territoire d'Eeyou Istchee Baie-James au Québec.

Cette étude a aussi été réalisée en complément à l'étude d'impact sur l'environnement (ÉIE) du Projet.

1.1 Objectifs

L'objectif principal de cette étude hydrogéologique est d'évaluer que le concept du parc à résidus (PAR) du Projet respectera les exigences de la Directive 019 (D019) sur l'industrie minière (MELCCFP¹, 2012) pour la protection des eaux souterraines. Pour ce faire, un modèle numérique hydrogéologique a été construit dans le cadre d'une étude hydrogéologique, selon les spécifications géotechniques de conception du parc à résidus de l'étude de niveau faisabilité, et ce, afin :

- d'évaluer le débit de percolation de l'eau souterraine sous le PAR miniers du Projet, en lien avec les mesures et objectifs de protection des eaux souterraines de la D019;
- de prédire la position de la nappe phréatique dans le PAR, ce qui servira d'intrant à l'évaluation de la stabilité géotechnique du PAR projeté;
- de prédire le réseau d'écoulement et le transport des contaminants, ceux pouvant potentiellement être lixiviés vers l'eau souterraine depuis les résidus qui seront accumulés dans le PAR, afin d'évaluer l'impact potentiel aux récepteurs de l'eau souterraine en aval hydraulique du PAR.

1.2 Préambule

Cette étude hydrogéologique a été mise à jour afin d'y ajouter une deuxième analyse de sensibilité destinée à répondre aux questions posées dans le « document de Question et commentaires du COMEX reçu en juillet 2024 » (COMEX, 2024).

1 Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) depuis octobre 2022. Par le passé, ce ministère a toutefois été désigné par les différentes appellations suivantes :

- Ministère de l'Environnement (MENV; 1998 - 2005);
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP; 2005 - 2012);
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP; 2012 - 2014);
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC; 2014-2018);
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC; 2018 - 2022).

Les modifications au rapport, en comparaison avec sa version précédente, concernent ces sections.

Sections mises à jour :

- Section 1.4 : Ajout de la description des mesures de mitigation initiales.
- Section 5 : Modifications de la conclusion et des recommandations afin d’y intégrer les nouveaux résultats de la deuxième analyse de sensibilité.

Nouvelle section ajoutée :

- Section 4.4.2 : Détails de la deuxième analyse de sensibilité en réponse aux questions du COMEX (2024).

1.3 Localisation de la zone d’étude

La zone à l’étude est le PAR projeté du Projet, qui sera localisé à environ 800 m au nord-est des infrastructures minières existantes et à 400 m au nord du lac SN2 (carte 1, annexe A). L’empreinte au sol du PAR couvrira une surface de 461 330 m².

1.4 Concept du parc à résidus miniers et mesures de mitigation initiales

Le concept proposé pour le PAR du Projet consiste en un empilement de résidus miniers filtrés d’une hauteur d’environ 20 m, reposant sur une géomembrane imperméable mise en place sur le sol naturel qui sera nivelé au préalable. À la base des résidus et au-dessus de la géomembrane, un réseau de drain constitué de matériel granulaire grossier sera mis en place afin de contrôler à la baisse le niveau de la nappe phréatique qui pourrait se former à la base des résidus miniers. Il est aussi prévu de construire un recouvrement sur le PAR afin de limiter la recharge pendant la période post-restauration.

Plusieurs mesures qui favorisent la protection des eaux souterraines ont été incluses dans la conception du PAR. Ces mesures ont été retenues et intégrées dès les premières étapes d’évaluation du concept pour la construction du PAR, et elles ont ainsi toutes été considérées pour définir le scénario de référence de la modélisation hydrogéologique du transport des contaminants (section 3). Voici une description de ces mesures de mitigation :

- Résidus filtrés vs. épaissis : Une analyse de variantes a été réalisée au début des étapes de conception du PAR afin de sélectionner la méthode de déposition des résidus. Lors de cette analyse, deux méthodes ont été comparées, soit les résidus filtrés et épaissis. La méthode retenue a été celle des résidus filtrés qui vise à réduire leur teneur en eau à un niveau moindre que celui d’un concept de résidus épaissis, avant de les déposer dans le parc à résidus. Cette mesure favorise leur stabilité géotechnique et permet également une réduction substantielle des charges hydrauliques qui pourraient se développer à la base des résidus. Ainsi, cette méthode de déposition de résidus filtrés a pour conséquence de réduire le débit d’exfiltration vers les dépôts meubles sous-jacents au PAR, en comparaison avec la méthode des résidus épaissis.

- Géomembrane à la base du PAR : Il a été décidé, dès le début de la conception, qu'une géomembrane serait posée à la base du PAR. À ce moment, des données géochimiques préliminaires indiquaient un risque potentiel de lixiviation, notamment pour l'arsenic (As), et le contexte géologique mentionnait la présence de dépôts meubles constitués de sols pulvérulents silteux et sableux dans le secteur où le parc à résidus serait aménagé. Ainsi, la géomembrane a été introduite dans le scénario de référence du concept du parc à résidus selon une approche prudente, car l'étude géochimique des résidus et la modélisation hydrogéologique du transport des contaminants, qui devaient vérifier ce potentiel de lixiviation, n'étaient pas encore complétées au moment de cette décision.
- Drains à la base du PAR : La mise en place d'une géomembrane à la base du PAR vise à réduire le taux d'exfiltration de l'eau de contact des résidus vers la fondation de dépôts meubles sous-jacents. Puisque cette eau de contact sera ainsi retenue à la base des résidus, l'ajout de drains déposés sur la géomembrane a été inclus dans la conception du PAR afin d'extraire cette eau. Cela permettra de réduire la charge hydraulique dans les résidus de manière à favoriser la stabilité géotechnique du PAR pendant la période d'opération où les résidus sont exposés à la recharge des précipitations. Cette réduction de la charge hydraulique permettra également une réduction du débit d'exfiltration vers les dépôts meubles sous-jacents.
- Recouvrement : En période post-restauration, il est prévu qu'un recouvrement sera mis en place sur le parc à résidus. Ce recouvrement de type géomembrane aura la capacité de réduire la recharge dans les résidus accumulés dans le parc, ce qui favorisera une réduction de la charge hydraulique dans les résidus et induira également une réduction du débit d'exfiltration vers les dépôts meubles sous-jacents.

2 Contexte hydrogéologique

2.1 Description physique

La zone à l'étude est caractérisée par deux hauts topographiques formés par le socle rocheux (carte 1), qui sont recouverts d'une mince couche de till. Entre ces deux sommets topographiques se trouve une vallée encaissée orientée nord-ouest/sud-est. À l'est et au sud-est du PAR, la topographique forme une large plaine dont la surface est recouverte de tourbe.

La zone à l'étude est drainée par les cours d'eau CE29, SN2-T1, CE24 et CE23 vers l'est, qui alimentent le lac CN2, et par les cours d'eau CE26 et CE07 au nord-ouest. Trois cours d'eau intermittents sont présents dans l'empreinte du PAR. Ces trois cours d'eau ne sont pas connectés au reste du réseau hydrographique présent sur le site.

2.2 Géologie des dépôts meubles

Dans le secteur du PAR, les dépôts meubles sont composés de till, de sable et de tourbe. Les dépôts de till se retrouvent sur les reliefs, les dépôts de sable dans la vallée ainsi que la tourbe dans la partie plane, à l'est du PAR. Les données cartographiques de la géologie du Quaternaire disponibles (SIGEOM, 2022) ne correspondent pas avec les résultats des sondages stratigraphiques et géotechniques réalisés par WSP (2023). Plus précisément, dans la zone à l'est du PAR, là où la couverture de tourbe est importante, les données du SIGEOM indiquent une dominance des dépôts de till, alors que les données stratigraphiques et géotechniques indiquent une séquence de sable, de gravier et de silt possiblement d'origine fluvioglaciaire.

2.3 Géologie du socle rocheux

Dans le secteur du PAR, le socle rocheux est composé de tufs rhyolitiques, de basalte et de porphyre. Un réseau de failles orientées sud-ouest/nord-est traverse la zone prévue de construction du PAR.

2.4 Hydrostratigraphie

L'hydrostratigraphie du site peut être divisée en cinq zones (carte 1) :

1. Hauts topographiques constitués de till mince sur roc;
2. Plaine constituée d'une séquence de sable, de silt et de sable et gravier pouvant atteindre plus de 20 m;
3. Vallée constituée de sable et de till sur roc avec une épaisseur de dépôts meubles de moins de 3 m, localisée entre les deux hauts topographiques;
4. Plaine située en pied de pente constituée de sable, de till et de roc, avec une épaisseur de dépôts meubles allant jusqu'à 16 m;
5. Plaine constituée d'une séquence de sable, de silt, de sable et till reposant sur le roc, avec une épaisseur de dépôts meubles pouvant dépasser 30 m.

Les détails de la stratigraphie du site sont décrits dans le rapport d'investigation géotechnique (WSP, 2023a).

2.5 Niveau de l'eau souterraine et directions d'écoulement

Les niveaux d'eau souterraine mesurés en 2022 par WSP (2023) indiquent que l'eau souterraine est généralement près de la surface, dans la zone PAR. Le tableau 1 présente une compilation des mesures de niveaux d'eau souterraine provenant des puits d'observation dans le secteur du PAR. La localisation des puits d'observation est montrée à la carte 1.

Le niveau d'eau souterraine est généralement près de la surface, avec une profondeur moyenne par rapport au sol de 0,9 m. Le nombre de points de mesure du niveau d'eau souterraine ne permet pas de tracer une carte piézométrique détaillée dans la zone du PAR, mais la faible profondeur du niveau d'eau mesurée à la majorité des points de mesure permet tout de même de supposer que le niveau de l'eau souterraine suit la surface topographique.

Dans la zone du PAR, l'eau souterraine s'écoule de manière radiale à partir du haut topographique situé au nord du PAR, pour rejoindre les zones de résurgences potentielles que constituent les cours d'eau CE26, CE07, CE30, CE29 et le lac SN2. Dans la zone du cours d'eau CE29, la couche de silt crée une condition semi-captive, comme observé au puits MN-22-04 (S et R). À ce puits, une différence de près de 25 cm existe entre le niveau d'eau souterraine dans les dépôts meubles superficiels et le roc sous le silt. Ce phénomène est aussi observé dans la partie est du PAR, aux puits MW-22-03S et MW-22-03R.

Tableau 1 Niveaux d'eau souterraine mesurés dans la zone du PAR (juin 2022)

Puits d'observation	Unité hydrostratigraphique	Élévation du niveau d'eau (masl)	Profondeur par rapport au sol (mbgs)
MW-22-01S	Dépôts meubles	395,99	0,49
MW-22-01R	Roc	395,72	0,74
MW-22-02S	Dépôts meubles	396,66	0,22
MW-22-02R	Roc	396,59	0,24
MW-22-03S	Dépôts meubles	395,7	0,67
MW-22-03R	Roc	395,41	1,05
HMTN-F02-22	Dépôts meubles	409,61	0,31
HMTN-F03-22	Dépôts meubles	412,71	0,26
HMTN-F01-21	Dépôts meubles	409,68	3,17
F63-22	Dépôts meubles	413,87	0,04
F64-22B	Dépôts meubles	413,4*	0,73*
BJ-F01-21	Dépôts meubles	397,78	0,95
Profondeur moyenne			0,74

Notes :

* Mesure prise en mai 2022

mbgs : mètres sous le niveau de la surface du sol (*Metres Below Ground Surface*)

masl : mètres au-dessus du niveau de la mer (*Meters Above Sea Level*)

2.6 Propriétés hydrogéologiques

2.6.1 Conductivité hydraulique des dépôts meubles et du roc

Dans la zone du PAR, des essais hydrauliques dans les dépôts meubles et le roc ont été réalisés par WSP en 2022 (WSP, 2023a) dans cinq puits d'observation (carte 1). Des résultats d'essais hydrauliques menés précédemment ont aussi été compilés lors de travaux de modélisation hydrogéologique de la mine projetée (WSP, 2023b). Les valeurs de conductivité hydraulique disponibles sont présentées au tableau 2. Les valeurs sont classées selon qu'elles ont été mesurées à proximité du PAR ou dans le secteur de la mine souterraine situé au sud-ouest du PAR.

Tableau 2 Propriétés hydrogéologiques des dépôts meubles et du roc

Secteur	Unité hydrostratigraphique (Nombre d'essais)	K (m/s) Moyenne géométrique
Parc à résidus	Sable silteux (3 essais)	$1,1 \times 10^{-7}$
	Socle rocheux (2 essais)	$2,7 \times 10^{-8}$
Mine souterraine	Sédiments sableux à silteux (9 essais)	$7,3 \times 10^{-6}$
	Socle rocheux (31 essais)	$3,2 \times 10^{-7}$

2.6.2 Propriétés hydrauliques des résidus miniers

Les propriétés hydrogéologiques non saturées des résidus miniers ont été mesurées en laboratoire afin d'évaluer la courbe de teneur en eau en fonction de la pression des pores (WSP, 2023a). Les résultats de pression et de teneur en eau ont ensuite été utilisés pour obtenir une courbe de la conductivité hydraulique en fonction de la teneur en eau. La courbe a été calculée selon la fonction de Fredlung-Xing. Les paramètres de la fonction sont montrés au tableau 3.

Tableau 3 Paramètres de la fonction Fredlung-Xing

Paramètre	Valeur
Fredlung-Xing α	97,38
Fredlung-Xing n	1,65
Fredlung-Xing m	1,68
Conductivité hydraulique saturée	$2,5 \times 10^{-7}$ m/s

2.6.3 Propriétés hydrauliques de la géomembrane

La conception géotechnique du PAR prévoit qu'une géomembrane soit installée sous les résidus, afin de limiter la percolation de l'eau souterraine vers les dépôts meubles sous-jacents. Afin de quantifier l'effet potentiel de défauts d'installation ou de perforation sur la conductivité hydraulique de la géomembrane, un calcul de conductivité hydraulique pondéré selon la superficie des perforations a été réalisé.

Ce calcul considère la méthodologie des travaux de Giroux (1989) et Athanassopoulos (2008). L'équation 1 détaille le calcul et le tableau 4 présente les paramètres utilisés.

$$Kp = (Ks \times Pt) + (Km \times (Pm)) \quad [\text{Équation 1}]$$

Kp = Conductivité hydraulique pondérée de la géomembrane (L/t)

Ks = Conductivité hydraulique des dépôts meubles sous la géomembrane (L/t)

Km = Conductivité hydraulique de la géomembrane (L/t)

Pt = Proportion de la surface perforée (-)

Pm – Proportion de la surface non perforée (-)

Tableau 4 Valeurs des paramètres utilisés pour le calcul de la conductivité hydraulique pondérée de la géomembrane

Paramètre	Valeur
Conductivité hydraulique de la géomembrane saine (m/s) (Texel, 2023)	2×10^{-12}
Conductivité hydraulique du matériel sous-jacent (m/s)	1×10^{-6}
Superficie d'une perforation de 1 cm ² (m ²)	0,0001
Nombre de perforation à l'hectare	25
Conductivité hydraulique pondérée de la géomembrane avec perforations (m/s)	$2,3 \times 10^{-12}$

2.7 Recharge

La recharge (Re) a été estimée selon un bilan hydrologique de surface mensuel. Les données climatiques de l'étude sur la gestion des eaux de surface du Projet ont été utilisées comme données d'entrée (WSP, 2023c). Le calcul est fait sur un pas de temps mensuel. Les hypothèses suivantes sont utilisées :

- durant les mois de décembre à mars, les précipitations sont sous forme neigeuse;
- durant les mois de décembre à mars, le sol est gelé et il n'y a pas de recharge;
- les précipitations cumulées de décembre à mars forment la fonte en avril.

Le ruissellement (R) est calculé à partir de la somme des précipitations (P) et de l'eau de fonte qui est réduite selon un coefficient de ruissellement.

L'évapotranspiration potentielle (ETP) est calculée selon la méthode de Oudin (2005).

Le calcul est fait selon l'équation 2 et les paramètres utilisés sont montrés au tableau 5. Les valeurs de recharges annuelles sont montrées au tableau 6 et la variation mensuelle de la recharge est illustrée à la figure 1.

$$Re = P - R - ETP \quad [\text{Équation 2}]$$

Tableau 5 Paramètres utilisés pour le calcul de la recharge

Paramètre	Valeur
Coefficient de ruissellement pour les résidus miniers filtrés	0,7
Coefficient de ruissellement pour les dépôts meubles	0,3
Coefficient de ruissellement pour la tourbe	0,5
Facteur de correction de l'ETP pour les sols à nu (résidus et stériles)	0,3

Tableau 6 Valeurs annuelles de recharge selon les unités géologiques

Unité hydrostratigraphique	Recharge annuelle (mm/a)
Résidus	77
Tourbe	45
Dépôts meubles	115

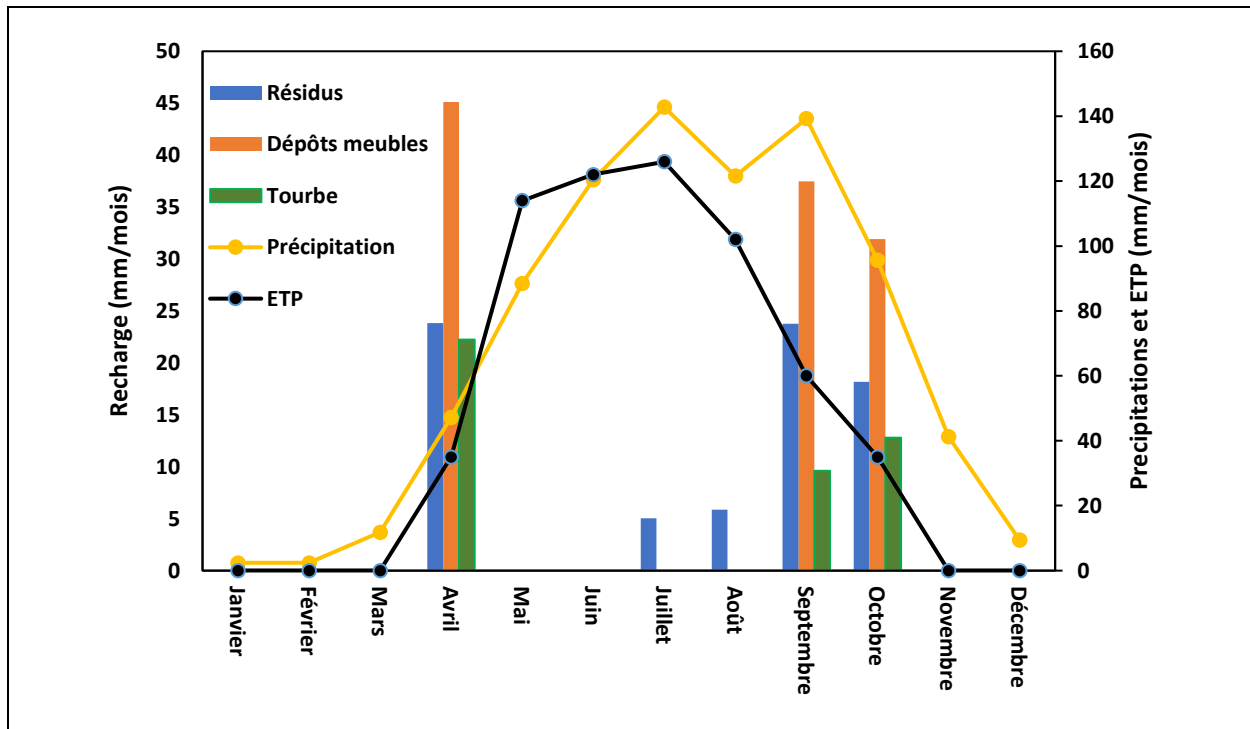


Figure 1 Variation mensuelle moyenne de la recharge selon différentes unités hydrostratigraphique

2.8 Propriétés géochimiques des résidus miniers et critères de comparaison

Un programme de caractérisation géochimique des matériaux miniers a été réalisé afin d'évaluer le potentiel de lixiviation des métaux et le potentiel de génération d'acide (PGA) des résidus miniers qui seront déposés dans le PAR (WSP, 2023d). Ces résultats ont été utilisés afin de définir la concentration source à inclure dans la modélisation du transport de contaminants.

Les critères de qualité de l'eau souterraine pour une résurgence dans les eaux de surface (RES) du MELCCFP (2021) ont été retenus comme critères de comparaison pour le programme de caractérisation géochimique des matériaux miniers, ainsi que pour cette étude de modélisation hydrogéologique, en considérant le contexte hydrogéologique et les récepteurs potentiels de l'eau souterraine du secteur du PAR.

Ce programme géochimique incluait les résultats d'essais de lixiviation cinétiques menés sur six échantillons composites de résidus miniers, chacun étant représentatif d'une zone distincte du gisement. À la suite de l'analyse de ces résultats, le cuivre a été sélectionné comme élément d'intérêt pour les simulations du transport de contaminants, car il s'agit du paramètre pour lequel les essais de lixiviation cinétiques ont montré la concentration moyenne la plus élevée en comparaison aux critères RES.

Les essais de lixiviation cinétiques réalisés sur six des sept échantillons composites de résidus indiquent que les concentrations de cuivre dans l'eau de lixiviation des résidus miniers se stabilisent à une valeur de 0,001 mg/L. La concentration de 0,001 mg/L en cuivre est utilisée comme valeur source pour la simulation du transport de contaminants. Cette concentration est inférieure à son critère RES (0,0073 mg/L). Cette concentration de la source est celle avant que les échantillons composites de résidus ne commencent à générer un drainage minier acide; elle a donc été retenue pour définir la source du modèle, car des mesures seront mises en place afin d'empêcher l'initiation de ce drainage minier acide, entre autres par le biais de la restauration progressive du PAR.

L'analyse des teneurs de fond naturelles de l'eau souterraine présente dans les dépôts meubles et le roc indique une concentration de 0,0063 mg/L (dépôts meubles) et de 0,0015 mg/L (roc) pour le cuivre (WSP, 2023e).

3 Modélisation hydrogéologique

Les éléments du modèle hydrogéologique présentés dans la présente section constituent la définition du scénario de référence pour cette étude.

3.1 Détails du modèle utilisé

La modélisation hydrogéologique a été réalisée à l'aide du modèle en éléments finis SEEP/W (Geostudio). Ce modèle permet de simuler l'écoulement de l'eau en zone saturée et non saturée. Deux modèles en deux dimensions, représentant deux coupes verticales types du PAR, ont été développés.

3.1.1 Nappe phréatique

Pour chacune des coupes verticales, une première simulation en régime permanent a été réalisée afin de générer des conditions initiales pour les simulations en régime transitoire. Les simulations en régime transitoire ont ensuite été réalisées pour une durée de 15 années (ou 180 mois), avec un pas de temps mensuel afin d'atteindre une convergence numérique du champ de charge hydraulique simulée.

Les détails des coupes 1 et 2 sont illustrés à la figure 2, tandis que leur localisation est illustrée à la carte 1. La surface des modèles correspond à la surface topographique combinée aux plans de conception du PAR. Pour chacune des coupes, les données stratigraphiques disponibles le long de la coupe ont été utilisées afin de déterminer les contacts géologiques. Pour le socle rocheux, une couche de 5 m d'épaisseur (topographie naturelle moins 5 m) de roc fracturé a été utilisée sur l'ensemble des coupes. La base du modèle correspond à une élévation de 315 m et de 269 m, respectivement pour les coupes 1 et 2.

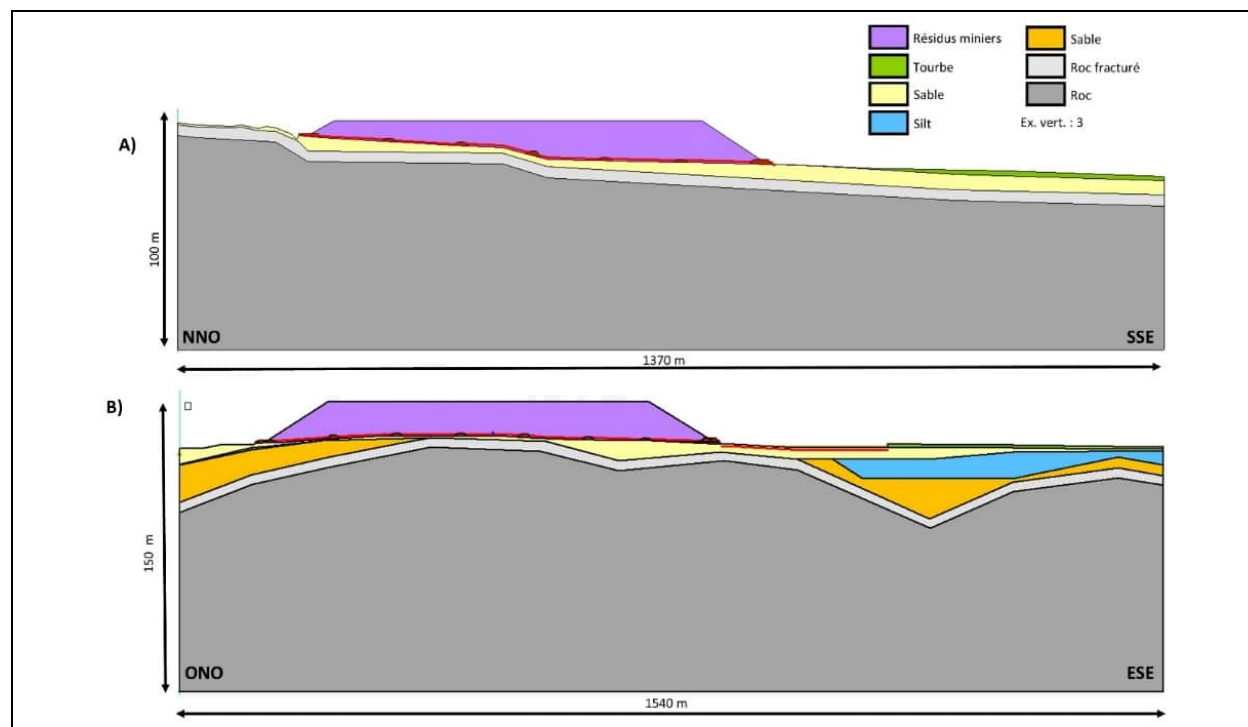


Figure 2 a) Détails de la conception du parc à résidus de la coupe 1; et b) Détails de la conception du parc à résidus de la coupe 2. La ligne rouge sous les résidus miniers représente la géomembrane

3.1.2 Transport de contaminants

Le transport d'un contaminant potentiel est simulé en utilisant une valeur de référence générique de 1 mg/L. Les concentrations simulées sont ensuite interprétées comme des concentrations relatives. Ces concentrations relatives simulées sont ensuite utilisées pour estimer les concentrations de différents contaminants, en multipliant la concentration relative simulée par la concentration mesurée lors des essais de lixiviations des résidus miniers.

Les simulations du transport de contaminants ont été réalisées en régime transitoire sur une période de 100 ans, permettant l'atteinte d'un régime permanent pour l'évolution des concentrations en fonction du temps. Pendant cette période, les conditions limites de recharge et de charge constante ont été maintenues constantes.

3.2 Maillage

Les différentes tailles des éléments du maillage des deux coupes du modèle numérique sont présentées au tableau 7.

Tableau 7 Taille des éléments du maillage des deux coupes du modèle numérique

Zone du modèle	Taille des éléments du maillage (m)
Maille par défaut	5
Résidus miniers	1
Géomembrane	Interface de 5 cm d'épaisseur et maillage de 1 m.

3.3 Conditions limites

3.3.1 Recharge

Les taux de recharge présentés à la section 2.7 ont été appliqués à la surface du modèle en utilisant une condition limite de type « flux d'eau » avec possibilité de suintement.

3.3.2 Limites des modèles et modélisation des drains

Une condition limite de charge constante correspondant au niveau piézométrique a été assignée à chacune des extrémités des coupes modélisées (tableau 8). Sur la coupe 2, le bassin de rétention a été simulé avec une charge constante correspondant à l'élévation de 309 m.

Le concept proposé du PAR considère la mise en place d'un système de drainage sur la géomembrane à la base des résidus miniers, afin d'abaisser le niveau de la nappe phréatique. Dans les deux coupes, les drains ont été positionnés tous les 100 m et une condition limite de suintement (« zero pressure head ») a été placée au milieu du drain, à 0,5 m haut dessus de la base du drain.

Tableau 8 Valeur d'élévation des conditions limites à charge constante

Coupe / Position	Élévation de la charge constante (m)
Coupe 1 / nord-ouest	419
Coupe 1 / sud-est	395
Coupe 2 / ouest	397
Coupe 2 / est	394

3.3.3 Transport de contaminants

Le tableau 9 présente le détail des conditions limites utilisées pour les simulations du transport de contaminants. Une condition de flux de masse d'une concentration de 0 mg/L a été utilisée pour la recharge. Une condition limite de concentration constante d'une valeur générique de 1 mg/L a été utilisée pour simuler la présence d'un contaminant dans le PAR. Cette condition limite a été appliquée sur toute la base du PAR, au-dessus de la géomembrane.

Tableau 9 Conditions limites utilisées dans le modèle de transport de contaminants

Condition limite hydraulique	Condition limite de transport de contaminant
Charges constantes aux limites du modèle	Flux de masse libre
Recharge	Flux de masse à concentration de 0 mg/L
Drains	Flux de masse libre
Charge de contaminant	Concentration constante générique de 1 mg/L

3.4 Propriétés hydrauliques et de transport

Les propriétés hydrauliques des matériaux utilisés dans le modèle hydrogéologique sont présentées au tableau 10.

Pour les dépôts meubles, un coefficient d'absorption/adsorption (K_d) de 15 L/kg a été utilisé, ce qui correspond à la valeur minimale pour le cuivre dans un sol sableux selon les valeurs de référence fournies par Allison et al. (2005). Pour le roc, la valeur de K_d a été fixée à 0 L/kg, soit l'équivalent d'une absence absorption/adsorption.

Tableau 10 Propriétés hydrauliques utilisées pour les coupes numériques

Unité hydrostratigraphique (sommet vers la base)	Conductivité hydraulique K (m/s)	Anisotropie verticale	Teneur en eau saturée	Courbe de rétention d'eau (bibliothèque de SEEP/W)
Résidus	$2,5 \times 10^{-7}$	1	0,30	Fredlung-Xing/a: 97,38/n: 1,65/m: 1,68
Géomembrane	$2,3 \times 10^{-12}$	1	0,01	Argile
Drains	7×10^{-4}	1	0,34	Sable
Tourbe	5×10^{-8}	1	0,75	Argile
Sable surface	1×10^{-5}	1	0,3	Sable
Silt	2×10^{-8}	1	0,3	Silt
Sable profond	1×10^{-6}	1	0,3	Sable
Roc fracturé	5×10^{-7}	1	0,05	Gravier
Roc profond	1×10^{-8}	1	0,05	Gravier

4 Résultats

Dans les sections 4.1 et 4.2, les résultats représentent les valeurs issues des simulations en régime permanent de l'écoulement souterrain. Pour la section 4.3, les résultats représentent les valeurs en régime transitoire du transport de contaminants. Il s'agit des résultats pour le scénario de référence du modèle hydrogéologique dont les éléments sont présentés à la section 3.

La section 4.4 présente une analyse de sensibilité de la prédiction du modèle hydrogéologique par une variation de la conductivité hydraulique, ainsi que la concentration de la source et du taux de recharge.

4.1 Percolation de l'eau souterraine sous le parc à résidus miniers

Le débit simulé de percolation d'eau souterraine sous le PAR correspond au volume d'eau souterraine qui pourrait s'écouler des résidus vers les dépôts meubles sous-jacents par le fond de l'aire d'accumulation des résidus.

- Pour la coupe 1, le débit de percolation simulé est de 0,02 L/m²/j;
- Pour la coupe 2, le débit de percolation simulé est de 0,01 L/m²/j.

Dans les deux cas, le taux de percolation est inférieur au taux établi par la D019, qui est de 3,3 L/m²/j.

4.2 Position de la nappe phréatique

Les résultats de la modélisation numérique indiquent que la position stabilisée de la nappe phréatique (bleu pâle) se situe à environ 3 m au-dessus de la base du PAR, et ce, autant pour la coupe 1 que pour la coupe 2 (figure 3). La présence d'une géomembrane à la base des résidus miniers bloque la recharge aux formations géologiques sous-jacentes, créant une zone non saturée à certains endroits sous le PAR.

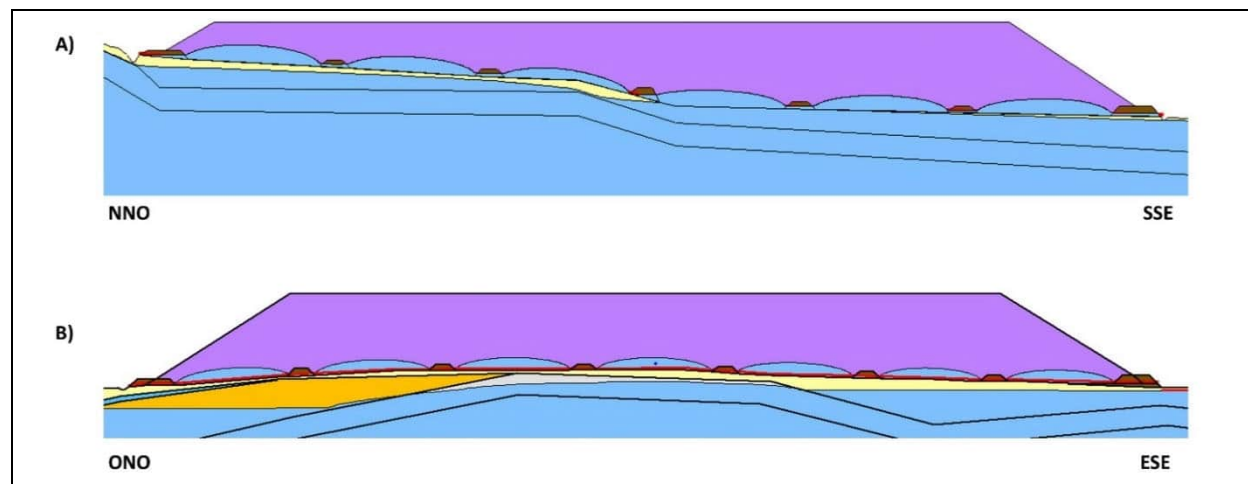


Figure 3 a) Position de la nappe phréatique (bleu pâle) stabilisée après 180 mois (15 ans) de simulation transitoire pour la coupe 1; et b) Position de la nappe phréatique (bleu pâle) après 180 mois (15 ans) de simulation transitoire pour la coupe 1 (selon le scénario de référence)

4.3 Transport de contaminants

Les résultats des simulations en transitoire du transport de contaminants indiquent que le critère RES du cuivre ne serait pas dépassé sur un horizon temporel de 100 ans, à l'extérieur de l'empreinte du PAR.

Pour la coupe 1, les résultats des simulations indiquent que les concentrations en cuivre de l'eau souterraine près du lac SN2 atteindraient, après 100 ans de simulation, des valeurs de 0,00017 mg/L dans l'eau souterraine des dépôts meubles et de 0,000033 mg/L dans celle du roc (figure 4).

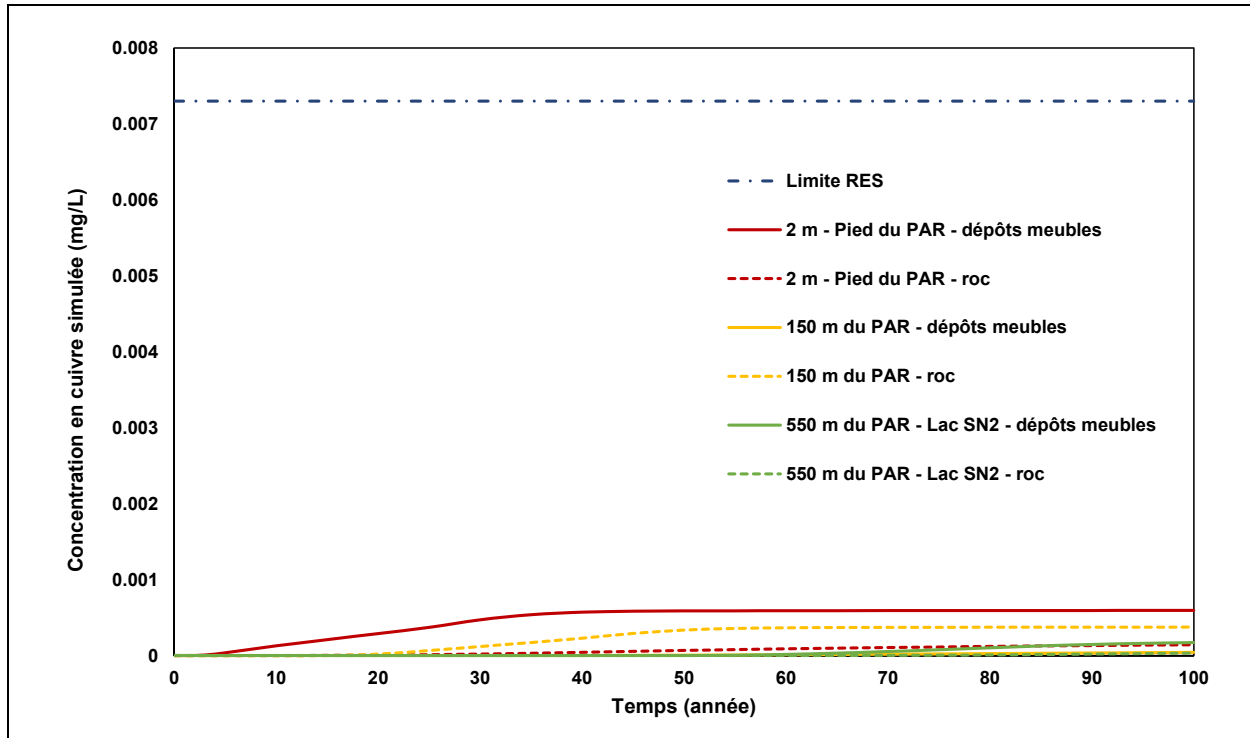


Figure 4 Évolution des concentrations de cuivre dans l'eau souterraine des dépôts meubles et du roc simulées dans le temps à différentes distances en aval hydraulique du parc à résidus pour la coupe 1 (selon le scénario de référence)

Pour la coupe 2, les résultats des simulations indiquent que les concentrations en cuivre de l'eau souterraine près du cours d'eau CE26 atteindraient, après 100 ans de simulation, des valeurs de 0 mg/L dans l'eau souterraine des dépôts meubles et de 0,00003 mg/L dans celle du roc (figure 5). À proximité du cours d'eau CE29, les résultats indiquent que l'eau souterraine des dépôts meubles et du roc n'est pas impactée par les contaminants provenant du PAR.

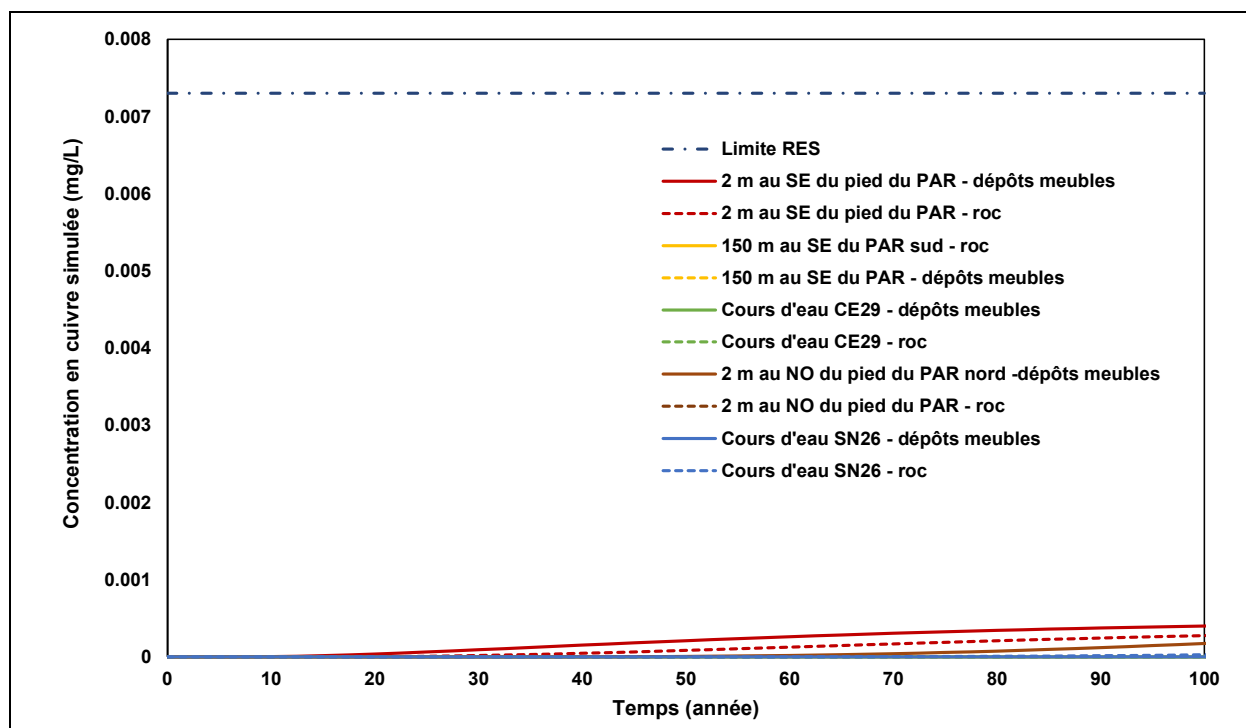


Figure 5 Évolution des concentrations de cuivre dans l'eau souterraine des dépôts meubles et du roc simulées dans le temps à différentes distances au nord-ouest et au sud-est du parc à résidus pour la coupe 2 (selon le scénario de référence)

4.4 Analyse de sensibilité

4.4.1 Variation de la conductivité hydraulique

L'analyse de sensibilité a été réalisée en modifiant le taux de recharge annuelle sur les résidus miniers et la conductivité hydraulique de la géomembrane, afin d'accentuer le taux de percolation en comparaison avec le scénario de référence (sections 4.1 à 4.3).

Ainsi, la recharge a été doublée pour une valeur de 144 mm/an. La conductivité hydraulique de la géomembrane a été multipliée par 10 pour une valeur de $2,3 \times 10^{-11}$ m/s. Le taux de percolation sous le PAR a ensuite été analysé :

- Pour la coupe 1, le débit de percolation est de 0,12 L/m²/j;
- Pour la coupe 2, le débit de percolation est de 0,06 L/m³/j.

Les valeurs simulées lors de l'analyse de sensibilité indiquent que le taux de percolation par le fond du PAR demeure inférieur à la limite de 3,3 L/m³/j établie par la D019.

Pour la simulation du transport de contaminants, l'analyse de sensibilité a été réalisée sur la conductivité hydraulique de la géomembrane. Comme pour la percolation, la conductivité hydraulique de la géomembrane a été multipliée par 10.

Pour les coupes 1 et 2, les résultats indiquent que l'augmentation de la conductivité hydraulique de la géomembrane ne cause pas de dépassement du critère RES au lac SN2 et au cours d'eau CE26, autant pour le roc que pour les dépôts meubles (figures 6 et 7).

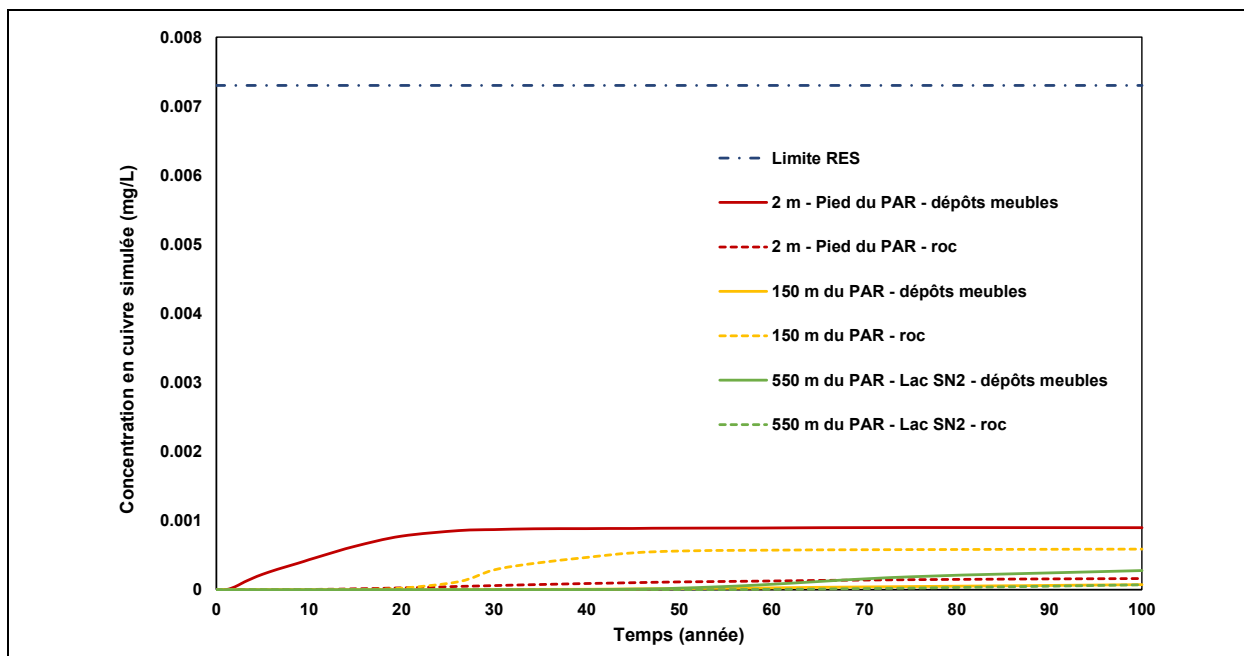


Figure 6 Évolution des concentrations de cuivre simulées dans le temps à différentes distances en aval du pied du parc à résidus pour la coupe 1. Simulation réalisée avec une conductivité hydraulique de la géomembrane multipliée par 10 (selon la première analyse de sensibilité).

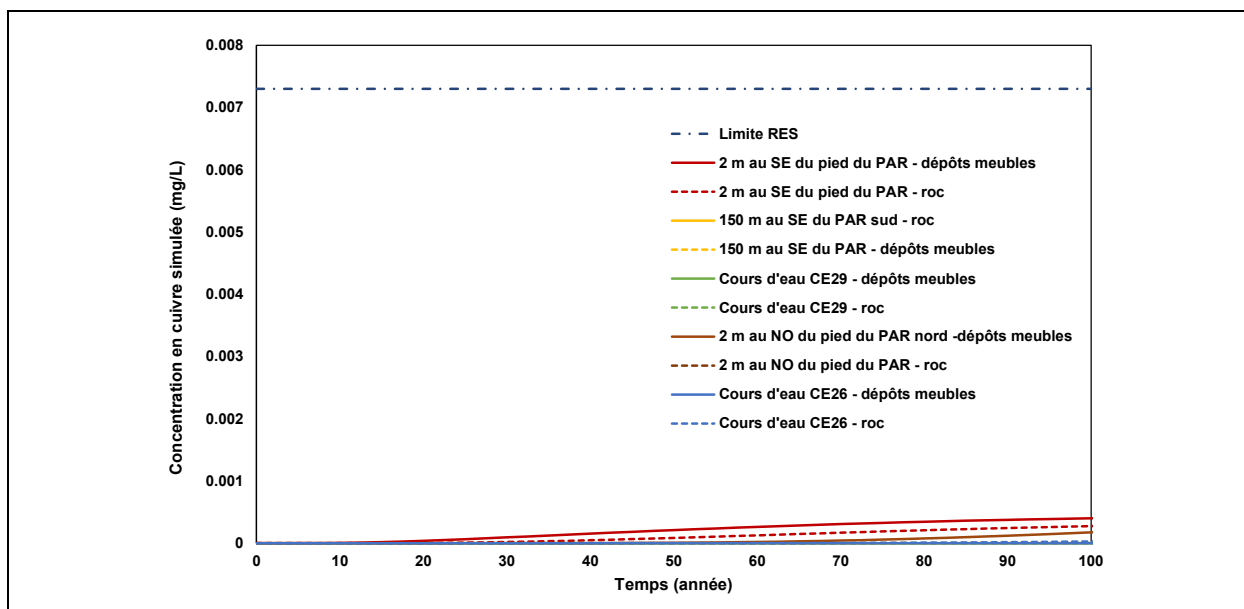


Figure 7 Évolution des concentrations de cuivre simulées dans le temps à différentes distances en aval du pied du parc à résidus pour la coupe 2. Simulation réalisée avec une conductivité hydraulique de la géomembrane multipliée par 10 (selon la première analyse de sensibilité).

4.4.2 Variation de la concentration source et de la recharge

Afin d'évaluer l'impact potentiel de concentrations de contaminant plus élevées dans le PAR, une deuxième analyse de sensibilité a été réalisée afin de répondre aux questions COMEX 2024 à ce sujet. Cette deuxième analyse de sensibilité comporte deux modifications au scénario de référence du modèle hydrogéologique (sections 3 et 4.1 à 4.3) :

1. La concentration du cuivre (Cu) utilisée pour définir la source dans le PAR a été établie en utilisant les six premières valeurs hebdomadaires des essais de lixiviation cinétiques réalisés sur chacun des six échantillons de résidus miniers soumis à ce programme d'essai géochimique (section 2.8).
 - a. Cette valeur moyenne est représentative du premier plateau de concentrations plus élevées de type « first flush » observé au début des essais de lixiviation cinétiques, en comparaison avec la concentration qui se stabilise plus tardivement lors de ces essais et qui définit la source du scénario de référence. La valeur moyenne obtenue est de 0,248 mg/L de cuivre (comparativement à 0,001 mg/L utilisé pour le scénario de référence). Cette valeur moyenne élevée est principalement contrôlée par la forte influence de l'échantillon CIL 13 dont la concentration en cuivre est 850 fois supérieure à la moyenne des résultats des cinq autres échantillons de résidus miniers, ce qui l'avait qualifié comme étant une valeur aberrante (WSP, 2023d).
 - b. Les concentrations de la source dans le PAR ont aussi été modifiées dans le temps (tableau 11) afin de les ajuster selon les trois phases d'empilement des résidus qui sont planifiées pour sa construction, et qui correspondent à la construction et à la fermeture successives de trois sous-cellules qui ensemble constitueront l'ensemble du PAR.
2. La recharge a donc été considérée comme étant nulle sur les zones du PAR dont la construction sera complétée, et qui seront ainsi recouvertes d'une géomembrane (tableau 11). Cela permet de considérer que la construction du PAR se fera en trois sous-cellules d'empilement de résidus et qu'après avoir complété la construction d'une sous-cellule, la portion complétée sera recouverte d'une géomembrane afin de limiter la recharge dans une perspective de fermeture progressive du PAR.

Ces modifications (tableau 11) ont été appliquées aux deux coupes. Les simulations ont été réalisées sur une période de 100 ans et elles considéraient ces différentes phases d'exploitation de chacune des sous-cellules du PAR :

- Construction : L'empreinte du PAR est recouverte d'une géomembrane, mais le dépôt de résidus miniers n'a pas été initié dans cette surface du PAR.
- Exploitation : Mise en place des résidus miniers dans la sous-cellule en exploitation.
- Post-fermeture : Fin de l'exploitation de la sous-cellule et mise en place d'un recouvrement constitué d'une géomembrane.

Tableau 11 Concentration en cuivre (Cu) de la source et recharge utilisée dans le PAR selon les différentes phases d'empilement planifiées lors de sa construction.

Phase (sous-cellule)	Proportion de la surface du PAR en exploitation	Statut de la sous-cellule	Durée (année)	Concentration en Cu utilisée pour définir la source du PAR	Taux de recharge
1	50 %	Exploitation	0 à 5	0,248 mg/L	77 mm/an
		Post-fermeture	6 à 15	Décroissance linéaire jusqu'à 0,001 mg/L	0 mm/an
			16 à 100	0,001 mg/L	
2	25 %	Pré-construction	0 à 5	0 mg/L	0 mm/an
		Exploitation	6 à 8	0,248 mg/L	77 mm/an
		Post-fermeture	9 à 18	Décroissance linéaire jusqu'à 0,001 mg/L	0 mm/an
			19 à 100	0,001 mg/L	
3	25 %	Pré-construction	0 à 8	0 mg/L	0 mm/an
		Exploitation	9 à 10	0,248 mg/L	77 mm/an
		Post-fermeture	11 à 20	Décroissance linéaire jusqu'à 0,001 mg/L	0 mm/an
			21 à 100	0,001 mg/L	

Les résultats montrent les éléments suivants sur un horizon simulé de 100 ans :

- Aucun dépassement du critère RES pour le cuivre n'est simulé aux trois milieux récepteurs (cours d'eau CE29, cours d'eau CE26 et lac SN2), et ce, autant pour le roc que pour les dépôts meubles des deux coupes numériques (figures 8 et 9).
- Pour les deux coupes, des dépassements du critère RES pour le cuivre sont simulés au pied du PAR dans les dépôts meubles et le roc.
- La concentration simulée maximale est celle dans les dépôts meubles (0,009 mg/L) qui induit un dépassement du critère RES (0,0073 mg/L) pour le cuivre après 35 ans, mais seulement à une distance de 150 m en aval du pied du PAR de la coupe 1, alors que la concentration simulée dans le roc à cet endroit reste inférieure au critère RES.
- Aucun dépassement du critère RES pour le cuivre n'est simulé dans les dépôts meubles et le roc à 150 m en aval du pied du PAR pour la coupe 2.

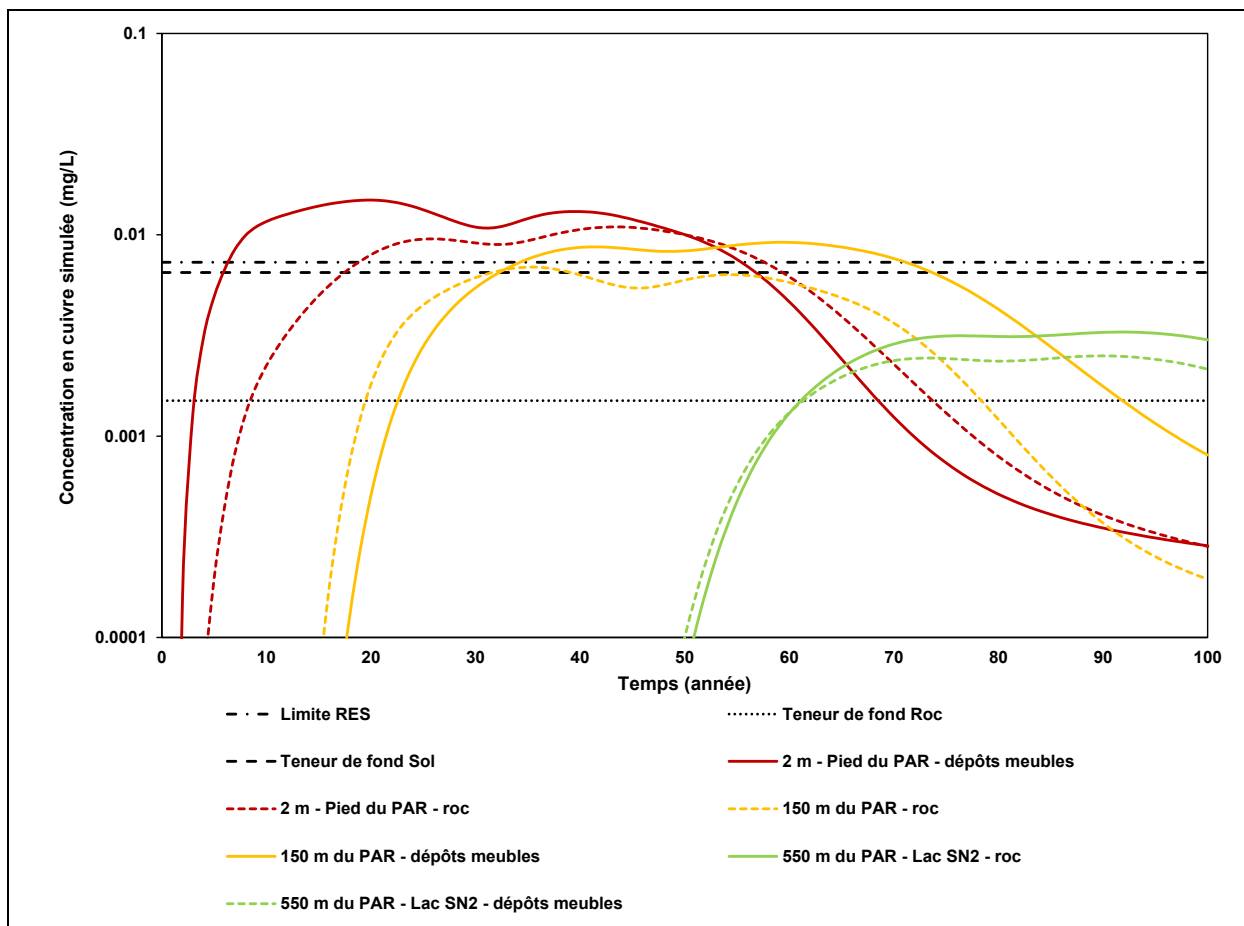


Figure 8 Évolution des concentrations de cuivre simulées dans le temps à différentes distances en aval du pied du parc à résidus pour la coupe 1. Simulation réalisée avec une concentration en cuivre de 0,248 mg/L dans le PAR (selon la deuxième analyse de sensibilité).

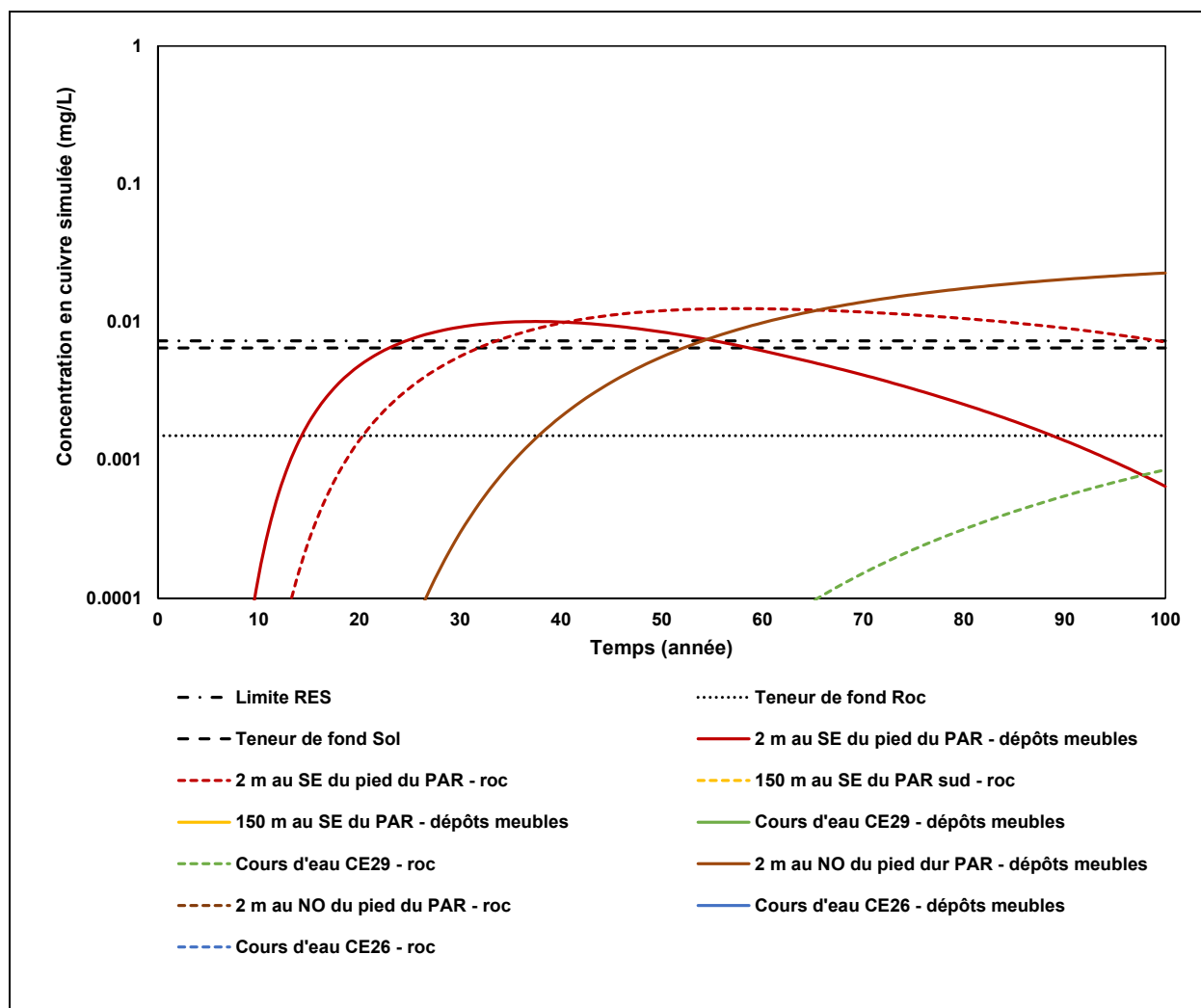


Figure 9 Évolution des concentrations de cuivre simulées dans le temps à différentes distances en aval du pied du parc à résidus pour la coupe 2. Simulation réalisée avec une concentration en cuivre de 0,248 mg/L dans le PAR (selon la deuxième analyse de sensibilité).

5 Conclusion

Deux coupes verticales numériques d'écoulement de l'eau souterraine ont été construites dans le cadre de l'étude hydrogéologique pour la conception géotechnique de niveau faisabilité du PAR projeté pour le Projet, afin d'évaluer le débit de percolation, de prédire la position de la nappe phréatique dans le PAR et de prédire le réseau d'écoulement et le transport de contaminants.

Les résultats indiquent que le taux de percolation sous l'empreinte du PAR est évalué de 0,01 à 0,02 L/m²/j, donc inférieur au critère de 3,3 L/j/m² établi par la D019. Les résultats de l'analyse de sensibilité indiquent aussi que le débit de percolation demeure sous le critère de 3,3 L/j/m² lorsque la recharge est doublée et que la conductivité hydraulique de la géomembrane est multipliée par 10.

De plus, ces coupes numériques indiquent la capacité du système de drain à maintenir une nappe phréatique dans les résidus à environ 3 m ou moins au-dessus de la base du PAR miniers.

Les simulations du transport de contaminants indiquent que les concentrations en cuivre ne dépasseront pas le critère RES en dehors de l'empreinte du parc à résidus. Les concentrations en cuivre simulées (après 100 ans de simulation) près du lac SN2 sont de 0,00017 mg/L dans l'eau souterraine des dépôts meubles et de 0,000033 mg/L dans celle du roc. Les concentrations en cuivre simulées (après 100 ans de simulation) près du cours d'eau CE26 sont de 0 mg/L dans l'eau souterraine des dépôts meubles et de 0,00003 mg/L dans celle du roc. Les concentrations en cuivre simulées (après 100 ans de simulation) près du cours d'eau CE29 demeurent à 0 mg/L pour l'eau souterraine des dépôts meubles et du roc. Pour l'analyse de sensibilité, lorsque la conductivité hydraulique de la géomembrane est multipliée par 10, les concentrations en cuivre demeurent inférieures au critère RES aux trois milieux récepteurs, et ce, pour les coupes 1 et 2.

La deuxième analyse de sensibilité, considérée comme un cas très pessimiste, qui utilise comme concentration source initiale dans le PAR la valeur moyenne des six premiers résultats des essais de lixiviation (de type « first flush »), indique qu'il n'y aurait pas de dépassement du critère RES aux trois milieux récepteurs en aval du PAR. Les résultats de cette analyse indiquent qu'il pourrait y avoir des dépassements du critère RES dans l'empreinte immédiate du PAR, donc à l'intérieur d'une distance de l'ordre de seulement 150 m en aval.

Le cuivre est le paramètre pour lequel les essais de lixiviation cinétiques ont montré la concentration moyenne la plus élevée par rapport aux critères RES et aux teneurs de fond selon les essais de lixiviation cinétiques disponibles, alors que les concentrations des autres métaux seront inférieures à leur critère RES et/ou à leur teneur de fond respectif pendant l'opération du PAR projeté. Ainsi, il n'y a pas d'impact potentiel appréhendé au récepteur de l'eau souterraine en aval hydraulique du PAR projeté, selon les résultats et les prédictions de cette étude de modélisation hydrogéologique.

Des mesures de mitigation ont été intégrées dans le concept pour la construction du PAR dès les premières étapes d'évaluation : utilisation de résidus filtrés, pose d'une géomembrane à la base du PAR, installation de drains à la base du PAR et mise en place d'un recouvrement de type géomembrane à la fin de l'exploitation du PAR. Les résultats de la prédiction du transport de contaminants de cette étude de modélisation hydrogéologique indiquent que ces mesures seraient suffisantes afin de protéger les récepteurs (milieux hydriques) de l'eau souterraine en aval du PAR.

Références bibliographiques

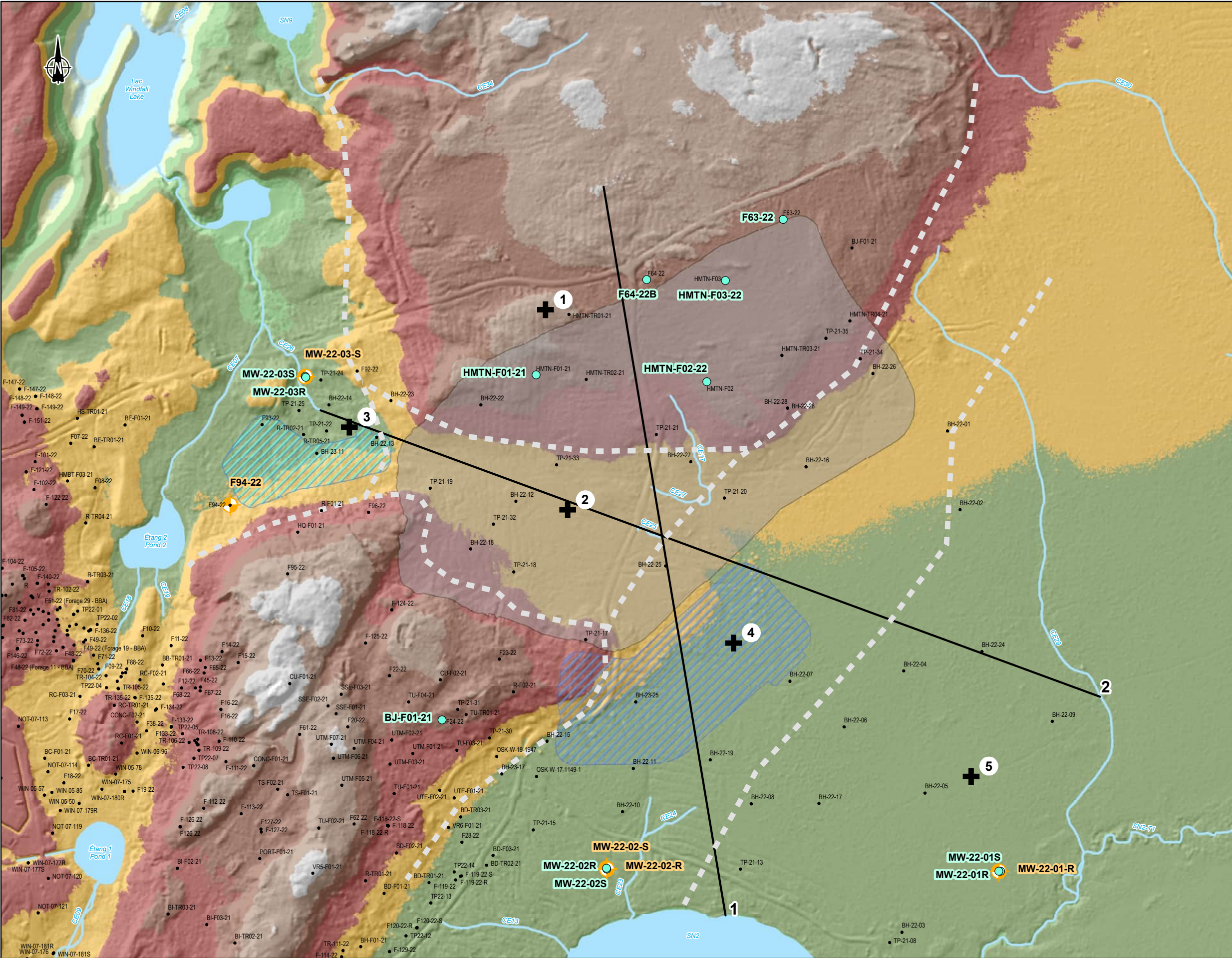
- Allison, Jerry D, and Terry L Allison. 2005. Partition coefficients for metals in surface water, soil and waste. EPA/600/R-05/074
- Athanassopoulos, Chris, Joseph Kaul, Alyssa Kohlman, and Mike Henderson. 2008. “Evaluation of Geomembrane Puncture Potential and Hydraulic Performance in Mining Applications.” In , 462. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780203882306>.
- Giroud, J. P., and R. Bonaparte. 1989. “Leakage through Liners Constructed with Geomembranes—Part I. Geomembrane Liners.” *Geotextiles and Geomembranes* 8 (1): 27–67. [https://doi.org/10.1016/0266-1144\(89\)90009-5](https://doi.org/10.1016/0266-1144(89)90009-5).
- Ministère du Développement durable, de l’Environnement et des Parcs. 2012. Directive 019 sur l’industrie minière. Direction des politiques de l’eau, Services des eaux industrielles. ISBN 978-2-550-64507-8.
- Ministère de l’Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). 2021. Guide d’intervention - Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés. ISBN 978-2-550-76171-8.
- Oudin, Ludovic, Frédéric Hervieu, Claude Michel, Charles Perrin, Vazken Andréassian, François Anctil, and Cécile Loumagne. 2005. “Which Potential Evapotranspiration Input for a Lumped Rainfall–Runoff Model?: Part 2—Towards a Simple and Efficient Potential Evapotranspiration Model for Rainfall–Runoff Modelling.” *Journal of Hydrology* 303 (1): 290–306. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2004.08.026>.
- SIGEOM, 2022. Géologie du Quaternaire. Jeux de données géographiques. https://gq.mines.gouv.qc.ca/documents/SIGEOM/TOUTQC/FRA/SHP/SIGEOM_QC_Geologie_du_Quaternaire_SHP.zip
- Texel Matériaux Techniques inc., 2023. Géomembranes - Texel, Matériaux techniques Inc. [Formulaire_geomembranes_Guide_d_aide_a_la_selection-_web-Janv2020.pdf \(texel.ca\)](#)
- WSP, 2023a. 2021-2022 Geotechnical Investigation at the Tailings Management Facility - Factual Report. Document n° GAL116-20146303-21006-RA-Rev0 en date de 13 mars 2023.
- WSP, 2023b. Projet minier Windfall. Rapport sectoriel. Étude hydrogéologique pour la mine souterraine. Document n° GAL120-21489857 en date du 16 février 2023.
- WSP, 2023c. Site Wide Water Balance. Windfall Project. Document n° GAL138-2148985706-R en date du 16 mars 2023.
- WSP. 2023d. Projet minier Windfall : Rapport sectoriel - Caractérisation géochimique des matériaux miniers. Document n° GAL137-2148985706.
- WSP. 2023e. Projet minier Windfall : Rapport sectoriel -Évaluation des teneurs de fonds dans l’eau souterraine. Document n° GAL141-2148985708-REV1, Novembre 2023.

ANNEXE

A

CARTE





- Coupe SEEP-W / SEEP-W Cross-section
- ⊕ Contexte stratigraphique / Stratigraphic context
- Limite approximative des contextes stratigraphiques / Approximate limit of stratigraphic contexts
- ⊕ Prise de mesure - Essai hydraulique 2022 / Measurement - Hydraulic test 2022
- Prise de mesure - Niveau d'eau 2022 / Measurement - Water level 2022
- Forage et tranchée / Drilling and trench
- Parc à résidus / Tailings storage facility
- ▨ Bassin PAR1 / Pond PAR1
- ▨ Bassin PAR2 / Pond PAR2
- Hydrographie / Hydrography**
- Cours d'eau / Watercourse
- Plan d'eau / Waterbody

Élévation sol (Niveau moyen des mers) / Ground elevation (Mean sea level)

380 - 385	401 - 405	421 - 425
386 - 390	406 - 410	426 - 430
391 - 395	411 - 415	
396 - 400	416 - 420	

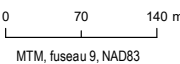


Étude hydrogéologique pour la conception du parc à résidus miniers (niveau faisabilité) / Hydrogeological study for the design of the tailings storage facility (feasibility level)

Site minier Windfall, Eeyou Istchee Baie-James (Québec) / Windfall Mining Site, Eeyou Istchee Baie-James (Quebec)

Carte 1 / Map 1
Localisation des coupes du modèle numérique et des contextes stratigraphiques / Location of digital model section and stratigraphic contexts

Sources / Sources:
CanVec+, 1/50 000, RN Can, 2014
SDA, 1/20 000, MERN Québec, 2020
BDTA, 1/250 000, MRN Québec, 2002
BDGA, 1/5 000 000, MRN Québec, 2012
GESTIM, MRN Québec, 2022



MTM, fuseau 9, NAD83

2023-11-30

Préparée par / Preparation : Sylvain Gagné, géo.
Dessinée par / Drawing : Patrick Johnston, Céline Pierre
Vérifiée par / Verification : Youri Brochu, géo.
CA0004658_7070_MAJ_C1_295_A3-2_ContextStrati_231130.mxd



ANNEXE

B

CONDITIONS GÉNÉRALES
ET LIMITATIONS

CONDITIONS GÉNÉRALES ET LIMITATIONS
RAPPORT DE MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE

UTILISATION DU RAPPORT ET DE SON CONTENU

Ce rapport a été préparé pour l'usage exclusif du Client ou de ses agents. Les données factuelles, les interprétations, les commentaires, les recommandations et les fichiers électroniques qu'il contient sont spécifiques à l'étude qu'il couvre et ne s'appliquent à aucun autre projet ou autre site. Ces informations ne doivent en aucun cas être utilisées à d'autres fins que celles spécifiées aux objectifs du mandat à moins que cela ne soit clairement indiqué dans le texte de ce rapport ou formellement autorisé par WSP Canada Inc. Ce rapport doit être lu dans son ensemble, puisque des sections pourraient être faussement interprétées lorsque prises individuellement ou hors contexte. Par ailleurs, le texte de la version finale de ce rapport prévaut sur tout autre texte, opinion ou version préliminaire émis par WSP Canada Inc.

WSP Canada Inc. ne pourra être tenue responsable de dommages résultant de conditions souterraines imprévisibles, de conditions qui lui seraient inconnues, de l'inexactitude de données provenant d'autres sources que WSP Canada Inc. et de changements ultérieurs aux conditions du site à moins d'avoir été prévenue par le Client de tout événement, activité, information, découverte passée ou future susceptible de modifier les conditions souterraines décrites dans ce rapport et d'avoir eu la possibilité de réviser les interprétations, commentaires et recommandations formulés dans ce rapport. De plus, WSP Canada Inc. ne pourra être tenue responsable de dommages résultant de toutes modifications futures aux règlements, normes ou critères applicables, de toute utilisation faite du présent rapport par un tiers et/ou à des fins autres que celles pour lesquelles il a été rédigé, de perte de valeur réelle ou perçue du site ou de la propriété, ni de l'échec d'une quelconque transaction en raison des informations factuelles contenues dans ce rapport.

Les références aux lois et règlements contenues dans ce rapport sont fournies à titre indicatif, sur une base technique. Comme les lois et règlements sont sujets à interprétation, WSP Canada Inc. recommande au Client de consulter ses conseillers juridiques afin d'obtenir les avis appropriés.

MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE

Un modèle numérique utilise des lois scientifiques et des hypothèses dictées par le jugement professionnel pour intégrer les données disponibles à l'intérieur d'une représentation mathématique conceptualisant les caractéristiques essentielles d'un système hydrogéologique existant. Bien qu'un modèle numérique ne puisse représenter toute la réalité détaillée d'un système hydrogéologique existant, un modèle numérique valide est un outil capable d'en simuler de façon raisonnable le comportement sous diverses contraintes et conditions. La validité du modèle ainsi que sa précision dépendent de la quantité, de la qualité et de la distribution des données disponibles de même que de la complexité du contexte géologique, la géochimie du milieu et la nature des composés dissous. Ainsi, chaque modélisation hydrogéologique est une simplification d'un système réel et les résultats obtenus doivent donc être interprétés et utilisés avec précaution et discernement. Le modèle décrit dans ce rapport ne fait pas exception.

Les travaux de modélisation hydrogéologique effectués par WSP Canada Inc. et décrits dans ce rapport furent réalisés conformément aux règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées au moment de leur réalisation. À moins d'avis contraire, les résultats de travaux antérieurs ou simultanés, provenant d'autres sources que WSP Canada Inc., cités et/ou utilisés dans ce rapport furent considérés comme ayant été obtenus en respectant les règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées et, conséquemment, comme étant valides. Ce modèle constitue un outil scientifique de prédiction permettant d'évaluer les impacts de modifications imposées à un système hydrogéologique existant et/ou permettant de comparer divers scénarios dans le cadre d'un processus décisionnel. Cependant, la précision du modèle demeure liée à l'incertitude normale inhérente aux travaux de modélisation hydrogéologique et, même si une attention professionnelle a été apportée lors de sa construction et des simulations, aucune garantie directe ou indirecte n'est donnée.

ANNEXE

RQC4

RQC4-1

GUIDE DE CONSTRUCTION POUR LES ROCHES I3A

RQC4-2

**CARACTÉRISATION DE LA LITHOLOGIE GABBRO (I3A) DU
PROJET WINDFALL EN VUE DE L'UTILISER COMME MATÉRIAU DE
CONSTRUCTION SUR LE SITE (FICHIER ÉCOMÉTRIX 13A-1P)**

ANNEXE

RQC4-1

***GUIDE DE CONSTRUCTION POUR
LES ROCHES I3A***

Une traduction française de ce document est
disponible à l'annexe B. La version anglaise
demeure la version officielle.

TO:

Windfall Mining Group

FROM:

Ecometrix
Daniel Skruch

REF:

I3A Construction Rock Guidance

DATE:

23 September 2024

I3A CONSTRUCTION ROCK GUIDANCE OVERVIEW

It is understood that the Windfall Mining Group will be excavating mine rock from zones expected to contain substantial proportions of I3A (Gabbro). The I3A has been identified to have preferential characteristics for use as on-site construction material. However, I3A will never be 100% pure. Therefore, to establish an operational criterion for the geochemical acceptability of the I3A-dominant material that may be produced during a blast sequence, a conservative-case mixing-scenario was evaluated whereby the acceptable proportions of a rock type that is anticipated to most likely be mixed in with I3A rock was evaluated.

Based on the field observations and knowledge of the bedrock I1P (granodiorite) is the most likely to be present in zones that also concurrently contain gabbro (I3A). The I1P material is considered to be a suitable candidate lithology for this conservative-evaluation as this material is a major site rock type that represents approximately 21% of the total waste rock to be produced (WSP, 2023), is recognized as generally occurring concurrently along the I3A in the deposit, while also recognizing that the I1P material is known to have a comparatively high proportions of PAG materials (**Table 1**) and has been identified as having elevated solids contents in some parameters and should be evaluated for leachability (**Table 2**).

In order to understand the potential effects that the I1P may have on the geochemistry of the I3A, and to identify the proportions of I1P that can be present in I3A excavation rock - such that it would not be expected to appreciably adversely affect the geochemical characterization of the target I3A rock - the following technical guidance has been prepared.

This assessment presents the acid generation potential of the I3A and I1P materials as well as the mine rock's leachability as per the 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai' (MELCCFP 2020) hereafter referenced as the '*Characterization Guide*', as it applies to their potential for use in on-site construction. All sampling and material characterization was performed as summarized in WSP (2023).

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: I3A Construction Rock Guidance

It is noted for context that the I1P and I3A materials discussed herein are assumed to represent bedrock materials that have not been affected by human activity. The I1P and I3A rock discussed in this assessment are not considered to be cyanide-containing, contaminated by organic compounds, radioactive, nor flammable as per the '*Characterization Guide*'.

It is noted that the following guidance details characterization efforts that were predominantly performed on drill-core from site-scale representativeness whereas run-of-mine materials from a targeted excavation zones can have distinct geochemical properties from those site-scale drill-core samples. However, by projecting blends of I3A and I1P materials in a conservative-case blending scenario and by incorporating safety margins, such as the applying the 90th percentile inventories and leaching concentrations, the material's potential for on-site construction can reasonably be evaluated.

As this assessment was performed using drill-core data it is recommended to continue characterization of the I3A and I1P run-of-mine materials as part of the site geochemical follow-up program to contextualize any potential for risk in run-of-mine materials.

I3A AND I1P CHARACTERIZATION OVERVIEW

The I3A and I1P mine rock are each forecasted to make up substantial proportions of the waste rock associated with the Windfall project, with sampling and characterization previously completed by WSP and reported in (WSP 2023). This characterization has included the analysis of solids contents, acid-base-accounting, and material leachability. WSP (2023) presents the results of a site-scale drill core-focused characterization program, with the associated characterization results presented and applied in this assessment.

Acid Base Accounting

In general, the I3A and I1P rock have appreciably different acid-base-accounting (ABA) characteristics but generally have more comparable solids contents and leachable constituent concentrations. As summarized below in **Table 1**, all characterized I3A materials were classified as non-PAG whereas approximately 50% of the I1P samples were classified as PAG in accordance with the '*Characterization Guide*' guidance using either the Bulk-NP inventories (as measured from the ACISOL method) or Carbonate-NP (Carb-NP) characterization approaches.

In consideration of the I1P rock's potential for acid generation relative to I3A rock, the potential risk of acidification associated with the blending I1P into I3A construction materials was evaluated in this assessment.

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: I3A Construction Rock Guidance

Table 1: Windfall I3A Construction Material Guidance – PAG Proportions of I3A and I1P Materials

Parameter	I3A	I1P
Count	43	82
PAG Proportion (Bulk-NP)	0%	48%
PAG Proportion (Carb-NP)	0%	51%

Note:

Full characterization dataset is available in WSP (2023).

Solids Contents

As summarized in **Table 2**, more than 10% of the I3A samples had solids contents greater than the comparative background criteria for Ag, As, Co, Cr, Cu, Mn and Ni whereas more than 10% of the I1P samples had Ag, As, and Cu greater than site background criteria as per Annexe 1 (Superieur) and Annexe 2 of the 'Guide d'intervention - Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés' (MELCCFP, 2021). Those parameters where more than 10% of the samples had solids contents present at greater than the background criteria values were evaluated from a material leachability perspective (e.g., CTEU-9 and SPLP).

From an evaluation of the potential parameter list, the possible introduction of I1P rock into I3A materials does not suggest an introduction of any new parameters to the leachability assessment that were not already present in the I3A solids contents characterization.

Table 2: Windfall I3A Construction Material Guidance – Solids Contents Greater than Background Criteria in I3A and I1P Materials

Rock Type	Parameters Present at Greater than Background Criteria in more than 10% of Samples
I3A	Ag, As, Co, Cr, Cu, Mn, Ni
I1P	Ag, As, Cu

CTEU-9 and SPLP Leachability

As outlined in the 'Characterization Guide,' leaching tests must be conducted following protocols designed to assess the mobility of elements. The SPLP (synthetic precipitation leaching procedure) testing involves mine rock that is crushed to smaller than 9.5mm and is leached with prepared buffer solutions of pH 4.2 at a 1:20 solids:liquids ratio and agitated for an 18-hour period at room temperature. The CTEU-9 testing involves mine rock that is crushed to less than 150µm and leached with a water solution at pH 7.0 at a 1:4 solids:liquids ratio and agitated for 7 days at room temperature (MELCCFP, 2023).

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: I3A Construction Rock Guidance

Table 3 provides an overview of the I3A and I1P leachability testing noting those parameters which were present at concentrations greater than the comparative 'Résurgence dans l'eau de surface' (RES) criterion as per Annexe 7 of the 'Guide d'intervention - Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés' (MELCCFP, 2021) in more than 10% of the analyses.

As noted in **Table 3**, Ag was elevated above the comparative criterion in more than 10% of the I3A SPLP analyses and no parameters were elevated above the criterion in more than 10% of the I1P analyses. As such, the potential blending of I1P with I3A mine rock would not be expected to adversely affect the SPLP screening of an I3A-I1P blend.

A summary of the CTEU-9 results are noted in **Table 3**. Though no parameters were elevated above the comparative criterion in more than 10% of the I3A CTEU-9 samples, Ag and Cu were elevated above the criterion in more than 10% of the I1P CTEU-9 analyses. As such, the potential blending of I1P with I3A mine rock will be assessed to evaluate the potential effects associated with the leachability of Ag and Cu.

Table 3: Windfall I3A Construction Material Guidance – CTEU-9 and SPLP Leachability Parameters Greater than RES Criteria in I3A and I1P Materials

Rock Type	CTEU9 Parameters With Leachate Concentrations Greater than RES Criteria ¹ in more than 10% of Samples	SPLP Parameters With Leachate Concentrations Greater than RES ¹ Criteria in more than 10% of Samples
I3A	--	Ag
I1P	Ag, Cu	--

Note:

1- RES criteria as outlined in MELCCFP, 2021, Appendix A.

I3A AND I1P POTENTIAL BLENDING ASSESSMENT – ACID GENERATION POTENTIAL

As noted in **Table 2**, and as based on the results from the WSP (2023) sample characterization, the I3A material has been classified as predominantly non-PAG with all samples having Bulk-NPR or Carb-NPR values of greater than two with a central-tendency average Bulk-NPR of 120 and average Carb-NPR of 142. However, an appreciable portion of the I1P is expected to be PAG (**Table 2**) with a central-tendency average Bulk-NPR of 5.8 and average Carb-NPR of 5.3.

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: I3A Construction Rock Guidance

Theoretical potential blending ratios of these two rock types were assessed, based on the results of the available geochemical test work, in order to empirically assess the proportion of I1P that can be mixed with the I3A so as to not substantially affect the non-PAG characterization of the I3A-dominant construction materials.

A conservative estimate of PAG potential within a conceptual I3A and I1P blend was developed assuming that each material could be represented by conservative 'high-AP' and 'low-NP' materials as an 'upper-bound' assessment, see **Table 4**. The potential blending of these 'high-NP' and 'low-NP' materials was evaluated to assess the potential PAG or non-PAG classification of the resulting rock mixture. In this assessment, it is assumed that there is no variation in the geochemical effectiveness and availability of the AP and NP sources amongst the lithologies.

Table 4: Windfall I3A Construction Material Guidance – Summary AP and Carb-NP values for I3A and I1P Rock

Rock Type	Conservative PAG Values			Central Tendency Values		
	90th Percentile AP (kg _{CaCO3} /tonne)	10th Percentile Carb-NP (kg _{CaCO3} /tonne)	Conservative Carb-NPR	Average AP (kg _{CaCO3} /tonne)	Average Carb-NP (kg _{CaCO3} /tonne)	Average Carb-NP / Average AP
I3A	20.7	145	7.0	8.6	216	25.0
I1P	76.3	6.3	0.08	33.6	48.3	1.4

Note:

Full characterization dataset is available in WSP (2023).

In this assessment the high-AP inventories would be conservatively represented by the 90th percentile sulphide contents (0.7%S, AP of 20.7 kg_{CaCO3}/tonne) and low-NP inventories conservatively represented by the 10th percentile carbonate-NP (145 kg_{CaCO3}/tonne) values. For reference, the resulting Carb-NPR from a conservative conceptual parcel of high-AP and low-NP I3A rock with these properties would be 7.0.

Similarly, to maintain a conservative estimate of PAG potential from a potential I1P blending material it was assumed that the I1P could be represented by a 'high-AP' 90th percentile sulphide (2.4%S, AP of 76.3 kg_{CaCO3}/tonne) and a 10th percentile 'low-NP' Carb-NP (6.3 kg_{CaCO3}/tonne) having a resulting Carb-NPR value of approximately 0.08.

A blend of these materials attributed these conservative Carb-NP and AP inventories would allow for a mixture containing up to 41% I1P to create a blend having an aggregate Carb-NPR of greater than 2. As such, any blends containing 59% or more I3A would be expected to remain non-PAG.

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: I3A Construction Rock Guidance

For reference, if the I3A and I1P materials were instead reflective of central-tendency average AP and NP inventories (**Table 4**), rather than the 90th percentile conservative bounds as evaluated above, at an approximate 59% to 41% blend the resulting material would be expected to have an aggregate Carb-NPR value of approximately 7.8 – well above the guidance value of 2 for non-PAG classification.

I3A AND I1P BLENDING ASSESSMENT – COPPER AND SILVER LEACHABILITY

Copper Leachability

As noted above, the theoretical blending of I1P with I3A was empirically assessed to evaluate the potential for Cu and Ag leachability, as informed by the CTEU-9 leachate concentrations to conservatively evaluate the risk of a potential blend of I1P materials with the targeted I3A materials. Though it is acknowledged that the CTEU-9 process utilizes finely crushed samples (i.e., less than 150 µm) that is generally appreciably smaller than would be expected to be produced during mine operations and these smaller particle sizes evaluated in a CTEU-9 test would be expected to increase the geochemically active surface area of the rock particles and would result in higher concentrations than would be expected to be realized from as-blasted site materials

As noted in **Table 3** copper concentrations were observed greater than the RES criteria values in more than 10% of the I1P samples. However, in practice, approximately 12% of the I1P samples had Cu concentrations in the CTEU-9 leachate greater than the comparative RES criterion value and none of the I3A samples had Cu concentrations greater than this criterion value. At the minimum 59% I3A and 41% I1P blend proportions noted above for PAG classification purposes, only a marginal 5% of the resulting aggregate rock (e.g., 12% of the I1P samples multiplied by the 41% of I1P in the resulting aggregate material. Sample calculations presented in **Attachment A**) may be expected to have CTEU-9 concentrations greater than the comparative criterion. As such, any I3A and I1P blends containing 59% or more I3A would not be anticipated to exceed the RES copper criterion.

For additional reference it is noted that the average Cu leachate concentrations (**Table 5**) from either the I1P (n=50) samples at 0.0036 mg/L or from the I3A samples (n=32) at 0.00058 mg/L are both appreciably lower than the RES criterion of 0.0073 mg/L indicating that central-tendency behaviour of a resulting mixed material would not be anticipated to be a leachability concern. Further, even if the I3A and I1P leachate concentrations were represented by their respective 90th percentile CTEU-9 concentrations the resulting proportional concentration of an aggregate material at a 59% I3A and 41% I1P blend of 0.0045 mg/L remains below the RES criterion of 0.0073 mg/L.

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: I3A Construction Rock Guidance

In consideration of the above evaluation, the Cu leachability effects to I3A materials resulting from blending I1P rock are not anticipated to affect the 'Characterization Guide' leachability characterization of the I3A construction materials.

Silver Leachability

As noted in **Table 3**, the concentrations of Ag in the CTEU-9 leachate were greater than the RES criteria values in more than 10% of the I1P samples. Approximately 35% of the I1P samples had Ag concentrations in the CTEU-9 leachate greater than the comparative criterion and approximately 3% of the I3A samples were greater than this criterion.

At the minimum 59% I3A and 41% I1P blend noted above for non-PAG classification purposes, approximately 16% of the material may be expected to have CTEU-9 concentrations greater than the comparative criterion. This quantity is greater than the 10% threshold considered marginal in this assessment. Further, if the I3A and I1P CTEU-9 leachate is conservatively attributed the 90th percentile concentration from each rock type (**Table 5**) the resulting proportional CTEU-9 concentration of 0.0014 mg/L would be greater than the comparative RES concentration of 0.00062 mg/L. As such, a more stringent conceptual blending ratio than applied in PAG assessment is recommended from the perspective of limiting the potential Ag leachability.

An empirical conservative blend ratio is proposed that would limit a resulting mixture of I3A and I1P materials each represented by their 90th percentile CTEU-9 Ag leachability concentrations to a concentration lower than the comparative RES value of 0.00062 mg/L.

For example, if approximately 85% of I3A is blended with 15% of I1P at the conservative 90th percentile CTEU-9 concentrations the resulting proportional aggregate concentration of 0.00059 mg/L would be marginally lower than the comparative RES value of 0.00062 mg/L.

For reference, if central-tendency average I3A and I1P Ag CTEU-9 leach concentrations were applied to a blended 85% I3A and 15% I1P aggregate material the resulting CTEU-9 leachate concentration of approximately 0.00033 mg/L would be appreciably lesser than the comparative RES value (0.00062 mg/L).

In consideration of the above potential Ag leachability effects, it is recommended to target I3A blends incorporating 85% or more I3A for construction rock segregation.

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: I3A Construction Rock Guidance

Table 5: Windfall I3A Construction Material Guidance – Summary Copper and Silver CTEU-9 Concentrations for I3A and I1P Rock

Rock Type	Cu CTEU-9 Concentrations (mg/L)		Ag CTEU-9 Concentrations (mg/L)	
	Average	90th Percentile	Average	90th Percentile
I3A	0.00058	0.0011	0.00012	0.00015
I1P	0.0036	0.0093	0.0015	0.0031

Note:

Full characterization dataset is available in WSP (2023).

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: I3A Construction Rock Guidance

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

I3A mine rock has been identified to have preferential characteristics for on-site construction. However, the I3A will never be 100% pure and is expected to be present in zones that also concurrently contain appreciable portions of other material. In order to assess a conservative-case scenario, a blend with the I1P (Granodiorite) lithology was evaluated to determine an operational threshold for the selection of appropriate materials.

This technical memo presents guidance as to what proportions of rock can be blended in with the I3A mine rock such that it would not be expected to appreciably adversely affect the geochemical characterization of the target I3A rock.

A conservative empirical evaluation of the I3A and I1P material properties has identified that I3A and I1P mine rock blends containing 85% or more of I3A would not be expected to substantially affect the geochemical properties and the resulting geochemical characterization of the I3A materials with respect to the resulting aggregate material's potential for acid generation and Ag and Cu leachability. As such, the blending of 85% or more of I3A with I1P would be suitable on-site construction use.

As this assessment was performed using drill-core data it is recommended to continue characterization of the I3A and I1P run-of-mine materials as part of the site geochemical follow-up program to contextualize any potential for risk in run-of-mine materials.

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: I3A Construction Rock Guidance

REFERENCES

MELCCFP (Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs) 2020. *Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral*, Gouvernement du Québec. Juin 2020.

MELCCFP (Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs) 2021. *Guide d'intervention. Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés*, Gouvernement du Québec. Mai 2021.

WSP, 2023. *Geochemical Characterization of Ore and Waste Materials for the Windfall Project*, Québec, WSP. GAL 137-2148985706-RA-Rev1. 10 March, 2023.

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: I3A Construction Rock Guidance

ATTACHMENT A SAMPLE CALCULATION

Sample Calculation - I3A and I1P Blending – PAG Assessment and Copper-Silver CTEU-9 Leachability

Conservative PAG Proportion Assessment - High-AP and Low-NP Values

Rock Type	90th Percentile AP Inventory (kgCaCO3/tonne)	10th Percentile NP Inventory (kgCaCO3/tonne)	Conservative Carb-NPR Estimate
I3A	20.7	145	7
I1P	76.3	6.3	0.08

Objective is to evaluate the proportion of I1P that can be blended into I3A material to maintain a Carb-NPR value of greater than 2 in the resulting blended material.

Where the Carb-NPR of the resulting blend of materials can be defined as:

$$\text{Carb-NPR}_{\text{Blend}} = (\text{NP}_{\text{I3A}} * \text{Proportion}_{\text{I3A}} + \text{NP}_{\text{I1P}} * \text{Proportion}_{\text{I1P}}) / (\text{AP}_{\text{I3A}} * \text{Proportion}_{\text{I3A}} + \text{AP}_{\text{I1P}} * \text{Proportion}_{\text{I1P}})$$

NP_{I3A} = NP inventory of I3A Materials

NP_{I1P} = NP inventory of I1P Materials

AP_{I3A} = AP inventory of I3A Materials

AP_{I1P} = AP inventory of I1P Materials

$\text{Proportion}_{\text{I3A}}$ = Percentage of I3A materials in an I3A and I1P Blend

$\text{Proportion}_{\text{I1P}}$ = Percentage of I1P materials in an I3A and I1P Blend

Evaluate the minimum Proportion of I3A materials that would be needed to satisfy the Carb-NPR condition:

$$2 = (145 * \text{Proportion}_{\text{I3A}} + 6.3 * (1 - \text{Proportion}_{\text{I3A}})) / (20.7 * \text{Proportion}_{\text{I3A}} + 76.3 * (1 - \text{Proportion}_{\text{I3A}}))$$

$$2 = (145\text{Proportion}_{\text{I3A}} + 6.3 - 6.3\text{Proportion}_{\text{I3A}}) / (20.7\text{Proportion}_{\text{I3A}} + 76.3 - 76.3\text{Proportion}_{\text{I3A}})$$

$$152.6 - 111.2\text{Proportion}_{\text{I3A}} = 138.7\text{Proportion}_{\text{I3A}} + 6.3$$

$$146.3 = 249.9\text{Proportion}_{\text{I3A}}$$

$$\text{Proportion}_{\text{I3A}} = \mathbf{59\%}$$

Copper Leachability Assessment

Rock Type	Proportion of Samples with CTEU-9 Copper Concentrations Greater than RES Criteria Value (0.0073 mg/L)
I3A ¹	0%
I1P ²	12%

Notes:

- 1) 0 of 32 I3A samples have CTEU-9 copper concentrations higher than the comparative criteria value.
- 2) 6 of 52 I1P samples had CTEU-9 copper concentrations higher than the comparative criteria value.

Evaluate the proportion of blended samples that would have concentrations higher than the comparative CTEU-9 criterion at the minimum I3A proportion (59% I3A) noted above from the conservative PAG proportion assessment.

Proportion of Blend Forecasted to have Concentrations Greater than RES Criteria Value = (Proportion of I3A with higher Concentrations than CTEU-9 Criteria * Proportion_{I3A} + Proportion of I1P with higher Concentrations than CTEU-9 Criteria* Proportion_{I1P})

*Proportion of Blend Forecasted to have Concentrations Greater than RES Criteria Value = (0% * 59% + 12% * 41%)*

*Proportion of Blend Forecasted to have Concentrations Greater than RES Criteria Value = **5%***

Silver Leachability Assessment

Rock Type	Proportion of Samples with CTEU-9 Silver Concentrations Greater than RES Criteria Value (0.00062 mg/L)	90th Percentile CTEU-9 Ag Concentration
I3A ¹	3.1%	0.00015
I1P ²	34.6%	0.0031

Notes:

- 1) 1 of 32 I3A samples had a CTEU-9 copper concentration higher than the comparative criteria.
- 2) 18 of 52 I1P samples had CTEU-9 concentrations higher than the comparative criteria value.

Evaluate the proportion of blended samples that would have concentrations higher than the comparative CTEU-9 criterion at the minimum I3A proportion (59% I3A) noted above from the conservative PAG proportion assessment.

Proportion of Blend Forecasted to have Concentrations Greater than RES Criteria Value = (Proportion of I3A with higher Concentrations than CTEU-9 Criteria * Proportion_{I3A} + Proportion of I1P with higher Concentrations than CTEU-9 Criteria * Proportion_{I1P})

*Proportion of Blend Forecasted to have Concentrations Greater than RES Criteria Value = (3% * 59% + 35% * 41%)*

*Proportion of Blend Forecasted to have Concentrations Greater than RES Criteria Value = **16%***

This quantity is greater than the 10% threshold considered marginal in this assessment

As such, a more stringent conceptual blending ratio than applied in PAG assessment is recommended from the perspective of limiting the potential Ag leachability

Conservatively evaluate the proportions of a mixture of I3A and I1P materials where each is represented by their 90th percentile CTEU-9 Ag leachability concentrations such that their proportions produce a concentration lesser than the comparative RES Ag criteria value of 0.00062 mg/L.

Target Concentration (CTEU-9 Criteria Value) = (I3A Conservative CTEU-9 Concentration * Proportion_{I3A} + I1P Conservative CTEU-9 Concentration * Proportion_{I1P})

*0.00062 mg/L = (0.00015 mg/L * Proportion_{I3A} + 0.0031 mg/L * (1-Proportion_{I3A}))*

*0.00062 mg/L = (0.00015 mg/L * Proportion_{I3A} + 0.0031 mg/L * (1-Proportion_{I3A}))*

-0.00248 mg/L = -0.00295Proportion_{I3A}

*Proportion_{I3A} = **84.1%***

Under a conservative scenario, attributing 90th percentile CTEU-9 concentrations, proportions of I3A that are greater than 84.1% would produce a blended CTEU-9 concentration lesser than the comparative criteria.

DATE: 23 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: I3A Construction Rock Guidance

ATTACHMENT B FRENCH-LANGUAGE COPY OF THE 'I3A CONSTRUCTION ROCK GUIDANCE' MEMO

À:

Groupe Minier Windfall

De:Ecometrix
Daniel Skruch**REF:**

I3A Construction Rock Guidance

DATE:

9 Mai 2024

APERÇU DU GUIDE DE CONSTRUCTION POUR LES ROCHES I3A

Il est entendu que le Groupe Minier Windfall fera l'extraction des roches minières de zones dont on suspecte une présence importante de I3A (Gabbro). L'I3A a été reconnu comme ayant des caractéristiques propices à être utilisé comme matériau de construction sur le site. Cependant, l'I3A ne sera jamais pur à 100 %. Par conséquent, afin d'évaluer un critère opérationnel pour l'acceptabilité du matériau I3A trouvé au cours d'une séquence de dynamitage, un scénario prévoyant le pire des cas a été établi, dans lequel les proportions acceptables d'un type de roche dont on prévoit qu'il sera très probablement mélangé à la roche I3A ont été évaluées.

D'après les observations sur le terrain et la connaissance du substratum rocheux, le matériau I1P (granodiorite) est le plus susceptible d'être présent dans les zones qui contiennent également du gabbro (I3A). Le matériau I1P est considéré comme une lithologie candidate appropriée pour cette évaluation prudente car ce matériau est un type de roche majeur du site qui représente environ 21 % du total des stériles à produire (WSP, 2023), il est reconnu comme étant généralement présent en même temps que le I3A dans le gisement, tout en reconnaissant également que le matériau I1P est connu pour avoir une proportion comparativement élevée de matériaux PAG (tableau 1) et a été identifié comme ayant des teneurs en solides élevées dans certains paramètres et devrait être évalué pour la lixivabilité (tableau 2).

Afin de comprendre les effets potentiels de l'I1P sur la géochimie de l'I3A et d'identifier les proportions d'I1P qui peuvent être présentes dans les roches d'excavation de l'I3A - de telle sorte qu'elles ne devraient pas avoir d'effets négatifs importants sur la caractérisation géochimique des roches cibles de l'I3A - les orientations techniques suivantes ont été préparées.

Cette évaluation présente le potentiel de génération d'acide des matériaux I3A et I1P ainsi que la lixivabilité de la roche minière conformément au « *Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai* » (MELCCFP 2020), ci-après dénommé « *Guide de caractérisation* », tel qu'il s'applique à leur potentiel d'utilisation dans la construction sur site. L'ensemble de l'échantillonnage et de la caractérisation des matériaux a été réalisé comme résumé dans WSP (2023).

DATE: 9 Mai 2024

À: Groupe Minier Windfall

REF: I3A Construction Rock Guidance

APERÇU DE LA CARACTÉRISATION D'I3A AND D'I1P

Il est prévu que les roches minières I3A et I1P constituent chacune une proportion importante des stériles associés au projet Windfall, dont l'échantillonnage et la caractérisation ont déjà été réalisés par WSP et rapportés dans (WSP 2023). Cette caractérisation a inclus l'analyse des teneurs en solides, la comptabilisation des bases acides et la lixiviabilité des matériaux. WSP (2023) présente les résultats d'un programme de caractérisation axé sur les carottes de forage à l'échelle du site, les résultats de caractérisation associés étant présentés et appliqués dans cette évaluation.

Bilan acide-base

En général, les roches I3A et I1P présentent des caractéristiques de bilan acide-base (BAB) différentes, mais ont généralement des teneurs en solides et des concentrations en constituants lixiviables plus comparables. Comme le résume le tableau 1 ci-dessous, tous les matériaux I3A caractérisés ont été classés comme non générateurs d'acides (non PGA), tandis qu'environ 50 % des échantillons I1P ont été classés comme PGA conformément aux orientations du « *Guide de caractérisation* », en utilisant soit les inventaires Bulk-PN (tels que mesurés par la méthode ACISOL), soit les approches de caractérisation des PN carbonatées (Carb PN).

Compte tenu du potentiel de génération d'acide de la roche I1P par rapport à la roche I3A, le risque potentiel d'acidification associé au mélange d'I1P dans les matériaux de construction I3A a été évalué dans le cadre de la présente évaluation.

Tableau 1: Windfall I3A Guide des Matériaux de Construction – Proportions de matériaux I3A et I1P PGA

Param	I3A	I1P
Count	43	82
Proportion PGA (Bulk-PN)	0%	48%
Proportion PGA (Carb-PN)	0%	51%

Note:

L'ensemble des données de caractérisation est disponible dans WSP (2023).

Teneur en solides

Comme le résume le tableau 2, plus de 10 % des échantillons I3A présentaient des teneurs en solides supérieures aux critères de fond comparatifs pour Ag, As, Co, Cr, Cu, Mn et Ni, tandis que plus de 10 % des échantillons I1P présentaient des teneurs en Ag, As et Cu supérieures aux critères de fond du site, conformément à l'annexe 1 (Supérieur) et à l'annexe 2 du « *Guide d'intervention* ».

DATE: 9 Mai 2024

À: Groupe Minier Windfall



REF: I3A Construction Rock Guidance

- *Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés* » (MELCCFP, 2021). Les paramètres pour lesquels plus de 10 % des échantillons présentaient des teneurs en matières solides supérieures aux valeurs des critères de fond ont été évalués du point de vue de la lixivabilité des matériaux (par exemple, CTEU-9 et SPLP).

D'après une évaluation de la liste des paramètres potentiels, l'introduction possible de roches I1P dans les matériaux I3A ne suggère pas l'introduction de nouveaux paramètres dans l'évaluation de la lixivabilité qui n'étaient pas déjà présents dans la caractérisation des teneurs en solides de l'I3A.

Tableau 2: Windfall I3A Guide des matériaux de Construction– Teneurs supérieures aux critères de fond des Matériaux I3A et I1P

Type de roche	Paramètres présents à des niveaux supérieurs aux critères de fond dans plus de 10 % des échantillons
I3A	Ag, As, Co, Cr, Cu, Mn, Ni
I1P	Ag, As, Cu

Lixiviation du CTEU-9 et du SPLP

Comme indiqué dans le « *Guide de caractérisation* », les tests de lixiviation doivent être effectués selon des protocoles conçus pour évaluer la mobilité des éléments. L'essai SPLP (procédure de lixiviation par précipitation synthétique) implique une roche minière concassée à moins de 9,5 mm et lixiviée avec des solutions tampons préparées de pH 4,2 à un rapport solides/liquides de 1:20 et agitée pendant une période de 18 heures à température ambiante. L'essai CTEU-9 porte sur des roches minières concassées à moins de 150 µm et lixiviées avec une solution d'eau à pH 7,0 à un rapport solides/liquides de 1:4 et agitées pendant 7 jours à température ambiante (MELCCFP, 2023).

Le tableau 3 montre un aperçu des tests de lixiviation I3A et I1P en notant les paramètres qui étaient présents à des concentrations supérieures au critère comparatif « *Résurgence dans l'eau de surface* » (RES) conformément à l'annexe 7 du « Guide d'intervention - Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés » (MELCCFP, 2021) dans plus de 10 % des analyses.

Comme indiqué dans le tableau 3, le taux d'Ag était supérieur au critère comparatif dans plus de 10 % des analyses I3A SPLP et aucun paramètre n'était supérieur au critère dans plus de 10 % des

DATE: 9 Mai 2024

À: Groupe Minier Windfall



REF: I3A Construction Rock Guidance

analyses I1P. Ainsi, le mélange potentiel de I1P avec des roches I3A ne devrait pas avoir d'effet négatif sur la sélection SPLP d'un mélange I3A-I1P.

Un résumé des résultats du CTEU-9 est présenté dans le tableau 3. Bien qu'aucun paramètre n'ait dépassé le critère comparatif dans plus de 10 % des échantillons I3A CTEU-9, Ag et Cu ont dépassé le critère dans plus de 10 % des analyses I1P CTEU-9. Ainsi, le mélange potentiel de l'I1P avec la roche minière de l'I3A sera évalué afin de déterminer les effets potentiels associés à la lixivabilité de l'Ag et du Cu.

Tableau 3: Windfall Guide de construction des matériaux I3A - Paramètres de lixiviation CTEU-9 et SPLP supérieurs aux critères RES dans les matériaux I3A et I1P

Type de roche	Paramètres CTEU9 dont les concentrations en lixiviats sont supérieures aux critères RES ¹ dans plus de 10 % des échantillons	Paramètres SPLP avec des concentrations de lixiviat supérieures aux critères RES ¹ dans plus de 10 % des échantillons
I3A	--	Ag
I1P	Ag, Cu	--

DATE: 9 Mai 2024

À: Groupe Minier Windfall



REF: I3A Construction Rock Guidance

ÉVALUATION DES MÉLANGES POTENTIELS I3A ET I1P - POTENTIEL DE GÉNÉRATION D'ACIDE

Comme indiqué dans le tableau 2, et sur la base des résultats de la caractérisation de l'échantillon WSP (2023), le matériau I3A a été classé comme étant principalement non PGA avec tous les échantillons ayant des valeurs Bulk RPN ou Carb-RPN supérieures à deux, avec une tendance centrale moyenne Bulk-RPN de 120 et Carb-RPN moyenne de 142. Cependant, une partie appréciable de l'I1P devrait être constituée de PGA (tableau 2) avec un Bulk-RPN moyen de 5,8 et un Carb-RPN moyen de 5,3 pour la tendance centrale.

Les rapports de mélange potentiels théoriques de ces deux types de roches ont été évalués, sur la base des résultats des essais géochimiques disponibles, afin d'évaluer empiriquement la proportion de I1P pouvant être mélangée à la I3A sans affecter de manière substantielle la caractérisation non PGA des matériaux de construction dominants de la lithologie I3A.

Une estimation prudente du potentiel PGA dans un mélange conceptuel de I3A et de I1P a été élaborée en supposant que chaque matériau pouvait être représenté par des matériaux conservateurs « à forte teneur en PA » et « à faible teneur en PN » dans le cadre d'une évaluation de la « limite supérieure » (voir tableau 4). Le mélange potentiel de ces matériaux « à haute teneur en PN » et « à faible teneur en PN » a été évalué pour déterminer la classification potentielle PGA ou non PGA du mélange résultant. Dans cette évaluation, on suppose qu'il n'y a pas de variation dans l'efficacité géochimique et la disponibilité des sources PA et PN entre les lithologies.

DATE: 9 Mai 2024

À: Groupe Minier Windfall



REF: I3A Construction Rock Guidance

Table 4: Guide des matériaux de Construction, Windfall – Sommaire des valeurs PA et PN carbonate pour I3A et I1P

Type de roche	Valeurs conservatrices du PGA			Valeurs de la tendance centrale		
	90ème percentile PA (kgCaCO ₃ /tonne)	10ème percentile Carb-PN (kgCaCO ₃ /tonne)	Carb-RPN Conservateur	Moyenne PA (kgCaCO ₃ /tonne)	Moyenne Carb-PN (kgCaCO ₃ /tonne)	Moyenne Carb-PN / Moyenne PA
I3A	20.7	145	7	8.6	216	25
I1P	76.3	6.3	0.08	33.6	48.3	1.4

Note:

L'ensemble des données de caractérisation est disponible dans WSP (2023).

Dans cette évaluation, les inventaires à forte teneur en PA seraient représentés de manière prudente par les teneurs en sulfures du 90^{ème} percentile (0,7 %S, PA de 20,7 kgCaCO₃/tonne) et les inventaires à faible teneur en PN seraient représentés de manière prudente par les valeurs de carbonate-PN du 10^{ème} percentile (145 kgCaCO₃/tonne). À titre de référence, le Carb-RPN résultant d'une parcelle conceptuelle conservatrice de roches I3A à haute teneur en PA et à faible teneur en PN présentant ces propriétés serait de 7,0.

De même, pour maintenir une estimation conservatrice du potentiel PGA d'un matériau de mélange I1P potentiel, on a supposé que l'I1P pouvait être représenté par un sulfure de 90^{ème} percentile à teneur élevée en PA (2,4 %S, PA de 76,3 kgCaCO₃/tonne) et un Carb-NP de 10^{ème} percentile à faible teneur en PN (6,3 kgCaCO₃/tonne) ayant une valeur Carb-RPN résultante d'environ 0,08.

Un mélange de ces matériaux attribués à ces inventaires conservateurs de Carb-PN et de PA permettrait à un mélange contenant jusqu'à 41% de I1P de créer un mélange ayant un Carb-RPN agrégé supérieur à 2. Ainsi, tout mélange contenant 59 % ou plus de I3A devrait rester non-PGA.

À titre de référence, si les matériaux I3A et I1P reflétaient plutôt les inventaires PA et PN moyens de la tendance centrale (tableau 4), plutôt que les limites prudentes du 90^{ème} percentile évaluées ci-dessus, à un mélange approximatif de 59 % à 41 %, le matériau résultant devrait avoir une valeur Carb-RPN globale d'environ 7,8 - bien au-dessus de la valeur indicative de 2 pour la classification non PGA.

DATE: 9 Mai 2024

À: Groupe Minier Windfall



REF: I3A Construction Rock Guidance

ÉVALUATION DU MÉLANGE I3A AND I1P – LIXIVIATION DU CUIVRE ET DE L'ARGENT

Lixiviation du cuivre

Comme indiqué ci-dessus, en théorie, le mélange de l'I1P et du I3A a été évalué de manière empirique afin d'évaluer le potentiel de lixiviation du Cu et de l'Ag, sur la base des concentrations de lixiviat du CTEU -9 afin d'évaluer de manière prudente le risque d'un mélange potentiel de matériaux I1P avec les matériaux I3A ciblés.

Bien qu'il soit reconnu que le test CTEU-9 utilise des échantillons finement broyés (c.-à-d. moins de 150 µm) qui sont généralement beaucoup plus petits que ce que l'on pourrait s'attendre à produire pendant les opérations minières, ces tailles de particules plus petites évaluées dans un test CTEU-9 devraient augmenter géochimiquement la surface active des particules de roche et entraîner des concentrations plus élevées que ce que l'on pourrait s'attendre à obtenir à partir des matériaux du site tels qu'ils ont été abattus à l'explosif.

Comme l'indique le tableau 3, les concentrations de cuivre observées sont supérieures aux valeurs des critères RES dans plus de 10 % des échantillons I1P. Toutefois, dans la pratique, environ 12 % des échantillons I1P présentaient des concentrations de Cu dans le lixiviat du CTEU-9 supérieures à la valeur comparative du critère RES et aucun des échantillons I3A ne présentait de concentrations de Cu supérieures à cette valeur critère. Aux proportions minimales de 59 % de I3A et de 41 % de I1P indiquées ci-dessus pour les besoins de la classification PAG, seul un pourcentage marginal de 5 % de la roche agrégée résultante (par exemple, 12 % des échantillons de I1P multipliés par les 41 % de I1P dans le matériau agrégé résultant. Les calculs des échantillons présentés dans l'annexe A) devraient présenter des concentrations de CTEU-9 supérieures au critère comparatif. Ainsi, les mélanges de I3A et de I1P contenant 59 % ou plus de I3A ne devraient pas dépasser le critère de cuivre du RES.

À titre de référence supplémentaire, il convient de noter que les concentrations moyennes de Cu dans le lixiviat (tableau 5) des échantillons de I1P (n=50) à 0,0036 mg/L ou des échantillons de I3A (n=32) à 0,00058 mg/L sont toutes les deux inférieures au critère RES de 0,0073 mg/L, ce qui indique que le comportement de la tendance centrale d'un matériau mélangé résultant ne devrait pas poser de problème de lixiviation. En outre, même si les concentrations de I3A et de I1P dans le lixiviat étaient représentées par leur 90^{ème} percentile respectif de CTEU-9, la concentration proportionnelle résultante d'un matériau agrégé avec un mélange de 59 % de I3A et de 41 % de I1P de 0,0045 mg/L reste inférieure au critère RES de 0,0073 mg/L.

Compte tenu de l'évaluation ci-dessus, les effets de lixiviation du Cu pour les matériaux I3A résultant du mélange de roches I1P ne devraient pas affecter la caractérisation de la lixiviation des matériaux de construction I3A selon le « *Guide de caractérisation* ».

DATE: 9 Mai 2024

À: Groupe Minier Windfall



REF: I3A Construction Rock Guidance

Lixiviation de l'Argent

Comme l'indique le tableau 3, les concentrations d'Ag dans le lixiviat du CTEU-9 étaient supérieures aux valeurs du critère RES dans plus de 10 % des échantillons I1P. Environ 35 % des échantillons I1P présentaient des concentrations d'Ag dans le lixiviat du CTEU-9 supérieures au critère comparatif et environ 3 % des échantillons I3A étaient supérieurs à ce critère.

Pour le mélange minimum de 59 % d'I3A et de 41 % d'I1P mentionné ci-dessus à des fins de classification non-PAG, on peut s'attendre à ce qu'environ 16 % du matériau présente des concentrations de CTEU-9 supérieures au critère comparatif. Cette quantité est supérieure au seuil de 10 % considéré comme marginal dans cette évaluation. En outre, si l'on attribue au lixiviat I3A et I1P la concentration CTEU-9 du 90^{ème} percentile de chaque type de roche (tableau 5), la concentration proportionnelle de CTEU-9 de 0,0014 mg/L qui en résulte serait supérieure à la concentration de 0,00062 mg/L du critère comparatif. Ainsi, un rapport de mélange conceptuel plus strict que celui appliqué dans l'évaluation du PGA est recommandé du point de vue de la limitation de la lixiviation potentielle de l'Ag.

Un rapport de mélange empirique conservateur est proposé pour limiter un mélange résultant de matériaux I3A et I1P, chacun représenté par son 90^{ème} percentile de concentration de lixiviation de l'Ag du CTEU-9, à une concentration inférieure à la valeur RES comparative de 0,00062 mg/L.

Par exemple, si environ 85 % de I3A sont mélangés à 15 % de I1P aux concentrations prudentes du 90^{ème} percentile de l'UTC-9, la concentration agrégée proportionnelle résultante de 0,00059 mg/L serait légèrement inférieure à la valeur comparative de 0,00062 mg/L du RES.

À titre de référence, si les concentrations moyennes de lixiviation de l'Ag CTEU-9 I3A et I1P étaient appliquées à un mélange de 85 % d'agrégats I3A et 15 % d'agrégats I1P, la concentration de lixiviation de l'Ag CTEU-9 qui en résulterait, d'environ 0,00033 mg/L, serait sensiblement inférieure à la valeur comparative du RES (0,00062 mg/L).

Compte tenu des effets potentiels de lixiviation de l'Ag mentionnés ci-dessus, il est recommandé de cibler les mélanges d'I3A incorporant 85 % ou plus d'I3A pour la ségrégation des roches de construction.

DATE: 9 Mai 2024

À: Groupe Minier Windfall



REF: I3A Construction Rock Guidance

Tableau 5: Windfall I3A Guide des matériaux de construction – Résumé des concentrations de cuivre et d'argent dans les CTEU-9 pour les roches I3A et I1P

Type de roche	Concentrations Cu - CTEU-9 (mg/L)		Concentrations Ag - CTEU-9 (mg/L)	
	Moyenne	90 ^{ème} percentile	Moyenne	90 ^{ème} percentile
I3A	0.00058	0.0011	0.00012	0.00015
I1P	0.0036	0.0093	0.0015	0.0031

Note:

L'ensemble des données de caractérisation est disponible dans WSP (2023).

DATE: 9 Mai 2024

À: Groupe Minier Windfall



REF: I3A Construction Rock Guidance

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

Les roches de la lithologie I3A a été identifiée comme ayant des caractéristiques propices pour la construction sur site. Cependant, l'I3A ne sera jamais pure à 100 % et il est attendu qu'elle est présente dans des zones qui contiennent également des portions appréciables d'autres matériaux. Afin d'évaluer le scénario le plus défavorable, un mélange avec la lithologie I1P (granodiorite) a été évalué afin de déterminer un seuil opérationnel pour la sélection des matériaux appropriés.

Ce mémo technique donne des indications sur les proportions qui peuvent être mélangées aux résidus de mine de l'I3A de manière à ce qu'elles n'affectent pas de manière appréciable la caractérisation géochimique de la roche cible I3A.

Une évaluation empirique prudente des propriétés des matériaux I3A et I1P a montré que les mélanges de roches minières I3A et I1P contenant 85 % ou plus de I3A ne devraient pas affecter de manière substantielle les propriétés géochimiques et la caractérisation géochimique des matériaux I3A en ce qui concerne le potentiel de génération d'acide et la lixiviation de l'Ag et du Cu des agrégats qui en résulteraient. Ainsi, le mélange de 85 % ou plus de I3A avec du I1P conviendrait à une utilisation sur le site de construction.

Comme cette évaluation a été réalisée à partir de données de carottes de forage, il est recommandé de poursuivre la caractérisation des matériaux de la lithologie I3A et I1P dans le cadre du programme de suivi géochimique du site afin de contextualiser tout risque potentiel des matériaux tout-venant.

DATE: 9 Mai 2024

À: Groupe Minier Windfall



REF: I3A Construction Rock Guidance

REFERENCES

MELCCFP (Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs) 2020. *Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral*, Gouvernement du Québec. Juin 2020.

MELCCFP (Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs) 2021. *Guide d'intervention. Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés*, Gouvernement du Québec. Mai 2021.

WSP, 2023. *Geochemical Characterization of Ore and Waste Materials for the Windfall Project*, Québec, WSP. GAL 137-2148985706-RA-Rev1. 10 March, 2023.

ANNEXE

RQC4-2

*CARACTÉRISATION DE LA LITHOLOGIE
GABBRO (I3A) DU PROJET WINDFALL EN
VUE DE L'UTILISER COMME MATÉRIAU DE
CONSTRUCTION SUR LE SITE (FICHIER
ÉCOMÉTRIX 13A-1P)*

Une traduction française de ce document est
disponible à l'annexe B. La version anglaise
demeure la version officielle.

TO:

Windfall Mining Group

FROM:

Ecometrix
Daniel Skruch
Hannah Tweedie

REF:

Characterization of the I3A Lithology at the
Windfall Site for Application as On-Site
Construction Material

DATE:

16 September 2024

I3A CHARACTERIZATION SUMMARY

This technical memorandum offers a summary of the I3A (gabbro/diorite) mine rock characterization at the Windfall site - a French-language copy of this characterization memo is included in **Attachment B**. The characterization approach was designed to adhere to the recommendations outlined in the 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' (MELCCFP 2020), henceforth referred to as the '*Characterization Guide*'. The number of samples selected for characterization exceeds the minimum recommended as per Section 3.2.2 of the '*Characterization Guide*'. Laboratory analyses on the recovered samples were completed at SGS Lakefield, ON a lab accredited by the Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) for the performed analyses.

As per the '*Characterization Guide*' (MELCCFP 2020) and the acid-base-accounting characteristics evaluated in this assessment, the I3A is considered to be non-potentially acid generating (Non-PAG).

In consideration of the static test results indicating that the I3A material is non-PAG - the neutral-condition CTEU-9 test results are considered to be more representative than the pH 4.2 SPLP leachability test results for leachability assessment and these results suggest that the I3A material is not likely to have a leachability risk.

The I3A rock materials characterized in this assessment and considered for use in on-site construction can reasonably be considered as low-risk materials and are not considered to be leachable, cyanide-containing, contaminated by organic compounds, radioactive, nor flammable.

DATE: 16 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of the I3A Lithology at the Windfall Site for Application as On-Site Construction Material

Though the I3A materials are considered to be low-risk, continuous geochemical characterization of run-of-mine materials as part of the site geochemical follow-up program is recommended to evaluate the potential for risk in run-of-mine materials.

DATE: 16 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of the I3A Lithology at the Windfall Site for Application as On-Site Construction Material

INTRODUCTION

This technical memo provides a summary of the characterization for the I3A (gabbro) mine rock sampled from the Windfall site to characterize the potential geochemical risks of the I3A rock. The I3A rock is estimated to represent approximately 22% of the total waste rock produced during operations. The rock characterization strategy was undertaken to be consistent with the guidance of the Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai (MELCCFP 2020), hereafter referenced as the '*Characterization Guide*'.

The Windfall project site is located in the Northern Quebec administrative region approximately 115 km east of Lebel-sur-Quévillon and approximately 175 km northeast of Val d'Or (**Figure 1**). The Windfall project is presently at an advanced stage of exploration with operations planned to begin in 2025. The planned layout of project infrastructure is shown in **Figure 2** for reference.

This memo is considered to a complete repository of all geochemical analyses conducted on the I3A material. A broader report on the geochemical characterization of all waste rock and ore that are proposed to be stored on the Windfall site as part of active mining operations is available in WSP (2023a).

DATE: 16 September 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Characterization of the I3A Lithology at the Windfall Site for Application as On-Site Construction Material

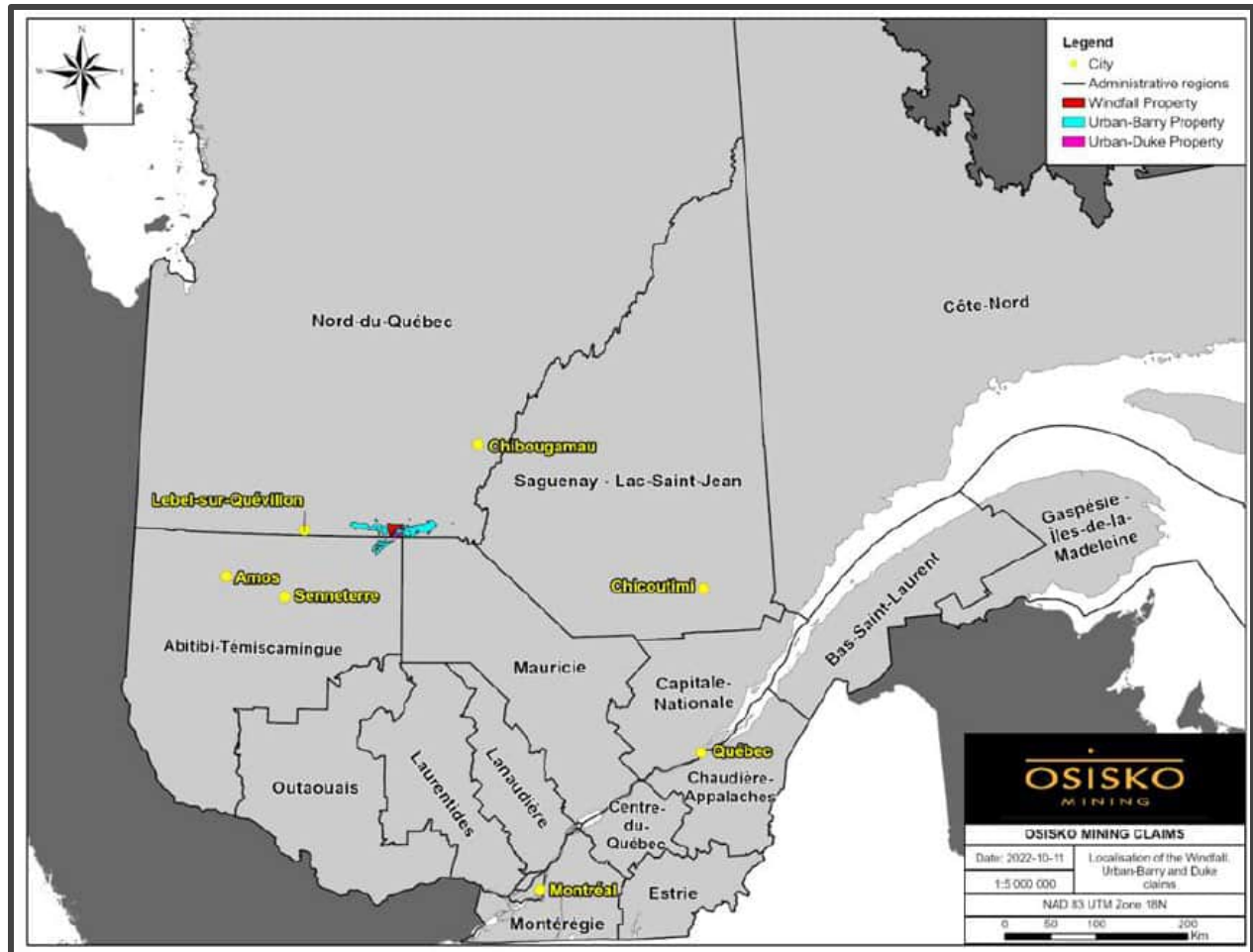


Figure 1: Location of Windfall Site (shown in red)

DATE: 16 September 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Characterization of the I3A Lithology at the Windfall Site for Application as On-Site Construction Material

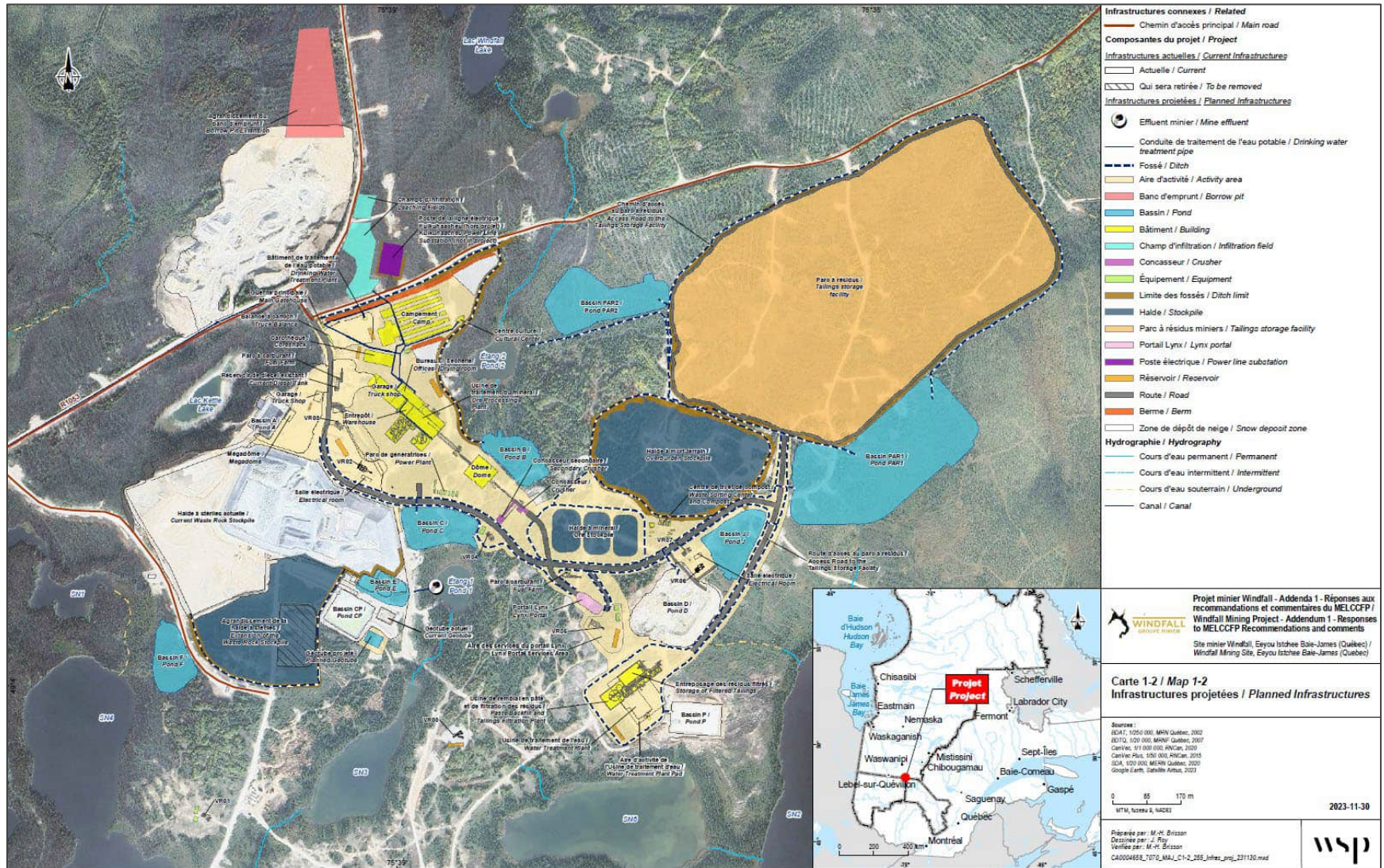


Figure 2: Windfall Site - Project Planned Infrastructure Layout (Adapted from WSP 2023b)

DATE: 16 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of the I3A Lithology at the Windfall Site for Application as On-Site Construction Material

GENERAL INFORMATION ON THE GEOLOGICAL CONTEXT OF THE PROJECT AND THE MATERIALS CHARACTERIZED

The Windfall property is situated in the Abitibi subprovince of the Archean Superior Province, within the Urban-Barry greenstone belt, characterized by a mix of mafic to felsic volcanic and sedimentary units intersected by east-trending shear zones. The deposit itself, an intrusion-related hydrothermal gold deposit, is located within the Windfall Member of the Macho Formation, predominantly comprising felsic and intermediate volcanic rocks.

The waste rock lithological units for the broader mine site that are expected to be encountered as part of active mining operations are described as follows, as per core logging observations and geochemical analyses carried out by Windfall Mining Group:

- V1: Felsic intrusives (Rhyolite/dacite);
- V2: Intermediate to mafic volcanics (Basalt/andesite);
- I1 Frg: Felsic intrusives (Fragmental granodiorite);
- I1P/I2P: Felsic intrusives (Granodiorite);
- I2F/I13: Felsic intrusives (Granodiorite with hematite);
- I3A: Mafic intrusives (Gabbro/diorite); and,
- S6: Sediments.

The primary sulphide in site waste rock was pyrite while carbonates were mostly present as calcite or dolomite with some ankerite identified in most samples and minor siderite identified in a small proportion of the samples.

The focus of this report will be on the lithological unit I3A, in terms of its mine rock characterization.

DATE: 16 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of the I3A Lithology at the Windfall Site for Application as On-Site Construction Material

SAMPLING PROGRAM

In 2021 and 2022 WSP conducted sampling activities, resulting in a total of 256 waste rock samples, including 246 samples from drill core and 10 samples from blast rock produced during ramp development (WSP 2023a). The sampling included spatial representation from the Bobcat, Caribou, Lynx Main, Lynx HW, Lynx SW, Lynx 4, Triple Lynx, Mallard, Underdog, and Zone 27 sectors. The sampling quantities were informed by the forecasted tonnage of each lithology and were selected to exceed the recommended number of samples outlined in the '*Characterization Guide*'.

During operations, the estimated quantity of I3A material expected to be produced would represent about 22% of the total waste rock quantity and would include approximately 1,729,943 tonnes of material. As per the formula stated within Figure 3.1 of the '*Characterization Guide*' the minimum recommended number of samples to characterize this quantity of material would be approximately 34.

A total of 43 I3A samples were characterized in this assessment and included samples from various mine sectors as well as 5 samples from the ramp development area.

DATE: 16 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of the I3A Lithology at the Windfall Site for Application as On-Site Construction Material

METHODS OF ANALYSIS AND TEST PROTOCOLS

The analyses undertaken on the samples in this assessment are summarized in **Table 1** and the comparative criteria used to evaluate each test method is outlined in **Table 2**. Additional details regarding the sample selection, the spatial distribution of the samples, and analytical approaches is presented in WSP (2023a). Acid Base Accounting, solids contents, CTEU-9, and SPLP testing was performed at SGS Lakefield, ON a lab are accredited by the Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) for analyses performed. All analyses were performed over the period September and December 2022.

Note that the I3A rock materials characterized in this assessment are not considered to be cyanide-containing, contaminated by organic compounds, radioactive, nor flammable. The I3A rock samples represents bedrock that has not previously been affected by human activity.

Table 1. Summary of Static Geochemical Analyses

Static Geochemical Analysis	Number of samples submitted for analysis
ABA	43
MA.200	43
SPLP	32
CTEU-9	32

DATE: 16 September 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Characterization of the I3A Lithology at the Windfall Site for Application as On-Site Construction Material

Table 2: Windfall I3A Rock - List of Comparative Criteria

Analysis Completed	Criteria for Evaluation
Acid Base Accounting	Guide de caractérisation des résidus minier et du minéral (MELCCFP, 2020)
Solids Content Analysis (MA. 200 - Met 1.2)	Guide d'intervention - protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés (MELCCFP, 2021) Annexe 1 (Supérieur) and Annexe 2
CTEU-9 Testing (MA. 100 - Lix.com.1.1)	Guide d'intervention - protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés (MELCCFP, 2021) Annexe 7 Résurgence dans l'eau de surface criteria
SPLP Testing (MA. 100 - Lix.com.1.1)	

Note:

All analyses were performed at a lab accredited by the Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) for analyses performed.

ANALYSIS AND TEST RESULTS

Sample information and all analytical results for the I3A rock is presented summarized in **Attachment A** and their respective laboratory certificates of analysis are presented in WSP (2023b).

Acid Base Accounting

As per the 'Characterization Guide' an ABA assessment to evaluate and characterize the acid generation potential of a sample includes an assortment of static geochemical tests intended to assess the potential risk of acidification by an analysis of the sulphur and acid potential (AP) inventories, a metric that is indicative of a material's ability to generate acidity, and the neutralization potential (NP) of the material that is indicative of its ability to neutralize acidity.

The AP is calculated based on the sulphide-sulphur content whereas the NP is determined by reacting the sample in strong acid, followed by base titration to a set pH to quantify the amount of neutralization available in the sample, also known as the Sobek-NP. Another form of NP expression can be calculated using the amount of carbonate (CO₃) present in the sample, called the carbonate-NP or Carb-NP. Both measures of NP are presented herein and are generally presented knowing that the actual site 'effective-NP,' that is the portion of the NP inventory that

DATE: 16 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of the I3A Lithology at the Windfall Site for Application as On-Site Construction Material

would be practically available for maintaining a pH of 6 or greater in contact water, is expected to be bound between these two NP measures.

Results from the ABA tests were used to assess the acid rock drainage (ARD) potential of the mine rock as per the '*Characterization Guide*' guidance, as well as Price (2009) guidance. For reference, the '*Characterization Guide*' acid potential characterization approach is simplified as summarized in **Figure 3** whereby the potentially acid generating material is identified by an evaluation of sulphur contents, AP inventories, and NP inventories.

One key differentiation between Price (2009) guidance and the '*Characterization Guide*' is that Price (2009) does not recommend the use of a total sulphur content criterion to assess ARD risk unless minimum NP inventories are known; recognizing that even low-levels of sulphide can lead to ARD if there is insufficient available NP.

In general, the Price (2009) guidance recommends the use of NP/AP ratios to categorize a material's potential for acid generation when the effectiveness of the NP and AP terms are known. Per this guidance, NP/AP values of greater than 2 are indicative of non-PAG materials, NP/AP values of less than 1 are indicative of PAG materials, whereas materials with NP/AP values between 1 and 2 have an uncertain potential for acid generation – though these are generally conservatively assessed as being PAG in the absence of further site-specific context.

A comparison between the Carb-NP and Sobek-NP is presented in **Figure 4** illustrating a generally strong correlation between the two measures of NP. Measurements of sulphide species showed a general strong correlation between total sulphur contents and sulphide contents though some samples had minimal sulphide and appreciable sulphate as illustrated in **Figure 5**.

Figure 6 illustrates the distribution of potentially acid generating samples through a plot of both Sobek-NPR and Carb-NPR contents versus sulphide contents. As per '*Characterization Guide*' guidance it is noted that the majority of samples characterized have total sulphur and sulphide contents greater than 0.04%, summarized in **Table 3**, and as such should be evaluated to identify the potential risk of acid generation. It is also noted that no samples had total sulphur contents of greater than 5% and are not assumed to de facto be acid-producing.

The ABA results for both Sobek-NP and Carb-NP characterization are presented and summarized in **Table 3**. As per '*Characterization Guide*' guidance, regardless of the method of NP quantification applied, all I3A samples are considered to be non-potentially acid generating. All NPR measures are greater than two (2) and all net-NP measures are greater than 20 kg CaCO₃/tonne. For completeness, from a Price (2009) NP/AP ratio characterization approach it is noted that all of the samples would also be non-PAG based on their NPR values.

DATE: 16 September 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Characterization of the I3A Lithology at the Windfall Site for Application as On-Site Construction Material

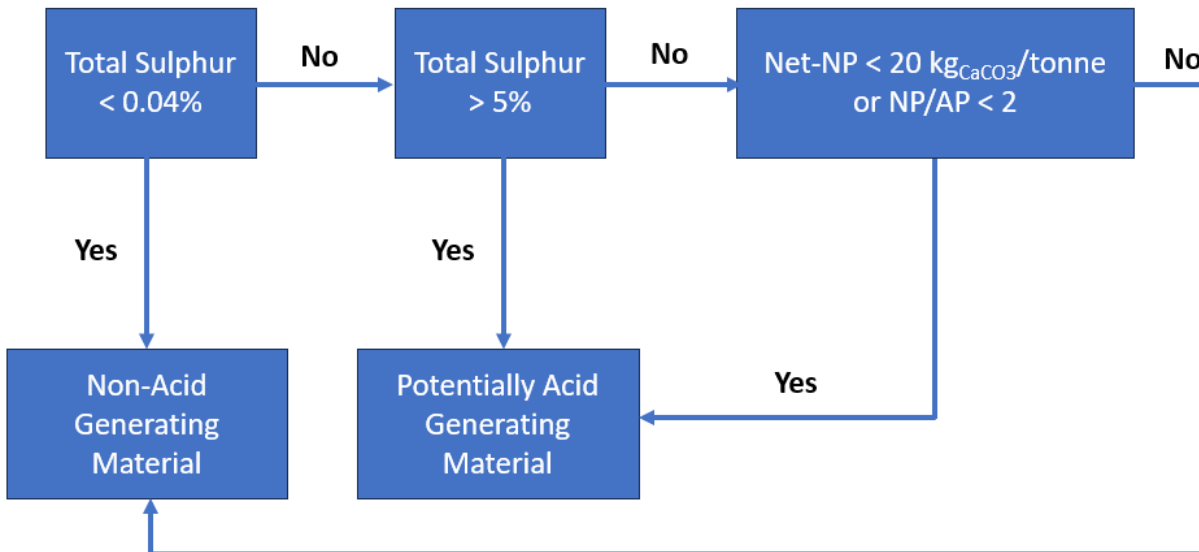


Figure 3: Simplified 'Characterization Guide' (MELCCFP 2020) Acid Generation Potential Characterization Guidance

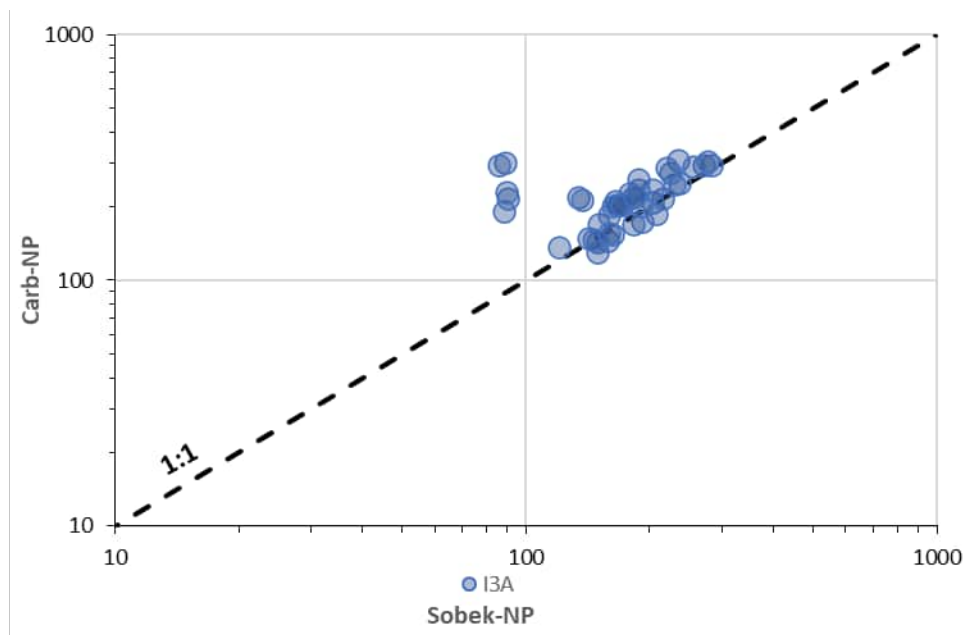


Figure 4: Lithology I3A Waste Rock - Carb-NP vs Sobek-NP

DATE: 16 September 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Characterization of the I3A Lithology at the Windfall Site for Application as On-Site Construction Material

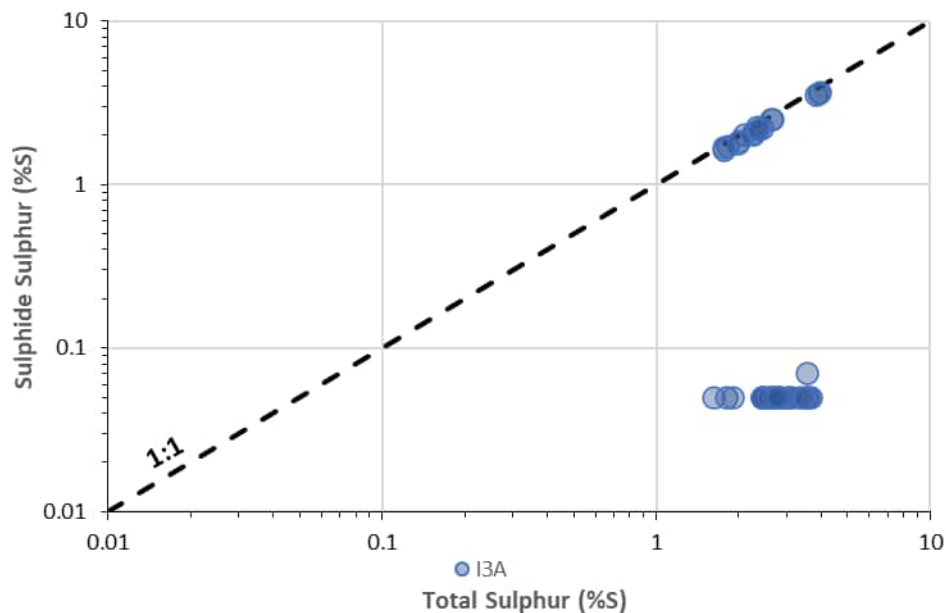
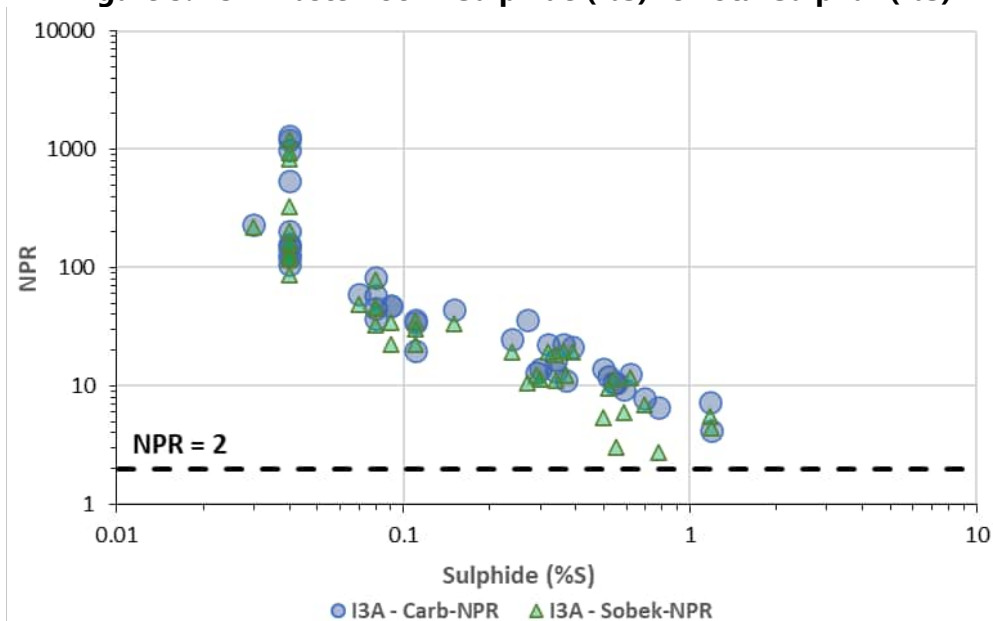


Figure 5: I3A Waste Rock – Sulphide (%S) vs Total Sulphur (%S)



Note:

All samples have an NPR of less than 2 and as per **Table 3** all samples have a net neutralization potential and sulphur contents indicative of non-PAG materials.

Figure 6: I3A Waste Rock – NPR vs. Sulphide (%S)

DATE: 16 September 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Characterization of the I3A Lithology at the Windfall Site for Application as On-Site Construction Material

Table 3: Lithology I3A Waste Rock - Summary of ABA Characterization

Parameter	Statistics	I3A (n=43)
Sulphide (%)	Count	43
	Min	0.03
	10th	0.04
	25th	0.04
	Median	0.11
	75th	0.39
	90th	0.662
	Max	1.19
Total Carbon (%)	Count	43
	Min	1.6
	10th	1.8
	25th	2.3
	Median	2.6
	75th	3.0
	90th	3.6
	Max	3.9
Carb-NP (kg CaCO ₃ / tonne)	Count	43
	Min	131
	10th	145
	25th	173
	Median	214
	75th	249
	90th	295
	Max	309
Carb-NPR	Count	43
	Min	4
	10th	8
	25th	13
	Median	36
	75th	123
	90th	413
	Max	1313
Net Carb-NP (kg CaCO ₃ / tonne)	Count	43
	Min	117
	10th	135
	25th	165
	Median	202
	75th	247
	90th	281
	Max	292
Sobek-NP (kg CaCO ₃ / tonne)	Count	43
	Min	86
	10th	90
	25th	149
	Median	171
	75th	207
	90th	247
	Max	282
Sobek-NPR	Count	43
	Min	2.8
	10th	5.5
	25th	11
	Median	23
	75th	117
	90th	285
	Max	1217
Net Sobek-NP (kg CaCO ₃ / tonne)	Count	43
	Min	117
	10th	135
	25th	165
	Median	202
	75th	247
	90th	281
	Max	292

DATE: 16 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of the I3A Lithology at the Windfall Site for Application as On-Site Construction Material

Solids Contents

The summarized solids characterization results for I3A relative to the comparative background comparison criteria ('Criteria A' values) as per Annexe 1 (Supérieur province) and Annexe 2 of the 'Guide d'intervention - protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés' (MELCCFP, 2021), hereafter referenced as the '*Guide d'intervention*' are shown in **Table 4**. In this assessment, an evaluation approach was applied whereby if more than 10% of samples had measured solids contents greater than their comparative background criteria they were considered to be elevated beyond a marginal extent and that parameter would have its leaching potential evaluated as per Section 4.3.2 of the '*Characterization Guide*'. The full solids contents analyses for all parameters are included in **Attachment A**, for completeness.

As per **Table 4**, silver, arsenic, cobalt, chromium, copper, manganese, and nickel had more than 10% of the samples with solids contents greater than their comparative background criterion. Additional statistical information on the distribution of the silver, arsenic, cobalt, chromium, copper, manganese, and nickel solids contents is presented in **Table 5**. All other parameters had less than 10% of samples exceed their respective regional background criterion values.

DATE: 16 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of the I3A Lithology at the Windfall Site for Application as On-Site Construction Material

Table 4: Lithology I3A Waste Rock - Summary of Solids Contents (n=43)

Parameter	Criteria A	I3A	
	mg/kg	Number of Samples Greater than Criteria A Value	Percentage of Samples with Solids Contents Greater than Criteria A
F	200	0	0%
Br	6	0	0%
Hg	0.3	0	0%
Si	--	0	0%
Ag	0.5	5	12%
Al	--	0	0%
As	5	34	79%
B	--	0	0%
Ba	240	0	0%
Be	--	0	0%
Bi	--	0	0%
Ca	--	0	0%
Cd	0.9	0	0%
Co	30	25	58%
Cr	100	24	56%
Cu	65	18	42%
Fe	--	0	0%
K	--	0	0%
Li	--	0	0%
Mg	--	0	0%
Mn	1000	29	67%
Mo	8	0	0%
Na	--	0	0%
Ni	50	41	95%
P	--	0	0%
Pb	40	0	0%
Sb	--	0	0%
Se	3	0	0%
Sn	5	0	0%
Sr	--	0	0%
Te	--	0	0%
Ti	--	0	0%
Tl	--	0	0%
Th	--	0	0%
U	--	0	0%
V	--	0	0%
W	--	0	0%
Y	--	0	0%
Zn	150	0	0%

Note:

Shaded cells indicate that more than 10% of samples were greater than the comparative criterion or that the average value of all samples is greater than the comparative criterion.

DATE: 16 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of the I3A Lithology at the Windfall Site for Application as On-Site Construction Material

Table 5: Lithology I3A Waste Rock - Summary of Silver, Arsenic, Cobalt, Chromium, Copper, Manganese, and Nickel Solids Contents (n=43)

Parameter	I3A Contents (mg/kg)						
	Criteria A Value	Min	10th Percentile	Median	90th Percentile	Max	Average
Ag	0.5	0.04	0.090	0.50	0.67	3.2	0.52
As	5	1.3	2.6	17.0	87	161	29
Co	30	20	24	32	50	53	34
Cr	100	32	71	114	238	410	129
Cu	65	4.7	20	54	100	110	57
Mn	1000	710	924	1200	1460	1800	1174
Ni	50	32	64	108	182	280	118

Note:

Shaded cells indicate values greater than the comparative criterion.

DATE: 16 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of the I3A Lithology at the Windfall Site for Application as On-Site Construction Material

SPLP and CTEU-9 Leachability Tests

As more than 10% of samples had silver, arsenic, cobalt, chromium, copper, manganese, and nickel solids contents greater than the comparative regional background criteria the SPLP and CTEU-9 concentrations from these parameters were also evaluated. The leachate concentrations from each test were evaluated against the '*Guide d'intervention*' '*Résurgence dans l'eau de surface*' (Annexe 7) criteria values. In this assessment, if more than 10% of samples were measured to have concentrations greater than their comparative criterion they were considered to be elevated beyond a marginal extent and that parameter could be considered to be potentially leachable.

A summary of leachability results for the above parameters for both the CTEU-9 and SPLP test results is provided in **Table 6**. All samples had arsenic, cobalt, chromium, copper, manganese, and nickel concentrations less than their respective '*Résurgence dans l'eau de surface*' criteria values. However, one (of n=32) I3A sample had CTEU-9 silver concentrations greater than the comparative criterion (3% of samples). As presented in **Figure 7**, the highest silver concentration in the CTEU-9 leachate was quantified in the sample with the highest solids content. Further as previously shown in **Table 5**, this maximum value is appreciably greater than other I3A silver contents and represents a value nearly 5 times greater than the 90th percentile of the measured silver contents. For reference, the central-tendency median (<0.00005 mg/L) CTEU-9 leachate concentration was more than an order of magnitude lower than the comparable Annexe 7 criterion (0.00062 mg/L).

Evaluation of the silver concentrations associated with the SPLP test work suggests that 28% (n=9) of analyzed samples had concentrations greater than the '*Résurgence dans l'eau de surface*' criteria values (see **Figure 8**). However, it is noted that the central tendency median SPLP concentration was measured to be less than the laboratory detection limit of 0.00005 mg/L – a value more than an order of magnitude lower than the comparative '*Résurgence dans l'eau de surface*' criteria value of 0.00062 mg/L.

Additional statistical information on the distribution of the silver, arsenic, cobalt, chromium, copper, manganese, and nickel concentrations from the SPLP and CTEU-9 tests are presented in **Table 6**. A more detailed summary of the SPLP and CTEU-9 water quality results that considers all parameters is included in **Attachment A**.

DATE: 16 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of the I3A Lithology at the Windfall Site for Application as On-Site Construction Material

Table 6: I3A Waste Rock – Summary of Silver, Arsenic, Cobalt, Chromium, Copper, Manganese and Nickel SPLP and CTEU-9 Test Concentrations (n=32)

Parameter	Annexe 7: Resurgence dans l'eau de surface mg/L	CTEU-9 (mg/L)				SPLP (mg/L)			
		10th Percentile	Median	90th Percentile	Average	10th Percentile	Median	90th Percentile	Average
Ag	0.00062	<0.00005	<0.00005	0.00015	0.00012	<0.00005	<0.00005	0.004	0.0010
As	0.34	0.0009	0.0022	0.0289	0.0089	<0.00005	0.00125	0.008	0.0041
Co	0.37	0.000025	0.00058	0.0062	0.0020	0.000004	0.0000075	0.000037	0.000013
Cr	1	0.000025	0.00057	0.0062	0.0020	<0.000033	<0.00008	0.00008	0.00008
Cu	0.0073	<0.0002	0.00029	0.001	0.00058	0.000107	0.0002	0.00027	0.00022
Mn	2.3	0.0018	0.0042	0.013	0.0054	0.00033	0.00076	0.0018	0.0009
Ni	0.26	<0.0001	0.0002	0.00057	0.00028	<0.0001	<0.0001	0.0002	0.00012

Note:

Shaded cells indicate values greater than the comparative criterion.

DATE: 16 September 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Characterization of the I3A Lithology at the Windfall Site for Application as On-Site Construction Material

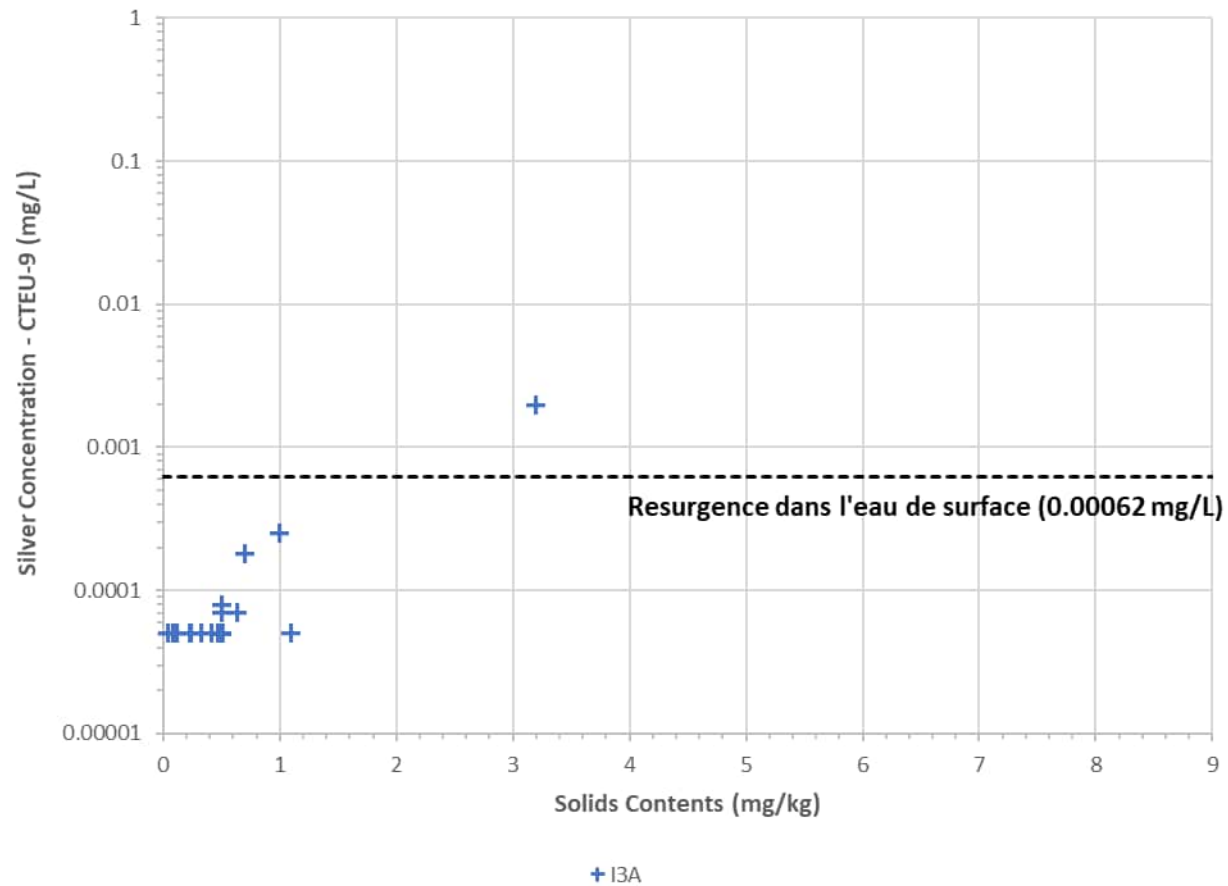


Figure 7: I3A Waste Rock - SPLP Leachability Test (MA.100 – Lix.com.1.1) - Silver Concentrations vs. Silver Metal Contents

DATE: 16 September 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Characterization of the I3A Lithology at the Windfall Site for Application as On-Site Construction Material

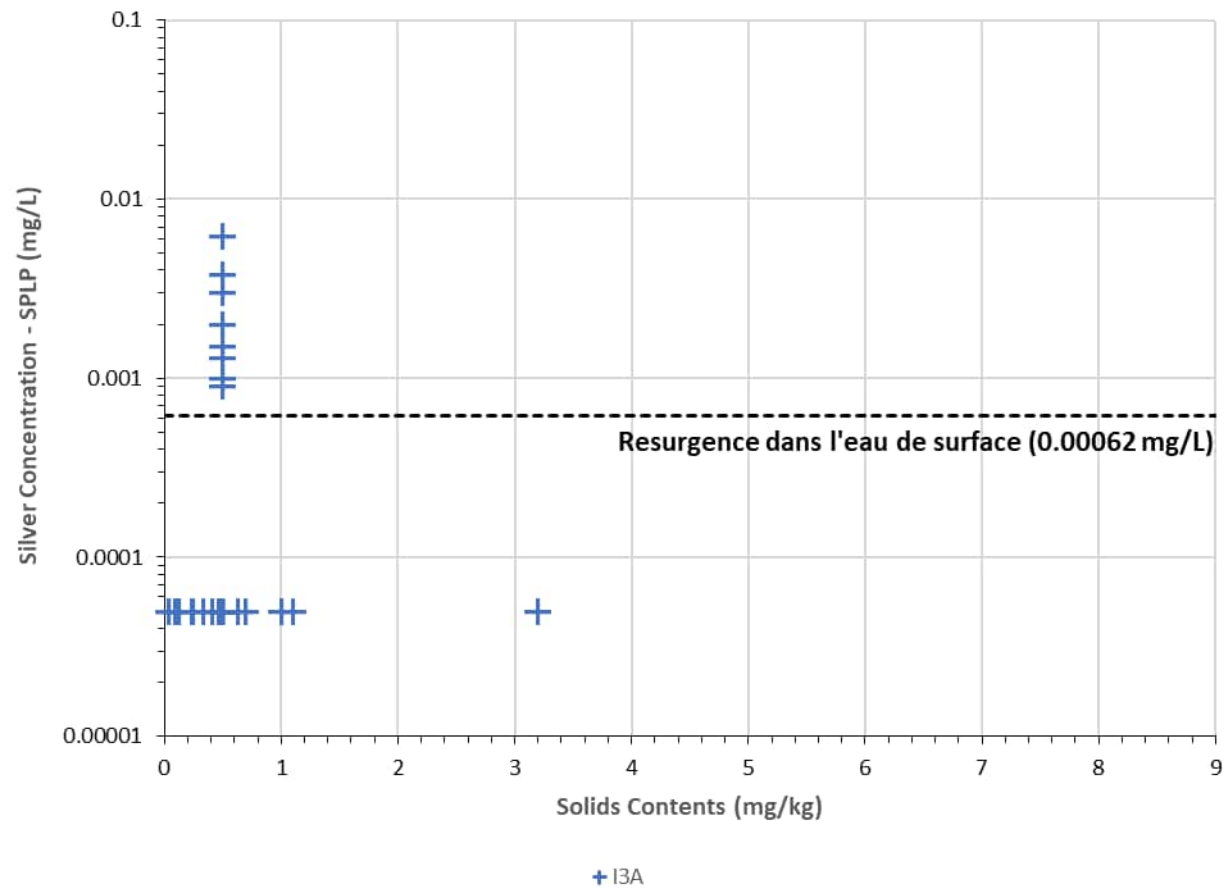


Figure 8: I3A Waste Rock - SPLP Leachability Test (MA.100 – Lix.com.1.1) - Silver Concentrations vs. Silver Solid Contents

DATE: 16 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of the I3A Lithology at the Windfall Site for Application as On-Site Construction Material

INTERPRETATION OF RESULTS

Acid Base Accounting

An evaluation of static ABA characteristics of the I3A waste rock identified that all I3A materials evaluated are considered to be non-potentially acid generating and the central tendency statistics of **Table 3** indicate that, in general, the I3A rock has substantial excess of NP with a median Sobek-NPR of 23 and a median Carb-NPR of 36. As per '*Characterization Guide*' guidance the rock from the I3A lithology is considered to be non-potentially acid generating.

Solids Contents

An evaluation of I3A material solids contents (n=43) identified that silver, arsenic, cobalt, chromium, copper, manganese, and nickel were elevated relative to their respective background criteria. In consideration of these solids contents a subset (n=32) were subjected to SPLP and CTEU-9 leach testing. However, it is noted that only 12% of the samples had silver solids contents greater than the screening criterion and this proportion is only marginally greater than the 10% screening factor applied in this assessment for leachability evaluation.

Static Leachability Tests

The SPLP (synthetic precipitation leaching procedure) testing involves mine rock that is crushed to smaller than 9.5mm and is leached with prepared buffer solutions of pH 4.2 at a 1:20 solids:liquids ratio and agitated for an 18-hour period at room temperature. The CTEU-9 testing involves mine rock that is crushed to less than 150µm and leached with a water solution at pH 7.0 at a 1:4 solids:liquids ratio and agitated for 7 days at room temperature (MELCCFP, 2023).

The concentrations from the SPLP and CTEU-9 leachability tests were compared to the 'RES' criteria from the '*Guide d'intervention*' (MELCCFP, 2021). This comparison identified that all SPLP and CTEU-9 tests produced arsenic, cobalt, chromium, copper, manganese, and nickel concentrations lower than their respective comparative criteria values.

In the CTEU-9 test results silver concentrations were noted to be greater than the comparative metric in a single CTEU-9 sample (3% of samples) that had the highest silver solids contents measured in this assessment (3.2 mg/kg). However, it is noted that the particle size evaluated in the CTEU-9 materials (<150µm) is appreciably smaller than would be expected to be produced during mine operations. The smaller particle sizes evaluated in a CTEU-9 test would be expected to increase the geochemically active surface area of the rock particles and would result in higher concentrations than would be expected to be realized from I3A as blasted and placed on-site. Further, potential on-site use of I3A materials in a construction-capacity would generally be

DATE: 16 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of the I3A Lithology at the Windfall Site for Application as On-Site Construction Material

expected to include a smaller proportion of finer materials resulting in a lesser leachability risk than the fine-grained materials tested in the CTEU-9 process. As such, the concentrations observed from the CTEU-9 test would be more conservative than from construction-sized I3A mine rock on-site.

As noted above, the SPLP test involves prolonged contact with a buffered pH 4.2 water solution – and silver concentrations were greater than the 'Résurgence dans l'eau de surface' value in 28% of the SPLP samples. No other constituents were measured to be higher than their comparative 'Résurgence dans l'eau de surface' value. This mildly acidic water as-applied in the SPLP test is not expected to represent the quality of the contact water that would contact the abundantly non-PAG I3A materials. For reference, the I3A rock evaluated in this assessment has a substantial excess of NP and a median Sobek-NPR value of 23 and a median Carb-NPR value of 36.

The low pH water from the SPLP test is unlikely to be realized in contact water with the construction-grade I3A materials having an abundance of NP, and as-such the CTEU-9 leachability test results are expected to be more representative for material characterization of the site I3A construction materials. In consideration of the leachability test results from the fine-grained CTEU-9 test materials it is not expected that I3A materials produced for construction-use on-site will be leachable for silver at values above the reference criteria.

Kinetic Tests

As an additional assessment, the kinetic test data (i.e., humidity cell test) from an I3A sample (OSK-W-17-773_41) was assessed to contextualize the silver leachability. Though it is acknowledged that as noted in the '*Characterization Guide*' the leachate quality observed directly in a humidity cell test with its comparatively high liquid-solids rinse rates is not preferred as an analog for estimating field-condition chemistry but is rather generally utilized to estimate loadings rates ($\text{mg}_{\text{constituent}}/\text{kg}_{\text{rock}}/\text{time}$). Nonetheless the leachate quality from this test cell was broadly assessed to be indicative of the chemistry that could be realized from I3A materials.

For context, this 'OSK-W-17-773_41' I3A sample was tested for a 30-week period and had a silver solids content of 0.49 mg/kg that is broadly reflective of a central-tendency I3A silver solids contents as shown in **Table 5**. This sample was demonstrably non-PAG with a Sobek-NPR of 18 and a Carb-NPR of 17 and maintained neutral-to-alkaline pH values that were generally between 7 and 9 over the test duration.

The silver contents from this 30-week kinetic test cell were measured to be less than the analytical detection limit over the entire duration of the test and the detection limit is appreciably lower than the 'Résurgence dans l'eau de surface' criterion (**Figure 9**). Further, it is

DATE: 16 September 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Characterization of the I3A Lithology at the Windfall Site for Application as On-Site Construction Material

noted that the 'initial flush' conditions at the test onset, typically noting a period of time where elevated concentrations are often seen in a humidity cell test as a result of an initial release of higher-proportions of soluble materials, also did not produce concentrations greater than the detection limit. Though not confirmatory, these humidity cell test results support the low risk associated with potential silver leachability of the I3A mine rock.

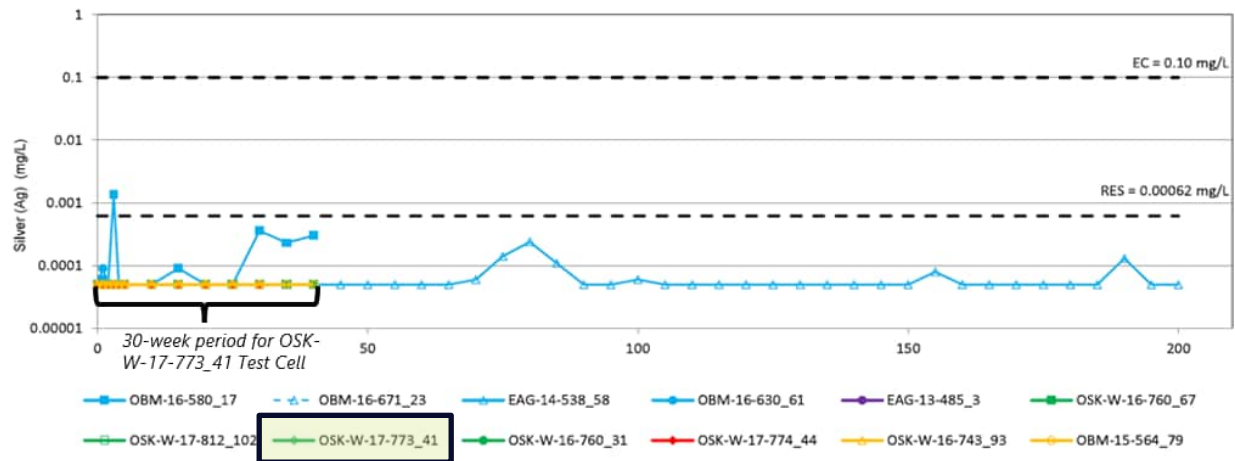


Figure 9: Humidity Cell Test Silver Concentrations – OSK-W-17-773_41 (I3A – Zone 27), adapted from WSP (2023a)

DATE: 16 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of the I3A Lithology at the Windfall Site for Application as On-Site Construction Material

APPLICABILITY OF I3A MATERIAL FOR ON-SITE CONSTRUCTION AND CONCLUSION

In summary and based on available evidence, the I3A materials are considered to be non-PAG with a substantial excess of NP. The static test results identified that silver, arsenic, cobalt, chromium, copper, manganese, and nickel contents were higher than their respective background criteria and as such these constituents were evaluated with respect to the completed SPLP and CTEU-9 leachability tests.

As the static test results indicate that the I3A is abundantly non-PAG the neutral-condition CTEU-9 test results are considered to be more representative within this assessment and suggest that the I3A material is not likely to have a leachability risk with central tendency values that are more than order of magnitude lesser than the 'Résurgence dans l'eau de surface' criteria values (**Table 7**). Additionally, it is noted that the CTEU-9 test protocol is performed on mine rock that is finer-grained (e.g., less than 150 µm) and would represent a conservative leachability assessment relative to the larger particle sizes that would be used in on-site construction.

The I3A rock materials characterized in this assessment and considered for use in on-site construction can reasonably be considered to be low-risk materials and are not considered to be leachable, cyanide-containing, contaminated by organic compounds, radioactive, nor flammable.

Though the I3A materials are considered to be low-risk, continuous geochemical characterization of run-of-mine materials as part of the site geochemical follow-up program is recommended to evaluate the potential for risk in run-of-mine materials.

DATE: 16 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of the I3A Lithology at the Windfall Site for Application as On-Site Construction Material

REFERENCES

- CEAE (Centre d'expertise en Analyse Environnementale du Québec) 2014. *Détermination du pouvoir neutralisant, du potentiel de génération d'acide et du potentiel acidogène d'un solide, MA. 110 – ACISOL 1.0, Rév. 4*, Ministère du Développement durable et de la Lutte contre les changements climatiques, 17 p.
- MELCCFP (Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs) 2021. *Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai*, Gouvernement du Québec. Juin 2020.
- MELCCFP (Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs) 2021. *Guide d'intervention. Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés*, Gouvernement du Québec. Mai 2021.
- MELCCFP (Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs) 2023. *Méthode d'analyse, MA. 100 – Lix.Com 1.1, Protocole de lixiviation pour les espèces inorganiques.*, Gouvernement du Québec. 3 Avril 2023.
- Price, W.A. 2009. Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials. MEND Report 1.20.1.
- WSP, 2023a. *Addendum 1: Responses to MELCCFP Recommendations and Comments, Volume 1*. CA0004658.7070. December 2023.
- WSP, 2023b. *Geochemical Characterization of Ore and Waste Materials for the Windfall Project, Québec*, WSP. GAL 137-2148985706-RA-Rev1. 10 March, 2023.

DATE: 16 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of the I3A Lithology at the Windfall Site for Application as On-Site Construction Material

ATTACHMENT A – LAB DATA SUMMARY

Appendix A: ABA Results

Sample ID	Sample Weight	Paste pH	pH initial	NP	Total Sulphur	S04-S	Sulphide	Total Carbon	Carbonate	Total Organic Carbon	Total Inorganic Carbon	Net NP
	g	pH Units	pH Units	kg CaCO3/tonne	%	%	%	%	%CO3	%	%	kgCaCO3/t
OBM-15-559 13	2.02	8.91	9.82	142	0.369	0.08	0.29	1.98	8.94		1.79	137.57
OSK-W-16-751 30	2.09	9.03	9.5	203	0.183	0.07	0.11	2.65	12.5		2.51	202.78
OSK-W-16-761 33	2.07	8.87	9.8	120	0.118	0.04	0.08	1.76	8.23		1.65	133.59
OSK-W-17-773_41	1.96	8.96	9.73	207	0.361	0.02	0.34	2.42	11.2		2.24	175.52
OSK-W-17-779 47	1.97	8.44	9.4	150	0.157	0.05	0.11	2.25	10.2		2.04	165.23
OSK-W-17-783 48	2.04	9.23	9.62	282	0.041	<0.02	0.03	3.81	17.6		3.53	292.31
GC10014	1.99		9.45	158	0.411	0.04	0.37	1.82	8.65		1.73	131.41
GC10015	1.96		9.52	191	0.038	<0.04	<0.04	2.26	10.4		2.08	172.30
GC10016	1.98		9.57	88.1	0.126	<0.04	0.09	2.32	11.4		2.28	186.22
GC10018	2.01		9.67	234	1.35	0.18	1.17	3.94	18.5		3.70	266.29
GC10019	2		9.59	182	0.507	<0.04	0.54	2.1	10.1		2.02	152.59
GC10020	2		9.57	165	0.271	<0.04	0.24	2.61	12.6		2.52	201.69
GC10021	2		9.68	159	0.741	0.05	0.69	2.36	11		2.20	160.27
GC10022	2.02		9.56	162	1.18	<0.04	1.19	2.01	9.24		1.85	117.15
GC10023	1.98		9.6	89.1	0.267	<0.04	0.27	3.91	18		3.60	291.90
GC10024	2		9.39	149	0.036	<0.04	<0.04	1.76	8.54		1.71	141.33
#08351	2.02		9.55	215	0.034	<0.04	<0.04	2.63	12.9	0.166	<0.05	214.13
#08353	2.03		9.61	236	0.095	<0.04	0.08	3.03	14.9	0.357	<0.05	245.58
#08357	1.99		9.63	229	0.006	<0.04	<0.04	3	14.8	0.246	<0.05	246.70
#08358	1.98		9.29	149	0.21	0.1	0.11	1.61	7.84	0.148	<0.05	124.20
OSK-W-21-2606-670	1.98		9.64	146	0.104	<0.04	0.08	1.79	8.8	0.094	<0.05	143.54
WST-21-0666-54	2		9.59	85.5	0.89	0.34	0.55	3.57	17.7	0.29	<0.05	267.36
WST-21-0952-32	2		9.49	90	1.04	0.26	0.78	2.62	12.9	0.156	<0.05	182.59
OSK-W-21-2555-590	2.01		9.43	168	0.061	<0.04	0.04	2.47	12.2	0.081	<0.05	201.60
WST-21-0878-517	2.01		9.73	271	0.733	0.11	0.62	3.55	17.6	0.378	0.07	270.62
WST-21-0879-639	2.01		9.76	203	0.333	<0.04	0.32	2.84	14	0.229	<0.05	223.10
OSK-W-19-1949-W1-948	2.01		9.69	255	0.411	0.05	0.36	3.54	17.5	0.223	<0.05	279.04
OSK-W-20-2397-W1-680	2.01		9.6	159	0.031	<0.04	<0.04	1.9	9.32	0.04	<0.05	154.50
OSK-W-17-836-257	1.99		9.62	276	0.451	0.06	0.39	3.66	18.2	0.507	<0.05	289.47
OSK-W-19-1857-W2-980	2.01		9.63	163	0.111	<0.04	0.08	2.43	12	0.192	<0.05	196.70
OSK-W-19-1857-W2-1110	2		9.52	134	0.013	<0.04	<0.04	2.66	13.1	0.351	<0.05	218.12
OSK-W-19-1857-W2-1210	2.02		9.58	182	0.007	<0.04	<0.04	2.65	13.1	<0.025	<0.05	218.31
OKS-W-21-2613-W1-855	1.98		9.38	178	0.006	<0.04	<0.04	2.76	13.6	0.092	<0.05	226.68
OSK-W-21-2629-845	1.99		9.66	224	0.147	0.08	0.07	3.32	16.4	0.158	<0.05	268.97
OSK-W-21-2629-948	1.99		9.56	166	0.458	0.16	0.3	2.44	12.1	0.185	<0.05	187.49
OSK-W-17-1079-580	1.99		9.6	171	0.487	0.15	0.34	2.44	12.1	0.222	<0.05	186.58
OSK-W-17-1104-665	2		9.38	190	0.052	0.05	<0.04	2.43	12	0.119	<0.05	198.55
OSK-W-17-1369-262.5	1.99		9.55	187	0.625	0.1	0.52	2.84	14.1	0.243	<0.05	215.62
OSK-W-17-968-145	2.01		9.49	137	0.734	0.14	0.59	2.57	12.8	0.176	<0.05	190.51
OSK-W-19-1181-W5-920	1.97		9.71	188	0.175	0.08	0.09	3.13	15.5	0.111	<0.05	253.08
OSK-W-19-1181-W5-970	2.01		9.6	183	0.047	0.05	<0.04	2.69	13.3	0.105	<0.05	220.39
OSK-W-19-1412-W3-715	2.03		9.56	220	0.209	0.06	0.15	3.48	17.3	0.186	<0.05	282.04
08360 Down Ramp 4	2.02		9.55	89.4	0.526	<0.04	0.5	2.78	13.7	0.035	<0.05	212.05

Appendix A: Metal Content Results

Sample ID	F	Br	Hg	Si	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Cu
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
OBM-15-559 13	2	<1.5	<0.05	20.2	0.04	25000	6.3	<1.0	16	0.35	0.81	53000	0.08	35	85	29
OSK-W-16-751 30	<1.0	<1.5	<0.05	18.8	0.09	26000	9.5	<1.0	7.7	0.03	<0.09	61000	0.33	28	120	29
OSK-W-16-761 33	<1.0	<1.5	<0.05	20	0.09	30000	12	<1.0	8.1	0.13	<0.09	53000	0.11	24	110	71
OSK-W-17-773_41	<1.0	<1.5	<0.05	19	0.49	28000	36	<1.0	26	0.14	<0.09	64000	0.07	32	90	44
OSK-W-17-779 47	<1.0	<1.5	<0.05	20	0.24	29000	6.7	<1.0	2.8	0.1	<0.09	71000	0.06	28	81	99
OSK-W-17-783 48	<1.0	<1.5	<0.05	18.5	0.04	19000	31	2	19	0.06	<0.09	65000	0.09	31	70	47
GC10014	-	-	<0.05	-	0.47	31000	43	<1.0	44	0.14	<0.09	65000	0.07	34	120	44
GC10015	-	-	<0.05	-	0.04	29000	11	<1.0	17	0.13	<0.09	72000	0.21	30	130	100
GC10016	-	-	<0.05	-	1.1	25000	17	<1.0	7.5	0.04	<0.09	66000	0.22	29	150	39
GC10018	-	-	<0.05	-	0.41	9000	96	<1.0	20	0.07	0.13	82000	0.11	38	32	45
GC10019	-	-	<0.05	-	0.23	32000	43	<1.0	18	0.08	<0.09	74000	0.06	34	74	89
GC10020	-	-	<0.05	-	0.33	22000	18	<1.0	12	0.05	0.23	53000	0.04	29	160	71
GC10021	-	-	0.06	-	1	23000	74	<1.0	17	0.04	<0.09	56000	0.13	53	85	67
GC10022	-	-	0.06	-	3.2	30000	120	<1.0	19	0.08	<0.09	64000	0.2	51	70	110
GC10023	-	-	<0.05	-	0.63	19000	120	<1.0	17	0.21	<0.09	82000	0.22	50	73	78
GC10024	-	-	<0.05	-	0.12	31000	3.6	<1.0	1.2	0.07	<0.09	61000	0.04	29	250	9.2
#08351	<1.0	<1.5	<0.05	2700	<0.5	39000	2.6	<1.0	2.9	0.03	<0.09	63000	0.06	35	290	94
#08353	<1.0	<1.5	<0.05	3300	<0.5	35000	4.4	<1.0	11	0.05	<0.09	58000	0.06	37	260	43
#08357	<1.0	<1.5	<0.05	3600	<0.5	28000	3.5	<1.0	9.2	0.06	<0.09	52000	0.03	30	170	20
#08358	<1.0	<1.5	<0.05	2900	<0.5	34000	19	<1.0	10	0.17	<0.09	39000	0.04	38	410	20
OSK-W-21-2606-670	<1.0	<1.5	<0.05	1800	<0.5	18000	12	<1.0	9.7	0.05	0.18	50000	0.45	25	110	81
WST-21-0666-54	1	<1.5	<0.05	2800	<0.5	16000	27	<1.0	14	0.06	0.42	56000	0.29	44	96	69
WST-21-0952-32	<1.0	<1.5	<0.05	2200	<0.5	17000	37	<1.0	5.6	<0.02	<0.09	45000	0.09	50	160	57
OSK-W-21-2555-590	<1.0	<1.5	<0.05	1800	<0.5	18000	9.2	<1.0	15	0.09	1.7	50000	0.45	22	100	31
WST-21-0878-517	2	<1.5	<0.05	1400	<0.5	9200	40	<1.0	21	0.18	0.26	56000	0.18	41	51	41
WST-21-0879-639	1	<1.5	<0.05	3100	<0.5	19000	24	<1.0	13	0.05	0.44	46000	0.17	27	120	52
OSK-W-19-1949-W1-948	<1.0	<1.5	<0.05	2500	<0.5	17000	37	<1.0	17	0.06	<0.09	60000	0.16	43	73	70
OSK-W-20-2397-W1-680	<1.0	<1.5	<0.05	2800	<0.5	27000	5.6	<1.0	8.2	0.07	<0.09	48000	0.07	27	130	51
OSK-W-17-836-257	<1.0	<1.5	<0.05	950	<0.5	10000	39	<1.0	17	0.07	0.11	59000	0.17	29	72	37
OSK-W-19-1857-W2-980	<1.0	<1.5	<0.05	1300	<0.5	14000	14	<1.0	18	<0.02	<0.09	48000	0.08	39	99	79
OSK-W-19-1857-W2-1110	<1.0	<1.5	<0.05	1500	<0.5	21000	1.3	<1.0	3.9	0.03	<0.09	47000	0.04	26	130	27
OSK-W-19-1857-W2-1210	<1.0	<1.5	<0.05	2200	<0.5	30000	1.6	<1.0	5.2	0.04	<0.09	48000	0.06	32	220	4.7
OKS-W-21-2613-W1-855	<1.0	<1.5	<0.05	890	<0.5	14000	1.4	<1.0	18	0.08	<0.09	44000	0.05	20	190	13
OSK-W-21-2629-845	<1.0	<1.5	0.06	2800	<0.5	19000	7.9	<1.0	9.2	0.03	<0.09	55000	0.08	36	100	61
OSK-W-21-2629-948	1	<1.5	<0.05	2000	<0.5	16000	69	<1.0	18	0.08	<0.09	43000	0.1	53	75	100
OSK-W-17-1079-580	<1.0	<1.5	<0.05	3100	<0.5	23000	24	<1.0	12	0.27	1.8	60000	0.2	33	141	68
OSK-W-17-1104-665	<1.0	<1.5	<0.05	4600	<0.5	27000	2.6	<1.0	0.78	<0.02	<0.09	61000	0.06	23	92	54
OSK-W-17-1369-262.5	<1.0	<1.5	<0.05	4300	<0.5	25000	10	<1.0	7.8	0.06	1.9	54000	0.15	32	114	74
OSK-W-17-968-145	<1.0	<1.5	<0.05	21000	0.7	21000	161	<1.0	5.4	0.04	6.6	45000	0.31	27	76	39
OSK-W-19-1181-W5-920	<1.0	<1.5	<0.05	26000	<0.5	26000	3	1	7.4	0.03	<0.09	61000	0.07	34	163	45
OSK-W-19-1181-W5-970	<1.0	<1.5	<0.05	29000	<0.5	29000	5.2	<1.0	13	0.06	<0.09	57000	0.06	30	127	106
OSK-W-19-1412-W3-715	<1.0	<1.5	<0.05	24000	<0.5	24000	18	1	10	0.05	<0.09	63000	0.12	31	139	62
08360 Down Ramp 4	1	<1.5	<0.05	710	<0.5	20000	21	<1.0	14	0.04	<0.09	47000	0.06	38	140	73

Appendix A: Metal Content Results

Sample ID	Fe	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Te	Ti
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
OBM-15-559 13	47000	980	29	28000	1000	<0.1	150	71	400	0.72	<0.8	<0.7	<0.5	120	<0.1	28
OSK-W-16-751 30	44000	320	57	35000	1100	<0.1	290	100	620	5.8	0.9	<0.7	<0.5	46	<0.1	13
OSK-W-16-761 33	38000	250	74	29000	990	<0.1	82	75	560	2	1	<0.7	<0.5	73	<0.1	33
OSK-W-17-773_41	46000	670	75	28000	1100	<0.1	66	64	560	1.2	<0.8	<0.7	<0.5	93	<0.1	22
OSK-W-17-779 47	47000	63	55	22000	1400	<0.1	78	32	860	0.78	<0.8	<0.7	<0.5	82	<0.1	49
OSK-W-17-783 48	57000	640	61	33000	1500	<0.1	430	99	700	0.51	<0.8	<0.7	<0.5	47	<0.1	6.1
GC10014	48000	610	84	28000	1200	0.1	160	110	770	2.8	<0.8	<0.7	<0.5	84	0.56	31
GC10015	51000	230	73	26000	1600	0.2	130	49	780	7.2	<0.8	<0.7	<0.5	80	0.43	40
GC10016	30000	330	57	34000	1000	<0.1	160	170	400	11	<0.8	<0.7	<0.5	79	0.25	22
GC10018	51000	800	27	31000	1500	0.6	270	63	450	2.4	0.8	<0.7	<0.5	85	0.77	8.2
GC10019	47000	430	93	30000	1300	0.6	110	96	450	0.97	<0.8	<0.7	<0.5	62	0.31	34
GC10020	34000	480	73	43000	1100	0.2	180	150	400	1.9	<0.8	<0.7	<0.5	69	0.29	17
GC10021	38000	680	61	37000	1200	0.1	210	130	390	1.8	1.1	<0.7	<0.5	40	0.16	15
GC10022	56000	720	75	28000	1300	0.2	140	71	580	3.3	<0.8	<0.7	<0.5	62	0.2	30
GC10023	69000	1300	45	36000	1800	0.1	190	120	320	3.2	1.5	<0.7	<0.5	53	0.18	9.8
GC10024	36000	34	88	37000	950	0.1	95	190	410	1.2	<0.8	<0.7	<0.5	160	0.03	57
#08351	44000	45	100	44000	1200	<0.1	260	220	210	1.8	<0.8	<0.7	<5.0	62	<1.0	49
#08353	48000	410	98	47000	1100	<0.1	430	230	270	1.2	<0.8	<0.7	<5.0	59	<1.0	23
#08357	43000	520	90	45000	1000	0.4	350	170	350	0.87	<0.8	<0.7	<5.0	53	<1.0	19
#08358	39000	19	110	50000	710	<0.1	29	280	500	1.6	<0.8	<0.7	<5.0	129	<1.0	60
OSK-W-21-2606-670	26000	800	26	18000	930	0.8	84	64	360	0.74	<0.8	<0.7	<5.0	44	<1.0	150
WST-21-0666-54	51000	300	47	31000	1400	4.5	250	108	440	5.6	<0.8	1.5	<5.0	74	<1.0	6.6
WST-21-0952-32	34000	180	44	32000	920	<0.1	110	143	330	2.5	<0.8	<0.7	<5.0	42	<1.0	13
OSK-W-21-2555-590	31000	120	33	29000	1300	0.1	67	118	530	1.2	<0.8	<0.7	<5.0	83	<1.0	67
WST-21-0878-517	49000	1500	17	21000	1200	0.8	230	97	530	6.3	0.9	<0.7	<5.0	44	<1.0	11
WST-21-0879-639	43000	610	33	27000	1100	0.5	320	91	550	10	<0.8	<0.7	<5.0	37	<1.0	18
OSK-W-19-1949-W1-948	51000	810	45	31000	1300	0.4	180	97	390	3.1	<0.8	<0.7	<5.0	45	<1.0	14
OSK-W-20-2397-W1-680	34000	210	76	29000	940	0.3	100	120	380	1.5	<0.8	<0.7	<5.0	70	<1.0	43
OSK-W-17-836-257	47000	740	28	28000	1200	0.4	250	100	540	1.3	<0.8	<0.7	<5.0	66	<1.0	7.1
OSK-W-19-1857-W2-980	41000	390	32	16000	1300	0.4	190	88	360	0.26	0.9	<0.7	<5.0	19	<1.0	55
OSK-W-19-1857-W2-1110	35000	200	64	33000	910	0.3	170	130	460	0.28	<0.8	<0.7	<5.0	48	<1.0	22
OSK-W-19-1857-W2-1210	43000	220	68	40000	1000	<0.1	250	170	360	0.25	<0.8	<0.7	<5.0	53	<1.0	31
OKS-W-21-2613-W1-855	23000	21	28	38000	980	0.3	26	150	270	1.8	<0.8	<0.7	<5.0	244	<1.0	30
OSK-W-21-2629-845	44000	390	50	34000	1000	0.4	230	120	500	0.44	<0.8	<0.7	<5.0	61	<1.0	12
OSK-W-21-2629-948	50000	680	41	20000	1200	0.6	150	100	360	0.78	<0.8	<0.7	<5.0	25	<1.0	12
OSK-W-17-1079-580	50000	1800	24	26465	1400	0.8	140	77	240	1.4	<0.8	<0.7	<5.0	88	<1.0	120
OSK-W-17-1104-665	41000	20	71	33226	1200	0.1	200	88	560	0.5	<0.8	<0.7	<5.0	31	<1.0	24
OSK-W-17-1369-262.5	52000	330	73	34376	1300	0.9	190	81	540	1.4	<0.8	<0.7	<5.0	42	<1.0	15
OSK-W-17-968-145	41000	440	62	32552	1400	0.5	200	123	460	2.3	1.6	<0.7	<5.0	25	<1.0	8.5
OSK-W-19-1181-W5-920	50000	320	77	42468	1100	0.4	350	143	530	0.43	<0.8	<0.7	<5.0	43	<1.0	11
OSK-W-19-1181-W5-970	55000	450	83	38349	1200	<0.1	280	96	460	0.59	<0.8	<0.7	<5.0	62	<1.0	17
OSK-W-19-1412-W3-715	62000	530	68	42066	1300	0.4	310	155	560	0.78	<0.8	<0.7	<5.0	40	<1.0	9.2
08360 Down Ramp 4	49000	680	70	33000	860	0.1	390	130	330	1.9	<0.8	<0.7	<5.0	53	<1.0	13

Appendix A: Metal Content Results

Sample ID	Tl	Th	U	V	W	Y	Zn
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
OBM-15-559 13	0.03	1.5	0.032	51	0.37	3.7	93
OSK-W-16-751 30	<0.02	1.1	0.005	70	<0.04	5	73
OSK-W-16-761 33	<0.02	0.79	<0.002	82	0.23	5	52
OSK-W-17-773_41	<0.02	0.93	0.003	65	<0.04	6.1	46
OSK-W-17-779 47	<0.02	0.95	<0.002	140	<0.04	7.5	48
OSK-W-17-783 48	<0.02	0.55	<0.002	52	0.07	3.1	87
GC10014	<0.02	<0.1	0.017	75	<0.04	9.7	41
GC10015	<0.02	<0.1	0.02	110	2.1	10	95
GC10016	<0.02	<0.1	0.013	38	0.07	5.9	66
GC10018	<0.02	<0.1	0.054	23	0.2	4.2	38
GC10019	<0.02	<0.1	0.013	71	<0.04	6.8	51
GC10020	<0.02	<0.1	0.025	35	<0.04	3.6	39
GC10021	<0.02	<0.1	0.016	32	0.06	5.6	48
GC10022	<0.02	<0.1	0.026	77	0.04	10	78
GC10023	<0.02	<0.1	0.02	33	0.09	4.8	110
GC10024	<0.02	<0.1	0.007	69	<0.04	4.3	32
#08351	<0.02	-	0.009	83	-	3.8	36
#08353	<0.02	-	0.013	71	-	3.8	46
#08357	<0.02	-	0.003	58	-	2	45
#08358	<0.02	-	0.04	71	-	4	63
OSK-W-21-2606-670	0.05	-	0.014	75	-	3.8	120
WST-21-0666-54	<0.02	-	0.007	49	-	2	93
WST-21-0952-32	<0.02	-	0.008	34	-	2.4	37
OSK-W-21-2555-590	<0.02	-	0.009	58	-	4.6	56
WST-21-0878-517	0.04	-	0.063	20	-	4.6	69
WST-21-0879-639	<0.02	-	0.053	53	-	4.4	100
OSK-W-19-1949-W1-948	0.02	-	0.021	41	-	5.4	74
OSK-W-20-2397-W1-680	<0.02	-	0.01	75	-	6	30
OSK-W-17-836-257	<0.02	-	0.022	27	-	2.8	73
OSK-W-19-1857-W2-980	<0.02	-	0.016	61	-	6.7	60
OSK-W-19-1857-W2-1110	<0.02	-	0.01	53	-	4.9	32
OSK-W-19-1857-W2-1210	<0.02	-	0.017	81	-	4.7	40
OKS-W-21-2613-W1-855	<0.02	-	0.004	30	-	2.3	17
OSK-W-21-2629-845	<0.02	-	0.01	51	-	4.1	49
OSK-W-21-2629-948	<0.02	-	0.006	37	-	2.7	95
OSK-W-17-1079-580	0.08	-	0.031	69	-	4	74
OSK-W-17-1104-665	<0.02	-	0.009	68	-	3.6	29
OSK-W-17-1369-262.5	<0.02	-	0.016	68	-	3.2	60
OSK-W-17-968-145	<0.02	-	0.014	36	-	2.4	111
OSK-W-19-1181-W5-920	<0.02	-	0.013	59	-	3.3	39
OSK-W-19-1181-W5-970	<0.02	-	0.014	70	-	2.2	43
OSK-W-19-1412-W3-715	<0.02	-	0.007	49	-	3.8	57
08360 Down Ramp 4	<0.02	-	0.039	64	-	4.6	64

Appendix A: CTEU-9 Results

Sample ID	Sample Weight	DI Water Volume	pH	Conductivity	Alkalinity	HCO3	CO3	SO4	Cl	Total Reactive P	Br	NO2	NO3	N02+ N03	F	Hg	Al	As
	g	ml	unit	µSiem	mg/Las CaCO3	mg/Las CaCO3	mg/Las CaCO3	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	as N mg/L	as N mg/L	as N mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
OBM-15-559 13	100	400	8.47	291	111	106	5	12	9.1		<3.0	0.32	<0.6	<0.6	0.47	<0.00001	0.35	0.0016
OSK-W-16-751 30	100	400	8.28	274	125	125	<2.0	9.1	3.2		<3.0	0.47	<0.6	<0.6	0.15	<0.00001	0.436	0.0016
OSK-W-17-773_41	100	400	8.41	252	108	106	3	9.1	3		<3.0	0.4	<0.6	<0.6	0.24	<0.00001	0.444	0.0028
OSK-W-17-779 47	100	400	7.84	431	33	33	<2.0	170	3		<3.0	0.38	<0.6	<0.6	0.07	<0.00001	0.354	0.0005
GC10014	100	400	8.11	274	71			47	4.6	<0.03	<3.0	<0.3	<0.6	<0.6	<0.06	<0.00001	0.333	0.0041
GC10015	100	400	8.25	184	84			2.4	5.6	<0.03	<3.0	<0.3	<0.6	<0.6	0.13	<0.00001	0.372	0.0009
GC10016	100	400	8.39	182	90			3.5	2.7	0.07	<3.0	<0.3	<0.6	<0.6	0.11	<0.00001	0.257	0.0023
GC10018	100	400	8.41	500	202			37	7	<0.03	<3.0	<0.3	<0.6	<0.6	0.1	<0.00001	0.18	0.0041
GC10019	100	400	8.12	207	71			16	2.7	<0.03	<3.0	<0.3	<0.6	<0.6	<0.06	<0.00001	0.327	0.004
GC10020	100	400	8.41	270	117			8.8	3.9	<0.03	<3.0	<0.3	<0.6	<0.6	0.18	<0.00001	0.257	0.0028
GC10021	100	400	8.34	323	121			27	<2.0	<0.03	<3.0	<0.3	<0.6	<0.6	0.14	<0.00001	0.229	0.0077
GC10022	100	400	8.19	262	90			22	2.2	<0.03	<3.0	<0.3	<0.6	<0.6	0.11	<0.00001	0.288	0.008
GC10023	100	400	8.51	388	185			6.7	3.2	<0.03	<3.0	<0.3	<0.6	<0.6	0.24	<0.00001	0.255	0.0828
GC10024	100	400	7.55	493	27			210	<2.0	<0.03	<3.0	<0.3	<0.6	<0.6	<0.06	<0.00001	0.181	0.001
OSK-W-19-1857-W2-1210	100	400	7.88	323	87	87	<2.0	59	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<6.0	0.12	<0.00001	0.397	0.001
OKS-W-21-2613-W1-855	100	400	7.9	167	71	71	<2.0	<20.0	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<6.0	0.13	<0.00001	0.27	0.0019
OSK-W-21-2629-845	100	400	8.31	390	163	163	<2.0	<20.0	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<6.0	0.38	<0.00001	0.748	0.0023
OSK-W-21-2629-948	100	400	8.36	539	203	199	4	<20.0	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<6.0	0.45	<0.00001	0.486	0.0358
WST-21-0879-639	100	400	8.48	489	221	211	10	<20.0	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<6.0	0.41	<0.00001	0.485	0.0044
OSK-W-19-1949-W1-948	100	400	8.36	340	156	153	3	<20.0	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<6.0	0.21	<0.00001	0.389	0.0127
WST-21-0666-54	100	400	8.38	600	215	209	6	33	<20.0	0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<6.0	0.38	<0.00001	0.419	0.0021
WST-21-0952-32	100	400	8.21	391	141	141	<2.0	24	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<6.0	0.23	<0.00001	0.542	0.0045
OSK-W-21-2555-590	100	400	7.84	192	86	86	<2.0	<20.0	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<6.0	0.27	<0.00001	0.238	0.002
OSK-W-17-1079-580	100	400	8.5	385	155	148	7	<20.0	<20.0	0.04	<30.0	<3.0	<6.0	<6.0	0.43	<0.00001	0.408	0.0017
OSK-W-17-1104-665	100	400	7.9	778	46	46	<2.0	340	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<6.0	<0.06	<0.00001	0.34	0.0007
OSK-W-17-968-145	100	400	8.54	562	194	184	10	45	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<6.0	0.36	<0.00001	0.54	0.0829
OSK-W-19-1181-W5-970	100	400	8.35	720	137	134	3	200	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<6.0	0.15	<0.00001	0.351	0.0012
OSK-W-19-1412-W3-715	100	400	8.66	497	246	227	18	<20.0	<20.0	0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<6.0	0.36	<0.00001	0.753	0.0038
#08351	100	400	8.52	481	131	125	6	43	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	17.1	17.1	<0.06	<0.00001	0.551	0.0009
#08353	100	400	8.51	393	136	129	7	<20.0	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<6.0	0.13	<0.00001	0.389	0.0011
#08358	100	400	8.01	424	57	57	<2.0	140	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<6.0	0.26	<0.00001	0.994	0.0014
OSK-W-21-2606-670	100	400	7.81	152	53	53	<2.0	<20.0	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<6.0	0.26	0.00001	0.461	0.0009

Appendix A: CTEU-9 Results

Sample ID	Ag	Ba	B	Be	Bi	Ca	Cd	Cr	Co	Cu	Fe	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Si
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
OBM-15-559 13	<0.00005	0.00522	0.011	<0.000007	<0.000007	12.4	<0.000003	0.00046	0.000018	0.00028	<0.007	28.5	0.0019	13.5	0.0031	0.00283	14	0.0001	<0.003	<0.00001	1.91
OSK-W-16-751 30	<0.00005	0.00186	0.039	<0.000007	<0.000007	12.1	0.000006	0.00119	<0.000004	0.00018	<0.007	9.18	0.0066	14.1	0.0023	0.00089	24.5	0.0001	<0.003	0.00001	1.76
OSK-W-17-773_41	<0.00005	0.00755	0.016	<0.000007	<0.000007	12	<0.000003	0.00235	<0.000004	0.0002	<0.007	30.3	0.0068	12.5	0.0024	0.00057	6.12	<0.0001	<0.003	<0.00001	1.58
OSK-W-17-779 47	<0.00005	0.00583	0.01	<0.000007	<0.000007	57.3	0.000003	0.00022	0.000004	0.00024	<0.007	2.62	0.0076	21.5	0.0125	0.00111	7.3	<0.0001	<0.003	<0.00001	1.81
GC10014	<0.00005	0.0149	0.018	<0.000007	0.000007	21	<0.000003	0.000018	0.00033	<0.0002	<0.007	18.4	0.0051	9.74	0.0053	0.0012	9.37	<0.0001	0.005	0.00001	1.5
GC10015	<0.00005	0.00604	0.015	<0.000007	<0.000007	12.5	<0.000003	0.000066	0.00019	0.0012	0.01	8.23	0.0045	9.23	0.0038	0.00104	8.59	0.0002	0.003	0.00003	1.14
GC10016	<0.00005	0.00149	0.017	<0.000007	<0.000007	11.5	<0.000003	0.000009	0.00085	0.0003	<0.007	10.5	0.0034	8.42	0.0015	0.00123	9.88	0.0001	0.006	0.00004	1.42
GC10018	<0.00005	0.00558	0.036	<0.000007	0.000013	22.4	<0.000003	0.000115	0.00027	0.0003	<0.007	33.3	0.0094	31.9	0.0135	0.00289	22.6	0.0001	0.008	<0.00001	2.35
GC10019	<0.00005	0.00639	0.016	<0.000007	0.00004	15.9	<0.000002	0.000025	0.00031	0.0006	<0.007	14.8	0.0047	7.78	0.0032	0.00066	6.37	<0.0001	0.004	<0.00001	1.27
GC10020	<0.00005	0.00751	0.02	<0.000007	<0.000007	13.3	<0.000003	0.000026	0.00197	0.0043	0.018	19.1	0.0097	15	0.0022	0.00095	12.9	0.0002	0.006	0.00014	1.69
GC10021	0.00025	0.0039	0.038	<0.000007	0.000015	18.8	<0.000003	0.00005	0.00063	0.0003	<0.007	22.1	0.0072	15.8	0.0045	0.00043	12.8	0.0003	0.007	<0.00001	1.9
GC10022	0.00198	0.00289	0.02	<0.000007	0.000048	18.8	<0.000003	0.00003	0.00023	0.0005	<0.007	21.1	0.0047	10.3	0.0056	0.0006	6.81	<0.0001	<0.003	<0.00001	1.47
GC10023	0.00007	0.00258	0.028	<0.000007	<0.000007	18.5	<0.000003	0.000514	0.00043	<0.0002	<0.007	42.7	0.0065	20.4	0.0099	0.00032	11.6	0.0013	0.005	<0.00001	2.1
GC10024	<0.00005	0.00542	0.015	<0.000007	<0.000007	66.5	<0.000003	0.000076	0.00044	0.0006	0.024	0.848	0.0067	20.8	0.0064	0.00257	5.79	0.0005	0.004	0.00001	1.6
OSK-W-19-1857-W2-1210	<0.00005	0.00381	0.024	<0.000007	0.00002	18.9	0.000041	0.00058	0.000079	0.0043	0.059	6.99	0.0063	20.8	0.0054	0.00091	22.6	0.0003	<0.003	0.00186	1.28
OKS-W-21-2613-W1-855	<0.00005	0.504	0.012	0.000014	<0.00001	15.9	0.000003	0.00131	0.000021	<0.0002	0.022	1.2	0.0056	12.6	0.0009	0.00014	3.73	0.0002	<0.003	<0.00009	1.64
OSK-W-21-2629-845	<0.00005	0.00473	0.069	<0.000007	<0.00001	8.99	<0.000003	0.00245	0.000037	0.0003	0.007	35.2	0.0151	16.2	0.0038	0.0019	50.1	0.0002	<0.003	<0.00009	1.48
OSK-W-21-2629-948	0.00008	0.00796	0.057	<0.000007	<0.00001	13.3	0.000003	0.00178	0.000275	0.0002	0.007	76.7	0.0167	20.4	0.0153	0.00057	48.1	0.0003	0.003	<0.00009	2.07
WST-21-0879-639	0.00007	0.00325	0.026	<0.000007	<0.00001	8.99	<0.000003	0.0019	0.00004	<0.0002	<0.007	38.1	0.0095	23.5	0.0068	0.00135	36.6	0.0003	0.004	<0.00009	2.19
OSK-W-19-1949-W1-948	<0.00005	0.00292	0.031	<0.000007	<0.00001	13.7	<0.000003	0.00023	0.000387	0.0009	<0.007	29.1	0.0092	17	0.0065	0.00081	15.3	0.0011	<0.003	<0.00009	1.66
WST-21-0666-54	<0.00005	0.00461	0.064	<0.000007	<0.00001	13.4	0.000012	0.00131	0.000048	0.0003	<0.007	25	0.0175	27	0.0094	0.02032	88	<0.0001	0.004	<0.00009	1.53
WST-21-0952-32	<0.00005	0.00325	0.026	<0.000007	<0.00001	10	<0.000003	0.0149	0.00003	<0.0002	<0.007	20.9	0.0192	25.7	0.0027	0.0004	37.4	<0.0001	0.003	<0.00009	1.12
OSK-W-21-2555-590	<0.00005	0.145	0.01	<0.000007	<0.00001	12.1	<0.000003	0.00127	0.000016	<0.0002	<0.007	3.18	0.0041	15	0.0023	0.00065	9.91	<0.0001	<0.003	<0.00009	1.43
OSK-W-17-1079-580	<0.00005	0.00254	0.018	<0.000007	<0.00001	8.95	0.000004	0.00164	0.000036	<0.0002	<0.007	44.6	0.0035	15.5	0.0047	0.00113	13.9	0.0002	<0.003	<0.00009	1.5
OSK-W-17-1104-665	<0.00005	0.0013	0.005	<0.000007	<0.00001	61.6	<0.000003	0.00026	0.000049	<0.0002	<0.007	0.899	0.0283	45.7	0.0127	0.00087	19.8	0.0004	<0.003	<0.00009	1.5
OSK-W-17-968-145	0.00018	0.00211	0.016	<0.000007	<0.00001	8.93	<0.000003	0.00319	0.000097	0.0002	<0.007	48.1	0.0226	18.4	0.0058	0.00121	44.8	0.0006	0.003	<0.00009	1.5
OSK-W-19-1181-W5-970	<0.00005	0.00866	0.024	<0.000007	<0.00001	21.9	<0.000002	0.00025	0.000031	0.0003	<0.007	34.4	0.0251	32.7	0.0082	0.00091	45.2	0.0002	<0.003	<0.00009	1.7
OSK-W-19-1412-W3-715	<0.00005	0.00245	0.045	<0.000007	<0.00001	5.02	<0.000003	0.00242	0.000087	<0.0002	<0.007	34.6	0.0217	14.2	0.003	0.00046	53.4	0.0004	<0.003	<0.00009	1.35
#08351	<0.00005	0.00257	0.028	<0.000007	<0.00001	6.49	0.00003	0.00641	0.000138	0.0003	<0.007	0.832	0.0438	25.6	0.0022	0.0457	44.5	0.0004	<0.003	<0.00009	1.05
#08353	<0.00005	0.00205	0.032	<0.000007	<0.00001	7.56	0.000005	0.00558	0.000079	<0.0002	<0.007	14.2	0.0199	17.1	0.0017	0.0026	38.9	0.0002	<0.003	<0.00009	1.48
#08358	<0.00005	0.022	0.014	<0.000007	<0.00001	24.2	0.00001	0.0113	0.000033	0.0004	0.007	0.612	0.0251	30.6	0.0038	0.01	3.67	0.0003	<0.003	0.00016	1.34
OSK-W-21-2606-670	<0.00005	0.0012	0.011	<0.000007	<0.00001	11.4	0.000003	0.00055	0.000017	0.0003	<0.007	5.79	0.0023	6.23	0.0021	0.002	11.6	<0.0001	<0.003	<0.00009	1.06

Appendix A: CTEU-9 Results

Sample ID	Sb	Se	Sn	Sr	Te	Ti	Tl	Th	U	V	W	Y	Zn	NH3+NH4
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	as N mg/L
OBM-15-559 13	0.0039	0.00019	0.00002	0.126	<0.0001	0.00014	0.000049	<0.0001	0.00001	0.00121	0.0017	0.000004	<0.002	
OSK-W-16-751 30	0.0025	0.00011	0.00007	0.0926	<0.0001	0.00012	0.000005	<0.0001	0.000013	0.00172	0.00051	0.000003	<0.002	
OSK-W-17-773_41	0.0046	0.00011	0.00012	0.0718	<0.0001	<0.00005	0.000042	<0.0001	0.000007	0.00154	0.00066	0.000002	<0.002	
OSK-W-17-779 47	0.0009	0.00019	0.00009	0.537	<0.0001	<0.00005	<0.000005	<0.0001	0.00001	0.00172	0.0003	<0.000002	<0.002	
GC10014	0.0061	0.00025	0.00014	0.173	<0.0001	0.00007	0.000036	<0.0001	0.000006	0.00154	0.00054		<0.002	
GC10015		0.00006	0.00011	0.0734	<0.0001	0.00007	0.000022	<0.0001	0.000033	0.00117	0.00373		<0.002	
GC10016	0.0023	0.00023	0.0001	0.103	<0.0001	<0.00005	0.000025	<0.0001	0.000003	0.00074	0.00067		<0.002	
GC10018	0.0033	0.00034	<0.00006	0.0849	<0.0001	0.00008	0.000053	<0.0001	0.000035	0.00117	0.0021		<0.002	
GC10019	0.0045	0.00012	0.00009	0.224	<0.0001	<0.00005	0.000023	<0.0001	<0.000002	0.00111	0.00027		<0.002	
GC10020	0.0061	0.00012	0.00008	0.0993	<0.0001	<0.00005	0.000034	<0.0001	0.000003	0.00111	0.00037		0.005	
GC10021	0.0163	0.00029	<0.00006	0.0911	<0.0001	<0.00005	0.000038	<0.0001	0.000004	0.00097	0.00092		<0.002	
GC10022	0.0093	0.00033	<0.00006	0.073	<0.0001	<0.00005	0.000043	<0.0001	0.00001	0.00155	0.00063		<0.002	
GC10023	0.0251	0.00044	<0.00006	0.0452	<0.0001	0.00005	0.000072	<0.0001	0.000006	0.00169	0.00064		<0.002	
GC10024	0.001	0.00007	0.00007	1.31	<0.0001	0.0004	0.000008	<0.0001	0.000014	0.00068	0.0004		<0.002	
OSK-W-19-1857-W2-1210	0.0016	0.00015	<0.00006	0.38	<0.0001	0.00029	0.00002	<0.0001	0.000013	0.00157	0.00133	0.00006	0.013	0.1
OKS-W-21-2613-W1-855	0.002	<0.00004	<0.00006	0.649	<0.0001	0.00067	0.000014	<0.0001	0.000059	0.001	0.00027	0.00003	<0.002	<0.1
OSK-W-21-2629-845	0.0143	0.00029	<0.00006	0.0382	<0.0001	<0.00005	0.000056	<0.0001	0.000012	0.00536	0.00681	<0.00002	<0.002	<0.1
OSK-W-21-2629-948	0.0231	0.00185	<0.00006	0.0301	<0.0001	0.00006	0.000159	<0.0001	0.000005	0.00607	0.0139	<0.00002	<0.002	<0.1
WST-21-0879-639	0.0157	0.00131	<0.00006	0.0226	<0.0001	<0.00005	0.000053	<0.0001	0.00006	0.00456	0.00129	<0.00002	<0.002	<0.1
OSK-W-19-1949-W1-948	0.0329	0.00028	<0.00006	0.0462	<0.0001	<0.00005	0.000046	<0.0001	0.000019	0.00172	0.00247	<0.00002	<0.002	<0.1
WST-21-0666-54	0.0176	0.00411	<0.00006	0.166	<0.0001	<0.00005	0.000028	<0.0001	0.000013	0.00286	0.00071	<0.00002	<0.002	<0.1
WST-21-0952-32	0.0108	0.00027	<0.00006	0.0624	<0.0001	0.00039	0.000021	<0.0001	0.000009	0.00233	0.00048	<0.00002	<0.002	<0.1
OSK-W-21-2555-590	0.0015	0.00009	<0.00006	0.177	<0.0001	<0.00005	0.000029	<0.0001	0.000008	0.00146	0.0006	<0.00002	<0.002	<0.1
OSK-W-17-1079-580	0.0111	0.00048	<0.00006	0.0397	<0.0001	0.00008	0.000078	<0.0001	0.000609	0.00243	0.00681	<0.00002	<0.002	<0.1
OSK-W-17-1104-665	0.0014	0.00047	<0.00006	0.453	<0.0001	<0.00005	<0.000005	<0.0001	0.0118	0.0011	0.00032	<0.00002	<0.002	<0.1
OSK-W-17-968-145	0.0937	0.00135	<0.00006	0.0341	<0.0001	0.0001	0.000055	<0.0001	0.00552	0.00423	0.00114	<0.00002	<0.002	<0.1
OSK-W-19-1181-W5-970	0.004	0.0006	<0.00006	0.184	<0.0001	<0.00005	0.000062	<0.0001	0.00257	0.00184	0.00244	<0.00002	<0.002	<0.1
OSK-W-19-1412-W3-715	0.0038	0.00011	<0.00006	0.0196	<0.0001	0.00006	0.000039	<0.0001	0.00191	0.00329	0.00215	<0.00002	<0.002	<0.1
#08351	0.0015	0.00075	<0.00006	0.0169	<0.0001	<0.00005	<0.000005	<0.0001	0.00529	0.00135	0.00164	<0.00002	<0.002	0.6
#08353	0.0026	0.00025	<0.00006	0.0485	<0.0001	<0.00005	0.000024	<0.0001	0.00158	0.0014	0.0006	<0.00002	<0.002	0.3
#08358	0.0016	0.00006	<0.00006	1.03	<0.0001	<0.00005	0.000006	<0.0001	0.00212	0.00092	0.00024	<0.00002	<0.002	0.1
OSK-W-21-2606-670	0.0022	0.00015	<0.00006	0.0535	<0.0001	<0.00005	0.000053	<0.0001	<0.000002	0.00219	0.00098	<0.00002	<0.002	<0.1

Appendix A: SPLP Results

Sample ID	Sample Weight	DI Water Volume	Final pH	pH	Conductivity	Alkalinity	HCO3	CO3	SO4	Cl	Total Reactive P	Br	NO2	NO3	F	Hg
	g	mL	--	--	uS/cm	mg/L as CaCO3	mg/L as CaCO3	mg/L as CaCO3	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L as N	mg/L as N	mg/L	mg/L
OBM-15-559 13	20	400	9.23	7.8	67	29	29	<2.0	3	<2.0	<0.3	<3.0	<0.3	<0.6	<0.06	<0.00001
OSK-W-16-751 30	20	400	9.23	8	66	29	29	<2.0	2.9	<2.0	<0.3	<3.0	<0.3	<0.6	<0.06	<0.00001
OSK-W-17-773_41	20	400	9.19	7.9	72	31	31	<2.0	2.8	<2.0	<0.3	<3.0	<0.3	<0.6	<0.06	<0.00001
OSK-W-17-779 47	20	400	9.13	7.7	102	18	18	<2.0	22	<2.0	<0.3	<3.0	<0.3	<0.6	<0.06	<0.00001
GC10014	20	400	-	7.8	70	25	25	<2.0	8.1	<2.0	<0.03	<3.0	<0.3	<0.6	<0.06	<0.00001
GC10015	20	400	-	7.9	57	27	27	<2.0	2	<2.0	<0.03	<3.0	<0.3	<0.6	<0.06	<0.00001
GC10016	20	400	-	7.8	52	26	26	<2.0	2	<2.0	<0.03	<3.0	<0.3	<0.6	<0.06	<0.00001
GC10018	20	400	-	8	87	41	41	<2.0	3.2	<2.0	<0.03	<3.0	<0.3	<0.6	<0.06	<0.00001
GC10019	20	400	-	8.1	67	30	30	<2.0	3	<2.0	<0.03	<3.0	<0.3	<0.6	<0.06	<0.00001
GC10020	20	400	-	8	71	34	34	<2.0	2.5	<2.0	<0.03	<3.0	<0.3	<0.6	<0.06	<0.00001
GC10021	20	400	-	7.9	72	32	32	<2.0	3.2	<2.0	<0.03	<3.0	<0.3	<0.6	<0.06	<0.00001
GC10022	20	400	-	7.9	72	29	29	<2.0	3.5	<2.0	<0.03	<3.0	<0.3	<0.6	<0.06	<0.00001
GC10023	20	400	-	8.1	83	41	41	<2.0	2.2	<2.0	<0.03	<3.0	<0.3	<0.6	<0.06	<0.00001
GC10024	20	400	-	7.6	137	15	15	<2.0	44	<2.0	<0.03	<3.0	<0.3	<0.6	<0.06	<0.00001
WST-21-0879-639	20	400	9.2	7.8	71	33	33	<2.0	<20.0	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<0.06	<0.00001
OSK-W-19-1949-W1-948	20	400	9.17	7.8	77	37	37	<2.0	<20.0	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	0.15	<0.00001
OSK-W-19-1857-W2-1210	20	400	9.22	7.5	94	21	21	<2.0	<20.0	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<0.06	<0.00001
OKS-W-21-2613-W1-855	20	400	9.17	7.4	56	23	23	<2.0	<20.0	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<0.06	<0.00001
OSK-W-21-2629-845	20	400	9.17	7.8	74	29	29	<2.0	<20.0	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<0.06	<0.00001
OSK-W-21-2629-948	20	400	9.09	7.7	79	31	31	<2.0	<20.0	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	0.06	<0.00001
OSK-W-17-1079-580	20	400	9.13	7.6	63	24	24	<2.0	<20.0	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<0.06	<0.00001
OSK-W-17-1104-665	20	400	8.86	7.5	164	21	21	<2.0	69	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<0.06	<0.00001
OSK-W-17-968-145	20	400	9.14	7.8	74	32	32	<2.0	<20.0	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<0.06	<0.00001
OSK-W-19-1181-W5-970	20	400	8.72	7.6	144	25	25	<2.0	41	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<0.06	<0.00001
OSK-W-19-1412-W3-715	20	400	9.12	7.8	79	37	37	<2.0	<20.0	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<0.06	<0.00001
OSK-W-21-2606-670	20	400	9.27	7.7	48	23	23	<2.0	<20.0	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<0.06	<0.00001
WST-21-0666-54	20	400	9.2	7.8	85	38	38	<2.0	<20.0	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<0.06	<0.00001
WST-21-0952-32	20	400	9.17	7.8	71	31	31	<2.0	<20.0	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<0.06	<0.00001
OSK-W-21-2555-590	20	400	9.33	7.6	54	25	25	<2.0	<20.0	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<0.06	<0.00001
#08351	20	400	8.8	7.8	154	17	17	<2.0	31	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<0.06	<0.00001
#08353	20	400	9.12	8	68	28	28	<2.0	<20.0	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<0.06	<0.00001
#08358	20	400	8.52	7.6	241	12	12	<2.0	93	<20.0	<0.03	<30.0	<3.0	<6.0	<0.06	<0.00001

Appendix A: SPLP Results

Sample ID	Al	As	Ag	Ba	B	Be	Bi	Ca	Cd	Cr	Co	Cu	Fe	K	Li	Mg	Mn
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
OBM-15-559 13	0.695	0.0005	<0.00005	0.0006	0.002	<0.000007	<0.000007	8.56	<0.000003	0.00004	<0.000004	0.00006	<0.007	1.82	0.0004	1.36	0.00033
OSK-W-16-751 30	0.697	0.0014	<0.00005	0.00031	0.005	<0.000007	0.000015	8.09	<0.000003	<0.00003	<0.000004	0.00008	<0.007	0.68	0.0013	1.95	0.00035
OSK-W-17-773_41	0.672	0.0024	<0.00005	0.00101	0.002	<0.000007	<0.000007	8.83	<0.000003	<0.00003	<0.000004	0.00017	<0.007	2.13	0.0014	1.92	0.00094
OSK-W-17-779 47	0.806	0.0007	<0.00005	0.00128	<0.002	<0.000007	<0.000007	14.9	<0.000003	<0.00003	<0.000004	0.00008	<0.007	0.2	0.0008	1.05	0.00116
GC10014	0.854	0.0077	<0.00005	0.00226	0.003	<0.000007	0.000011	10.1	<0.000003	<0.00008	0.000009	<0.0002	<0.007	1.18	0.0007	0.924	0.00059
GC10015	0.76	0.0011	<0.00005	0.00106	0.003	<0.000007	0.000007	8.05	<0.000003	<0.00008	0.000019	<0.0002	<0.007	0.43	0.0008	1.01	0.00067
GC10016	0.593	0.0022	<0.00005	0.00036	0.004	<0.000007	<0.000007	7.3	<0.000003	<0.00008	<0.000004	0.0003	<0.007	0.62	0.0006	1.06	0.00032
GC10018	0.712	0.0037	<0.00005	0.00069	0.007	<0.000007	0.000011	8.93	0.000006	<0.00008	0.00004	0.0006	<0.007	1.7	0.002	3.71	0.00178
GC10019	0.832	0.0057	<0.00005	0.00127	0.004	<0.000007	<0.000007	8.64	<0.000003	<0.00008	0.000007	<0.0002	<0.007	0.83	0.0008	0.768	0.00057
GC10020	0.464	0.0028	<0.00005	0.00078	0.004	<0.000007	0.000007	8.06	<0.000003	<0.00008	0.000006	<0.0002	<0.007	1.5	0.0011	2.11	0.00033
GC10021	0.749	0.0071	<0.00005	0.00051	0.007	<0.000007	<0.000007	8.67	<0.000003	<0.00008	0.00001	<0.0002	<0.007	2	0.0013	1.87	0.0006
GC10022	0.817	0.0052	<0.00005	0.00046	0.003	<0.000007	<0.000007	9.58	<0.000003	<0.00008	0.000005	<0.0002	<0.007	1.59	0.0009	1.28	0.00107
GC10023	0.774	0.023	<0.00005	0.00035	0.005	<0.000007	0.000007	9.31	<0.000003	<0.00008	0.000048	<0.0002	<0.007	2.97	0.0013	2.92	0.00107
GC10024	0.439	0.0005	<0.00005	0.00772	0.003	<0.000007	<0.000007	21.3	<0.000003	<0.00008	0.000014	<0.0002	<0.007	0.11	0.0013	1.67	0.00127
WST-21-0879-639	0.78	<0.00005	0.002	0.00031	0.002	<0.000007	<0.00001	8.36	0.000006	<0.00008	0.000009	<0.0002	<0.007	1.31	0.0009	2	0.00054
OSK-W-19-1949-W1-948	0.773	<0.00005	0.0038	0.00063	0.004	<0.000007	<0.00001	8.77	<0.000003	<0.00008	0.00001	<0.0002	<0.007	2.07	0.0016	2.56	0.00078
OSK-W-19-1857-W2-1210	0.575	<0.00005	0.0009	0.00197	0.005	<0.000007	<0.00001	14.3	<0.000003	<0.00008	0.000004	<0.0002	<0.007	0.65	0.0009	2.88	0.00062
OKS-W-21-2613-W1-855	0.199	<0.00005	0.0013	0.199	0.004	<0.000007	<0.00001	9.08	0.000005	<0.00008	0.000005	<0.0002	<0.007	0.25	0.0004	2.18	0.00022
OSK-W-21-2629-845	0.777	<0.00005	0.003	0.00087	0.009	<0.000007	<0.00001	9.36	<0.000003	<0.00008	0.000016	<0.0002	<0.007	1.6	0.0018	2.92	0.00074
OSK-W-21-2629-948	0.95	<0.00005	0.0062	0.00079	0.009	<0.000007	<0.00001	10.8	<0.000003	0.00012	0.000016	<0.0002	0.007	3.19	0.002	2.41	0.00153
OSK-W-17-1079-580	1.02	0.0085	<0.00005	0.00054	<0.002	<0.000007	0.00001	7.76	<0.000003	<0.00008	0.000006	<0.0002	<0.007	3.64	0.0012	0.331	0.00168
OSK-W-17-1104-665	0.634	0.0008	<0.00005	0.00043	<0.002	<0.000007	<0.00001	22.7	<0.000003	<0.00008	0.000005	<0.0002	<0.007	0.09	0.0017	2.75	0.00234
OSK-W-17-968-145	0.678	0.0445	<0.00005	0.00025	<0.002	<0.000007	0.00002	10.1	<0.000003	<0.00008	0.000013	<0.0002	<0.007	1.45	0.0018	2.61	0.00109
OSK-W-19-1181-W5-970	0.68	0.0028	<0.00005	0.00152	0.004	<0.000007	<0.00001	18.8	<0.000003	<0.00008	0.000008	<0.0002	<0.007	1.05	0.0017	2.9	0.00181
OSK-W-19-1412-W3-715	0.68	0.0037	<0.00005	0.00042	0.006	<0.000007	<0.00001	9.21	<0.000003	<0.00008	0.000029	<0.0002	<0.007	1.6	0.0016	2.69	0.00111
OSK-W-21-2606-670	0.766	0.0007	<0.00005	0.00051	<0.002	<0.000007	<0.00001	7.62	<0.000003	<0.00008	0.000005	<0.0002	<0.007	0.93	0.0004	0.74	0.00061
WST-21-0666-54	0.718	0.0021	<0.00005	0.00144	0.007	<0.000007	<0.00001	10.4	<0.000003	<0.00008	0.000006	<0.0002	<0.007	1.07	0.0023	2.96	0.00094
WST-21-0952-32	0.523	0.0032	<0.00005	0.00101	0.006	<0.000007	<0.00001	8.65	<0.000003	<0.00008	0.000004	<0.0002	<0.007	0.94	0.0013	2.36	0.00055
OSK-W-21-2555-590	0.406	0.0007	<0.00005	0.0355	0.002	<0.000007	<0.00001	7.73	<0.000003	<0.00008	<0.000004	<0.0002	<0.007	0.31	0.0005	1.63	0.00057
#08351	0.431	<0.00005	0.001	0.00322	0.015	<0.000007	<0.00001	19.2	<0.000003	<0.00008	0.00006	<0.0002	<0.007	0.27	0.0019	2.2	0.00171
#08353	0.461	<0.00005	0.0015	0.00043	0.009	<0.000007	<0.00001	7.66	0.000021	<0.00008	0.000016	<0.0002	0.007	0.83	0.0013	2.09	0.00036
#08358	0.377	<0.00005	0.0111	0.138	0.009	<0.000007	<0.00001	40	<0.000003	<0.00008	0.000014	0.0007	0.012	0.41	0.0015	1.95	0.00151

Appendix A: SPLP Results

Sample ID	Mo	Na	Ni	P (tot)	Pb	U	Si	Sb	Se	Sn	Sr	Te	Ti	Tl	Th	V	W	Zn	NH3+NH4
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L as N
OBM-15-559 13	0.0001	1.31	<0.0001	<0.003	<0.00001	<0.000002	0.9	0.001	<0.00004	0.00003	0.0357	<0.0001	0.00006	<0.000005	<0.0001	0.00048	0.0005	<0.002	-
OSK-W-16-751 30	0.00002	1.52	<0.0001	0.003	<0.00001	0.000002	0.99	0.0004	<0.00004	0.00003	0.0207	0.0001	<0.00005	<0.000005	<0.0001	0.00077	0.0002	<0.002	-
OSK-W-17-773_41	0.00007	0.41	<0.0001	<0.003	<0.00001	<0.000002	0.82	0.0006	<0.00004	0.00003	0.0246	<0.0001	<0.00005	<0.000005	<0.0001	0.0006	0.0003	<0.002	-
OSK-W-17-779 47	0.00006	0.82	<0.0001	<0.003	<0.00001	<0.000002	0.86	0.0003	<0.00004	0.00004	0.0803	<0.0001	<0.00005	<0.000005	<0.0001	0.00095	0.0001	<0.002	-
GC10014	<0.00004	0.84	<0.0001	<0.003	<0.00001	<0.000002	0.93	<0.0009	<0.00004	-	-	<0.0001	0.00013	<0.000005	<0.0001	0.00097	0.0003	<0.002	-
GC10015	0.00047	0.8	<0.0001	<0.003	0.00008	0.000007	0.92	<0.0009	<0.00004	-	-	<0.0001	<0.00005	<0.000005	<0.0001	0.00101	0.0018	<0.002	-
GC10016	0.00008	0.82	<0.0001	<0.003	<0.00001	<0.000002	0.92	<0.0009	<0.00004	-	-	<0.0001	0.00006	<0.000005	<0.0001	0.00054	0.0004	<0.002	-
GC10018	0.00008	1.4	<0.0001	<0.003	<0.00001	0.000004	0.97	<0.0009	0.00005	-	-	<0.0001	<0.00005	<0.000005	<0.0001	0.00077	0.0004	0.002	-
GC10019	0.00012	0.51	<0.0001	<0.003	<0.00001	<0.000002	0.82	<0.0009	<0.00004	-	-	<0.0001	<0.00005	<0.000005	<0.0001	0.00073	0.0002	<0.002	-
GC10020	0.00009	0.92	<0.0001	<0.003	<0.00001	<0.000002	1.03	0.0011	<0.00004	-	-	<0.0001	<0.00005	<0.000005	<0.0001	0.00067	0.0002	<0.002	-
GC10021	0.00012	1.15	<0.0001	<0.003	<0.00001	<0.000002	0.98	0.0017	<0.00004	-	-	<0.0001	<0.00005	<0.000005	<0.0001	0.00076	0.0003	<0.002	-
GC10022	0.00009	0.54	<0.0001	<0.003	<0.00001	<0.000002	0.79	<0.0009	<0.00004	-	-	<0.0001	<0.00005	<0.000005	<0.0001	0.00067	0.0003	<0.002	-
GC10023	0.00007	0.88	0.0002	<0.003	<0.00001	0.000018	0.88	0.0035	<0.00004	-	-	<0.0001	0.00006	<0.000005	<0.0001	0.00069	0.0002	<0.002	-
GC10024	0.00005	0.7	<0.0001	<0.003	0.00001	<0.000002	0.76	<0.0009	<0.00004	-	-	<0.0001	<0.00005	<0.000005	<0.0001	0.0004	9.00E-05	<0.002	-
WST-21-0879-639	0.00014	1.33	<0.0001	0.009	<0.00009	0.000005	0.7	0.0025	0.00006	<0.00006	0.0138	<0.0001	0.00017	<0.000005	<0.0001	0.00082	0.0002	<0.002	<0.1
OSK-W-19-1949-W1-948	0.00019	0.99	0.0001	0.006	<0.00009	0.000002	0.66	0.0056	0.00007	<0.00006	0.016	<0.0001	0.00026	<0.000005	<0.0001	0.00079	0.0005	<0.002	<0.1
OSK-W-19-1857-W2-1210	0.00007	1.66	<0.0001	<0.003	<0.00009	0.000002	0.59	<0.0009	<0.00004	<0.00006	0.196	<0.0001	<0.00005	<0.000005	<0.0001	0.00073	0.0004	<0.002	<0.1
OKS-W-21-2613-W1-855	0.00009	0.51	<0.0001	0.003	<0.00009	0.000004	0.47	<0.0009	<0.00004	<0.00006	0.159	<0.0001	<0.00005	0.000008	0.0003	0.00044	0.0002	<0.002	<0.1
OSK-W-21-2629-845	0.00038	2.05	<0.0001	<0.003	<0.00009	0.000002	0.69	0.0014	<0.00004	<0.00006	0.0307	<0.0001	<0.00005	<0.000005	<0.0001	0.00129	0.0006	<0.002	<0.1
OSK-W-21-2629-948	0.00005	1.71	<0.0001	<0.003	<0.00009	0.000002	0.63	0.0034	0.00008	<0.00006	0.0155	<0.0001	0.00006	<0.000005	<0.0001	0.00118	0.0016	<0.002	<0.1
OSK-W-17-1079-580	0.00014	1.07	<0.0001	0.004	<0.00009	0.000007	1.13	0.0045	0.00005	<0.00006	0.0097	<0.0001	0.00017	<0.000005	<0.0001	0.00126	0.0002	<0.002	<0.1
OSK-W-17-1104-665	0.00009	1.31	<0.0001	<0.003	<0.00009	0.000013	0.68	<0.0009	0.00004	<0.00006	0.121	<0.0001	<0.00005	<0.000005	<0.0001	0.0005	7.00E-05	<0.002	<0.1
OSK-W-17-968-145	0.00007	1.3	0.0003	<0.003	<0.00009	<0.000002	0.71	0.0041	0.00015	<0.00006	0.0232	<0.0001	<0.00005	<0.000005	<0.0001	0.00108	0.0002	<0.002	<0.1
OSK-W-19-1181-W5-970	0.0001	1.57	<0.0001	0.006	<0.00009	0.000003	0.65	<0.0009	0.00008	<0.00006	0.132	<0.0001	<0.00005	<0.000005	<0.0001	0.00064	0.0004	<0.002	<0.1
OSK-W-19-1412-W3-715	0.00005	1.79	0.0002	0.005	<0.00009	<0.000002	0.8	0.0011	0.00007	<0.00006	0.0224	<0.0001	0.00005	<0.000005	<0.0001	0.00107	0.0005	<0.002	<0.1
OSK-W-21-2606-670	0.0002	1.06	0.0001	<0.003	<0.00009	<0.000002	1.03	<0.0009	<0.00004	<0.00006	0.0272	<0.0001	<0.00005	0.000009	<0.0001	0.00123	0.0002	<0.002	<0.1
WST-21-0666-54	0.0003	2.16	<0.0001	<0.003	<0.00009	<0.000002	1.06	0.0013	0.0004	<0.00006	0.228	<0.0001	<0.00005	<0.000005	<0.0001	0.00106	0.0002	<0.002	<0.1
WST-21-0952-32	0.00011	1.28	<0.0001	<0.003	<0.00009	<0.000002	0.99	0.0012	<0.00004	<0.00006	0.0655	<0.0001	<0.00005	<0.000005	<0.0001	0.00062	0.0001	<0.002	<0.1
OSK-W-21-2555-590	0.00078	0.89	0.0001	<0.003	<0.00009	<0.000002	0.96	<0.0009	<0.00004	<0.00006	0.0524	<0.0001	<0.00005	<0.000005	<0.0001	0.00063	0.0003	<0.002	<0.1
#08351	0.00018	3	0.0002	<0.003	<0.00009	0.000007	0.75	<0.0009	0.00005	<0.00006	0.162	<0.0001	0.00008	0.000005	<0.0001	0.00027	0.0001	<0.002	1.6
#08353	0.00014	2.12	<0.0001	<0.003	<0.00009	0.000023	1.02	<0.0009	0.00007	<0.00006	0.0283	<0.0001	0.0002	<0.000005	<0.0001	0.00054	0.0001	<0.002	0.2
#08358	0.00039	0.28	0.0002	<0.003	<0.00009	0.000052	0.65	0.0016	0.00005	<0.00006	0.994	<0.0001	0.0003	0.000016	0.0001	0.00038	0.0001	<0.002	0.1

DATE: 16 September 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of the I3A Lithology at the Windfall Site for Application as On-Site Construction Material

**ATTACHMENT B – FRENCH-LANGUAGE COPY OF THE
'CHARACTERIZATION OF THE I3A LITHOLOGY AT THE
WINDFALL SITE FOR APPLICATION AS ON-SITE
CONSTRUCTION MATERIAL' MEMO**

A:

Groupe Minier Windfall

De:Ecometrix
Daniel Skruch
Hannah Tweedie**Titre:**Caractérisation de la lithologie gabbro (I3A) du
projet Windfall en vue de l'utiliser comme
matériau de construction sur le site**DATE:**

16 septembre 2024

RÉSUMÉ DE LA CARACTÉRISATION DE LA LITHOLOGIE GABBRO (I3A)

Ce rapport technique présente un résumé de la caractérisation de la lithologie I3A (gabbro/diorite) du site Windfall. L'approche de caractérisation a été conçue de manière à respecter les recommandations du « Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai » (ELCCFP 2020), ci-après dénommé « Guide de caractérisation ». Le nombre d'échantillons sélectionnés pour la caractérisation dépasse le minimum recommandé à la section 3.2.2 du « Guide de caractérisation ». Les analyses de laboratoire sur les échantillons collectés ont été effectuées par SGS Lakefield, ON, un laboratoire accrédité par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) pour les analyses effectuées. Conformément au « Guide de caractérisation » (MELCCFP 2020) et aux caractéristiques du bilan des essais statiques de génération d'acide (ABA) qui ont été évaluées dans le cadre de la présente évaluation, la lithologie I3A est considéré comme non potentiellement générateur d'acide (Non-PAG).

En se basant sur les résultats des tests statiques, les matériaux de I3A ne sont pas générateurs (NPAG) - les résultats du test CTEU-9 en condition neutre sont considérés plus représentatifs que les résultats des tests SPLP à pH 4,2 pour l'évaluation de la lixiviation et ces résultats suggèrent que le matériau I3A n'est pas susceptible de présenter un risque de lixiviation.

Les matériaux de la lithologie I3A caractérisés dans cette évaluation et qui seront considérés pour la construction sur le site sont considérés comme des matériaux à faible risque et ne sont pas considérés comme lixiviables, contenant du cyanure, contaminés par des composés organiques, radioactifs ou inflammables. Bien que les matériaux I3A soient considérés comme présentant un faible risque, il est recommandé de poursuivre la caractérisation géochimique des matériaux du ruissellement dans le cadre

du programme de suivi géochimique du site afin d'évaluer le potentiel de risque des matériaux du ruissellement.

INTRODUCTION

Ce mémorandum technique fournit un résumé de la caractérisation de la lithologie I3A (gabbro) échantillonnée sur le site de Windfall afin de caractériser les risques géochimiques potentiels associés à cette lithologie I3A. On estime que les matériaux I3A représentent environ 22 % de l'ensemble des stériles produits au cours de l'exploitation. La stratégie de caractérisation des roches a été mise en œuvre conformément au Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral (MELCCFP 2020), ci-après dénommé « Guide de caractérisation ».

Le site du projet Windfall est situé dans la région administrative du Nord du Québec, à environ 115 km à l'est de Lebel-sur-Quévillon et à environ 175 km au nord-est de Val-d'Or (Figure 1). Le projet Windfall est actuellement à un stade avancé d'exploration et les opérations devraient commencer en 2025. Le plan de l'infrastructure du projet est présenté à la figure 2 à titre de référence.

Ce mémo est considéré comme un recueil complet de toutes les analyses géochimiques effectuées sur les matériaux I3A. Un rapport plus large sur la caractérisation géochimique de tous les stériles et minerais qu'il est proposé de stocker sur le site de Windfall dans le cadre des opérations minières actives est disponible dans WSP (2023a).

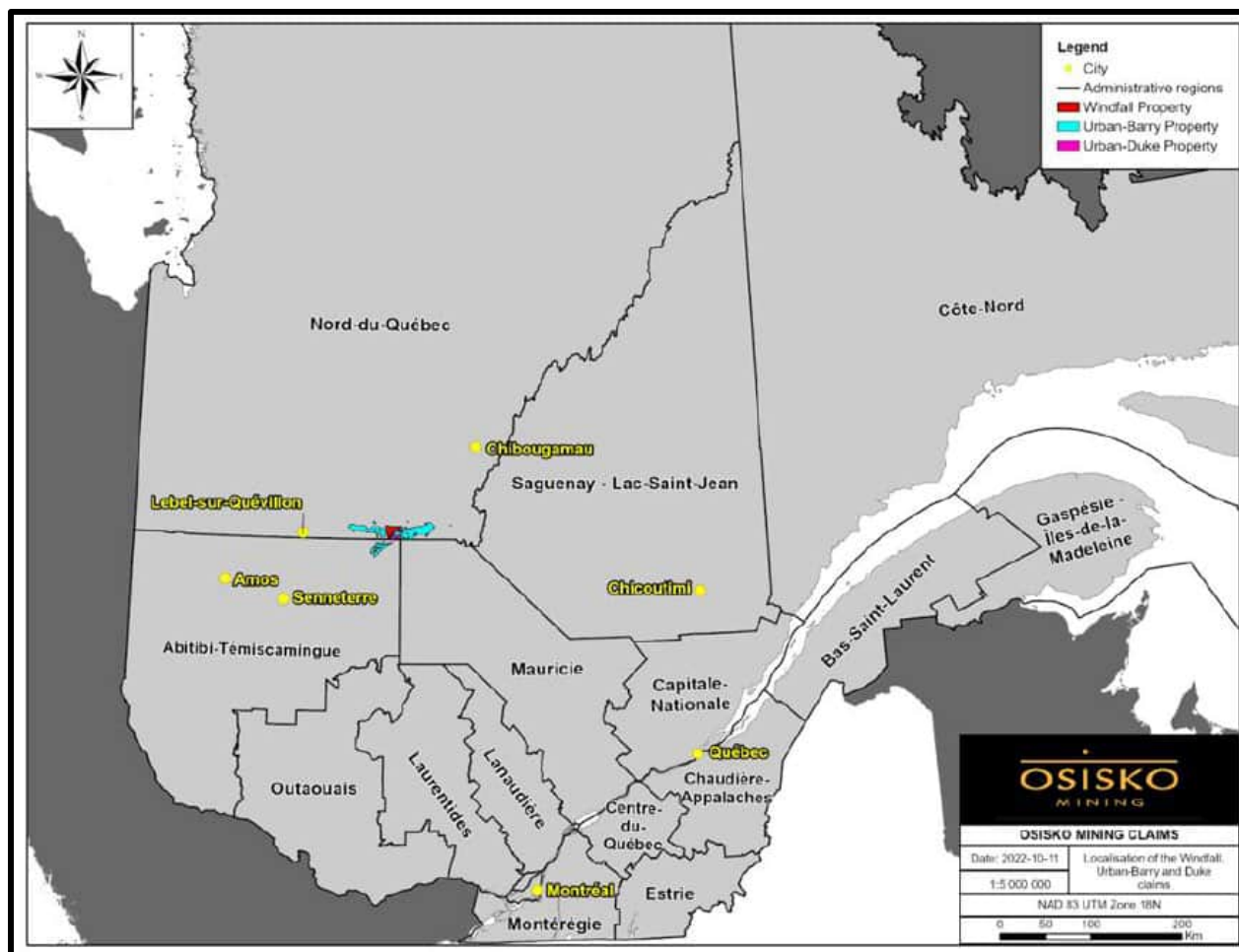


Figure 1: Localisation du site Windfall (indiquée en rouge)

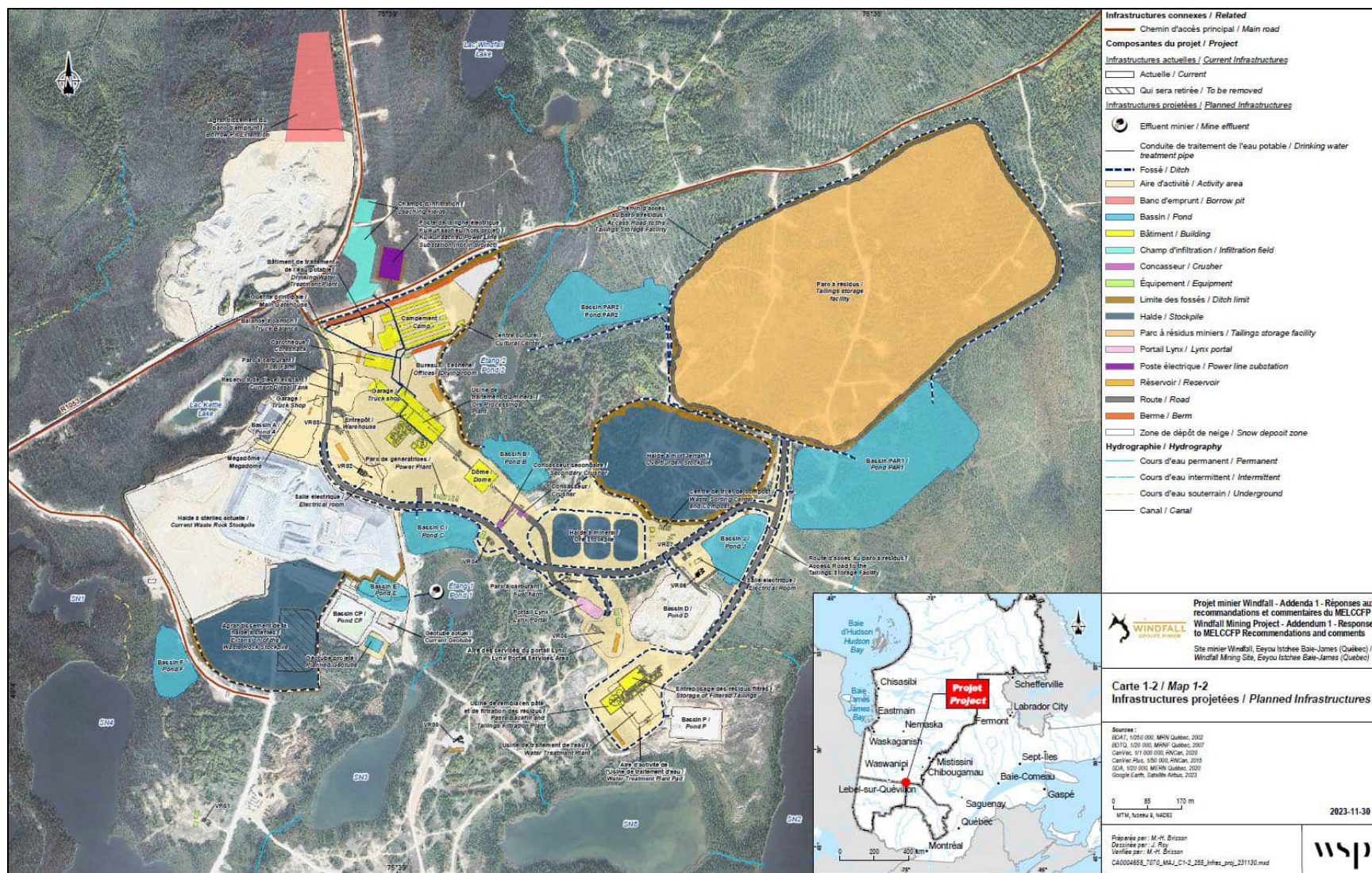


Figure 2: Site Windfall - Infrastructure prévue par le projet

INFORMATIONS GÉNÉRALES SUR LE CONTEXTE GÉOLOGIQUE DU PROJET ET LES MATÉRIAUX CARACTÉRISÉS

La propriété Windfall est située dans la sous-province de l'Abitibi de la Province archéenne du Supérieur, dans la ceinture de roches vertes Urban-Barry, caractérisée par un mélange d'unités volcaniques et sédimentaires mafiques à felsiques recoupées par des zones de cisaillement orientées vers l'est. Le gisement lui-même, un gisement d'or hydrothermal lié à une intrusion, est situé dans le membre Windfall de la formation Macho, qui comprend principalement des roches volcaniques felsiques et intermédiaires. Les unités lithologiques des stériles du site minier qui devraient être rencontrées dans le cadre des opérations minières actives sont décrites en se basant sur les observations et la description des carottes ainsi que les analyses géochimiques effectuées par le Windfall Mining Group :

- V1 : Intrusions felsiques (rhyolite/dacite) ;
- V2 : Volcaniques intermédiaires à mafiques (basalte/andésite) ;
- I1 Frg : Intrusions felsiques (granodiorite fragmentaire) ;
- I1P/I2P: Intrusions felsiques (granodiorite) ;
- I2F/I13 : intrusions felsiques (granodiorite avec hématite) ;
- I3A : Intrusions mafiques (Gabbro/diorite) ; et,
- S6 : Sédiments.

Le principal sulfure présent dans les stériles du site est la pyrite, tandis que les carbonates sont principalement présents sous forme de calcite ou de dolomite, avec un peu d'ankérite identifiée dans la plupart des échantillons et une sidérite mineure identifiée dans une petite proportion d'échantillons.

Le présent rapport a mis le focus sur l'unité lithologique I3A pour caractériser la roche minière.

PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE

En 2021 et 2022, WSP a mené des activités d'échantillonnage qui ont abouti à un total de 256 échantillons de stériles, dont 246 échantillons de carottes de forage et 10 échantillons de roches produites pendant le développement de la rampe (WSP 2023a). L'échantillonnage considère la représentation spatiale des secteurs Bobcat, Caribou, Lynx Main, Lynx HW, Lynx SW, Lynx 4, Triple Lynx, Mallard, Underdog et Zone 27. Les quantités d'échantillons ont été déterminées en fonction du tonnage prévu pour chaque lithologie et ont été choisies de manière à dépasser le nombre d'échantillons recommandé dans le « Guide de caractérisation ».

Au cours de l'exploitation, la quantité estimée de matériaux I3A qui devrait être produite pourrait atteindre environ 22 % de la quantité totale de stériles avec un tonnage de 1 729 943 tonnes de matériaux.

Selon la formule indiquée à la figure 3.1 du « Guide de caractérisation », le nombre minimum d'échantillons recommandé pour caractériser cette quantité de matériaux serait d'environ 34.

Au total, 43 échantillons I3A ont été caractérisés dans le cadre de cette évaluation, dont 38 échantillons sont provenus de divers secteurs de la mine et 5 échantillons de la zone de développement de la rampe.

MÉTHODES D'ANALYSE ET PROTOCOLES D'ESSAI

Les analyses effectuées sur les échantillons dans le cadre de cette évaluation sont résumées dans le tableau 1. Les critères comparatifs utilisés pour évaluer chaque méthode d'essai sont décrits dans le tableau 2. Des détails supplémentaires concernant la sélection des échantillons, la distribution spatiale des échantillons et les approches analytiques sont présentés dans WSP (2023a). Le bilan essais statiques de génération d'acide (ABA), les teneurs en solides, le CTEU-9 et les tests SPLP ont été réalisés par SGS Lakefield (Ontario), un laboratoire accrédité par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) pour les analyses effectuées. Toutes les analyses ont été effectuées entre septembre et décembre 2022.

Il est à noter que les matériaux rocheux I3A caractérisés dans cette évaluation ne sont pas considérés comme contenant du cyanure, contaminés par des composés organiques, radioactifs ou inflammables. Les échantillons de roches I3A représentent des roches mères qui n'ont jamais été affectées par l'activité humaine.

Tableau 1 : Résumé des analyses géochimiques statiques

Analyse géochimique statique	Nombre d'échantillons soumis à l'analyse
ABA	43
MA.200	43
SPLP	32
CTEU-9	32

Tableau 2: Roche I3A, Windfall - Liste des critères de comparaison

Analyse complétée	Critères d'évaluation
Bilan des essais statiques de génération d'acide	Guide de caractérisation des résidus minier et du minéral (MELCCFP, 2020)
Analyse de la teneur en solides (MA. 200 - Met 1.2)	Guide d'intervention - protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés (MELCCFP, 2021) Annexe 1 et Annexe 2
Tests CTEU-9 (MA. 100 - Lix.com.1.1)	Guide d'intervention - protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés (MELCCFP, 2021) Annexe 7 Critères de résurgence dans l'eau de surface
Tests SPLP (MA. 100 - Lix.com.1.1)	

Remarque:

Toutes les analyses ont été effectuées dans un laboratoire accrédité par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) pour les analyses effectuées.

ANALYSE ET RÉSULTATS DES ESSAIS

Les informations sur les échantillons et tous les résultats d'analyse pour la roche I3A sont résumés dans l'**annexe A** et les certificats d'analyse des laboratoires respectifs sont présentés dans le WSP (2023b)

Bilan des essais statiques de génération d'acide (ABA)

Selon le « Guide de caractérisation », une évaluation ABA vise à évaluer et à caractériser le potentiel de génération d'acide d'un échantillon en utilisant des tests géochimiques statiques permettant d'évaluer le risque potentiel d'acidification par une analyse de soufre et de potentiel de génération d'acide (PA) qui sont une mesure qui indique la capacité d'un matériau à générer de l'acidité et le potentiel de neutralisation (NP) du matériau qui indique sa capacité à neutraliser l'acidité.

L'PA est calculé sur la base de la teneur en soufre sulfure, tandis que le PN est déterminé en faisant réagir l'échantillon dans un acide fort, suivi d'un titrage base à un pH donné pour quantifier la quantité de neutralisation disponible dans l'échantillon, également connu sous le nom de Sobek-NP. Une autre forme d'expression de la NP peut être calculée en utilisant la quantité de carbonate (CO_3) présente dans l'échantillon, appelée la NP de carbonate ou Carb-NP. Les deux mesures du NP sont présentées ici et sont généralement présentées en sachant que le « NP effectif » du site, c'est-à-dire NP qui serait pratiquement disponible pour maintenir un pH de 6 ou plus dans l'eau de contact et il devrait se situer entre ces deux mesures du NP.

Les résultats des tests ABA ont été utilisés pour évaluer le potentiel de drainage rocheux acide (DRA) de la roche minière conformément au guide de caractérisation et aux directives de Price (2009). À titre de référence, l'approche de caractérisation du potentiel acide du « Guide de caractérisation » est simplifiée comme le résume la figure 3. Les matériaux potentiellement générateurs d'acide sont identifiés par une évaluation des teneurs en soufre, des mesures de PA et de NP.

L'une des principales différences entre le guide de Price (2009) et le « Guide de caractérisation » est que Price (2009) ne recommande pas l'utilisation d'un critère de teneur totale en soufre pour évaluer le risque de DRA à moins que les inventaires minimaux de NP ne soient connus, reconnaissant que même de faibles quantités de sulfures peuvent conduire à un DRA si les inventaires NP disponibles sont insuffisantes.

En général, le guide de Price (2009) recommande l'utilisation des ratios NP/AP pour catégoriser le potentiel de génération d'acide d'un matériau lorsque l'efficacité de NP et AP est connue. Selon cette directive, les valeurs NP/AP supérieures à 2 indiquent que les matériaux sont non PAG, les valeurs NP/AP inférieures à 1 indiquent des matériaux PAG, tandis que les matériaux dont les valeurs NP/AP se situent entre 1 et 2 ont un potentiel incertain de génération d'acide - bien qu'ils soient généralement évalués de manière prudente comme étant PAG dans l'absence d'un contexte spécifique au site supplémentaire.

Une comparaison entre le Carb-NP et le Sobek-NP est présentée dans la figure 4, illustrant une corrélation généralement forte entre les deux mesures du NP. Les mesures des espèces de sulfures ont montré une forte corrélation générale entre les teneurs totales en soufre et les teneurs en sulfure, bien que certains échantillons aient une teneur minimale en sulfure et une teneur appréciable en sulfate, comme l'illustre la figure 5.

La figure 6 illustre la distribution des échantillons potentiellement générateurs d'acide par une représentation des valeurs de Sobek-NPR et Carb-NPR en fonction des teneurs en sulfures. Conformément au guide de caractérisation, on constate que la majorité des échantillons caractérisés présentent des teneurs totales en soufre et en sulfures supérieures à 0,04 %, résumées dans le tableau 3, et qu'ils doivent donc être évalués afin d'identifier le risque potentiel de génération d'acide. Il convient également de noter qu'aucun échantillon n'avait une teneur totale en soufre supérieure à 5 % et qu'ils ne sont pas considérés comme producteurs d'acide.

Les résultats ABA pour la caractérisation du Sobek-NP et du Carb-NP sont présentés et résumés dans le tableau 3. Conformément au guide de caractérisation, quelle que soit la méthode de quantification du NP appliquée, tous les échantillons I3A sont considérés comme non potentiellement générateurs d'acide. Toutes les mesures NPR sont supérieures à deux (2) et toutes les mesures NP nettes sont supérieures à 20 kg CaCO₃/tonne. Par souci d'exhaustivité, d'après une approche de caractérisation du rapport NP/AP

de Price (2009), il est noté que tous les échantillons seraient également non-PAG sur la base de leurs valeurs NPR.

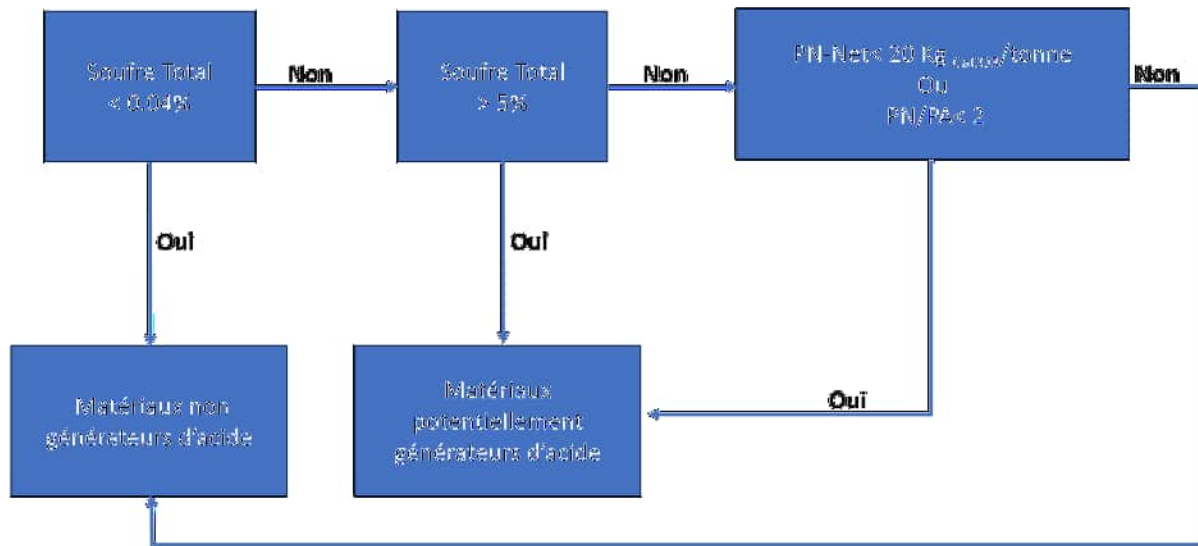


Figure 3 : Guide de caractérisation simplifié (MELCCFP 2020) Guide de caractérisation du potentiel de production d'acide

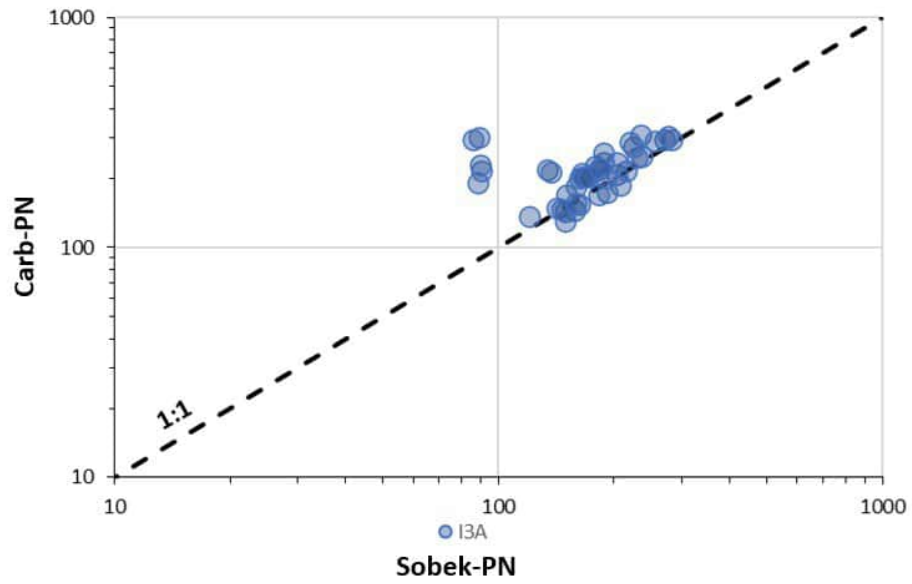


Figure 4 : Stériles de la lithologie I3A - Carb-PN vs Sobek-PN

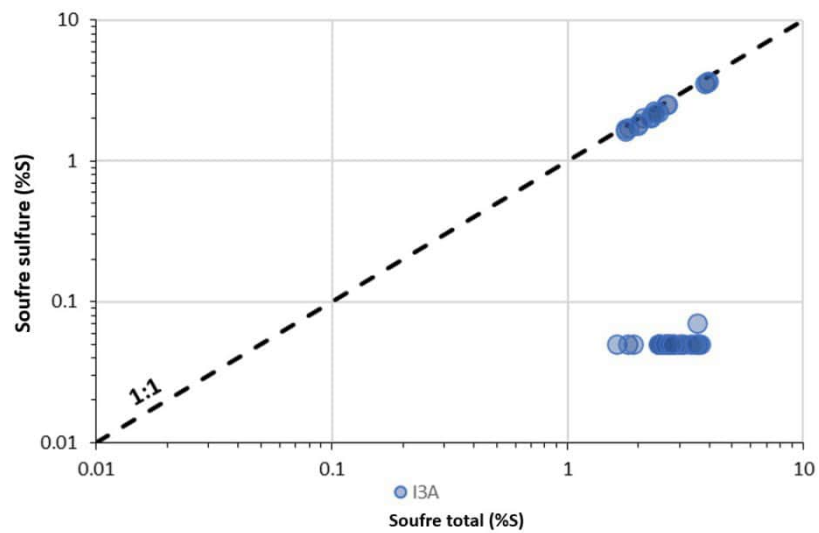


Figure 5 : Roches stériles I3A – Soufre sulfure (%S) vs. Soufre total (%S)

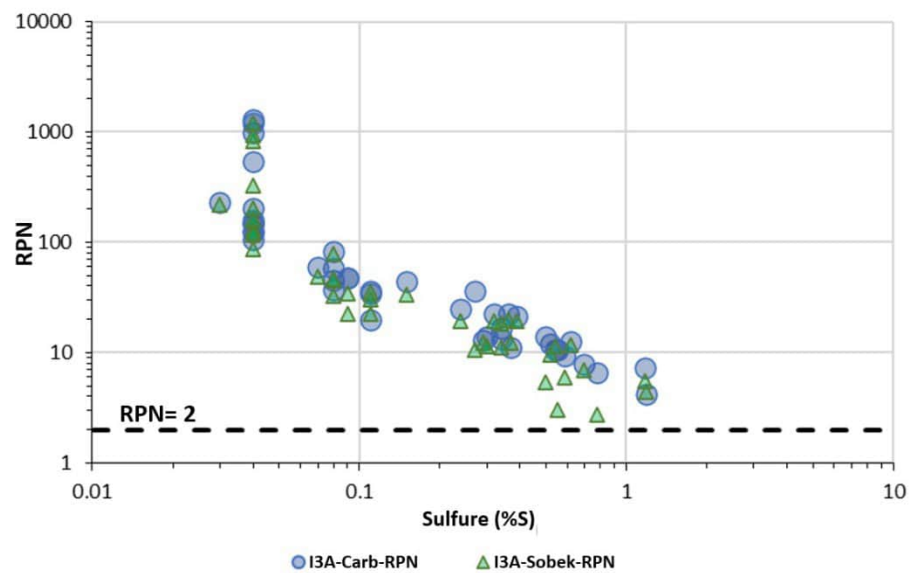


Figure 6 : Roches stériles I3A - RPN vs. Sulfure (%S)

Tableau 3 : Stériles de la lithologie I3A - Résumé de la caractérisation ABA

Paramètre	Statistique	I3A (n= 43)
Sulfure (%)	Comptage	43
	Min	0.03
	10 ^{ème}	0.04
	25 ^{ème}	0.04
	Médiane	0.11
	75 ^{ème}	0.39
	90 ^{ème}	0.662
	Max	1.19
Carbone total (%)	Comptage	43
	Min	1.6
	10 ^{ème}	1.8
	25 ^{ème}	2.3
	Médiane	2.6
	75 ^{ème}	3.0
	90 ^{ème}	3.6
	Max	3.9
Carb-PN (kg CaCO ₃ /tonne)	Comptage	43
	Min	131
	10 ^{ème}	145
	25 ^{ème}	173
	Médiane	214
	75 ^{ème}	249
	90 ^{ème}	295
	Max	309
Carb-RPN	Comptage	43
	Min	4
	10 ^{ème}	8
	25 ^{ème}	13
	Médiane	36
	75 ^{ème}	123
	90 ^{ème}	413
	Max	1313
Carb-PN Net (kg CaCO ₃ / tonne)	Comptage	43
	Min	117
	10 ^{ème}	135
	25 ^{ème}	165
	Médiane	202
	75 ^{ème}	247
	90 ^{ème}	281
	Max	292
Sobek-PN (kg CaCO ₃ /tonne)	Comptage	43
	Min	86
	10 ^{ème}	90
	25 ^{ème}	149
	Médiane	171
	75 ^{ème}	207
	90 ^{ème}	247
	Max	282
Sobek-NPR	Comptage	43
	Min	2.8
	10 ^{ème}	5.5
	25 ^{ème}	11
	Médiane	23
	75 ^{ème}	117
	90 ^{ème}	285
	Max	1217
Net Sobek-NP (kg CaCO ₃ /tonne)	Comptage	43
	Min	117
	10 ^{ème}	135
	25 ^{ème}	165
	Médiane	202
	75 ^{ème}	247
	90 ^{ème}	281
	Max	292

TENEUR EN SOLIDES

Le résumé des résultats de la caractérisation des solides pour la lithologie I3A par rapport aux critères comparatifs de fond (valeurs du « critère A ») conformément à l'annexe 1 (province supérieure) et à l'annexe 2 du « Guide d'intervention - protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés » (MELCCFP, 2021), ci-après dénommé le « Guide d'intervention », sont présentés dans le tableau 4. Dans cette évaluation, une approche a été appliquée selon laquelle si plus de 10 % des échantillons présentaient des teneurs en matières solides mesurées supérieures à leur critère de fond comparatif, ils étaient considérés comme étant élevés au-delà d'une mesure marginale et le potentiel de lixiviation de ce paramètre serait évalué conformément à la section 4.3.2 du « Guide de caractérisation ». Les analyses complètes des teneurs en matières solides pour tous les paramètres sont incluses dans l'annexe A, par souci d'exhaustivité.

Selon le tableau 4, l'argent, l'arsenic, le cobalt, le chrome, le cuivre, le manganèse et le nickel avaient plus de 10 % des échantillons avec des teneurs en solides supérieures à leur critère de fond comparatif. Des informations statistiques supplémentaires sur la distribution des teneurs en solides de l'argent, de l'arsenic, du cobalt, du chrome, du cuivre, du manganèse et du nickel sont présentées dans le tableau 5. Pour tous les autres paramètres, moins de 10 % des échantillons dépassaient les valeurs de leurs critères de fond régionaux respectifs.

Tableau 4 : Stériles de la lithologie I3A - Résumé des teneurs en solides (n=43)

Paramètre	Criteria A	I3A	
	mg/kg	Nombre d'Échantillons Supérieur au Valeur du Critère A	Pourcentage d'échantillons dont la teneur en solides est supérieure au critère A
F	200	0	0%
Br	6	0	0%
Hg	0.3	0	0%
Si	--	0	0%
Ag	0.5	5	12%
Al	--	0	0%
As	5	34	79%
B	--	0	0%
Ba	240	0	0%
Be	--	0	0%
Bi	--	0	0%
Ca	--	0	0%
Cd	0.9	0	0%
Co	30	25	58%
Cr	100	24	56%
Cu	65	18	42%
Fe	--	0	0%
K	--	0	0%
Li	--	0	0%
Mg	--	0	0%
Mn	1000	29	67%
Mo	8	0	0%
Na	--	0	0%
Ni	50	41	95%
P	--	0	0%
Pb	40	0	0%
Sb	--	0	0%
Se	3	0	0%
Sn	5	0	0%
Sr	--	0	0%
Te	--	0	0%
Ti	--	0	0%
Tl	--	0	0%
Th	--	0	0%
U	--	0	0%
V	--	0	0%
W	--	0	0%
Y	--	0	0%
Zn	150	0	0%

Remarque :

Les cellules grisées indiquent que plus de 10 % des échantillons sont supérieurs au critère de comparaison ou que la valeur moyenne de tous les échantillons est supérieure au critère de comparaison.

Tableau 5: Stériles de la lithologie I3A - Résumé des teneurs en solides d'argent, d'arsenic, de cobalt, de chrome, de cuivre, de manganèse et de nickel (n=43)

Paramètre	Teneurs en solides I3A (mg/kg)						
	Valeur du Critère A	Min	10 ^{ème} percentile	Médiane	90 ^{ème} percentile	Max	Moyenne
Ag	0.5	0.04	0.090	0.50	0.67	3.2	0.52
As	5	1.3	2.6	17.0	87	161	29
Co	30	20	24	32	50	53	34
Cr	100	32	71	114	238	410	129
Cu	65	4.7	20	54	100	110	57
Mn	1000	710	924	1200	1460	1800	1174
Ni	50	32	64	108	182	280	118

Remarque : Les cellules grisées indiquent des valeurs supérieures au critère de comparaison.

TESTS DE LIXIVIATION SPLP ET CTEU-9

Puisque 10 % des échantillons présentaient des teneurs en solides d'argent, d'arsenic, de cobalt, de chrome, de cuivre, de manganèse et de nickel supérieures aux critères de fond régionaux comparatifs, les concentrations SPLP et CTEU-9 de ces paramètres ont été également évaluées. Les concentrations de lixiviat de chaque test ont été évaluées par rapport aux valeurs des critères du « Guide d'intervention » « Résurgence dans l'eau de surface » (Annexe 7).

Dans cette évaluation, si plus de 10 % des échantillons présentaient des concentrations supérieures à leur critère comparatif, ils étaient considérés comme élevés au-delà d'une mesure marginale et ce paramètre pouvait être considéré comme potentiellement lixiviable.

Le tableau 6 présente un résumé des résultats de lixiviation des paramètres ci-dessus pour les résultats des tests CTEU-9 et SPLP. Tous les échantillons présentaient des concentrations d'arsenic, de cobalt, de chrome, de cuivre, de manganèse et de nickel inférieures à leurs valeurs respectives du critère « Résurgence dans l'eau de surface ». Toutefois, un échantillon I3A (sur n=32) présentait des concentrations CTEU-9 d'argent supérieures au critère comparatif (3 % des échantillons). Comme le montre la figure 7, la plus forte concentration d'argent dans le lixiviat du CTEU-9 a été quantifiée dans l'échantillon ayant la plus forte teneur en matières solides. En outre, comme le montre le tableau 5, cette valeur maximale est sensiblement supérieure aux autres teneurs en argent de l'I3A et représente une valeur près de 5 fois supérieure au 90^e percentile des teneurs en argent mesurées. À titre de référence, la médiane de la tendance centrale (<0,00005 mg/L) de la concentration des lixiviats du CTEU-9 était inférieure de plus d'un ordre de grandeur au critère comparable de l'Annexe 7 (0,00062 mg/L).

L'évaluation des concentrations d'argent associées au travail de test SPLP suggère que 28% (n=9) des échantillons analysés avaient des concentrations supérieures aux valeurs du critère 'Résurgence dans

l'eau de surface' (voir Figure 8). Toutefois, il convient de noter que la concentration médiane de SPLP de la tendance centrale était inférieure à la limite de détection du laboratoire de 0,00005 mg/L - une valeur inférieure de plus d'un ordre de grandeur à la valeur du critère de « Résurgence dans l'eau de surface » de 0,00062 mg/L.

Tableau 6 : stériles I3A - Résumé des concentrations d'argent, d'arsenic, de cobalt, de chrome, de cuivre, de manganèse et de nickel dans les essais SPLP et CTEU-9 (n=32)

Paramètre	Annexe 7: Resurgence dans l'eau de surface mg/L	CTEU-9 (mg/L)				SPLP (mg/L)			
		10 ^{ème} percentile	Médiane	90 ^{ème} percentile	Moyenne	10 ^{ème} percentile	Médiane	90 ^{ème} percentile	Moyenne
Ag	0.00062	<0.00005	<0.00005	0.00015	0.00012	<0.00005	<0.00005	0.004	0.0010
As	0.34	0.0009	0.0022	0.0289	0.0089	<0.00005	0.00125	0.008	0.0041
Co	0.37	0.000025	0.00058	0.0062	0.0020	0.000004	0.0000075	0.000037	0.000013
Cr	1	0.000025	0.00057	0.0062	0.0020	<0.000033	<0.00008	0.00008	0.00008
Cu	0.0073	<0.0002	0.00029	0.001	0.00058	0.000107	0.0002	0.00027	0.00022
Mn	2.3	0.0018	0.0042	0.013	0.0054	0.00033	0.00076	0.0018	0.0009
Ni	0.26	<0.0001	0.0002	0.00057	0.00028	<0.0001	<0.0001	0.0002	0.00012

Remarque : Les cellules grisées indiquent des valeurs supérieures au critère de comparaison.

Des informations statistiques supplémentaires sur la distribution des concentrations d'argent, d'arsenic, de cobalt, de chrome, de cuivre, de manganèse et de nickel provenant des tests SPLP et CTEU-9 sont présentées dans le tableau 6. Un résumé plus détaillé des résultats des tests de qualité de l'eau SPLP et CTEU-9, qui prend en compte tous les paramètres, est inclus dans l'annexe A.

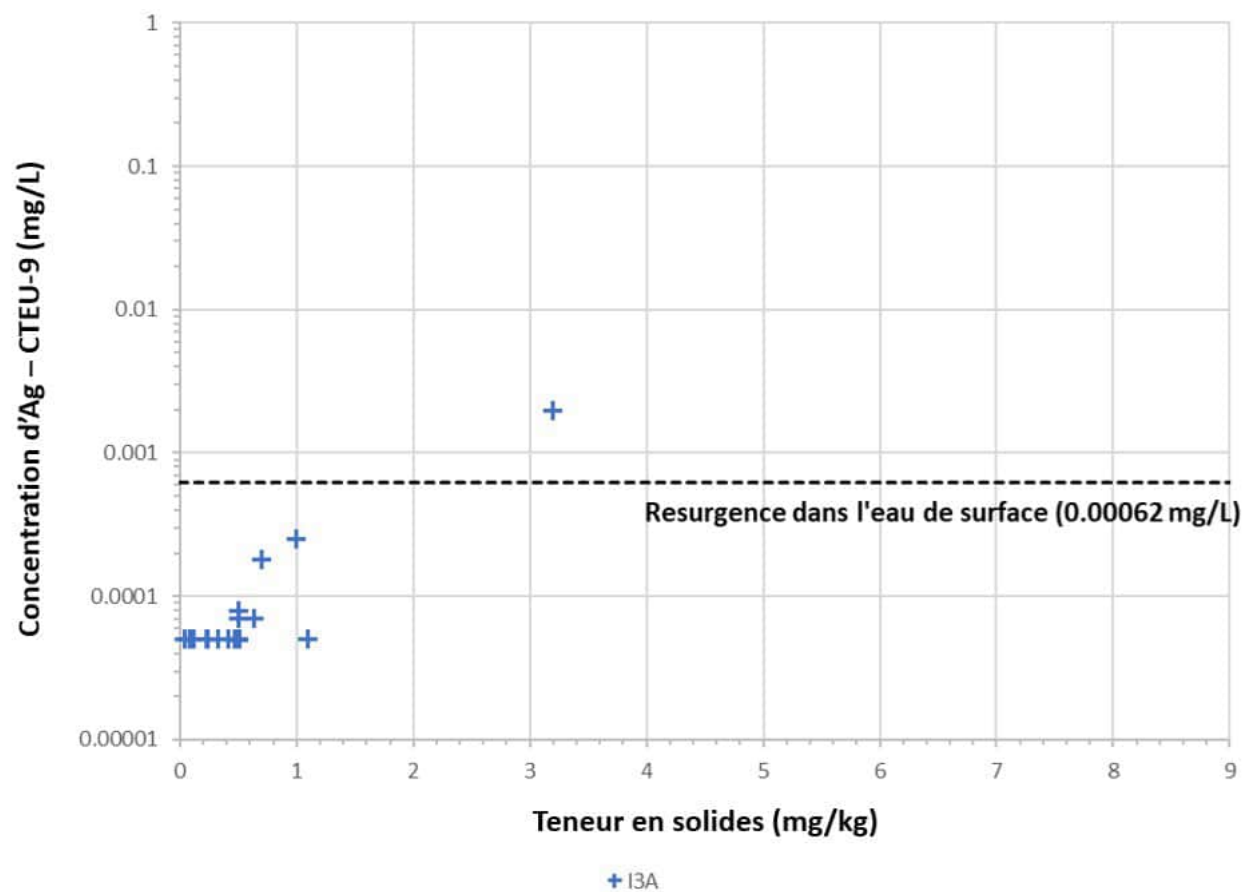


Figure 7 : : Stériles de la lithologie I3A - Essai de lixiviation SPLP (MA.100 - Lix.com.1.1) - Concentrations d'argent par rapport aux teneurs argent en solides

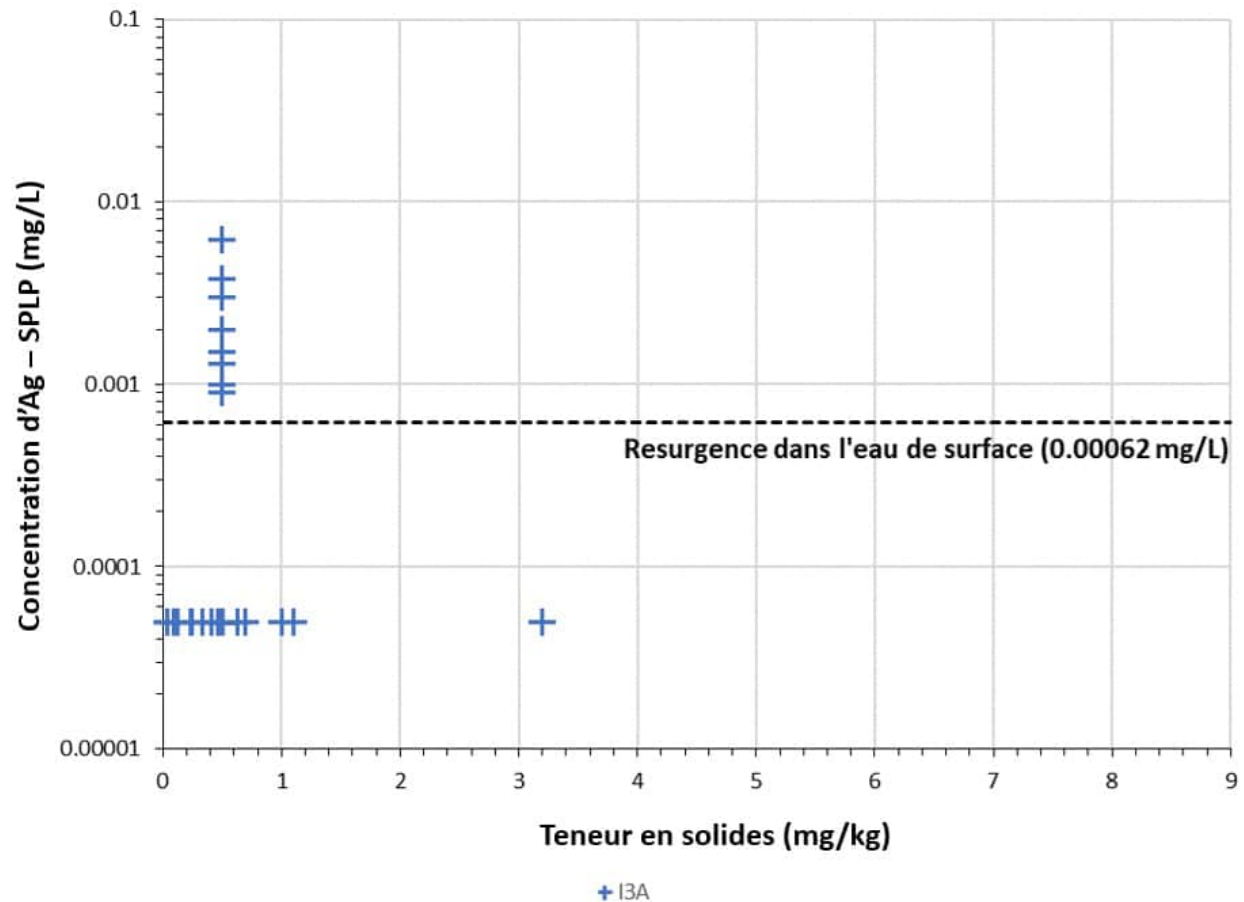


Figure 8 : Stériles de la lithologie I3A - Essai de lixiviation SPLP (MA.100 - Lix.com.1.1) - Concentrations d'argent en fonction de la teneur en argent en matière solide

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Bilan des essais statiques de génération d'acide

Une évaluation des caractéristiques statiques de l'ABA des stériles de la lithologie I3A a montré que tous les matériaux I3A évalués sont considérés comme non potentiellement générateurs d'acide et les statistiques de tendance centrale (tableau) 3 indiquent qu'en général, les roches I3A présentent un excès substantiel de NP avec un Sobek-RPN médian de 23 et un Carb-NPR médian de 36. Conformément au guide de caractérisation, la lithologie I3A est considérée comme non potentiellement génératrice d'acide.

Teneur en solides

Une évaluation des teneurs en solides des matériaux I3A (n=43) a révélé que l'argent, l'arsenic, le cobalt, le chrome, le cuivre, le manganèse et le nickel étaient élevés par rapport à leurs critères de fond respectifs. Compte tenu de ces teneurs en solides, un sous-ensemble (n=32) a été soumis à des tests de lixiviation

SPLP et CTEU-9. Toutefois, il convient de noter que seuls 12 % des échantillons présentaient des teneurs en solides d'argent supérieures au critère de sélection et que cette proportion n'est que marginalement supérieure au facteur de sélection de 10 % appliqué dans cette évaluation pour l'évaluation de la lixiviation.

Tests de lixiviation statique

Le test SPLP (procédure de lixiviation par précipitation synthétique) porte sur des roches minières concassées à une taille inférieure à 9,5 mm et lixiviées avec des solutions tampons préparées de pH 4,2 dans un rapport solides/liquides de 1:20 et agitées pendant une période de 18 heures à température ambiante. L'essai CTEU-9 porte sur des roches minières concassées à moins de 150 µm et lixiviées avec une solution d'eau à pH 7,0 avec un rapport solides/liquides de 1:4 et agitées pendant 7 jours à température ambiante (MELCCFP, 2023).

Les concentrations obtenues lors des tests de lixiviation du SPLP et du CTEU-9 ont été comparées aux critères « RES » du « Guide d'intervention » (MELCCFP, 2021). Cette comparaison a révélé que tous les tests SPLP et CTEU-9 ont produit des concentrations d'arsenic, de cobalt, de chrome, de cuivre, de manganèse et de nickel inférieures aux valeurs de leurs valeurs respectives des critères comparatifs.

Dans les résultats du test CTEU-9, les concentrations d'argent se sont avérées supérieures à la mesure comparative dans un seul échantillon CTEU-9 (3 % des échantillons) qui avait les teneurs en solides d'argent les plus élevées mesurées dans cette évaluation (3,2 mg/kg). Toutefois, il convient de noter que la taille des particules évaluée dans les matériaux CTEU-9 (<150µm) est inférieure à celle qui devrait être produite au cours des opérations minières. Les particules de plus petite taille évaluées dans un essai CTEU-9 devraient augmenter la surface géochimiquement active des particules de roche et entraîner des concentrations plus élevées que celles que l'on pourrait attendre de l'I3A telle qu'elle est dynamitée et mise en place sur le site. En outre, l'utilisation potentielle sur site de matériaux I3A dans le domaine de la construction devrait généralement comprendre une proportion plus faible de matériaux plus fins, ce qui entraînerait un risque de lixiviation moindre que les matériaux à grains fins testés dans le cadre du processus CTEU-9. Ainsi, les concentrations observées lors de l'essai CTEU-9 seraient plus prudentes que celles des roches minières I3A de taille de construction sur le site.

Comme indiqué ci-dessus, le test SPLP implique un contact prolongé avec une solution d'eau tamponnée de pH 4,2 - et les concentrations d'argent étaient supérieures à la valeur « Résurgence dans l'eau de surface » dans 28 % des échantillons SPLP. Aucun autre constituant n'a été mesuré à un niveau supérieur à sa valeur comparative de « Résurgence dans l'eau de surface ». Cette eau légèrement acide telle qu'elle

a été appliquée dans l'essai SPLP ne devrait pas représenter la qualité de l'eau de contact qui entrerait en contact avec les matériaux I3A abondamment dépourvus de PAG. À titre de référence, la roche I3A évaluée dans le cadre de cette évaluation présente un excès substantiel de NP et une valeur médiane de Sobek-NPR de 23 et une valeur médiane de Carb-NPR de 36.

Il est peu probable que l'eau à faible pH de l'essai SPLP soit en contact avec les matériaux I3A de qualité construction ayant une abondance de NP et, par conséquent, les résultats de l'essai de lixiviation du CTEU-9 devraient être plus représentatifs pour la caractérisation des matériaux de construction I3A du site. Compte tenu des résultats des essais de lixiviation des matériaux d'essai CTEU-9 à grain fin, on ne s'attend pas à ce que les matériaux I3A produits pour la construction sur le site soient lixiviables pour l'argent à des valeurs supérieures aux critères de référence.

Tests cinétiques

À titre d'évaluation supplémentaire, les données des essais cinétiques (c'est-à-dire les essais en cellule d'humidité) d'un échantillon I3A (OSK W 17 773_41) ont été évaluées pour contextualiser la lixiviation de l'argent. Bien qu'il soit reconnu que, comme indiqué dans le « Guide de caractérisation », la qualité du lixiviat observée directement dans un test de cellule d'humidité avec ses taux de rinçage des solides liquides comparativement élevés n'est pas préférée en tant qu'analogue pour estimer la chimie des conditions de terrain, mais est plutôt généralement utilisée pour estimer les taux de charge (mg constituant/kg roche/temps). Néanmoins, la qualité du lixiviat de cette cellule d'essai a été largement évaluée comme étant indicative de la chimie qui pourrait être obtenue à partir des matériaux I3A.

Pour situer le contexte, cet échantillon I3A « OSK W 17 773_41 » a été testé pendant une période de 30 semaines et avait une teneur en solides d'argent de 0,49 mg/kg, ce qui reflète largement la tendance centrale des teneurs en solides d'argent de l'I3A, comme le montre le tableau 5. Cet échantillon était manifestement non PAG avec un Sobek-NPR de 18 et un Carb NPR de 17 et a maintenu des valeurs de pH neutres à alcalines qui étaient généralement comprises entre 7 et 9 pendant la durée de l'essai.

Les teneurs en argent de cette cellule d'essai cinétique de 30 semaines ont été mesurées comme étant inférieures à la limite de détection analytique pendant toute la durée de l'essai et la limite de détection est sensiblement inférieure au critère de « Résurgence dans l'eau de surface » (figure 9). En outre, il convient de noter que les conditions de « rinçage initial » au début de l'essai, qui correspondent généralement à une période au cours de laquelle des concentrations élevées sont souvent observées dans un essai de cellule d'humidité en raison d'une libération initiale de proportions plus élevées de matières solubles, n'ont pas non plus produit de concentrations supérieures à la limite de détection. Bien qu'ils ne

soient pas confirmatifs, les résultats de ces tests sur cellules d'humidité confirment le faible risque associé à la lixiviation potentielle de l'argent dans la roche de la mine I3A.

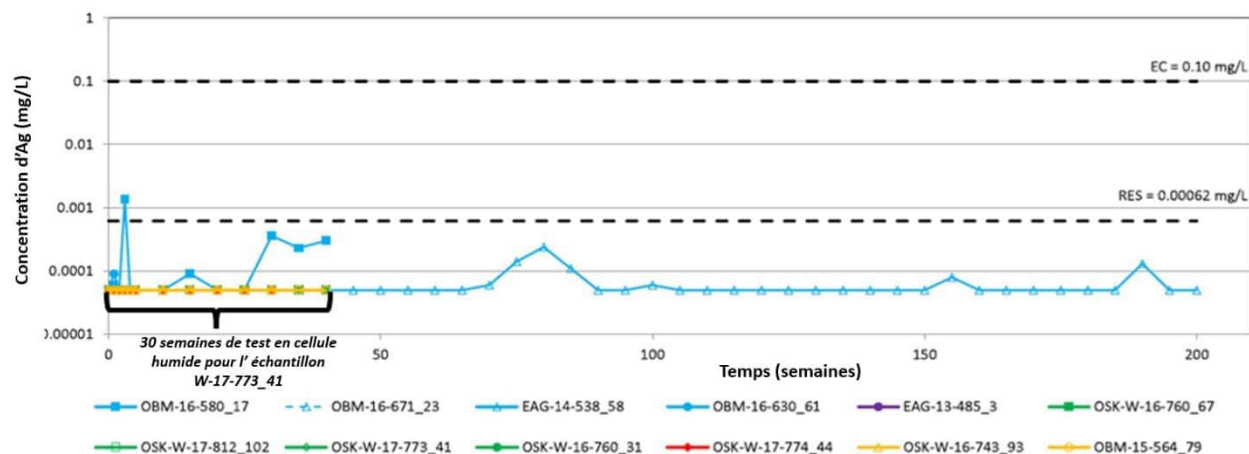


Figure 9 : Concentrations d'argent dans les cellules d'humidité - OSK-W-17-773_41 (I3A - Zone 27), adapté de WSP (2023a)

APPLICABILITÉ DES MATÉRIAUX I3A POUR LA CONSTRUCTION SUR SITE ET CONCLUSION

En résumé et sur la base des preuves disponibles, les matériaux I3A sont considérés comme non-PAG avec un excès substantiel de NP. Les résultats des essais statiques ont révélé que les teneurs en argent, arsenic, cobalt, chrome, cuivre, manganèse et nickel étaient supérieures à leurs critères de fond respectifs et, à ce titre, ces constituants ont été évalués par rapport aux essais de lixiviation SPLP et CTEU-9.

Comme les résultats du test statique indiquent que l'I3A est abondamment non-PAG, les résultats du test CTEU-9 en condition neutre sont considérés comme plus représentatifs dans le cadre de cette évaluation et suggèrent que le matériau I3A n'est pas susceptible de présenter un risque de lixiviation avec des valeurs de tendance centrale qui sont inférieures de plus d'un ordre de grandeur aux valeurs du critère de « Résurgence dans l'eau de surface » (tableau 6). En outre, il convient de noter que le protocole d'essai CTEU-9 est réalisé sur des roches minières à grain fin (par exemple, moins de 150 µm) et représenterait une évaluation prudente de la lixiviation par rapport aux particules de plus grande taille qui seraient utilisées dans la construction sur le site.

Les matériaux rocheux I3A caractérisés dans cette évaluation et envisagés pour la construction sur le site peuvent raisonnablement être considérés comme des matériaux à faible risque et ne sont pas considérés comme lixiviables, contenant du cyanure, contaminés par des composés organiques, radioactifs ou inflammables.

Bien que les matériaux I3A soient considérés comme présentant un faible risque, il est recommandé de poursuivre la caractérisation géochimique des matériaux du ruissellement dans le cadre du programme de suivi géochimique du site afin d'évaluer le potentiel de risque des matériaux du ruissellement.

RÉFÉRENCES

- CEAE (Centre d'expertise en Analyse Environnementale du Québec) 2014. *Détermination du pouvoir neutralisant, du potentiel de génération d'acide et du potentiel acidogène d'un solide, MA. 110 – ACISOL 1.0, Rév. 4*, Ministère du Développement durable et de la Lutte contre les changements climatiques, 17 p.
- MELCCFP (Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs) 2021. *Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai*, Gouvernement du Québec. Juin 2020.
- MELCCFP (Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs) 2021. *Guide d'intervention. Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés*, Gouvernement du Québec. Mai 2021.
- MELCCFP (Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs) 2023. *Méthode d'analyse, MA. 100 – Lix.Com 1.1, Protocole de lixiviation pour les espèces inorganiques.*, Gouvernement du Québec. 3 Avril 2023.
- Price, W.A. 2009. Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials. MEND Report 1.20.1.
- WSP, 2023a. *Addendum 1: Responses to MELCCFP Recommendations and Comments, Volume 1*. CA0004658.7070. December 2023.
- WSP, 2023b. *Geochemical Characterization of Ore and Waste Materials for the Windfall Project, Québec*, WSP. GAL 137-2148985706-RA-Rev1. 10 March, 2023.

ANNEXE A - RÉSUMÉ DES DONNÉES DE LABORATOIRE

ANNEXE

RQC9

RQC9-1

AGRANDISSEMENT DE LA HALDE À STÉRILES EXISTANTE ET DES INFRASTRUCTURES DE GESTION DES EAUX

RQC9-2

CONCEPTION DES HALDES ET DES INFRASTRUCTURES DE GESTION DES EAUX

RQC9-3

ANALYSES GÉOTECHNIQUES POUR LA CONCEPTION DU PARC À RÉSIDUS MINIERES EN SUPPORT À L'ÉTUDE DE FAISABILITÉ

RQC9-4

NOUVELLE CONFIGURATION DE LA HALDE À MORT-TERRAIN – ANALYSE DE STABILITÉ

ANNEXE

RQC9-1

*AGRANDISSEMENT DE LA HALDE À
STÉRILES EXISTANTE ET DES
INFRASTRUCTURES DE GESTION DES EAUX*

MINIÈRE OSISKO INC.
PROJET N° : 221-11330-02

AGRANDISSEMENT DE LA HALDE À STÉRILES EXISTANTE ET DES INFRASTRUCTURES DE GESTION DES EAUX

VOLETS GÉOTECHNIQUE,
HYDROTECHNIQUE ET HYDRAULIQUE

OCTOBRE 2022





AGRANDISSEMENT DE LA HALDE À STÉRILES EXISTANTE ET DES INFRASTRUCTURES DE GESTION DES EAUX VOLETS GÉOTECHNIQUE, HYDROTECHNIQUE ET HYDRAULIQUE

MINIÈRE OSISKO INC.

PROJET N° : 221-11330-02
DATE : 26 OCTOBRE 2022

WSP CANADA INC.
1135, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) G2K 0M5
CANADA

TÉLÉPHONE : +1 418 623-2254
TÉLÉCOPIEUR : +1 418 624-1857
WSP.COM

SIGNATURES

VOLET GÉOTECHNIQUE

PRÉPARÉ PAR



Josy-Anne Douville, CPI (OIQ n° 601 2095)
Assistante chargée de projet – Géotechnique



Florence Trudeau, CPI (OIQ n° 603 0840)
Assistante chargée de projet – Géotechnique

RÉVISÉ PAR



Kristina Bondy, ing., M.ing. (OIQ n° 146 117)
Chargée de projet – Géotechnique



2022-0-26

Kevin Gagnon, ing. (OIQ n° 509 0916)
Chargé de projet – Résidus miniers

VOLETS HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE

PRÉPARÉ PAR



Rénata Boily, CPI, M.Sc. (OIQ n° 603 0412)
Hydraulique

RÉVISÉ PAR



Elsa Sormain, Ing., M.Sc. (OIQ n° 504 0590)
Ingénieure - Hydraulique

WSP Canada Inc. (WSP) a préparé ce rapport uniquement pour son destinataire MINIÈRE OSISKO INC., conformément à la convention de consultant convenue entre les parties. Advenant qu'une convention de consultant n'ait pas été exécutée, les parties conviennent que les Modalités Générales à titre de consultant de WSP régiront leurs relations d'affaires, lesquelles vous ont été fournies avant la préparation de ce rapport.

Ce rapport est destiné à être utilisé dans son intégralité. Aucun extrait ne peut être considéré comme représentatif des résultats de l'évaluation.

Les conclusions présentées dans ce rapport sont basées sur le travail effectué par du personnel technique, entraîné et professionnel, conformément à leur interprétation raisonnable des pratiques d'ingénierie et techniques courantes et acceptées au moment où le travail a été effectué.

Le contenu et les opinions exprimées dans le présent rapport sont basés sur les observations et/ou les informations à la disposition de WSP au moment de sa préparation, en appliquant des techniques d'investigation et des méthodes d'analyse d'ingénierie conformes à celles habituellement utilisées par WSP et d'autres ingénieurs/techniciens travaillant dans des conditions similaires, et assujettis aux mêmes contraintes de temps, et aux mêmes contraintes financières et physiques applicables à ce type de projet.

WSP dénie et rejette toute obligation de mise à jour du rapport si, après la date du présent rapport, les conditions semblent différer considérablement de celles présentées dans ce rapport ; cependant, WSP se réserve le droit de modifier ou de compléter ce rapport sur la base d'informations, de documents ou de preuves additionnels.

WSP ne fait aucune représentation relativement à la signification juridique de ses conclusions.

La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport relève uniquement de la responsabilité de son destinataire. Si un tiers utilise, se fie, ou prend des décisions ou des mesures basées sur ce rapport, ledit tiers en est le seul responsable. WSP n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages que pourrait subir un tiers suivant l'utilisation de ce rapport ou quant aux dommages pouvant découler d'une décision ou mesure prise basée sur le présent rapport.

WSP a exécuté ses services offerts au destinataire de ce rapport conformément à la convention de consultant convenue entre les parties tout en exerçant le degré de prudence, de compétence et de diligence dont font habituellement preuve les membres de la même profession dans la prestation des mêmes services ou de services comparables à l'égard de projets de nature analogue dans des circonstances similaires. Il est entendu et convenu entre WSP et le destinataire de ce rapport que WSP n'offre aucune garantie, expresse ou implicite, de quelque nature que ce soit. Sans limiter la généralité de ce qui précède, WSP et le destinataire de ce rapport conviennent et comprennent que WSP ne fait aucune représentation ou garantie quant à la suffisance de sa portée de travail pour le but recherché par le destinataire de ce rapport.

En préparant ce rapport, WSP s'est fiée de bonne foi à l'information fournie par des tiers, tel qu'indiqué dans le rapport. WSP a raisonnablement présumé que les informations fournies étaient correctes et WSP ne peut donc être tenue responsable de l'exactitude ou de l'exhaustivité de ces informations.

Les bornes et les repères d'arpentage utilisés dans ce rapport servent principalement à établir les différences d'élévation relative entre les emplacements de prélèvement et/ou d'échantillonnage et ne peuvent servir à d'autres fins. Notamment, ils ne peuvent servir à des fins de nivelage, d'excavation, de construction, de planification, de développement, etc.

Les recommandations de conception fournies dans ce rapport s'appliquent uniquement au projet et aux zones décrites dans le texte, et uniquement si elles sont construites conformément aux détails indiqués dans le présent rapport. Les commentaires fournis dans ce rapport sur les problèmes potentiels pouvant subvenir lors de la construction et sur les différentes méthodologies possibles sont uniquement destinés à guider le concepteur. Le nombre d'emplacements de prélèvement et/ou d'échantillonnage peut ne pas être suffisant pour évaluer l'ensemble des facteurs pouvant affecter la construction, les méthodologies et les coûts. WSP nie toute responsabilité pouvant découler de décisions ou actions prises découlant de ce rapport, sauf si WSP en est spécifiquement informée et y participe. Advenant une telle situation, la responsabilité de WSP sera déterminée et convenue à ce moment.

L'original du fichier électronique que nous vous transmettons sera conservé par WSP pour une période minimale de dix ans. WSP n'assume aucune responsabilité quant à l'intégrité du fichier qui vous est transmis et qui n'est plus sous le contrôle de WSP. Ainsi, WSP n'assume aucune responsabilité quant aux modifications faites au fichier électronique suivant sa transmission au destinataire.

Ces limitations sont considérées comme faisant partie intégrante du présent rapport.

CLIENT

MINIÈRE OSISKO INC.

Directeur Préparation Opérationnel	Martin Fillion
Directeur Construction	Yan Théberge
Vice-Présidente, Environnement et Relations communautaires	Andréanne Boisvert

ÉQUIPE DE RÉALISATION

WSP CANADA INC. (WSP)

Chargée de projet	Kevin Gagnon, ing.
Rédaction du rapport	Kristina Bondy, ing., M.ing. Elsa Sormain, ing., M.Sc. Rénata Boily, CPI, M.Sc. Josy-Anne Douville, CPI Florence Trudeau, CPI
Révision du rapport – Volet géotechnique	Morteza Esfehiani, ing. Ph.D Kristina Bondy, ing., M.ing. Kevin Gagnon, ing.
Révision du rapport – Volet hydrologique et hydraulique	Elsa Sormain, Ing., M.Sc.
Traitement de texte et édition	Linette Poulin

Référence à citer :

WSP. 2022. *AGRANDISSEMENT DE LA HALDE À STÉRILES EXISTANTE ET DES INFRASTRUCTURES DE GESTION DES EAUX. VOLETS GÉOTECHNIQUE, HYDROTECHNIQUE ET HYDRAULIQUE*. DOCUMENT PRODUIT POUR MINIÈRE OSISKO INC. 32 PAGES ET ANNEXES.

TABLE DES MATIÈRES (suite)

1	INTRODUCTION	1
1.1	Mise en contexte	1
1.2	Mandat et objectifs	1
2	DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE, NORMES ET RÉGLEMENTATION APPLICABLES	2
3	DONNÉES DE BASE ET CRITÈRES DE CONCEPTION	4
3.1	Données de base	4
3.1.1	Données topographiques	4
3.1.2	Données géotechniques	4
3.1.3	Données hydrologiques	4
3.1.4	Données géochimiques	4
3.2	Critères de conception	5
3.2.1	Critères de stabilité	5
3.2.2	Crue de conception	5
3.3	Matériaux de construction	6
3.3.1	Choix du complexe d'étanchéité	6
3.4	Climat	6
3.5	Gestion de l'eau	7
4	CONCEPTION DE LA HALDE À STÉRILE	8
4.1	Configuration proposée	8
4.2	Sol de fondation	8
4.2.1	Halde à stériles	8
4.3	Sismicité du site	9
4.3.1	Catégorie d'emplacement sismique	9
4.3.2	Aléa sismique	9
4.4	Évaluation du potentiel de liquéfaction	9
4.5	Analyses de stabilité	10
4.5.1	Méthode de calculs	10

4.5.2	Sélection des coupes	10
4.5.3	Conditions d'eau souterraine	11
4.5.4	Propriétés géotechniques des matériaux	11
4.5.5	Résultats des analyses de stabilité	12
4.5.6	Discussion des résultats des analyses de stabilité	13
5	CLASSIFICATION DE LA HALDE.....	14
6	CONCEPTION DES INFRASTRUCTURES DE GESTION DES EAUX	16
6.1	Sol de fondation	16
6.1.1	Bassin A.....	16
6.1.2	Bassin D.....	16
6.1.3	Bassin P.....	16
6.2	Description des infrastructures de gestion des eaux proposées	17
6.2.1	Bassins A, D et P	17
6.2.2	Fossés collecteurs	17
6.3	Classification préliminaire des digues.....	17
6.3.1	Contenu législatif Québécois	17
6.3.2	Classification du niveau de conséquences	18
6.3.3	Critères de conception retenus.....	19
6.4	Conception hydrotechnique.....	20
6.4.1	Méthodes d'analyses	20
6.4.2	Résultats	23
6.5	Conception géotechnique du bassin D	24
6.5.1	Configuration proposée.....	24
6.5.2	Catégorie d'emplacement sismique et Aléa sismique	24
6.5.3	Évaluation du potentiel de liquéfaction	24
6.5.4	Analyses de stabilité	25
7	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	28

TABLE DES MATIÈRES (suite)

TABLEAUX

TABLEAU 3-1	VALEURS MINIMALES DES COEFFICIENTS DE SÉCURITÉ REQUIS POUR LA STABILITÉ DES PENTES	5
TABLEAU 4-1	CAPACITÉS DE LA HALDE PROPOSÉE	8
TABLEAU 4-2	JUSTIFICATIONS DU CHOIX DES COUPES ANALYSÉES	10
TABLEAU 4-3	PROPRIÉTÉS DES MATÉRIAUX UTILISÉS DANS LES ANALYSES DE STABILITÉ	11
TABLEAU 4-4	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ DE LA COUPE A-A'	12
TABLEAU 4-5	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ DE LA COUPE B-B'	12
TABLEAU 4-6	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ DE LA COUPE C-C'	13
TABLEAU 4-7	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ DE LA COUPE D-D'	13
TABLEAU 4-8	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ DE LA COUPE E-E'	13
TABLEAU 5-1	POINTAGE ATTRIBUÉ POUR LA HALDE À STÉRILES EN FONCTION DE L'ÉVALUATION DES 7 PRINCIPAUX GROUPES ET LES FACTEURS RESPECTIFS	15
TABLEAU 5-2	CLASSIFICATION DE STABILITÉ ET DE RISQUE DE LA HALDE À STÉRILES	15
TABLEAU 6-1	GUIDE POUR LE CLASSEMENT DES OUVRAGES DE RETENUE, PAR CATÉGORIE DE CONSÉQUENCES POTENTIELLES D'UNE RUPTURE ⁽¹⁾	18
TABLEAU 6-2	NIVEAUX CIBLES POUR L'ÉVALUATION DES DANGERS DES CRUES ET SISMQUES PROPOSÉS PAR L'ACB EN FONCTION DES NIVEAUX DE RISQUE	19
TABLEAU 6-3	SUPERFICIE DES BASSINS VERSANTS	21
TABLEAU 6-4	CARACTÉRISTIQUES DES BASSINS PROPOSÉS	23
TABLEAU 6-5	NIVEAUX D'OPÉRATION DES BASSINS	23
TABLEAU 6-6	JUSTIFICATIONS DU CHOIX DES COUPES ANALYSÉES POUR LE BASSIN D	25
TABLEAU 6-7	PROPRIÉTÉS DES MATÉRIAUX UTILISÉS DANS LES ANALYSES DE STABILITÉ DU BASSIN D	26
TABLEAU 6-8	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ DE LA COUPE BD-BD'	27

FIGURES

FIGURE 5-1	STRUCTURE DE CLASSIFICATION DES HALDES (HAWLEY ET CUNNING, 2017. PG 32)	14
FIGURE 6-1	MODÉLISATION DU SITE DANS LE LOGICIEL PCSWMM	21

ANNEXES

A	PLANS
B	CARTES
C	ALÉA SISMIQUE
D	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ
E	FICHES TECHNIQUES
F	CLASSIFICATION HALDE

1 INTRODUCTION

1.1 MISE EN CONTEXTE

Windfall est un gîte aurifère détenu par Minière Osisko inc. (Osisko). Le site est situé au nord du 49^e parallèle dans la région administrative du Nord-du-Québec, sur des terres de la catégorie III du territoire d'Eeyou Itsche Baie-James. Le site minier se trouve à 115 km à l'est de la ville de Lebel-sur-Quévillon.

Dans le cadre du projet d'échantillonnage en vrac Caribou (principal) et Lynx 4 (secteurs Bank et central) à Windfall, Osisko souhaite procéder à l'agrandissement de la halde à stériles existante au printemps 2023. L'agrandissement projeté de la halde à stériles permettra à Osisko d'entreposer environ 2,1 millions de tonnes (Mt) de stériles miniers supplémentaires.

Les infrastructures de gestion des eaux associées seront également construites lors des travaux de 2023. Il s'agit essentiellement des fossés périphériques et de trois nouveaux bassins pour la gestion des eaux, identifiés A, D, et P. Le bassin A permettra de gérer les eaux de ruissellement provenant de l'agrandissement de la halde à stériles existante. Ces eaux seront par la suite transférées par pompage vers le bassin D, puis ultimement vers le bassin de polissage P avant d'être rejetées à l'environnement.

L'annexe A présente la localisation des différents ouvrages mentionnés ci-dessus, qui seront construits au printemps 2023.

1.2 MANDAT ET OBJECTIFS

WSP Canada Inc. (WSP) a été mandatée par Osisko pour réaliser l'ingénierie détaillée en vue de l'exécution des travaux planifiés en 2023, soit l'agrandissement de la halde à stériles existante et des infrastructures de gestion des eaux. Comme présenté dans l'offre de services n° P21-11032-32 daté du 20 août 2021, le mandat comprend essentiellement les activités suivantes :

- L'ingénierie de l'agrandissement de la halde à stériles existante pour l'entreposage d'environ 2,1 Mt de stériles miniers supplémentaires;
- L'ingénierie des fossés périphériques, des bassins ainsi que des stations de pompage des eaux associées;
- La préparation des plans d'ingénierie pour demande d'autorisation, pour soumission et pour construction;
- La préparation d'un devis technique.

Le présent rapport technique établit les critères et les données utilisés lors de la conception de la halde, des fossés et des bassins d'eau. Les résultats des analyses de stabilité et des calculs hydrotechniques effectués ainsi qu'une description détaillée des travaux projetés en 2023 (incluant les plans et les coupes types des ouvrages) seront également présentés dans ce document.

Les recommandations générales relatives à la construction et à l'opération de la halde et des bassins seront abordées dans la dernière section de ce rapport technique. Il convient de mentionner que la conception des stations de pompage ne fait pas partie intégrante de ce document et sera abordée dans le cadre d'un document distinct.

2 DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE, NORMES ET RÉGLEMENTATION APPLICABLES

La conception de la halde, des fossés et des bassins d'eau a été effectuée en conformité avec les diverses exigences réglementaires, les documents de référence, ainsi que les recommandations reconnus dans le domaine minier. Il s'agit, entre autres, de :

- Boulanger, R. W., & Idriss, I. M. (2014). CPT and SPT Based Liquefaction Triggering Procedures. Report No. UCD/CGM-14/01, Center for Geotechnical Modeling, Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, Davis, CA, 134 pp.
- Bulletin technique : Application des recommandations de sécurité des barrages aux barrages miniers (Association canadienne des barrages [ACB], 2014.
- Duncan, J.M., Wright, S.G. and Wong, K.S. (1990). Slope Stability during Rapid Drawdown, Proceedings of H. Bolton Seed Memorial Symposium. Vol. 2.
- Données topographiques du fichier 151-11330-62-G02 confectionné par WSP lors de l'ingénierie détaillée pour la construction de l'agrandissement de la halde à stérile imperméabilisée (2018).
- Environnement Canada, 2021. Normales climatiques 1981-2010. Station Lebel-sur-Quévillon, Québec, Canada.
- GENIVAR, 2008 – Étude hydrogéologique- Site minier de Windfall Lake, Projet AV106787.
- GOLDER, 2017, Rapport des forages WIN-17-190; WIN-17-191.
- GOLDER, 2020. Étude hydrogéologique pour le dénoyage de la rampe d'exploration du projet Lac Windfall, Échantillonnage en vrac – Portion supérieure de Triple Lynx. N° de référence : GAL078-19118268-19001-RF-Rev0. Rapport préparé pour Minière Osisko inc. 22 pages, tableaux, figures et annexes.
- GOLDER, 2020. Technical Memorandum – Climate parameters for preliminary economical assessment report – Windfall Project, Quebec. N° de référence : GAL093-20146303-20001-TM-Rev0. Préparé pour Minière Osisko. 12 pages.
- GOLDER, 2020. Technical Memorandum – Factual Report on Data Collection for the Windfall and Osborne Bell Site Investigation. N° de référence : GAL-080-19118268-19001-Rev0. Rapport préparé pour Minière Osisko. 346 pages.
- GOLDER, 2021. Geochemical Characterization of Ore, Waste Rock and Tailings for the Windfall Lake Project, Québec. N° de référence : GAL101-20146303-21001-RA-Rev0. Rapport préparé pour Minière Osisko inc. 1 485 pages).
- GOLDER, 2022. Applicability of Previous Geochemical Characterisation Results for the Caribou and Lynx 4 Bulk Samples, Windfall Lake Project, Quebec.

- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC - MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES NATURELLES (MERN) 2017. *Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec*, novembre 2017.
- HAWLEY, M. AND CUNNING, J., 2017, *Guidelines for Mine Waste Dump and Stockpile Design*, CSIRO Publishing.
- Koerner (2005). *Designing with Geosynthetics* 5th Edition.
- MDDELCC, 2012. *Directive 019 sur l'industrie minière*, mars 2012.
- OSISKO MINING INC. (2019). Technical note on bulk density.
- Preliminary Economic Assessment of the Windfall Lake Project, prepared for Osisko Mining Inc., 2018.
- Recommandations de sécurité des barrages (Association canadienne des barrages [ACB], 2007, révisé en 2013).
- Shobha K Bhatia and Gautam Kasturi (1996). Comparison of PVC and HDPE Geomembranes - Interface Friction Performance.
- WSP, 2021. Rapports de forages provenant de la campagne géotechnique 2021 (réf. 201-11330-29).
- WSP, 2018. Estimation des débits d'eau de percolation – Agrandissement de la halde à stériles miniers. 151-11153-50. Rapport préparé pour Minière Osisko inc. 10 pages.

3 DONNÉES DE BASE ET CRITÈRES DE CONCEPTION

3.1 DONNÉES DE BASE

3.1.1 DONNÉES TOPOGRAPHIQUES

Les données topographiques fournies par Osisko et utilisées dans le cadre de cette étude sont présentées comme suit :

- Le relevé topographique LiDAR daté du 15 décembre 2020;
 - Le relevé topographique de la halde à stériles existante daté du 26 septembre 2021 (Fichier Autocad: 20210926 Waste Pad_elev20 cm_res0cm_size5_DSM.dwg).
-

3.1.2 DONNÉES GÉOTECHNIQUES

Les informations géotechniques disponibles sont présentées dans les rapports/études suivants :

- WSP, 2021. Rapports de forages provenant des campagnes géotechniques 2021 et 2022 (réf. 201-11330-29);
 - GENIVAR, 2008. Étude hydrogéologique- Site minier de Windfall Lake, Projet AV106787.
-

3.1.3 DONNÉES HYDROLOGIQUES

Les données hydrologiques utilisées dans le cadre de cette étude sont présentées dans le rapport suivant :

- Golder, 2020. Technical Memorandum – Climate parameters for preliminary economical assessment report – Windfall Project, Quebec.
-

3.1.4 DONNÉES GÉOCHIMIQUES

Les données géochimiques utilisées dans le cadre de ce projet proviennent essentiellement du rapport intitulé « *Geochemical Characterization of Ore, Waste Rock and Tailings for the Windfall Lake Project, Québec* », émis par Golder en avril 2021 et du rapport « *Applicability of Previous Geochemical Characterisation Results for the Caribou and Lynx 4 Bulk Samples, Windfall Lake Project, Québec* », émis par Golder en janvier 2022. Basé sur les résultats des essais en laboratoire effectués par Golder (statiques et cinétiques), les stériles miniers produits dans le cadre du projet Windfall sont potentiellement générateurs d'acide et lixiviables (métaux).

3.2 CRITÈRES DE CONCEPTION

3.2.1 CRITÈRES DE STABILITÉ

Les ouvrages de rétention d'eau et de gestion des stériles miniers doivent respecter les critères énoncés dans la Directive 019 (D019) sur l'industrie minière (MDDELCC¹, 2012), dans le Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec (Guide de restauration) (MERN, 2017) et les recommandations sur la sécurité des barrages données par l'Association canadienne des barrages (ACB, 2014).

Les différentes infrastructures doivent rester stables lorsqu'elles sont sollicitées par les chargements statiques et dynamiques à court et à long termes. Conformément aux recommandations mentionnées à l'annexe 1 du Guide de restauration (MERN, 2017), les facteurs de sécurité minimaux ont été considérés pour évaluer la stabilité de la halde à stériles. Les facteurs de sécurité du bassin D ont été considérés selon les recommandations de sécurité des barrages miniers de l'ACB (ACB, 2014). Les critères de stabilité retenus dans le cadre de cette étude sont détaillés au tableau 3-1.

Tableau 3-1 Valeurs minimales des coefficients de sécurité requis pour la stabilité des pentes

TYPE D'OUVRAGE	CONDITION	COEFFICIENT DE SÉCURITÉ CIBLÉ
Halde à stériles	Stabilité locale statique (long terme)	1,2
	Stabilité globale statique (court et long termes) ¹	1,5
	Analyse pseudo-statique	1,1
Digue du bassin D	Stabilité statique (court terme) – Pente aval	1,3
	Stabilité statique (long terme) – Pente amont et aval	1,5
	Stabilité pseudo-statique (long terme) – Pente amont et aval	1,1
	Vidange rapide – Pente amont	1,3

1 : La fondation sous la halde est du sable avec une conductivité hydraulique élevée, suggérant que les surpressions interstitielles survenant pendant la construction sont négligeables.

3.2.2 CRUE DE CONCEPTION

Les infrastructures de gestion des eaux de surface du site sont soumises aux exigences définies dans la D019 sur l'industrie minière (MDDELCC, 2012). Les fossés collecteurs sont utilisés pour le réseau de drainage de la halde à stériles et sont donc considérés comme « aires d'accumulation sans retenue d'eau », telles que définies à la section 2.9.3.2 de la D019. Ces infrastructures doivent donc être « conçues de façon à évacuer adéquatement une crue ayant une récurrence 1:100 ans ».

Toutefois, le bassin D est considéré comme une « aire d'accumulation avec retenue d'eau ». Ainsi, « Pour les ouvrages de rétention avec retenue d'eau, les récurrences de base suivantes doivent être utilisées en fonction du type de résidus miniers :

- 1 : 2 000 ans pour une aire d'accumulation de résidus miniers acidogènes, cyanurés, radioactifs ou à risques élevés, tels que définis à l'annexe II;
- 1 : 1 000 ans pour une aire d'accumulation pour tout autre type de résidus miniers. »

¹ Aujourd'hui le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC).

De plus, « les ouvrages de rétention avec retenue d'eau doivent pouvoir contenir une crue de projet. Cette dernière doit être établie en fonction du volume d'eau cumulatif d'une averse critique (basée sur une averse de pluie de 24 heures) et de la fonte moyenne des neiges sur une période de 30 jours (la quantité de neige est celle qui correspond au maximum prévisible pour une récurrence de 100 ans). »

Les récurrences utilisées sont présentées aux sections 6.3.3 et 6.4.1.

3.3 MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Compte tenu de la nature des milieux naturels près des ouvrages à construire ainsi que les propriétés chimiques de l'eau à gérer, l'imperméabilisation des bassins et de la halde est requise. Aucun matériau naturel de faible perméabilité (till de bonne qualité ou argile) n'est disponible à proximité des infrastructures visées dans le présent document.

Pour cette raison, l'utilisation de géomembranes d'étanchéité est préconisée pour étancher les bassins, l'assise de la halde à stériles ainsi que les fossés collecteurs.

3.3.1 CHOIX DU COMPLEXE D'ÉTANCHÉITÉ

La géomembrane de polyéthylène haute densité (PEHD) de 2,0 mm d'épaisseur et texturée sur la face supérieure, ou son équivalent approuvé, est proposée pour assurer l'étanchéité des bassins, des fossés et de la halde à stériles. La fiche technique de la géomembrane Solmax, répondant aux besoins définis, est présentée à l'annexe E. Les conditions suivantes ont permis d'établir ce choix :

- Souplesse du matériau qui pourra supporter d'éventuelles déformations (jusqu'à 13 %);
- Résistance aux agressions chimiques élevée, de l'eau transitant par les bassins (voir section 3.1.4);
- Besoin d'angle de friction supérieure entre les matériaux pour assurer la stabilité dans les talus.

En ce qui concerne le bassin de transition A, ainsi que le bassin de polissage P, le remblai de protection prévu sur la géomembrane est un enrochement de calibre 50-150 sur 450 mm d'épaisseur. Afin de protéger la géomembrane contre le poinçonnement, un géotextile 918 de Texel, ou équivalent approuvé, sera installé directement au-dessus et en dessous de la géomembrane.

En ce qui concerne le bassin d'accumulation D, le remblai de protection prévu sur la géomembrane est un matériau granulaire (20 mm max.) sur 150 mm d'épaisseur suivi d'un géotextile 934 ainsi qu'un enrochement de calibre 20-600 mm sur 850 mm d'épaisseur. La fiche technique du géotextile est présentée à l'annexe E.

Étant donné que la position de la nappe est estimée basse selon les forages géotechniques aux emplacements des bassins A et P, il n'a pas été jugé nécessaire d'ajouter un système de drainage sous les géomembranes pour gérer d'éventuelles poussées hydrostatiques. De plus, les profondeurs d'excavation ont été limitées de façon à éviter les nappes d'eau souterraine. En ce qui concerne le bassin D, les mécanismes de drainage seront gérés en fonction des conditions terrain.

3.4 CLIMAT

Le climat dans la région du projet Windfall est de type continental humide. Les étés sont chauds et légèrement humides, tandis que les hivers sont longs et froids. Le climat est assez froid, avec des températures moyennes sous 0°C entre novembre et mars. Les précipitations totales annuelles, y compris la pluie et la neige, sont de 928 mm/an (Environnement Canada, 2021).

3.5 GESTION DE L'EAU

Selon la section 2.1.5 de la D019 sur l'industrie minière (MDDELCC, 2012), « Les eaux de ruissellement à l'intérieur des zones d'activité, telles que celles provenant du secteur de l'usine de traitement, des piles de minerais et de concentrés, doivent être captées et traitées avant d'être rejetées au point de rejet afin de respecter les exigences de la colonne II du tableau 2.1 de la section 2.1.1.1. » et « Aucune dilution des eaux usées minières n'est permise ». Ainsi, le réseau de drainage proposé dans le cadre de ce projet permet de répondre à ces exigences.

4 CONCEPTION DE LA HALDE À STÉRILE

4.1 CONFIGURATION PROPOSÉE

Étant donné que les stériles sont possiblement générateurs d'acide (voir section 3.1.4), combiné à l'absence de matériaux naturels de faible perméabilité comme assise, le concept prévoit l'imperméabilisation de l'assise de la halde au moyen d'une géomembrane d'étanchéité en PEHD, telle que proposée à la section 3.3.1. La géomembrane de l'agrandissement de la halde à stériles sera connectée à celle de la halde existante.

Afin de protéger la géomembrane contre le poinçonnement, un matériau granulaire (D.max. <50 mm) de 300 mm d'épaisseur sera mis en place par-dessus la géomembrane. Les pentes proposées pour la sont de 3H :1V, avec un seul palier d'environ 12,1 m de hauteur. Enfin, le volume d'entreposage disponible est résumé au tableau 4-1.

Tableau 4-1 Capacités de la halde proposée

Halde	Élévation moyenne assise (m)	Élévation moyenne plateau supérieur (m)	Superficie (m ²)	Tonnage (Mt)	Volume (m ³)
Stérile	404,8	419,0	72 074	2,1	1 029 400 ¹

- 1- L'agrandissement correspond à 2,1 Mt (1 029 400 m³). La capacité maximale de la halde projetée est de 3,08 Mt (1 509 800 m³).

4.2 SOL DE FONDATION

Plusieurs sondages ciblant les différentes infrastructures projetées ont été réalisés lors de la campagne d'investigation en 2021 et 2022 (WSP, 2022). De plus, les forages provenant de l'étude hydrogéologique de 2008 (GENIVAR, 2008) et répartis sur le site ont également été consultés. La caractérisation des sols de fondations est basée sur les résultats de ces campagnes. La stratigraphie est présentée dans la section suivante.

4.2.1 HALDE À STÉRILES

Dans la zone à l'étude de l'agrandissement de la halde à stérile, cinq forages, six tranchées et un relevé géoradar ont été réalisés au cours de la campagne géotechnique 2021 (WSP, 2021). Les forages réalisés lors de la campagne 2021 sont AHS-F01-21, AHS-F02-21, AHS-F03-21, AHS-F04-21 et BA-F01-21, alors que les tranchées sont AHS-TR01-21, AHS-TR02-21, AHS-TR03-21, AHS-TR04-21, AHS-TR05-21 et AHS-TR06-21. De plus, trois forages de la campagne 2007 (GENIVAR, 2008) sont présents dans la zone à l'étude, soit les forages WIN-07-173, WIN-07-174 et WIN-07-178. Selon les rapports de forages et le relevé géoradar, la stratigraphie dans la zone de l'agrandissement de la halde à stériles, dans l'ordre descendant, se présente comme suit :

- Une couche de matière organique (terre végétale) d'une épaisseur entre 0 et 0,15 m en surface;
- Un dépôt de sable avec des traces de silt et gravier avec une épaisseur de 0 à 7,77 m. Selon l'emplacement du forage, cette couche repose sur le socle rocheux;

- Un dépôt de sable et gravier d'une épaisseur entre 2,31 à 6,34 m qui repose directement sur le socle rocheux;
- Le socle rocheux a été atteint à une profondeur entre 2,74 à 7,77 m (élévation de 396,63 à 402,50 m).

4.3 SISMICITÉ DU SITE

4.3.1 CATÉGORIE D'EMPLACEMENT SISMIQUE

La catégorie d'emplacement sismique du site sert à l'analyse du potentiel de liquéfaction ainsi qu'à la vérification de stabilité des pentes. Afin de déterminer la catégorie d'emplacement sismique du site dans l'emprise de la halde à stériles, la résistance moyenne à la pénétration standard (N_{60}) a été évaluée dans les 30 premiers mètres des sols de fondations. Selon le tableau 4.1.8.4.A du Code national de bâtiment (CNB, 2015) et les résultats de forages réalisés dans les secteurs de la halde à stériles, la catégorie d'emplacement sismique du site est « C ».

4.3.2 ALÉA SISMIQUE

L'accélération maximale au sol (AMS) a été obtenue par le Service canadien d'information sur les risques sismiques. Selon l'annexe 1 du Guide de restauration (MERN, 2017) : « *Les normes du Code national du bâtiment du Canada ainsi que les données fournies par la Commission géologique du Canada doivent servir de référence pour la détermination des paramètres sismiques* ». Par ailleurs, il a été mentionné dans la section 2.9.3.1 de la D019 sur l'industrie minière (MDDELCC, 2012) : « *Le choix de la récurrence du séisme de conception doit être justifié par rapport au risque que l'ouvrage représente, à sa susceptibilité de rupture en condition sismique et au nombre et à la précision des méthodes d'investigations géotechniques utilisées pour déterminer les intrants de conception. La récurrence du séisme de conception ne doit pas être inférieure à la probabilité de dépassement annuelle de 1/2475 ans* ». Dans le cas de la présente étude, la valeur du coefficient sismique horizontal, correspondant à une probabilité de dépassement de 2 % de probabilité en 50 ans (période de récurrence de 1/2 500 ans), a été considérée. La fiche de résultats détaillés est présentée à l'annexe C.

En se basant sur les données de désagrégation fournies par le Service canadien d'information sur les risques, la magnitude du séisme et l'accélération maximale au sol (AMS) pour la halde à stériles a été établie à 7,4 et 0,052 g, et ce, pour un site de classe « C ».

Le coefficient sismique k_h retenu pour les analyses de stabilité pseudo-statique est considéré égal à 50 % de l'AMS. Ainsi, pour la halde à stériles, une valeur de 0,026g est considérée.

4.4 ÉVALUATION DU POTENTIEL DE LIQUÉFACTION

Des analyses ont été réalisées afin de vérifier si les sols de fondation sous l'agrandissement de la halde à stériles possèdent ou non les propriétés mécaniques pour se liquéfier lors d'un séisme important. Les analyses sont basées sur certains forages de la campagne géotechnique réalisée à l'été 2021 par WSP (WSP, 2022). Ces sondages sont identifiés dans la section 1-.

L'évaluation du potentiel de liquéfaction a été effectuée selon la méthode de calculs simplifiée (Boulanger et Idriss, 2014) sur la base des valeurs d'essais de pénétration standards (indice SPT « N ») obtenues dans les forages géotechniques. Cette approche a été utilisée pour les dépôts naturels pulvérulents. Cette analyse consiste à comparer la contrainte de cisaillement (CSR) induite dans le sol par un séisme donné à la résistance au cisaillement (CRR), disponible dans le sol lors de ce même

séisme. Les calculs du CSR ont été faits à partir d'une accélération horizontale maximale de 0,052g pour la halde à stériles comme spécifié à la section 4.3.2.

Sous l'effet d'une secousse sismique de magnitude 7,4, les calculs démontrent que les dépôts pulvérulents sous la halde ne sont pas liquéfiables.

4.5 ANALYSES DE STABILITÉ

4.5.1 MÉTHODE DE CALCULS

Le logiciel Slope/W, version 2021 (11.0.1.21429), de la suite GeoStudio, a été utilisé pour procéder à tous les calculs de stabilité, selon la méthode de l'équilibre limite et la distribution des forces suivant la méthode de Morgenstern-Price.

La méthode « Entrée-Sortie » a été utilisée pour spécifier les zones de recherche des surfaces de ruptures circulaires critiques. L'option d'optimisation incrémentale a été appliquée pour toutes les analyses afin de raffiner la géométrie des surfaces de rupture et ainsi obtenir les coefficients de sécurité minimum associés à chaque condition évaluée.

4.5.2 SÉLECTION DES COUPES

Les différentes coupes ont été sélectionnées selon les secteurs potentiellement critiques d'un point de vue de la stabilité, c'est-à-dire les secteurs pour lesquels :

- L'épaisseur du dépôt meuble est la plus importante;
- Le talus naturel est le plus critique, par exemple une pente plus abrupte dans le terrain naturel;
- La présence de la halde à stériles actuellement en construction. L'agrandissement de la halde modifie la géométrie initiale de la halde à stériles présentement en construction;
- La présence d'infrastructures au pied de la halde à stériles, tel que le chemin existant.

Les analyses de stabilité ont été réalisées selon la géométrie de la halde et des fossés projetés ainsi qu'en utilisant la topographie du terrain actuelle basée sur les relevés LiDAR de 2009 et 2021 et un relevé d'arpentage de la halde à stériles existante réalisé par le client au cours de l'été 2021.

Le tableau 4-2 présente les coupes sélectionnées pour la halde à stériles ainsi que la justification des coupes à analyser. Les coupes sont également présentées sur la carte 2 de l'annexe B.

Tableau 4-2 Justifications du choix des coupes analysées

HALDE	COUPE	JUSTIFICATIONS
Stériles	A-A'	<ul style="list-style-type: none">— Section avec le talus naturel le plus critique.— Épaisseur de dépôt meuble important.
	B-B'	<ul style="list-style-type: none">— Modification de la géométrie de la halde à stériles actuellement en construction.
	C-C'	<ul style="list-style-type: none">— Modification de la géométrie de la halde à stériles actuellement en construction.
	D-D'	<ul style="list-style-type: none">— Épaisseur de dépôt meuble important.
	E-E'	<ul style="list-style-type: none">— Épaisseur de dépôt meuble important.— Route existante au pied de la halde.

4.5.3 CONDITIONS D'EAU SOUTERRAINE

Les analyses de stabilité ont été réalisées en considérant que la position de la nappe phréatique restera constante et variera peu dans le temps. Les niveaux de la nappe phréatique utilisés pour les analyses de stabilité sont basés sur le relevé des niveaux d'eau mesurés dans les tubes ouverts installés dans les trous de forages lors de la campagne géotechnique de l'été 2021 (WSP, 2021) ainsi que la campagne de 2007 (GENIVAR, 2008). Le relevé des niveaux d'eau a été réalisé le 10 août 2021 pour la campagne été 2021 et entre le 1^{er} et le 29 novembre 2007 pour la campagne 2007.

Considérant les niveaux d'eau relativement bas mesurés lors des deux campagnes (cas nappe bas), une étude de sensibilité a été réalisée afin d'établir l'impact d'une remontée de la nappe phréatique (cas nappe élevée) jusqu'à la surface du terrain naturel sur la stabilité de la halde, cette situation étant jugée comme le plus critique. De plus, il a été considéré qu'aucune accumulation d'eau ne surviendrait à la base de la halde à stériles imperméabilisée sur la géomembrane, étant donné la très grande conductivité hydraulique des empilements (ordre de 10^{-1} ou 10^{-2} m/s [GENIVAR, 2008]). Ainsi, la halde est conceptualisée afin de créer un écoulement vers les fossés et éviter toute accumulation d'eau sur la géomembrane.

4.5.4 PROPRIÉTÉS GÉOTECHNIQUES DES MATÉRIAUX

Les propriétés géotechniques des différents matériaux ont été établies à partir des informations provenant des forages dans les secteurs à l'étude lors de la campagne d'investigations géotechniques 2021 (WSP, 2021), la campagne 2007 (GENIVAR, 2008) ainsi que les résultats des essais en laboratoire. Selon les différents sondages analysés, différents types de matériaux de fondations ont été identifiés. Le tableau 4-3 présente les valeurs des propriétés utilisées des matériaux rencontrés lors des analyses de stabilité.

Tableau 4-3 Propriétés des matériaux utilisés dans les analyses de stabilité

Matériaux		Masse volumique (kN/m ³)	Cohésion (kPa)	Angle de friction (°)
A.	Terre végétale	13,5	0	27
B.1	Sable avec traces de silt et gravier, lâche à très lâche	18	0	27
B.2	Sable, un peu à traces de gravier et traces de silt, compact	18,5	0	32
B.3	Sable silteux à traces de silt et gravier, dense	19,5	0	34
B.4	Sable, un peu de gravier et traces de silt, devenant très dense	19,5	0	36
B.5	Sable silteux à un peu de silt, traces d'argile, compact	18,5	0	32
B.6	Silt sableux à sable silteux, traces de gravier, dense	17,5	0	34
C.1	Sable et gravier à graveleux, un peu à traces de silt, compact	20	0	32
C.2	Sable et gravier à graveleux, un peu à traces de silt, dense	20	0	36
D	Stérile minier ⁽¹⁾	19	0	35
E	Minerai	20	0	36
F.1	Système d'imperméabilisation avec PEHD lisse ⁽²⁾	9,50	0	16
F.2	Système d'imperméabilisation avec PEHD texturé ⁽³⁾	9,50	0	24
G	Remblai granulaire compacté	20	0	34
H	Enrochement de protection	21	0	38
	Roc	Impénétrable		

(1) La masse volumique des stériles miniers est basée sur la densité des différents types de roc dans le secteur exploité provenant du PEA (2018). La valeur utilisée est de 2,77 t/m³. Un facteur de foisonnement de 36 % a été appliqué.

(2) Angle de frottement interne estimé à partir de Bhatia et Kasturi (1996). Poids volumique estimé à partir de la fiche technique de la membrane, dont la densité est de 0,94 t/m³.

(3) Angle de frottement interne est estimé à partir de Koerner (2005) pour l'interface entre une géomembrane – géotextile de type non-tissé aiguilleté (*nonwoven needle punched*)

4.5.5 RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ

Les résultats des analyses de stabilité pour l'agrandissement de la halde à stériles sont présentés dans la présente section. Comme mentionné à la section 4.5.2, un total de cinq coupes, identifiées AA' à FF', ont été réalisées sur la halde à stériles projetée. Les sections étudiées sont présentées sur la carte 2 de l'annexe B.

Une surface de rupture globale a été analysée pour chaque coupe de la halde à stériles. De plus, pour les scénarios décrits ci-dessus, deux nappes d'eau ont été étudiées, soit un niveau de la nappe phréatique basé sur le relevé piézométrique des forages provenant des campagnes géotechniques 2021 (WSP, 2021) et 2007 (GENIVAR, 2008), ainsi qu'un niveau d'eau critique situé près de la surface du terrain naturel, correspondant respectivement à un niveau bas et un niveau élevé. Finalement, pour toutes les conditions d'analyses, les cas de chargements statique et pseudo-statique ont été évalués.

Les résultats des analyses de stabilité pour les cinq coupes sont présentés aux tableaux 4-4 à 4-8, alors que les configurations géométriques et les surfaces potentielles de rupture associées au coefficient de sécurité minimum obtenu sont montrées sur les figures à l'annexe D pour chacune des analyses effectuées.

Tableau 4-4 Résultats des analyses de stabilité de la coupe A-A'

Ouvrage	Chargement	Conditions des analyses	Condition d'eau souterraine	Facteur de sécurité minimum		Figure
				Obtenu	Requis	
Halde à stériles miniers Coupe A-A'	Statique	Surface de rupture globale	Nappe basse	2,19	1,5	4
			Nappe élevée	2,07	1,5	5
	Pseudo-statique		Nappe basse	1,99	1,1	6
			Nappe élevée	1,89	1,1	7

Tableau 4-5 Résultats des analyses de stabilité de la coupe B-B'

Ouvrage	Chargement	Conditions des analyses	Condition d'eau souterraine	Facteur de sécurité minimum		Figure
				Obtenu	Requis	
Halde à stériles miniers Coupe B-B'	Statique	Surface de rupture globale	Nappe basse	2,08	1,5	8
			Nappe élevée	2,07	1,5	9
	Pseudo-statique		Nappe basse	1,92	1,1	10
			Nappe élevée	1,91	1,1	11

Tableau 4-6 Résultats des analyses de stabilité de la coupe C-C'

Ouvrage	Chargement	Conditions des analyses	Condition d'eau souterraine	Facteur de sécurité minimum		Figure
				Obtenu	Requis	
Halde à stériles miniers Coupe C-C'	Statique	Surface de rupture globale	Nappe basse	1,95	1,5	12
			Nappe élevée	1,80	1,5	13
	Pseudo-statique		Nappe basse	1,80	1,1	14
			Nappe élevée	1,65	1,1	15

Tableau 4-7 Résultats des analyses de stabilité de la coupe D-D'

Ouvrage	Chargement	Conditions des analyses	Condition d'eau souterraine	Facteur de sécurité minimum		Figure
				Obtenu	Requis	
Halde à stériles miniers Coupe D-D'	Statique	Surface de rupture globale	Nappe basse	1,98	1,5	16
			Nappe élevée	1,98	1,5	17
	Pseudo-statique		Nappe basse	1,82	1,1	18
			Nappe élevée	1,80	1,1	19

Tableau 4-8 Résultats des analyses de stabilité de la coupe E-E'

Ouvrage	Chargement	Conditions des analyses	Condition d'eau souterraine	Facteur de sécurité minimum		Figure
				Obtenu	Requis	
Halde à stériles miniers Coupe E-E'	Statique	Surface de rupture globale	Nappe basse	2,05	1,5	20
			Nappe élevée	2,04	1,5	21
	Pseudo-statique		Nappe basse	1,89	1,1	22
			Nappe élevée	1,91	1,1	23

4.5.6 DISCUSSION DES RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ

Les résultats des analyses de stabilité montrent que les coefficients de sécurité minimaux respectent les recommandations décrites dans le Guide de restauration (MERN, 2017), ainsi que la D019 sur l'industrie minière (MDDELCC, 2012). Dans tous les cas analysés, un coefficient de sécurité supérieur à 1,5 a été obtenu pour un chargement statique et un coefficient de sécurité supérieur à 1,1 a été obtenu pour le cas de chargement pseudo-statique.

L'interprétation des analyses de stabilité réalisées dans le cadre de ce mandat suggère qu'un agrandissement de la halde à stériles miniers présentant des pentes de 3H :1V jusqu'à l'élévation 419 m peut être construit (tel que présenté dans les plans fournis à l'annexe A) conformément aux critères de stabilité établis.

5 CLASSIFICATION DE LA HALDE

Comme spécifié dans le Guide de restauration du MERN (2017), les aires d'accumulation de stériles miniers doivent être classifiées afin d'aider à l'identification des risques qui leur sont rattachés.

La classification de la halde à stériles pour la stabilité et les risques de danger a été étudié selon la classification proposée par Hawley and Cuning (2017). Cette méthode de classification propose sept principaux groupes rassemblant 22 facteurs d'évaluation.

L'évaluation des groupes *Paramètres régionaux*, *Conditions de la fondation* et *Qualité des matériaux* mène à l'estimation de l'indice d'ingénierie géologique (EGI). L'évaluation des groupes *Géométrie et masse*, *Analyses de stabilité*, *Construction* et *Performance* mène à l'estimation de l'indice de conception et de performance (DPI). La combinaison de ces deux indices permet de conclure sur la classe de stabilité de la halde étudiée, donnant l'indice de stabilité (WSR) ainsi que le risque (WHC). La pondération du pointage des indices se fait en fonction du poids alloué à chacun des 22 facteurs.

Le schéma de cette classification est illustré à la figure 5-1 et présente les sept principaux groupes, leurs facteurs respectifs (22 facteurs au total) ainsi que les indices permettant de déterminer la classification pour la stabilité et pour le risque.

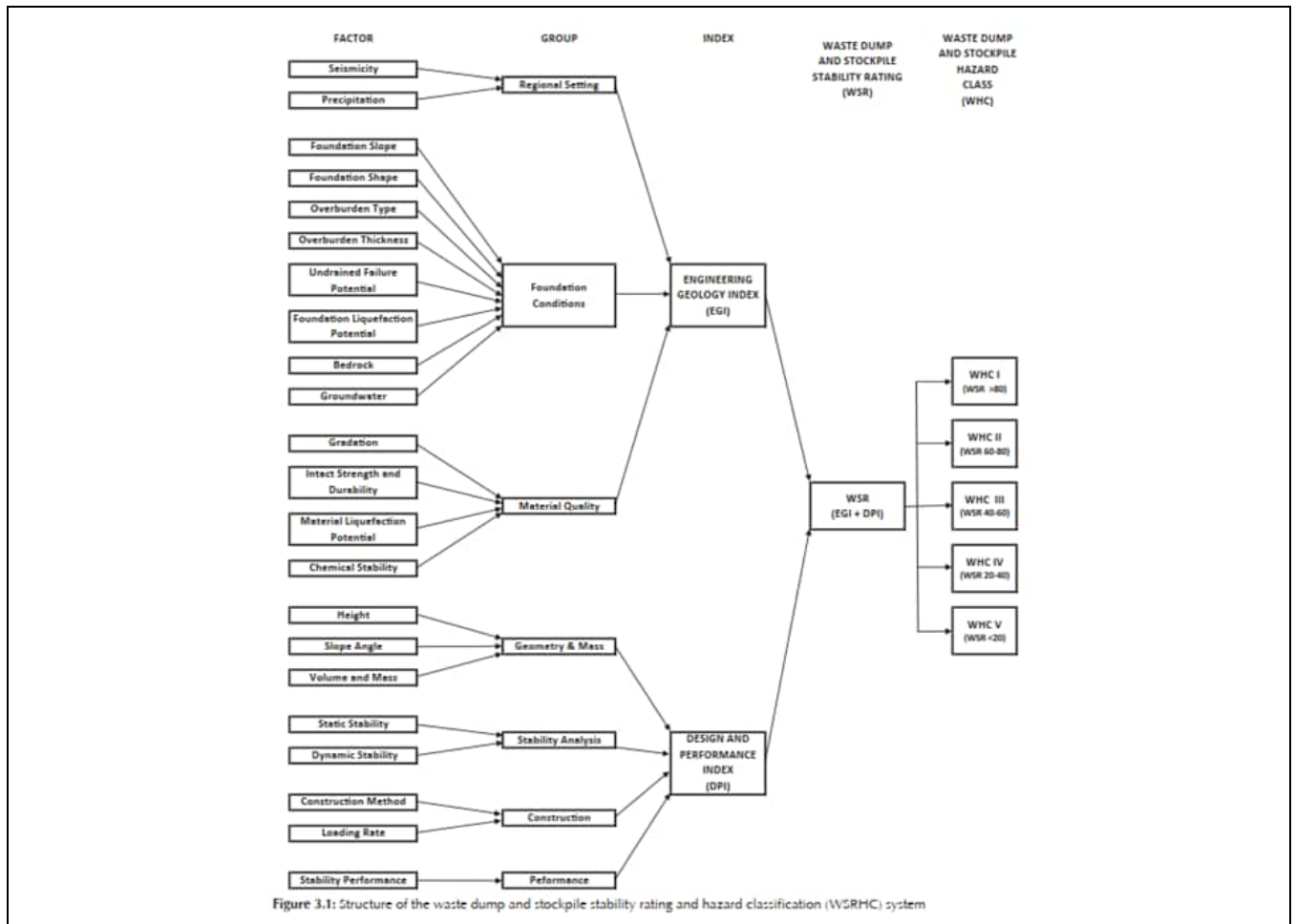


Figure 5-1 Structure de classification des haldes (Hawley et Cuning, 2017. Pg 32)

La méthodologie présentée à la figure 5-1 a été appliquée pour l'agrandissement de la halde à stériles imperméabilisée. Le tableau 5-1 présente les pointages attribués à chacun des principaux groupes et leurs facteurs respectifs afin d'obtenir les indices EGI et DPI. La classification détaillée de la halde analysée dans la présente étude ainsi que les valeurs de chaque facteur retenu sont présentées à l'annexe F.

Tableau 5-1 Pointage attribué pour la halde à stériles en fonction de l'évaluation des 7 principaux groupes et les facteurs respectifs

Indices	Groupes de facteurs	Pointage Halde à stériles
EGI	Paramètres régionaux	6,00
	Conditions de la fondation	13,75
	Qualité des matériaux	7,00
DPI	Géométrie et masse	8,50
	Analyse de stabilité	10,00
	Construction	7,00
	Performance	7,50

La classification de Hawley et Cuning (2017) regroupe cinq classes de risques d'instabilité associés au pointage attribué selon les différents facteurs mentionnés précédemment. Pour un pointage WSR entre 0 et 20, le risque d'instabilité est catégorisé comme étant un « danger très élevé » avec un indice WHC de V, alors que pour un pointage WSR entre 80 et 100, le risque d'instabilité est catégorisé comme étant un « danger très faible » avec un indice WHC de I. Le tableau 5-2 présente la combinaison des indices EGI et DPI menant à la classification de stabilité (WSR) et de risque (WHC).

Tableau 5-2 Classification de stabilité et de risque de la halde à stériles

Halde	EGI	DPI	WSR	WHC	Risque d'instabilité
Stériles	28,25	33,00	59,75	III	Modéré

Une classe de risques III a été attribuée à la halde à stériles, ce qui représente les risques « modérés ». La cote de stabilité (WSR) obtenue est de 59,75, ce qui positionne la halde dans le haut de cette classe de risques ($40 < \text{WSR} < 60$).

Les variations de pointage pour les différents facteurs de chaque groupe ont été choisies de façon conservatrice. De plus, la halde à stériles est favorisée par un certain nombre de facteurs qui sont à son avantage, tels que les pentes des fondations ainsi que l'élévation et le volume, qui ont des valeurs relativement faibles, ce qui permet d'attribuer une évaluation positive. Les résultats des analyses de stabilité statique et pseudo-statique, présentées à la section 4.5.5, montrent des facteurs de sécurité supérieurs aux valeurs recommandées, respectivement de 1,50 et de 1,10.

6 CONCEPTION DES INFRASTRUCTURES DE GESTION DES EAUX

6.1 SOL DE FONDATION

6.1.1 BASSIN A

Dans la zone à l'étude du bassin A, un forage a été réalisé au cours de la campagne géotechnique de 2021 (WSP, 2021). Il s'agit du forage BA-F01-21. Basée sur les données recueillies dans le forage BA-F01-21, la stratigraphie se présente comme suit :

- Une couche de matière organique (terre végétale) d'une épaisseur de 0 à 0,13 m;
 - Un dépôt de sable avec des traces de silt à silteux et des traces de gravier avec une épaisseur entre 0,13 et 7,77 m et qui repose directement sur le socle rocheux;
 - Le socle rocheux se situe à une profondeur de 7,7 m (élévation de 399,46 m).
-

6.1.2 BASSIN D

Deux tranchées de reconnaissance ont été réalisées dans le secteur du bassin D au cours de la campagne géotechnique 2021 (WSP, 2021). Il s'agit des tranchées BD-TR01-21 et R-TR01-21. De plus, deux forages de la même campagne sont présents dans la zone à l'étude, soit les forages BD-F01-21 et BD-F02-21.

Selon les données de sondages, la stratigraphie de la zone du bassin D comprend :

- Une couche de remblai de sable et présence de débris sur une épaisseur variant de 0 à 0,18 m;
 - Une couche de matière organique (terre végétale) d'une épaisseur entre 0 et 0,46 m;
 - Un dépôt de sable avec traces de silt et gravier d'une profondeur entre 0,23 à 1,22 m;
 - Un dépôt de sable et silt à silteux avec des traces de gravier et parfois avec des traces d'argile, d'une profondeur entre 0 à 3,23 m qui repose sur le socle rocheux;
 - Le socle rocheux a été atteint à une profondeur entre 0,15 et 3,23 m.
-

6.1.3 BASSIN P

Deux (2) forages stratigraphiques ont été réalisés dans le secteur du futur bassin P au cours de la campagne géotechnique 2022. Les forages présentent une stratigraphie comme suit :

- Une couche de sable avec des traces à un peu de silt ainsi que des traces de gravier. Le dépôt devient plus silteux en profondeur et on observe un dépôt de silt au droit du forage F34-22.
- Le socle rocheux intercepté à une profondeur entre 9,07 m et 14,98 m.

6.2 DESCRIPTION DES INFRASTRUCTURES DE GESTION DES EAUX PROPOSÉES

6.2.1 BASSINS A, D ET P

Le bassin de transition A ainsi que le bassin de polissage P sont des ouvrages construits principalement en excavation dans le terrain naturel et permettent de contenir les volumes précisés à la section 6.4.2 et résumés au tableau 6-4. Leurs profondeurs varient de 2,5 à 5,0 m. Les pentes d'excavation ainsi que les pentes de remblai pour l'enrochement proposé sont de 2,5H :1V pour ces bassins. Un chemin d'entretien d'une largeur de 5,0 m est également prévu autour des bassins afin de permettre l'entretien. Le dévers des chemins d'entretien est de 2 % vers l'intérieur des bassins afin de gérer l'eau de ruissellement.

Un troisième bassin (bassin D) est prévu pour gérer la crue de projet et celui-ci est décrit à la section 6.5.1.

La configuration proposée est présentée dans les plans fournis à l'annexe A.

6.2.2 FOSSÉS COLLECTEURS

Les fossés ont été positionnés de façon qu'ils puissent collecter les eaux d'exfiltration et de ruissellement et être connectés aux complexes d'étanchéité de la halde à stérile. Ils ont été optimisés de façon à ce qu'ils soient gravitaires en limitant l'utilisation de pompes. La majorité des tronçons sont en excavation suivant des pentes de 2H :1V.

Le fossé ceinturant la halde de stérile a une largeur d'écoulement à son radier de 1 m, une hauteur totale, incluant la revanche de 0,3 m, de 1,2 m ainsi qu'une pente longitudinale variant de 0,2 à 0,3 %. L'enrochement de protection proposé pour l'ensemble des fossés collecteurs est de calibre 50-150 mm sur une épaisseur de 300 mm, conformément aux recommandations de la section 6.4.2.

La configuration proposée est présentée dans les plans fournis à l'annexe A.

6.3 CLASSIFICATION PRÉLIMINAIRE DES DIGUES

6.3.1 CONTENU LÉGISLATIF QUÉBÉCOIS

Comme spécifié dans le Guide de restauration du MERN, les ouvrages de rétention doivent être classifiés afin d'aider à l'identification des risques qui leur sont rattachés. La classification des ouvrages permet ensuite de tenir compte des conséquences associées à la rupture lors de la conception. Conformément aux exigences de la D019, les ouvrages de rétention avec retenue d'eau doivent être conçus pour contenir la crue de projet. Un déversoir d'urgence doit être aménagé afin d'évacuer de façon sécuritaire la crue maximale probable (CMP). De plus, selon la D019, la récurrence du séisme de conception ne doit pas être inférieure à la probabilité de dépassement annuelle de 1/2475 ans.

Il est à noter que la digue du bassin D n'est pas assujettie ni à la Loi sur la sécurité des barrages ni au Règlement sur la sécurité des barrages du gouvernement du Québec (voir section 6.3.2).

6.3.2 CLASSIFICATION DU NIVEAU DE CONSÉQUENCES

La province de Québec ne possède pas sa propre directive de classification des risques liés aux digues. Selon les bonnes pratiques pour les digues, il est nécessaire d'identifier et d'évaluer, de manière structurée, les dangers associés à une défaillance potentielle de la digue du bassin D, et de sélectionner des critères de conception appropriés, en particulier pour la conception de la gestion des séismes et des inondations.

Les lignes directrices sur la sécurité des barrages de l'ACB sont couramment utilisées comme lignes directrices acceptables dans l'industrie. La classification proposée par l'ACB permet d'évaluer qualitativement les conséquences d'une rupture et, par conséquent, le risque associé. Cette classification est basée sur les considérations suivantes :

- Population à risque en aval;
- Potentiel pour des pertes de vie;
- Potentiel de dommage environnemental et culturel;
- Potentiel d'impacts sur les infrastructures et perte économique.

Le dernier système de classification de l'ACB (2014) est présenté au tableau 6-1 et les critères de conception sismiques et d'inondation associés sont fournis au tableau 6-2.

Tableau 6-1 Guide pour le classement des ouvrages de retenue, par catégorie de conséquences potentielles d'une rupture ⁽¹⁾

Classement de l'ouvrage	Population à risque	Pertes incrémentales		
		Pertes de vie	Pertes sur le plan de l'environnement et de la culture	Pertes d'infrastructures et économiques
Risque faible	Aucune	0	<ul style="list-style-type: none"> · Minimales à court terme. · Aucune à long terme. 	<ul style="list-style-type: none"> · Faibles; secteur comptant un nombre limité d'infrastructures et/ou de services
Risque important	Temporaire seulement	Non spécifié	<ul style="list-style-type: none"> · Marginales, aucune détérioration significative de l'habitat. · Restauration ou indemnisation envisageable. 	<ul style="list-style-type: none"> · Installations de loisirs, de lieux de travail saisonnier et de voies de transport peu utilisées.
Risque élevé	Permanente	10 ou moins	<ul style="list-style-type: none"> · Détérioration d'une partie importante de l'habitat. · Restauration ou indemnisation envisageable. 	<ul style="list-style-type: none"> · Infrastructures, transport public et installations commerciales. · Pertes économiques élevées.
Risque très élevé	Permanente	100 ou moins	<ul style="list-style-type: none"> · Détérioration d'une partie importante de l'habitat essentiel. · Restauration ou indemnisation possible, mais non pratique. 	<ul style="list-style-type: none"> · Infrastructures et services importants (autoroutes, installations industrielles ou d'entreposage de produits dangereux). · Pertes économiques très élevées.
Risque extrême	Permanente	Plus de 100	<ul style="list-style-type: none"> · Détérioration d'une partie majeure de l'habitat essentiel. · Restauration ou indemnisation impossible. 	<ul style="list-style-type: none"> · Infrastructures et services essentiels (hôpitaux, complexes industriels importants ou grandes installations d'entreposage de produits dangereux). · Pertes économiques extrêmes.

1. Reproduit à partir des recommandations de l'ACB 2014.

Tableau 6-2 Niveaux cibles pour l'évaluation des dangers des crues et sismiques proposés par l'ACB en fonction des niveaux de risque

Classement de risque des barrages	Probabilité annuelle de dépassement (PAD) – Crues ¹	Probabilité annuelle de dépassement (PAD) du séisme ⁴
Risque faible	1/100	1/100 PAD
Risque important	Entre 1/100 et 1/1 000 ²	Entre 1/100 et 1/1 000
Risque élevé	1/3 entre 1/1 000 et la CMP ³	1/2 475 ⁵
Risque très élevé	2/3 entre 1/1 000 et la CMP ³	1/2 entre 1/2475 ⁵ et 1/10 000 ou SMP ⁶
Risque extrême	CMP ³	1/10 000 ou SMP ⁶

1. Une simple extrapolation des statistiques sur les crues dont la PAD dépasse 10^{-3} n'est pas acceptable.
2. Déterminer à partir d'une analyse des effets incrémentaux de la crue, de l'exposition et des conséquences de rupture.
3. La crue maximale probable (CMP) n'a pas de probabilité associée.
4. Les valeurs moyennes d'estimation des niveaux de PAD pour les tremblements de terre doivent être utilisées. Les tremblements de terre et la PAD, comme définie ci-dessus, sont ajoutés comme facteurs contributifs pour élaborer les paramètres de mouvement sismique du terrain pour dimensionnement (MSTD) comme décrits à la section 6,5 des Recommandations de sécurité des barrages (ACB, 2013).
5. Ce niveau a été choisi parce qu'il correspond au niveau de mouvement sismique du Code national du bâtiment du Canada.
6. Le séisme maximum probable (SMP) n'a pas de PAD associée.

Dans le cadre de ce mandat, une classification préliminaire de la digue est proposée. Sur la base du système de classification des ouvrages de l'ACB, WSP considère que la classification de la digue du bassin D du site Windfall est **élevé** pour les raisons qui suivent :

- La population à risque en aval du bassin D est temporaire, constituée des travailleurs au site;
- Considérant que la population à risque est temporaire, le nombre de pertes de vie à la suite d'une rupture de la digue du bassin D n'est pas spécifié;
- Compte tenu de l'eau potentiellement acide, les pertes incrémentales reliées à l'environnement et à la culture pourraient présenter une détérioration importante de l'habitat;
- Les pertes incrémentales reliées aux infrastructures et aux pertes économiques sont marginales, pouvant impacter des infrastructures de travail seulement ainsi que des voies de transport peu utilisées.

Le classement de l'ouvrage est basé principalement sur les pertes incrémentales. Dans ce cas, l'aspect environnemental dicte la classification. Considérant que la classification préliminaire a été évaluée à risque élevé, une analyse de bris de digue est recommandée.

6.3.3 CRITÈRES DE CONCEPTION RETENUS

Étant donné que l'ouvrage est situé sur le territoire québécois, les critères de conception du bassin D les plus restrictifs ont été sélectionnés entre la D019 et ceux recommandés par l'ACB.

Selon la classification de l'ACB, la digue du bassin D est considérée à risque élevé puisque les risques d'impact sur l'environnement sont considérables.

Les critères de conception recommandés par D019 sont jugés plus restrictifs et ont été retenus :

- 1 Le bassin D sera conçu pour retenir la crue de projet (voir la section 6.4.1.3).
- 2 Un déversoir d'urgence sera conçu pour évacuer de façon sécuritaire la CMP.
- 3 Le séisme de conception sera de récurrence minimale de 1 : 2 500.

Ainsi, pour le site du bassin D, l'accélération maximum au sol (AMS) de catégorie d'emplacement sismique C serait de 0,052 g pour un séisme présentant une probabilité de dépassement de 2 % en 50 ans (1 : 2 500 ans). La catégorie

d'emplacement sismique de site utilisée est présentée à la section 4.3.1.1. Dans les analyses de stabilité pseudo-statique, le séisme est représenté par une force horizontale représentant l'accélération sismique. Le coefficient sismique k_h retenu pour les analyses de stabilité pseudo-statique est considéré égal à 50 % de l'AMS. Une valeur de 0,026 g est considérée pour le k_h .

6.4 CONCEPTION HYDROTECHNIQUE

6.4.1 MÉTHODES D'ANALYSES

6.4.1.1 BASSINS VERSANTS

Afin de réaliser la conception des fossés collecteurs ainsi que des bassins de transition et d'accumulation pour l'étape de l'échantillonnage en vrac, un modèle PCSWMM du site a été réalisé. Ce logiciel incorpore à la fois les éléments hydrologiques (p. ex. bassins et sous-bassins-versants) et hydrauliques (p. ex. fossés, ponceaux et bassins de rétention) dans un même modèle unidimensionnel (1D). Une fois les réseaux et leurs surfaces tributaires intégrés aux modèles hydrologique et hydraulique, il est possible de caractériser leurs comportements grâce aux simulations d'événements de pluie. Pour ce faire, les paramètres d'infiltration sont sélectionnés afin d'assurer une évaluation juste de l'écoulement lors des événements de pluie.

La délimitation des bassins versants (et sous-bassins) a été faite à partir des informations LiDAR fournies par le client, des orthophotos du site, ainsi que de la topographie des infrastructures projetées (halde à stérile, bassins, etc.). La modélisation du site dans le logiciel PCSWMM est présentée à la figure 6-1.

Le tableau 6-3 présente les superficies des bassins versants de chaque bassin d'accumulation et de rétention sur le site, comme montré à la figure 6-1.

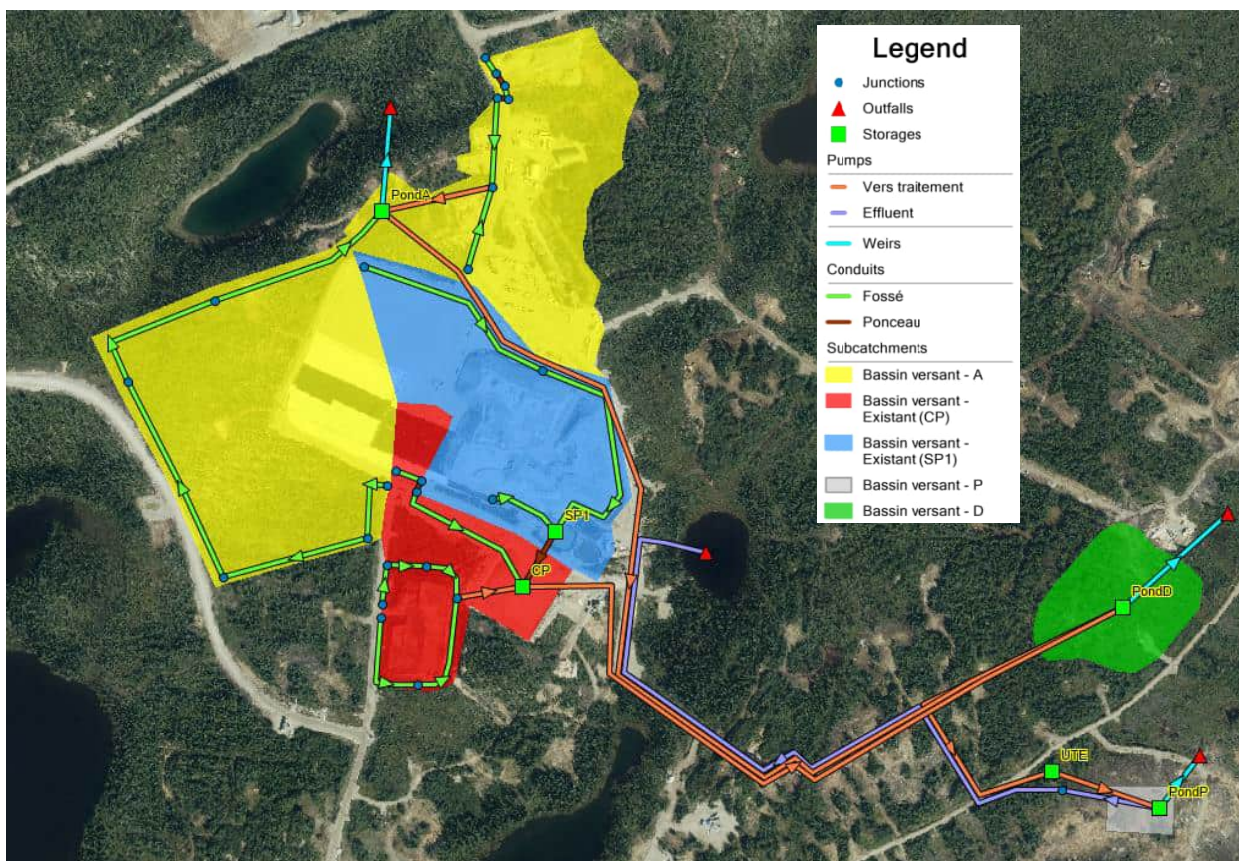


Figure 6-1 Modélisation du site dans le logiciel PCSWMM

Tableau 6-3 Superficie des bassins versants

Bassin versant	Superficie (ha)	Note
Bassin A (jaune)	21,44	-
Bassin SP1 (bleu)	8,14	-
Bassin CP (rouge)	5,05	Excluant la superficie tributaire du bassin SP1
Bassin D (vert)	2,86	Excluant la superficie tributaire des autres bassins qui se rejettent vers le bassin D
Bassin P (blanc)	0,57	Excluant la superficie tributaire des autres bassins qui se rejettent vers le bassin P

6.4.1.2 FOSSÉS COLLECTEURS

Les fossés collecteurs autour des infrastructures ont été conçus avec une forme trapézoïdale et une pente longitudinale minimum de 0,2 %. Conformément aux recommandations de la D019, ils ont été dimensionnés pour une pluie de récurrence 100 ans, avec une revanche de 0,3 m minimum. La distribution utilisée dans le modèle PCSWMM est la pluie de type SCS type II, de durée 24 h et la quantité totale de pluie correspondante est donc de 107,8 mm (Golder, 2020). Une augmentation de 18 % a ensuite été appliquée pour prendre en compte l'effet des changements climatiques sur les événements de pluie extrêmes. Le total de pluie avec considération des changements climatiques est donc de 127,2 mm. L'engrochement dans les fossés a été dimensionné en fonction des vitesses d'écoulement, selon les recommandations du Manuel de conception des ponceaux (MTQ, 2019).

6.4.1.3 BASSINS

Le bassin de transition A a également été conçu pour gérer cette pluie SCS 24 h de récurrence 100 ans sans débordement, et avec une revanche minimum de 0,5 m.

Le bassin d'accumulation D a quant à lui été conçu pour pouvoir contenir la crue printanière de période de retour 100 ans (plus contraignant que la pluie SCS 24 h de récurrence 100 ans pour ce bassin, qui accumule de l'eau à long terme), avec une revanche de 1 m. À cette fin, les IDF de pluie et neige d'Environnement Canada ont été utilisés pour la station de Lebel-sur-Quévillon, soit un total de 342,4 mm répartis sur 30 jours. D'après la littérature existante à ce sujet (URSTM, 2017 et MELCC, 2018), l'accumulation maximale de neige durant l'hiver aura tendance à diminuer dans le futur, avec une fonte plus hâtive, mais des débits à la fonte plutôt à la baisse (ou absence de consensus). C'est pourquoi aucune augmentation n'a été appliquée pour la crue printanière. À noter que la vérification a été faite que dans les conditions de cette analyse, le bassin D a la capacité pour gérer la crue de récurrence 2 000 ans (pluie SCS 24 h d'un total de 177,9 mm en considérant les changements climatiques).

Enfin, pour la conception du bassin de polissage P, ses apports dans les conditions de cette analyse consistent de son propre bassin versant (c.-à-d. l'eau de pluie tombant directement sur le bassin) et des eaux sortant de l'usine de traitement des eaux, avec un débit moyen de 80 m³/h et maximal de 150 m³/h. Le bassin a été dimensionné de façon à pouvoir retenir les eaux arrivant au débit maximal de 150 m³/h pendant 48 h, sans pompage vers l'effluent.

À noter également qu'il a été considéré, pour la conception des infrastructures de gestion de l'eau, que toutes les eaux d'exhaure sont dirigées vers le bassin D, avec un débit maximum de 55 m³/h (0,015 m³/s) dans les conditions de cette analyse. De plus, il a été considéré un débit maximum de 150 m³/h (0,041 m³/s) à la sortie du bassin D, vers l'usine de traitement des eaux, qui fonctionnera toute l'année.

Enfin, pour tous les bassins, un certain volume mort a été considéré, en plus du volume utile pour gérer la crue de conception et de la revanche. Ce volume mort correspond au volume en dessous du niveau minimal de démarrage des pompes, ainsi qu'à un volume pour fins d'exploitation (en dessous du niveau normal d'exploitation). Ceci a pour objectif d'assurer que le volume utile pour gérer la crue de conception soit réellement disponible si celle-ci survenait, en considérant que les bassins ne sont pas toujours maintenus complètement vides.

6.4.1.4 REVANCHE

La D019 préconise une revanche de 1 m pour les ouvrages de rétention avec retenue d'eau, mais ne spécifie pas de revanche minimale à respecter pour les ouvrages de gestion de l'eau sans retenue d'eau, comme les fossés ou bassins de transition. Ainsi, une revanche de 0,5 m minimum a été considérée dans le cadre de cette étude pour le bassin de transition A. Par ailleurs, une revanche de 1 m a été prise en compte dans le cadre de la conception du bassin D et du bassin de polissage P, puisque ces derniers sont considérés comme des ouvrages avec retenue d'eau.

6.4.1.5 DÉVERSOIR D'URGENCE

Les déversoirs d'urgence doivent être capables d'évacuer de façon sécuritaire la crue maximale probable (CMP), tout en évitant que l'intégrité de l'ouvrage de rétention ne soit affectée. La CMP se définit comme étant la plus forte crue susceptible de se produire en supposant que soient combinées les pires conditions météorologiques et hydrologiques possibles dans la région. Selon les recommandations de la D019, la CMP est le cumulatif d'une PMP d'une durée de 24 h et une fonte de neige avec une récurrence de 1:100 ans étalée sur 30 jours. Cette crue sera utilisée dans le cadre de notre étude.

6.4.2 RÉSULTATS

6.4.2.1 BASSINS

Le tableau 6-4 présente les caractéristiques des différents bassins prévus sur le site de Windfall. À noter que le volume utile présenté représente un volume minimum requis.

Tableau 6-4 Caractéristiques des bassins proposés

Bassin	Méthode de construction	Type	Volume utile (crue de projet) (m³)	Débit max pompe sortant (m³/h)	Revanche minimum (m)
A	Excavation	Transition	8 500	180	0,5
D	Digue de retenue	Accumulation	37 500	150	1,0
P	Excavation	Polissage	7 500	150	1,0

Les niveaux des différents bassins proposés ont été établis suivant les recommandations de la section 6.4.1. Un résumé des niveaux d'opérations est présenté au tableau 6-5. L'eau dans le bassin A doit être maintenue au niveau minimal en tout temps.

Tableau 6-5 Niveaux d'opération des bassins

Bassin	Niveau minimal (m)	Niveau maximal (m)
A	404,0	405,4
D	398,0	402,5
P	396,0	398,0

6.4.2.2 FOSSÉS COLLECTEURS

En ce qui concerne le fossé à aménager sur le site, le dimensionnement suivant a été retenu :

- Fossés autour de la halde à stérile (vers bassin A) : trapézoïdaux, pente 2 :1, largeur minimum au fond de 1m et hauteur minimum de 1,5 m.

Conformément à la section 6.4.1 et compte tenu des vitesses d'écoulement faibles durant la crue de conception, le calibre d'engrènement minimal requis (D_{50}) pour les fossés collecteurs est de 100 mm.

6.4.2.3 DÉVERSOIRS D'URGENCE

Les déversoirs d'urgence proposés permettant de rencontrer les critères de conception sont les suivants :

- Bassin A : Forme trapézoïdale avec pentes 4H;1V, largeur de 15,0m et une hauteur de 0,5m;
- Bassin D : Forme trapézoïdale avec pentes 4H;1V, largeur de 2,0m et une hauteur de 1,0m;
- Bassin P : Forme trapézoïdale avec pentes 2H;1V, largeur de 2,0m et une hauteur de 0,5m.

6.5 CONCEPTION GÉOTECHNIQUE DU BASSIN D

6.5.1 CONFIGURATION PROPOSÉE

Le bassin d'accumulation D proposé est ceinturé par une digue longeant les côtés nord, est et sud alors qu'il est retenu par le terrain naturel du côté ouest. La digue est construite avec un matériau granulaire non générateur d'acide, compacté à 95 % du Proctor modifié. Les pentes de la digue sont de 3H : 1V en amont et de 2,5H : 1V pour celles en aval. Du côté ouest de la digue, le terrain naturel aurait une pente initiale de 3H : 1V jusqu'au niveau de la route et ensuite une pente de 2,5H : 1V. Un tapis drainant constitué de sable et gravier enveloppé d'un géotextile de type Texel 918 est prévu sous le pied aval de la digue. La crête proposée est d'une largeur de 8,0 m et des blocs de sécurité seront requis de chaque côté, puisque la hauteur de chute excédera 3,0 m. Le fond ainsi que le parement amont de la digue seront entièrement recouverts d'une géomembrane d'étanchéité, comme spécifié à la section 3.3.1.

Tel que décrit dans la section 3.3.1, un enrochement de protection de calibre 20-600 mm est prévu dans tout le bassin afin d'offrir une protection contre l'érosion et sur une épaisseur suffisante pour permettre la circulation d'une excavatrice au fond du bassin pour faciliter son entretien. L'enrochement protégera également contre le soulèvement de la géomembrane. Enfin, les talus aval seront protégés par de la terre végétale recyclée provenant du décapage dans l'emprise du bassin.

La configuration proposée pour le bassin D est présentée dans les plans fournis à l'annexe A.

6.5.2 CATÉGORIE D'EMPLACEMENT SISMIQUE ET ALÉA SISMIQUE

La catégorie d'emplacement sismique du site sert à l'analyse du potentiel de liquéfaction ainsi qu'à la stabilité des pentes. Comme mentionné à la section 4.3.1.1 la catégorie d'emplacement sismique du site est « C ».

De plus, tel que décrit à la section 6.3.3 – Critères de conception retenus, la D019 ne recommande pas une récurrence du séisme de conception inférieur à la probabilité de dépassement annuelle de 1 : 2 500 ans. Ainsi, pour le site du bassin D, l'AMS pour la catégorie d'emplacement sismique « C » serait de 0,052 g pour un séisme présentant une probabilité de dépassement de 2 % en 50 ans (1 : 2 500 ans). Dans les analyses de stabilité pseudo-statique, le séisme est représenté par une force horizontale représentant l'accélération sismique. Le coefficient sismique k_h retenu pour les analyses de stabilité pseudo-statique est considéré égal à 50 % de l'AMS. Une valeur de 0,026 g est considérée, comme pour la halde à stériles.

6.5.3 ÉVALUATION DU POTENTIEL DE LIQUÉFACTION

Des analyses ont été réalisées afin de vérifier si les sols de fondation du site de Windfall possèdent ou non les propriétés mécaniques pour se liquéfier lors d'un séisme important. Comme décrit à la section 4.4 – Évaluation du potentiel de liquéfaction et selon les résultats des calculs basés sur la méthode simplifiée (Boulanger et Idriss, 2014), les dépôts pulvérulents rencontrés au site ne sont pas liquéfiables.

6.5.4 ANALYSES DE STABILITÉ

6.5.4.1 MÉTHODE DE CALCULS

La section 4.5.1 – Méthode de calcul présente la méthode utilisée pour les analyses de stabilité pour la halde à stériles. La méthodologie retenue pour ces analyses a également été appliquée pour les analyses de stabilité pour les digues du bassin D.

6.5.4.2 SÉLECTION DES COUPES

Les différentes coupes ont été sélectionnées selon les secteurs potentiellement critiques d'un point de vue de la stabilité, c'est-à-dire les secteurs pour lesquels :

- L'épaisseur du dépôt meuble est la plus importante;
- Le talus naturel est le plus critique, par exemple une pente la plus abrupte;
- La hauteur de la digue est maximale.

Ainsi, une coupe traversant le bassin du sud-est vers le nord-ouest a été réalisée sur la digue (côté nord-ouest) et sur une pente directement sur le roc (côté sud-est) du bassin D. Le tableau 6-6 présente la coupe retenue ainsi que la justification du choix de la coupe. La coupe analysée est présentée sur la carte 3 de l'annexe B.

Tableau 6-6 Justifications du choix des coupes analysées pour le bassin D

BASSIN	COUPE	JUSTIFICATIONS
D	BD-BD'	<ul style="list-style-type: none">— Hauteur de la digue maximale.— L'épaisseur de dépôt meuble est importante.— Le matériel est déposé en pente sur le roc dynamité.

6.5.4.3 CONDITIONS D'EAU SOUTERRAINE

Les niveaux de la nappe phréatique utilisés pour les analyses de stabilité sont basés, lorsque disponibles, sur le relevé des niveaux d'eau mesurés dans les tubes ouverts installés dans les trous de forages lors de la campagne géotechnique de l'été 2021 (WSP, 2021). Dans le cas de la digue D, comme peu d'information est disponible concernant le niveau de la nappe dans le secteur, il a été jugé conservateur de considérer un niveau d'eau élevé pour un niveau d'eau maximal de 402,5 m et vide dans le bassin.

De plus, une analyse d'écoulement simplifié de l'eau sous la digue a été réalisée à l'aide du logiciel Seep/W, afin de confirmer les hypothèses d'écoulement. L'analyse a permis de confirmer les hypothèses d'écoulement ainsi que de justifier l'utilisation d'un tapis drainant sous la portion aval de la digue.

6.5.4.4 PROPRIÉTÉS GÉOTECHNIQUES DES MATÉRIAUX

Les propriétés géotechniques des différents matériaux ont été établies à partir des informations provenant des forages dans les secteurs à l'étude lors de la campagne d'investigations géotechniques 2021 (WSP, 2021), la campagne 2007 (GENIVAR, 2008) ainsi que les résultats des essais en laboratoire comme mentionné à la section 4.5.4.

Le tableau 6-7 présente les valeurs des propriétés utilisées des matériaux rencontrés lors des analyses de stabilité.

Tableau 6-7 Propriétés des matériaux utilisés dans les analyses de stabilité du bassin D

Matériaux		Masse volumique (kN/m ³)	Cohésion (kPa)	Angle de friction (°)
A.	Terre végétale	13,5	0	27
B.1	Sable avec traces de silt et gravier, lâche à très lâche	18	0	27
B.2	Sable, un peu à traces de gravier et traces de silt, compact	18,5	0	32
B.3	Sable silteux à traces de silt et gravier, dense	19,5	0	34
B.4	Sable, un peu de gravier et traces de silt, devenant très dense	19,5	0	36
B.5	Sable silteux à un peu de silt, traces d'argile, compact	18,5	0	32
B.6	Silt sableux à sable silteux, traces de gravier, dense	17,5	0	34
C.1	Sable et gravier à graveleux, un peu à traces de silt, compact	20	0	32
C.2	Sable et gravier à graveleux, un peu à traces de silt, dense	20	0	36
D	Stérile minier ⁽¹⁾	19	0	35
E	Minerai	20	0	36
F-1	Système d'imperméabilisation avec PEHD lisse ⁽²⁾	9,50	0	16
F-2	Système d'imperméabilisation avec PEHD texturé ⁽³⁾	9,50	0	24
G.1	Remblai compacté	20	0	34
G.2	Remblai compacté de la digue	20	0	32
H	Enrochement de protection	21	0	38
I.	Sable et gravier – Tapis drainant	21	0	34
	Roc	Impénétrable		

- (1) La masse volumique des stériles miniers est basée sur la densité des différents types de roc dans le secteur exploité provenant du PEA (2018). La valeur utilisée est de 2,77 t/m³. Un facteur de foisonnement de 36 % a été appliqué.
- (2) Angle de frottement interne estimé à partir de Bhatia et Kasturi (1996). Poids volumique estimé à partir de la fiche technique de la membrane, dont la densité est de 0,94 t/m³.
- (3) Angle de frottement interne est estimé à partir de Koerner (2005) pour l'interface entre un géomembrane – géotextile de type non tissé aiguilleté (*nonwoven needle punched*)

6.5.4.5 RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ

Les analyses de stabilité concernant les digues du bassin D sont présentées dans la présente section. Une coupe représentant les conditions les plus critiques a été réalisée sur la digue. L'emplacement de cette coupe est présenté sur la carte 3 de l'annexe B.

Une rupture globale du côté aval et du côté amont a été analysée pour la coupe. Les analyses du côté amont ont été réalisées avec un niveau d'eau maximale dans le bassin à l'élévation 402,5 m, ainsi qu'un niveau d'eau minimal, soit le bassin vide.

Pour toutes les conditions d'analyses, les cas de chargement statique et pseudo-statique ont été évalués. La condition de drainage rapide a été jugée non nécessaire pour l'évaluation de la stabilité considérant que le corps de la digue ne sera pas saturé en eau. De plus, les matériaux au-dessus de la membrane sont des matériaux drainants et très perméables. Selon Duncan (1991), une analyse de vidange rapide est nécessaire lorsque le niveau d'eau change rapidement et que les pressions inertielles dans la pente n'ont pas le temps de s'équilibrer. Le matériel composant la digue (au-dessus de la géomembrane) doit être drainant d'une perméabilité supérieure à 10⁻⁴ m/s.

Les analyses de glissement horizontal et de capacité portante, comme mentionnées dans la D019, ont également été jugées non critiques pour l'évaluation de la stabilité. Le sol de fondation de la digue n'est pas susceptible au tassement et les dépôts pulvérulents rencontrés sur le site ne sont pas liquéfiables. Aucun matériau défavorable à risque de créer un glissement ou tassement n'a été rencontré lors de la campagne de forage.

Les résultats des analyses de stabilité pour la coupe sont présentés au tableau 6-8, alors que les configurations géométriques et les surfaces potentielles de rupture associées au coefficient de sécurité minimum obtenu sont montrées sur les figures à l'annexe D pour chacune des analyses effectuées.

Tableau 6-8 Résultats des analyses de stabilité de la coupe BD-BD'

Ouvrage	Chargement	Conditions des analyses	Condition d'eau	Facteur de sécurité minimum		Figure
				Obtenu	Requis	
Bassin D – Digue Coupe BD-BD' Côté digue, nord-ouest	Statique	Rupture globale – Pente aval	Bassin 402,5 m	1,62	1,5	25
		Rupture globale – Pente amont	Bassin 402,5 m	1,78	1,5	26
		Rupture globale – Pente amont	Bassin vide	1,56	1,5	27
	Pseudo-statique	Rupture globale – Pente aval	Bassin 402,5 m	1,50	1,1	28
		Rupture globale – Pente amont	Bassin 402,5 m	1,53	1,1	29
		Rupture globale – Pente amont	Bassin vide	1,39	1,1	30
Bassin D – Digue Coupe BD-BD' Côté roc, sud-est	Statique	Rupture globale – Pente aval	Bassin 402,5 m	N/A	1,5	-
		Rupture globale – Pente amont	Bassin 402,5 m	1,60	1,5	31
		Rupture globale – Pente amont	Bassin vide	1,67	1,5	32
	Pseudo-statique	Rupture globale – Pente aval	Bassin 402,5 m	N/A	1,1	-
		Rupture globale – Pente amont	Bassin 402,5 m	1,35	1,1	33
		Rupture globale – Pente amont	Bassin vide	1,55	1,1	34

6.5.4.6 DISCUSSION DES RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ

Les résultats des analyses de stabilité montrent que les coefficients de sécurité minimaux respectent les recommandations décrites dans le Guide de restauration (MERN, 2017) ainsi que la D019 sur l'industrie minière (MDDELCC, 2012) et les recommandations sur la sécurité des barrages données par l'ACB (ACB, 2014). Dans tous les cas analysés, un coefficient de sécurité supérieur à 1,5 a été obtenu pour un chargement statique et un coefficient de sécurité supérieur à 1,1 a été obtenu pour le cas de chargement pseudo-statique.

L'interprétation des analyses de stabilité réalisées dans le cadre de ce mandat suggère que la digue du bassin D, présentant une pente amont de 3H : 1V et aval de 2,5H : 1V jusqu'à l'élévation 404 m, peut être construite sans que les critères de stabilité ne soient affectés. Cependant, le contrôle des matériaux de construction de la digue peut avoir un effet sur la stabilité de celle-ci. Le matériel composant la digue (au-dessus de la géomembrane) doit être d'une perméabilité supérieure à 10^{-4} m/s. De plus, la géomembrane doit être texturée sur deux faces et présenter un angle de friction suffisant avec l'interface géomembrane-géotextile. La présence d'un tapis drainant du côté aval est requise afin de maintenir la nappe d'eau souterraine sous le niveau de la digue. De plus, le tapis drainant servira également comme point de contrôle advenant le cas où des infiltrations d'eau se présentent au sein de la digue.

7 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

WSP a été mandatée par Osisko afin de réaliser l'ingénierie détaillée en vue de l'exécution des travaux planifiés en 2023, soit l'agrandissement de la halde à stériles existante et des infrastructures de gestion des eaux.

Le présent rapport technique présente les documents de référence consultés, les critères de conception et les analyses associés à l'ingénierie de détail des structures décrites ci-dessous.

Selon les résultats des analyses de stabilité, la configuration de la halde à stériles ainsi que le bassin D, telle que présentée à l'annexe D, satisfait les coefficients de sécurité requis pour la stabilité des talus. Les exigences du Guide de restauration (MERN, 2017), de la D019 sur l'industrie minière (MDDELCC, 2012) et de l'ACB (ACB, 2014) sont rencontrées.

Afin d'assurer la sécurité de la halde à stériles, WSP recommande :

- Que les stériles miniers soient mis en place par couche successive d'une épaisseur maximale de 1 m et que la mise en place soit effectuée de sorte que la ségrégation des particules soit limitée au maximum;
- Que la mise en place des stériles miniers respecte des pentes de 3H :1V sur tous les paliers, de tous les côtés de la halde;
- Qu'une gestion de neige active soit effectuée durant la mise en place de l'empilement afin de ne pas avoir de congères qui soient emprisonnées dans l'empilement durant l'hiver, ce qui pourrait engendrer des déformations significatives lors du dégel;
- Que les pentes longitudinales des fossés ceinturant l'empilement assurent une bonne évacuation de l'eau;
- Que les matériaux de remblai sous les haldes sont bien drainants afin d'éviter une accumulation et une surpression d'eau.

Concernant le bassin D, WSP recommande d'installer des puits d'observations en aval de la digue afin de suivre la qualité des eaux souterraines en cas de défauts dans la géomembrane étanche. L'installation de ces puits d'observation doit être réalisée à la suite de la construction de la digue, afin d'éviter d'endommager les installations. De plus, le contrôle des matériaux de construction de la digue est important afin d'assurer l'intégrité de la digue. Les recommandations de la D019 concernant le programme d'inspection des digues devront être appliquées.

Une analyse préliminaire de la classification des digues du bassin D a été réalisée et le bassin a été classifié comme étant élevé. Toutefois, selon les recommandations de l'ACB (ACB, 2014), une analyse de rupture de barrage est recommandée pour la préparation du plan de mesures d'urgence du site. Cette étude pourra également servir à confirmer la classification préliminaire de la digue.

Finalement, WSP propose l'instauration d'un programme d'inspection visuelle comprenant un suivi régulier, afin de noter le comportement de la halde à stériles ainsi que la digue du bassin D. Ces inspections permettent, entre autres, de noter la présence d'infiltration et de fuites d'eau, de tassement, de fissurations, etc. Un plan d'action en cas d'événements déclencheurs (*trigger action response plan (TARP)*) devrait être préparé et mis en place afin d'assurer la sécurité des ouvrages.

ANNEXE

A

PLANS

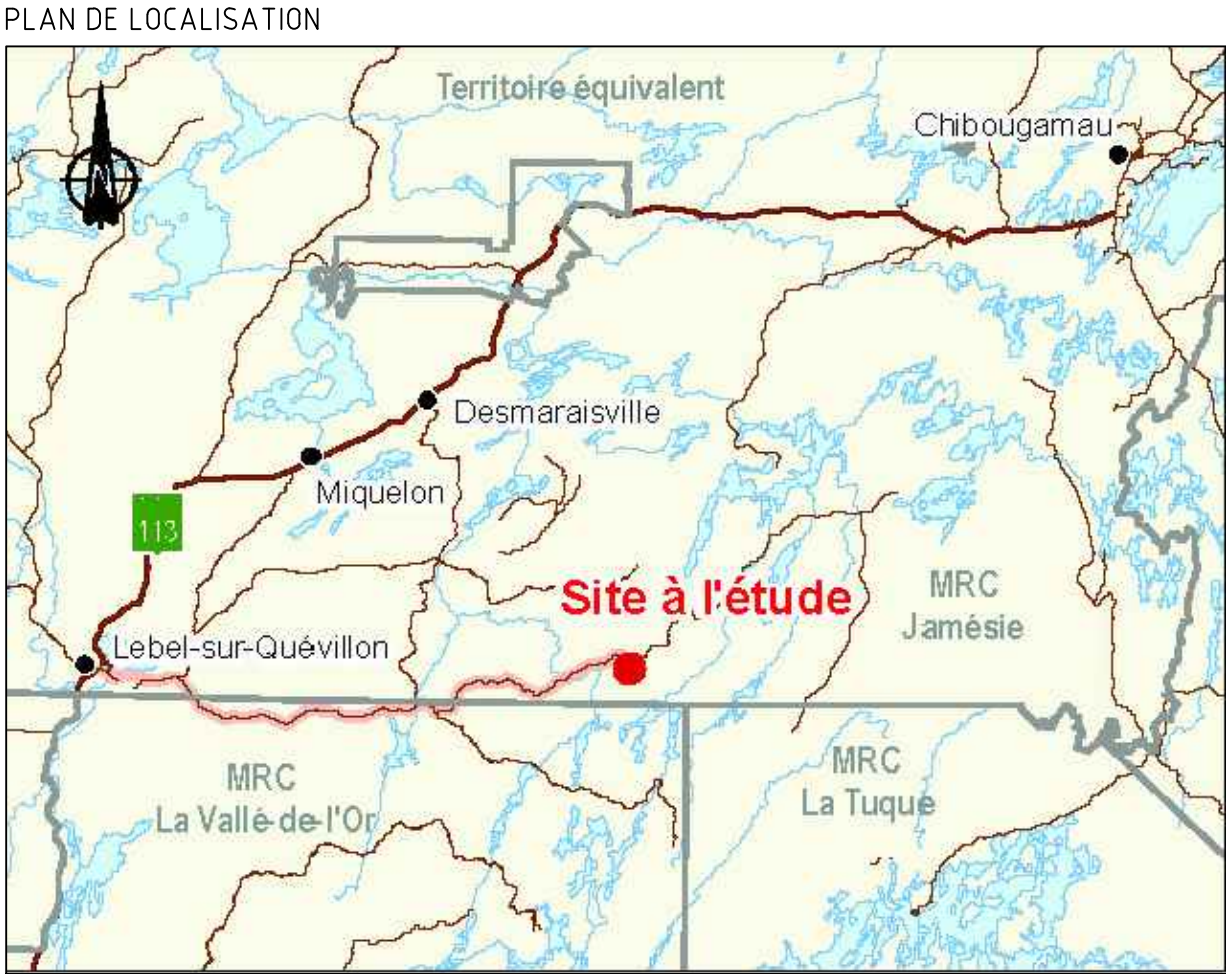




WINDFALL

DEMANDE D'AUTORISATION
ÉCHANTILLONNAGE EN VRAC DE LYNX 4 ET CARIBOO
AGRANDISSEMENT DE LA HALDE À STÉRILES EXISTANTE
ET DES INFRASTRUCTURES DE GESTIONS DES EAUX

POUR PERMIS



«CES DOCUMENTS NE DOIVENT PAS
ÊTRE UTILISÉS À DES FINS
DE CONSTRUCTION»



Date : 2022-10-24
Dossier : 221-11330-02

Préparé par:

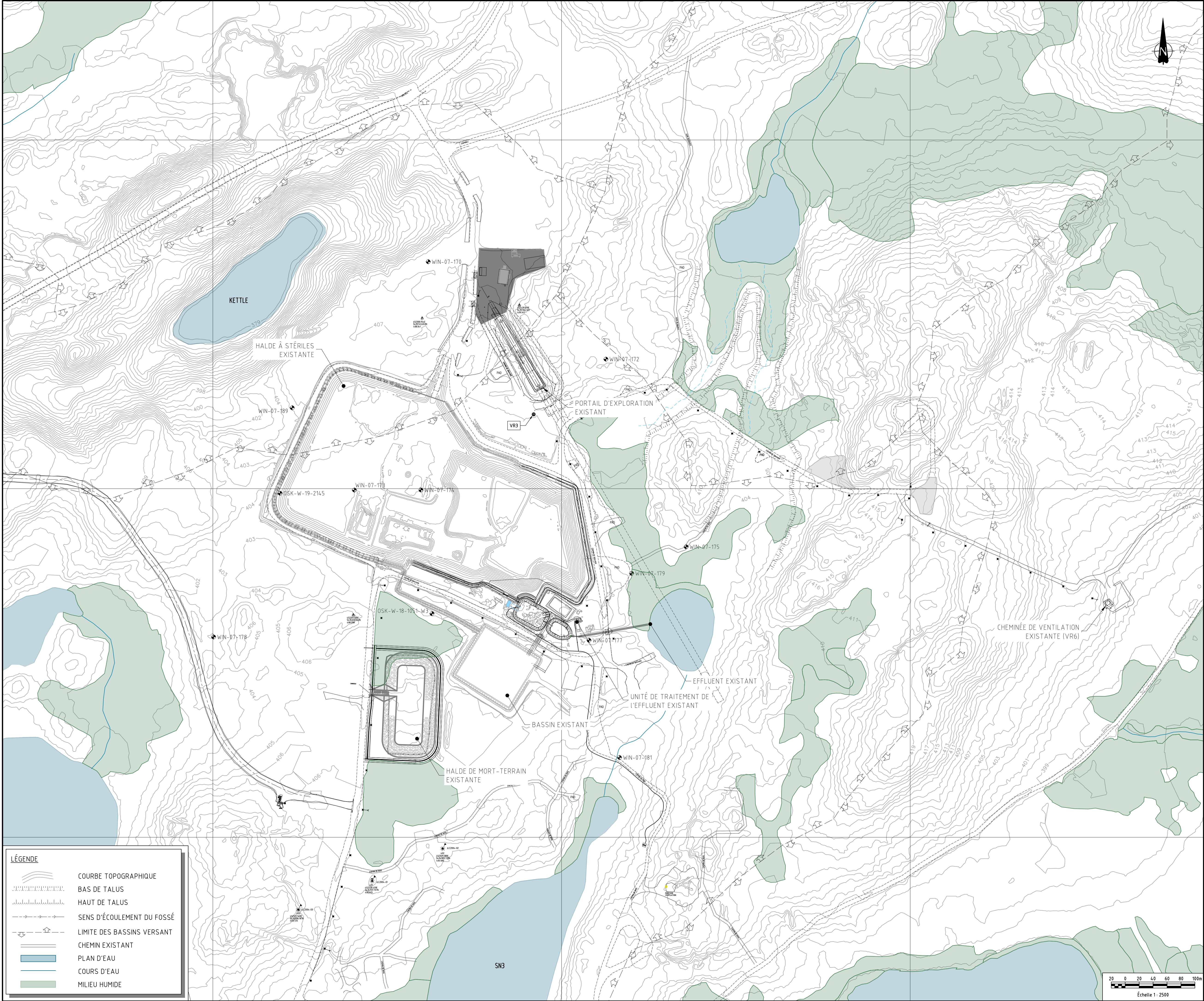


1135, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA G2K 0M5
TÉL. : 1-418-623-2254 | WWW.WSP.COM

LISTE DES PLANS	
No. PLAN	TITRE
800-G-0600	PAGE TITRE
800-G-0601	VUE EN PLAN GÉNÉRAL DES CONDITIONS EXISTANTES
800-G-0602	VUE EN PLAN GÉNÉRAL DES TRAVAUX PROPOSÉS 2023
800-G-0603	VUE EN PLAN, PROFILS LONGITUDINAL ET TRANSVERSAL DE LA HALDE À STÉRILES PROPOSÉE
800-G-0604	VUE EN PLAN ET PROFILS FOSSÉ COLLECTEUR VERS LE BASSIN DE TRANSITION A PROPOSÉ
800-G-0605	VUE EN PLAN, PROFILS ET DÉTAILS TYPIQUES DU BASSIN DE TRANSITION A ET LE BASSIN DE POLISSAGE P PROPOSÉS
800-G-0606	VUE EN PLAN, PROFILS ET DÉTAILS TYPIQUES DU BASSIN D'ACCUMULATION D PROPOSÉ
800-G-0607	COUPES ET DÉTAILS TYPIQUES



DERNIÈRE SAUVEGARDE : 2022-10-21
DATE D'IMPRESSION : 2022-10-21
\\CORP\PM\NET\CA\CA\YV000\PROJET\2021\221-11330-02\MULTI\1_SERV_TECN_PROG\14_03_ENVI\1_DAO_CAD\3_BASESE_DA_MAL\TRAVAU\2023\CAWL-800-G-0601-AE.DWG
CHÉMIN D'ACCÈS



PLAN CLÉ

NOTES GÉNÉRALES

À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURES SONT EN MÈTRES.

SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE UTILISÉ : UTMnad83 zone18

FICHIERS SOURCES:

- COURBES TOPOGRAPHIQUES DU TERRAIN NATUREL 2009, EXTRAITES DU FICHIER Topo Surface 3d.dwg, TRANSMIS PAR LE CLIENT.
- INFRASTRUCTURES EXISTANTES : 2020-10-04 PLAN DE SURFACE.dwg, TRANSMIS PAR LE CLIENT

«CES DOCUMENTS NE DOIVENT PAS ÊTRE UTILISÉS À DES FINS DE CONSTRUCTION»

RÉV	DATE	DESCRIPTION	DES.	VÉR.	APP.
AF	2022-10-24	POUR PERMIS	G.G.	K.G.	M.E.
AE	2022-10-04	POUR PERMIS	G.G.	K.G.	M.E.
AD	2022-09-27	POUR COMMENTAIRES	G.G.	K.G.	M.E.
AC	2022-04-20	POUR PERMIS	G.G.	M.E.	S.L.
AB	2022-01-24	POUR PERMIS	G.G.	M.E.	S.L.
AA	2022-01-14	POUR COMMENTAIRES	G.G.	M.E.	S.L.

SCEAU & SIGNATURE

2022-10-24

1135, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA G2K 0M5
TEL. : 1-418-623-2254 | WWW.WSP.COM

PROJET: 221-11330-02

MINIÈRE OSISKO

CONÇU :	Kevin Gagnon, ing.	2022-10-24
DESSINÉ :	Gail Godmaire, tech.	2022-10-24
VÉRIFIÉ :	Kevin Gagnon, ing.	2022-10-24
APPROUVÉ :	Morteza Esfahani, ing., P.Eng., Ph.D.	2022-10-24
CLIENT :	Yan Théberge	2022-10-24
ÉCHELLE :	1 : 2500	DATE

PROJET :

ÉCHANTILLONNAGE EN VRAC DE LYNX 4 ET CARIBOO

SOUS-PROJET :

AGRANDISSEMENT DE LA HALDE À STÉRILES EXISTANTE ET DES INFRASTRUCTURES DE GESTIONS DES EAUX

TITRE :

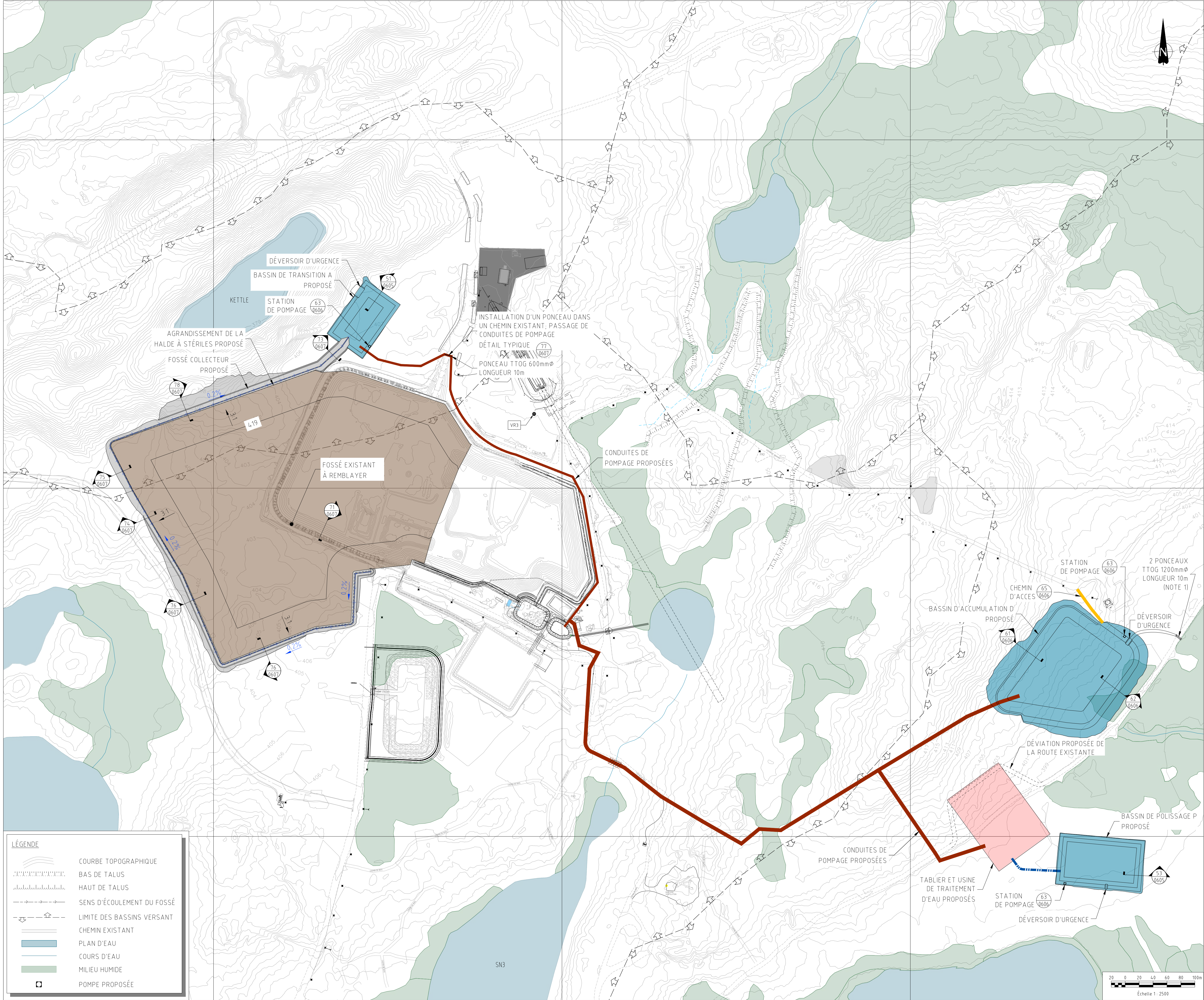
VUE EN PLAN GÉNÉRALE DES CONDITIONS EXISTANTES

NUMÉRO DE DESSIN

CAWL-800-G-0601-AE

SECTEUR - DISCIPLINE - NO. SÉQUENTIEL - RÉVISION

DERNIÈRE SAUVEGARDE : 2022-10-21
DATE D'IMPRESSION : 2022-10-21
C:\CORP\PM\NET\CA\CA\Y000\PROJET\2021\221-1130-03\MULTI\1_SERV_TECN\PROJ\1_03_ENVI\1_DAO_CAD\3_BASE\E_DAO_MAL\TRAVAUX_2023\CAWL-800-G-0602-AE.DWG



LÉGENDE

COURBE TOPOGRAPHIQUE

BAS DE TALUS

HAUT DE TALUS

SENS D'ÉCOULEMENT DU FOSSE

LIMITE DES BASSINS VERSANT

CHEMIN EXISTANT

PLAN D'EAU

COURS D'EAU

MILIEU HUMIDE

POMPE PROPOSÉE

PLAN CLÉ

NOTES GÉNÉRALES

À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURES SONT EN MÈTRES.

SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE UTILISÉ : UTMnad83 zone18

FICHIERS SOURCES

- COURBES TOPOGRAPHIQUES DU TERRAIN NATUREL 2009, EXTRAITES DU FICHIER Topo Surface 3d.dwg, TRANSMIS PAR LE CLIENT.
- INFRASTRUCTURES EXISTANTES : 2020-10-04 PLAN DE SURFACE.dwg, TRANSMIS PAR LE CLIENT

NOTE 1 :
LES PONCEAUX INSTALLÉS EN PARALLÈLE DOIVENT ÊTRE MIS EN PLACE À 2000mm C/C

«CES DOCUMENTS NE DOIVENT PAS ÊTRE UTILISÉS À DES FINS DE CONSTRUCTION»

AF 2022-10-24	POUR PERMIS	GG	KG	ME
AE 2022-10-04	POUR PERMIS	GG	KG	ME
AD 2022-09-27	POUR COMMENTAIRES	GG	KG	ME
AC 2022-04-20	POUR PERMIS	GG	ME	SL
AB 2022-01-24	POUR PERMIS	GG	ME	SL
AA 2022-01-14	POUR COMMENTAIRES	GG	ME	SL

RÉV	DATE	DESCRIPTION	DES	VÉR	APP

SEAU & SIGNATURE

2022-10-24

1135, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA G2K 0M5
PROJET : 221-1130-02
TEL : 1-418-623-2254 | WWW.WSP.COM

CONÇU : Kevin Gagnon, ing. 2022-10-24

DESSINÉ : Gail Godmaire, tech. 2022-10-24

VÉRIFIÉ : Kevin Gagnon, ing. 2022-10-24

APPROUVÉ : Morteza Esfehiani, ing., P.Eng., Ph.D. 2022-10-24

CLIENT : Yan Thérberge 2022-10-24

ÉCHELLE : 1 : 2500 DATE

PROJET : ÉCHANTILLONNAGE EN VRAC DE LYNX 4 ET CARIBOO

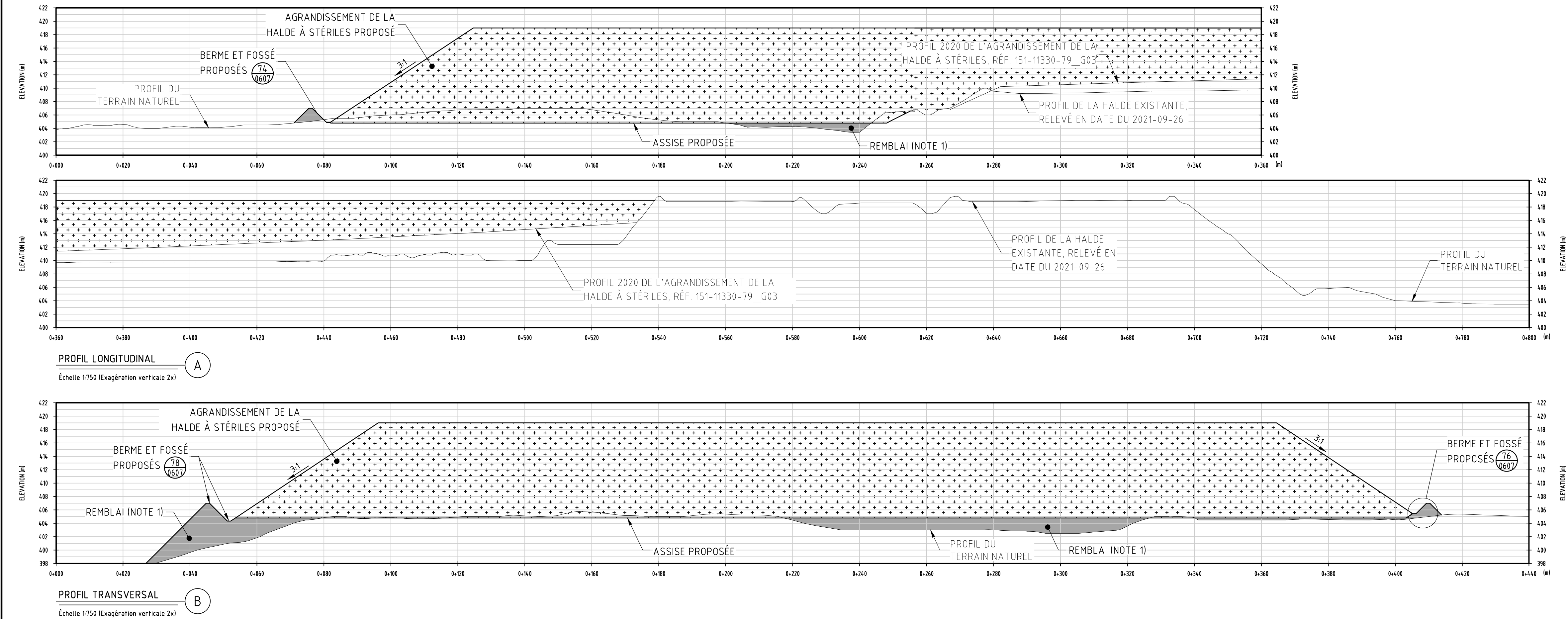
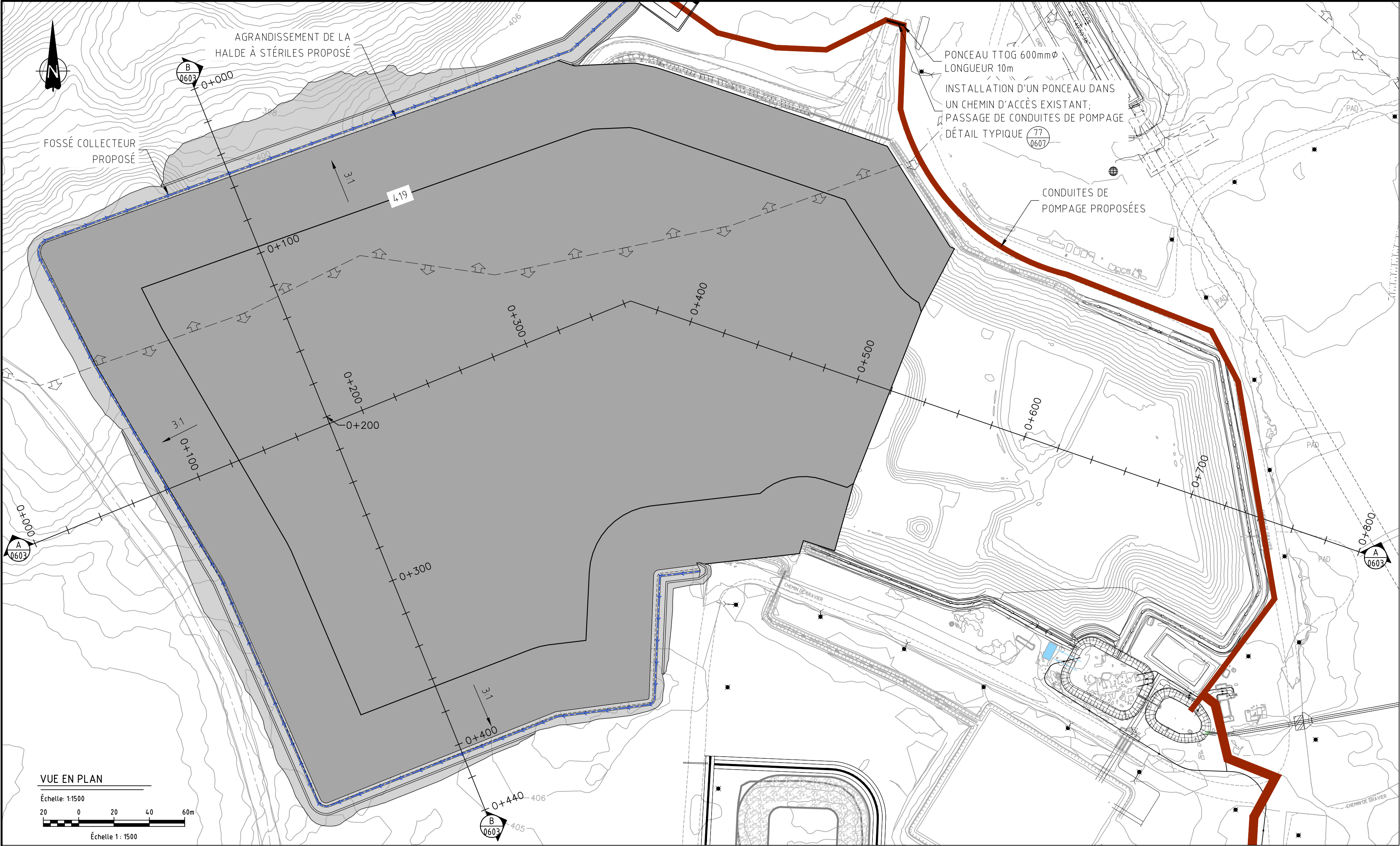
SOUS-PROJET : AGRANDISSEMENT DE LA HALDE À STÉRILES EXISTANTE ET DES INFRASTRUCTURES DE GESTIONS DES EAUX

TITRE :

VUE EN PLAN GÉNÉRALE DES TRAVAUX PROPOSÉS 2023

NUMÉRO DE DESSIN
CAWL-800-G-0602-AE

SECTEUR - DISCIPLINE - NO. SÉQUENTIEL - RÉVISION



PLAN CLÉ

NOTES GÉNÉRALES

À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURES SONT EN MÈTRES.

SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE UTILISÉ : UTMnad83 zone18

FICHIERS SOURCES:

- COURBES TOPOGRAPHIQUES DU TERRAIN NATUREL 2009, EXTRAITES DU FICHIER Topo Surface 3d.dwg, TRANSMIS PAR LE CLIENT.
- INFRASTRUCTURES EXISTANTES : 2020-10-04 PLAN DE SURFACE.dwg, TRANSMIS PAR LE CLIENT

NOTE 1 :
REMBLAI : MATÉRIAU GRANULAIRE COMPACTABLE NON GÉNÉRATEUR D'ACIDE, EXEMPT DE MATIÈRE ORGANIQUE ET DE PARTICULES SUPÉRIEURES À 200mm DE DIAMÈTRE MIS EN PLACE PAR COUCHE SUCCESSIVE DE 300mm D'ÉPAISSEUR ET COMPACTÉ À 95% DU P.M. LE DERNIER 150mm ADJACENT AUX GÉOSYNTHÉTIQUES DOIT ÊTRE EXEMPT DE PARTICULES SUPÉRIEURES À 20mm DE DIAMÈTRE.

«CES DOCUMENTS NE DOIVENT PAS ÊTRE UTILISÉS À DES FINS DE CONSTRUCTION»

RÉV	DATE	DESCRIPTION	DES.	VÉR.	APP.
AF	2022-10-24	POUR PERMIS	G.G.	K.G.	M.E.
AE	2022-10-04	POUR PERMIS	G.G.	K.G.	M.E.
AD	2022-09-27	POUR COMMENTAIRES	G.G.	K.G.	M.E.
AC	2022-04-20	POUR PERMIS	G.G.	M.E.	S.L.
AB	2022-01-24	POUR PERMIS	G.G.	M.E.	S.L.
AA	2022-01-14	POUR COMMENTAIRES	G.G.	M.E.	S.L.

SEAU & SIGNATURE

INGÉNIEUR

Kevin Gagnon

5093916

2022-10-24

wsp

1135, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA G2K 0M5
TÉL. : 1-418-623-2254 | WWW.WSP.COM

PROJET : 221-11330-02

OSISKO

MINIÈRE OSISKO

CONÇU :	Kevin Gagnon, ing.	2022-10-24
DESSINÉ :	Gail Godmaire, tech.	2022-10-24
VÉRIFIÉ :	Kevin Gagnon, ing.	2022-10-24
APPROUVÉ :	Morteza Esfahani, ing., P.Eng., Ph.D.	2022-10-24
CLIENT :	Yan Thériberge	2022-10-24
ÉCHELLE :	Indiquée	DATE

PROJET : ÉCHANTILLONNAGE EN VRAC DE LYNX 4 ET CARIBOO

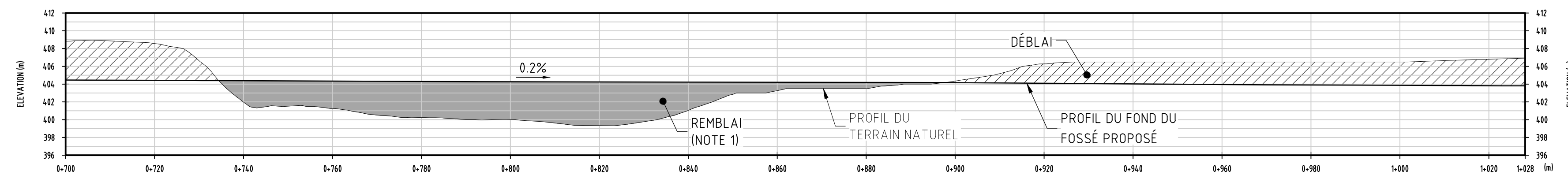
SOUS-PROJET : AGRANDISSEMENT DE LA HALDE À STÉRILES EXISTANTE ET DES INFRASTRUCTURES DE GESTIONS DES EAUX

TITRE : VUE EN PLAN, PROFILS LOGITUDINAL ET TRANSVERSAL DE L'AGRANDISSEMENT DE LA HALDE À STÉRILES PROPOSÉE

NUMÉRO DE DESSIN

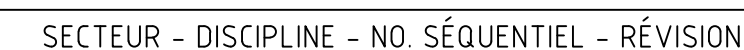
CAWL-800-G-0603-AE

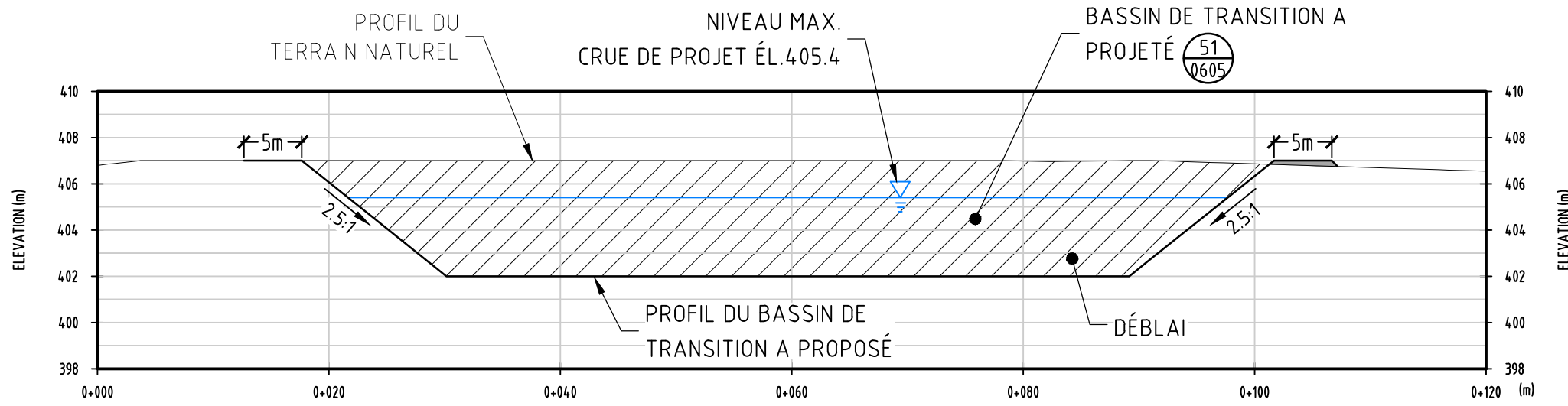
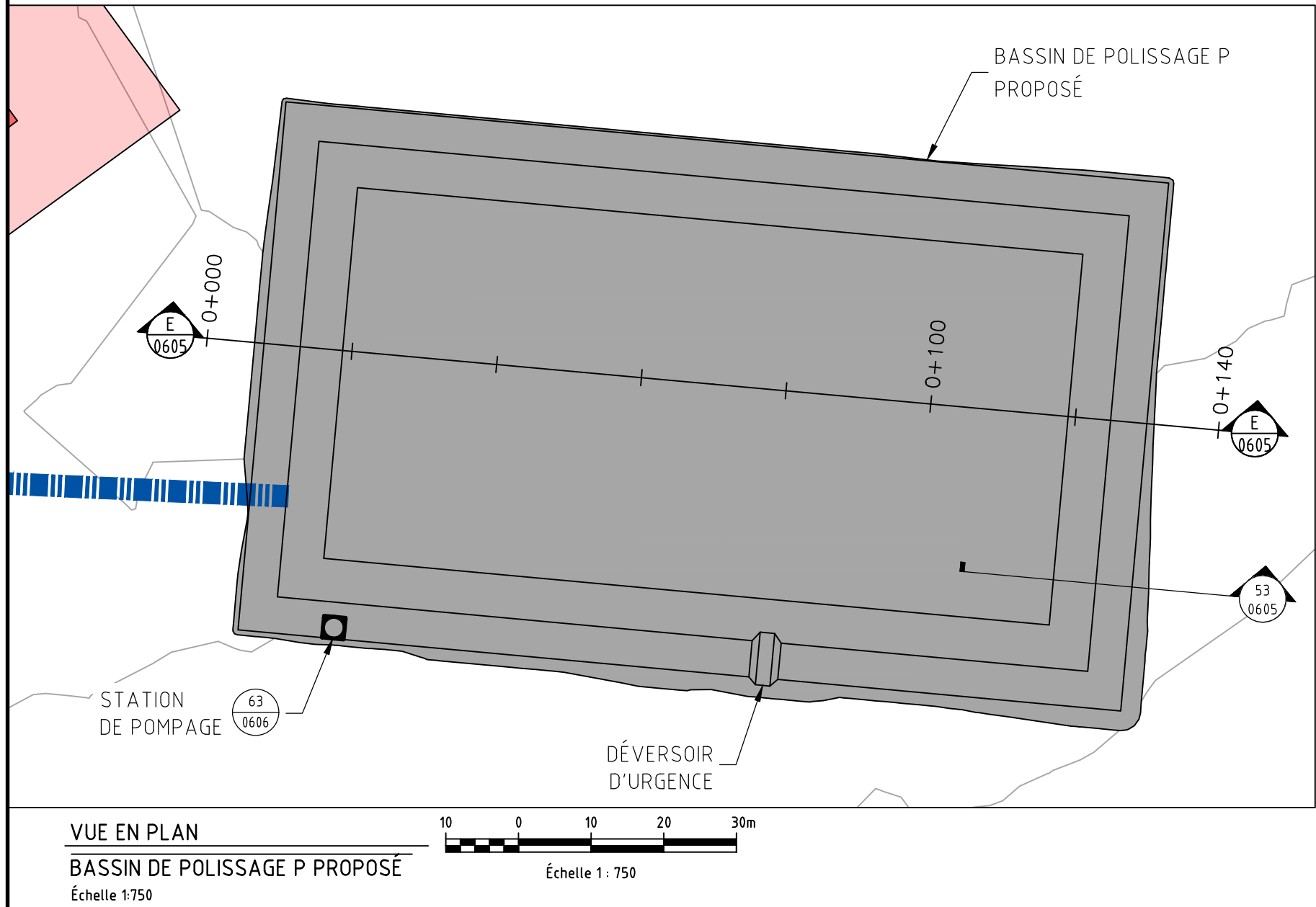
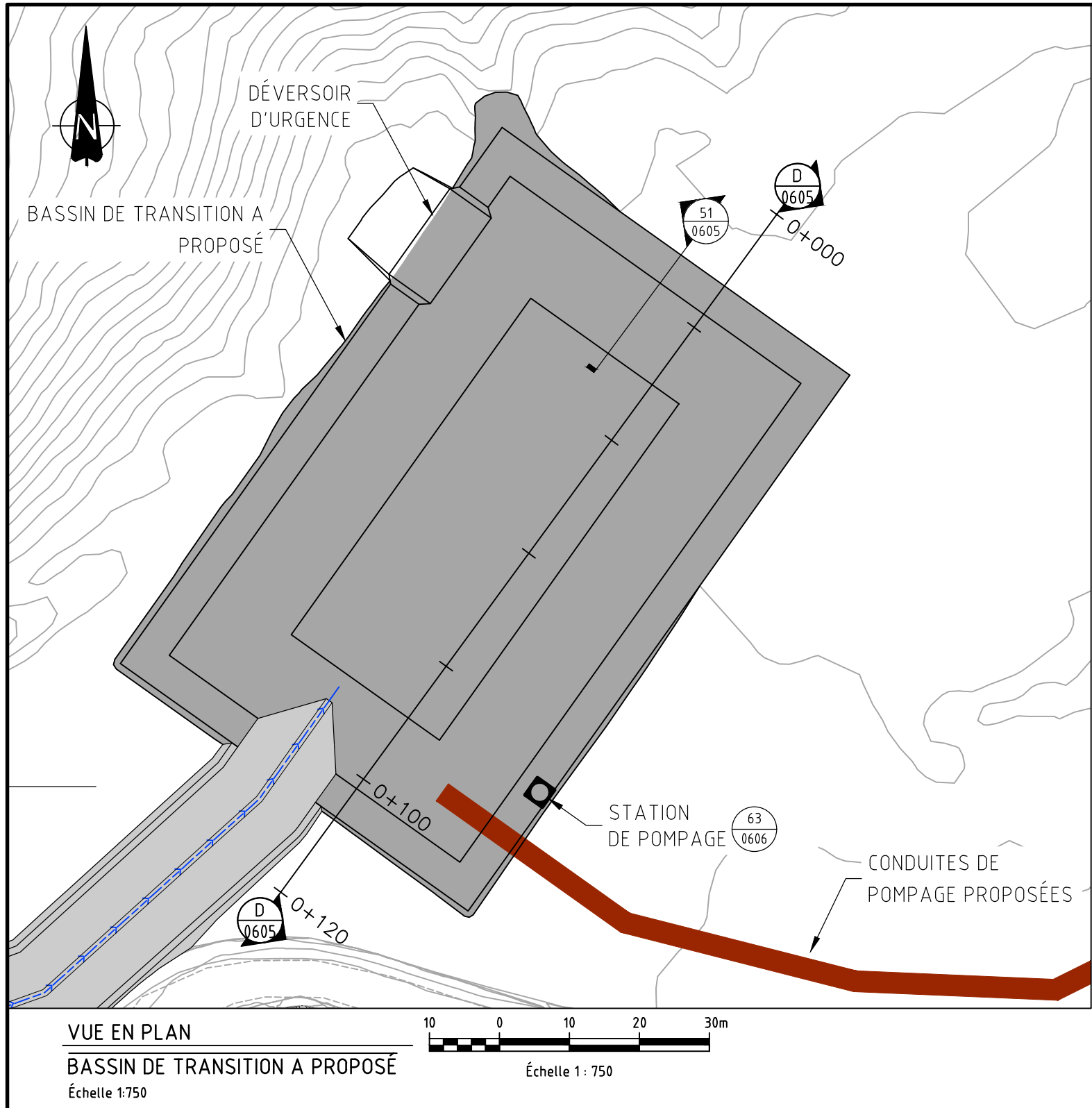
SECTEUR - DISCIPLINE - NO. SÉQUENTIEL - RÉVISION



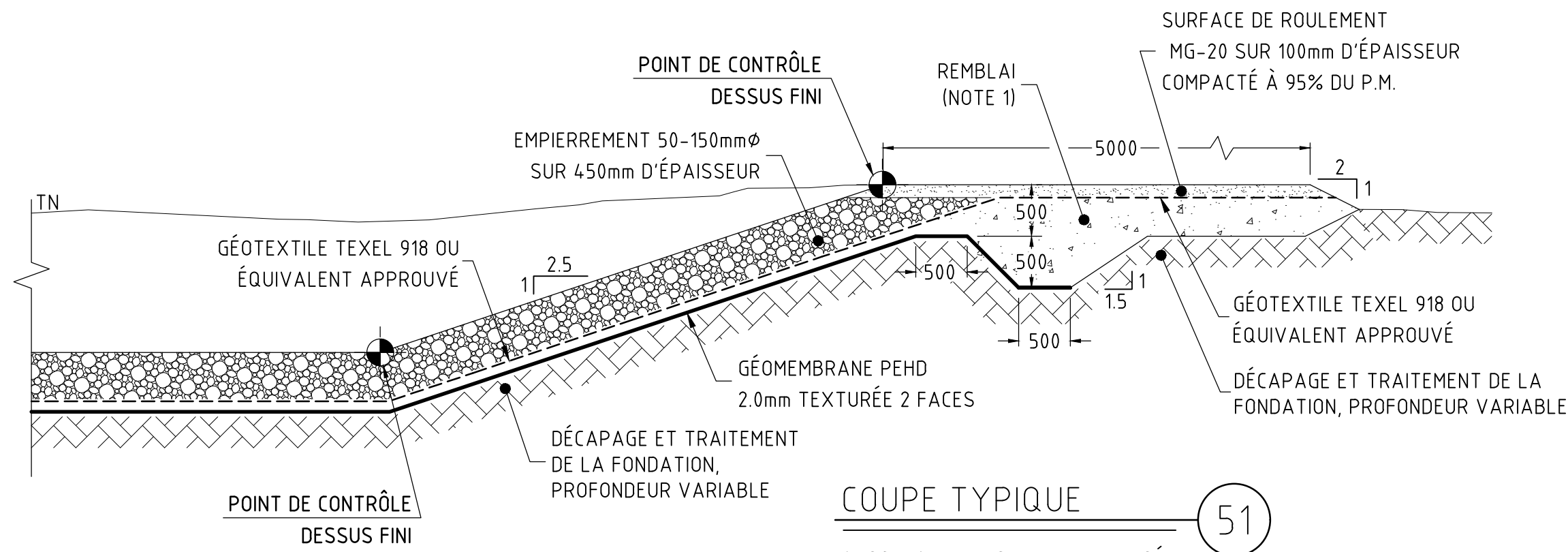
©

Échelle 1:750 (Exagération verticale 2x)

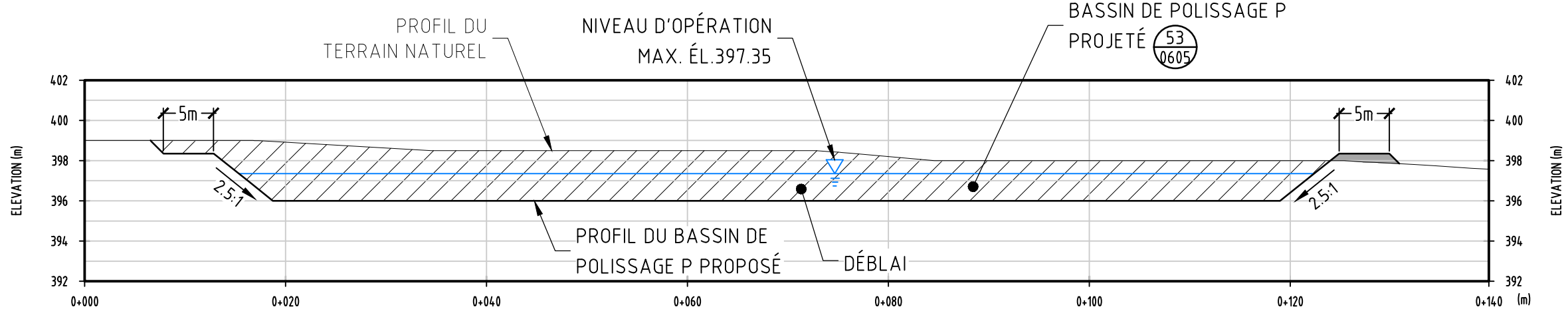




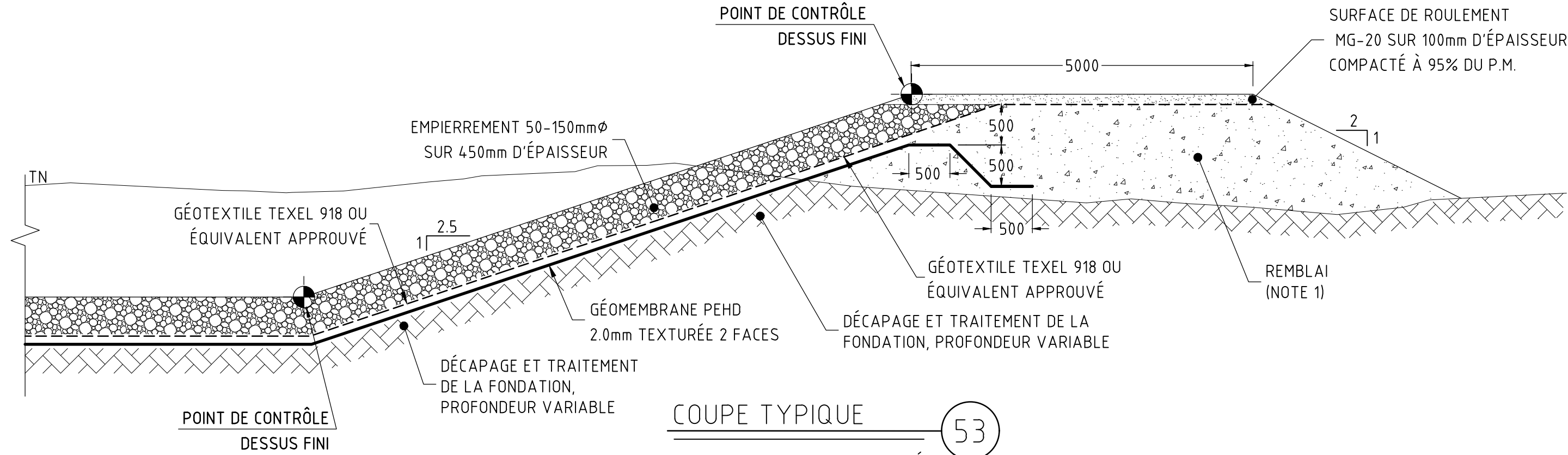
PROFIL LONGITUDINAL
BASSIN DE TRANSITION A PROPOSÉ
Échelle H=1500 / V=1250



COUPE TYPIQUE
BASSIN DE TRANSITION A PROPOSÉ
Échelle: Aucune



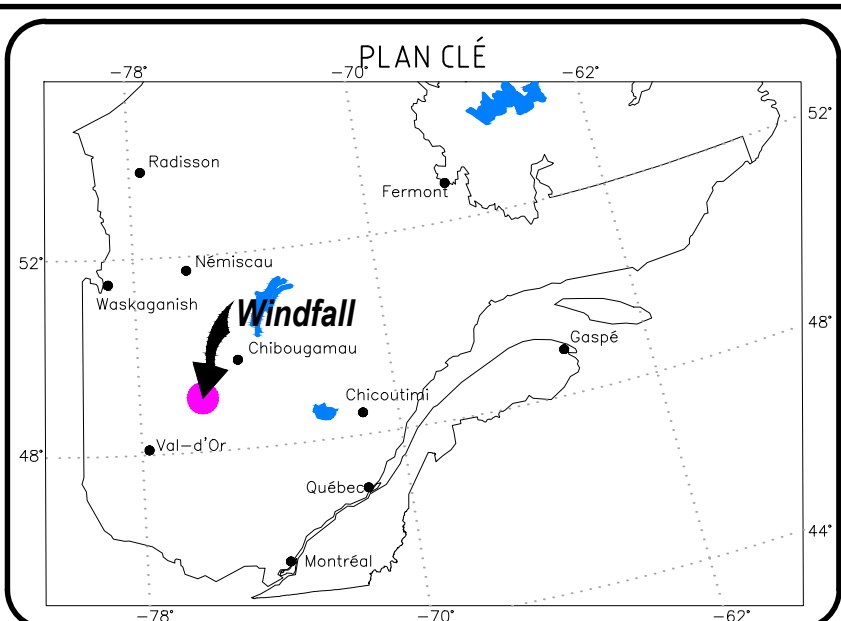
PROFIL LONGITUDINAL
BASSIN DE POLISSAGE P PROPOSÉ
Échelle H=1500 / V=1250



COUPE TYPIQUE
BASSIN DE POLISSAGE P PROPOSÉ
Échelle: Aucune

LES UNITÉS DE MESURES DES DÉTAILS SONT EN MILLIMÈTRES

POUR DES FINS DE REPRÉSENTATION CLAIRES DES DIFFÉRENTES COUCHES DES GÉOSYNTHÉTIQUES, LA PROPORTION VERTICALE DE CERTAINS DÉTAILS A ÉTÉ FORTEMENT EXAGÉRÉ.



NOTES GÉNÉRALES

À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURES SONT EN MÈTRES.

SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE UTILISÉ : UTMnad83 zone18

FICHIERS SOURCES:

- COURBES TOPOGRAPHIQUES DU TERRAIN NATUREL 2009, EXTRAITES DU FICHIER Topo Surface 3d.dwg, TRANSMIS PAR LE CLIENT.
- INFRASTRUCTURES EXISTANTES : 2020-10-04 PLAN DE SURFACE.dwg, TRANSMIS PAR LE CLIENT

NOTE 1 :

REMBLAI : MATÉRIAU GRANULAIRE COMPACTABLE NON GÉNÉRATEUR D'ACIDE, EXEMPT DE MATIÈRE ORGANIQUE ET DE PARTICULES SUPÉRIEURES À 200mm DE DIAMÈTRE MIS EN PLACE PAR COUCHE SUCCESSIVE DE 300mm D'ÉPAISSEUR ET COMPACTÉ À 95% DU P.M. LE DERNIER 150mm ADJACENT AUX GÉOSYNTHÉTIQUES DOIT ÊTRE EXEMPT DE PARTICULES SUPÉRIEURES À 20mm DE DIAMÈTRE.

«CES DOCUMENTS NE DOIVENT PAS ÊTRE UTILISÉS À DES FINS DE CONSTRUCTION»

RÉV	DATE	DESCRIPTION	DÉS.	VÉR.	APP.
AF	2022-10-24	POUR PERMIS	G.G.	K.G.	M.E.
AE	2022-10-04	POUR PERMIS	G.G.	K.G.	M.E.
AD	2022-09-27	POUR COMMENTAIRES	G.G.	K.G.	M.E.
AC	2022-04-20	POUR PERMIS	G.G.	M.E.	S.L.
AB	2022-01-24	POUR PERMIS	G.G.	M.E.	S.L.
AA	2022-01-14	POUR COMMENTAIRES	G.G.	M.E.	S.L.

SCEAU & SIGNATURE

INGÉNIEUR
Kevin Gagnon
5093916
2022-10-24

wsp

1135, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA G2K 0M5
TÉL. : 1-418-623-2254 | WWW.WSP.COM

PROJET : 221-11330-02

OSISKO
MINIÈRE OSISKO

CONÇU :	Kevin Gagnon, ing.	2022-10-24
DESSINÉ :	Gail Godmaire, tech.	2022-10-24
VÉRIFIÉ :	Kevin Gagnon, ing.	2022-10-24
APPROUVÉ :	Morteza Esfahani, ing., P.Eng., Ph.D.	2022-10-24
CLIENT :	Yan Thériberge	2022-10-24
ÉCHELLE :	Indiquée	DATE

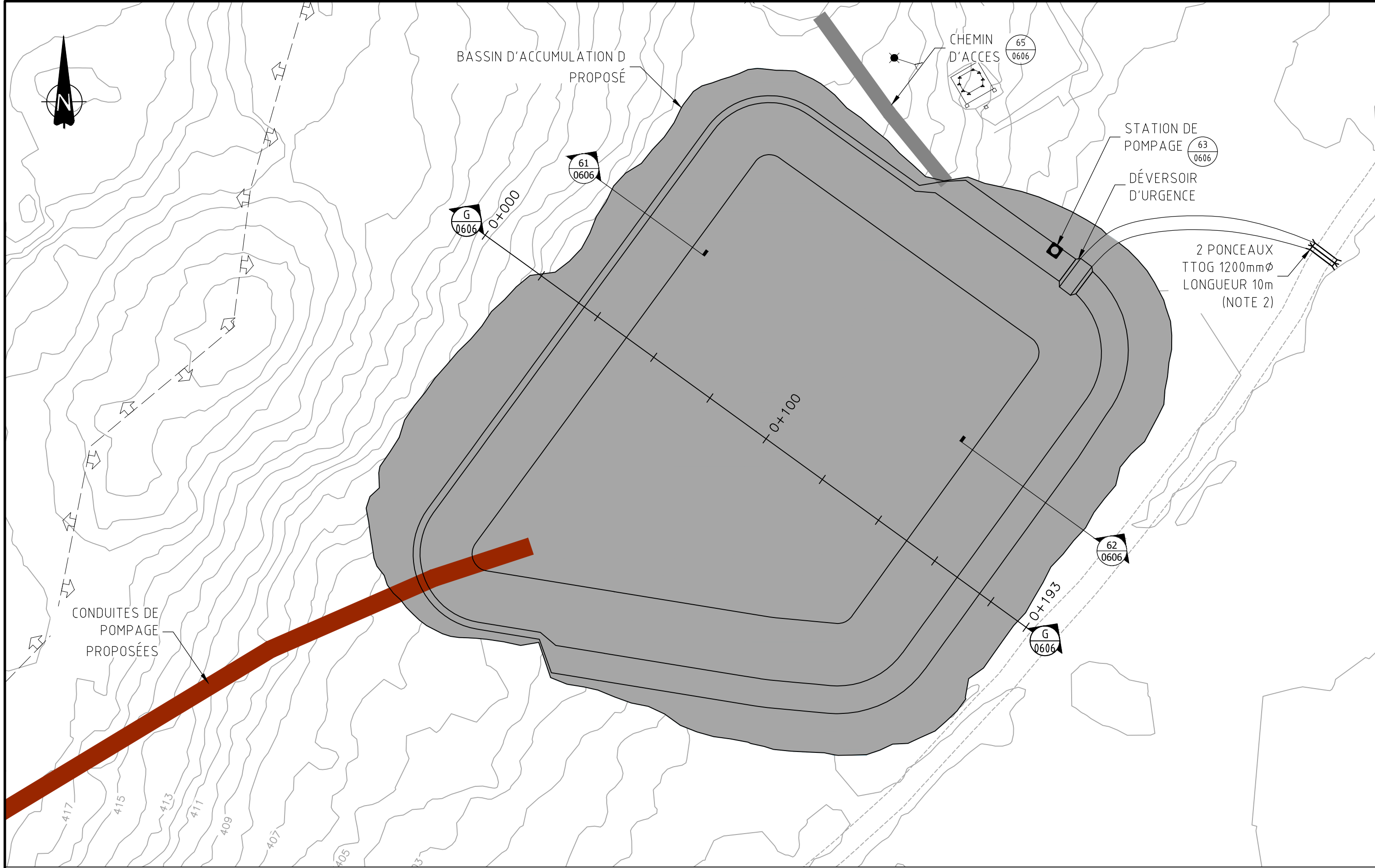
PROJET : ÉCHANTILLONNAGE EN VRAC DE LYNX 4 ET CARIBOO

SOUS-PROJET : AGRANDISSEMENT DE LA HALDE À STÉRILES EXISTANTE ET DES INFRASTRUCTURES DE GESTIONS DES EAUX

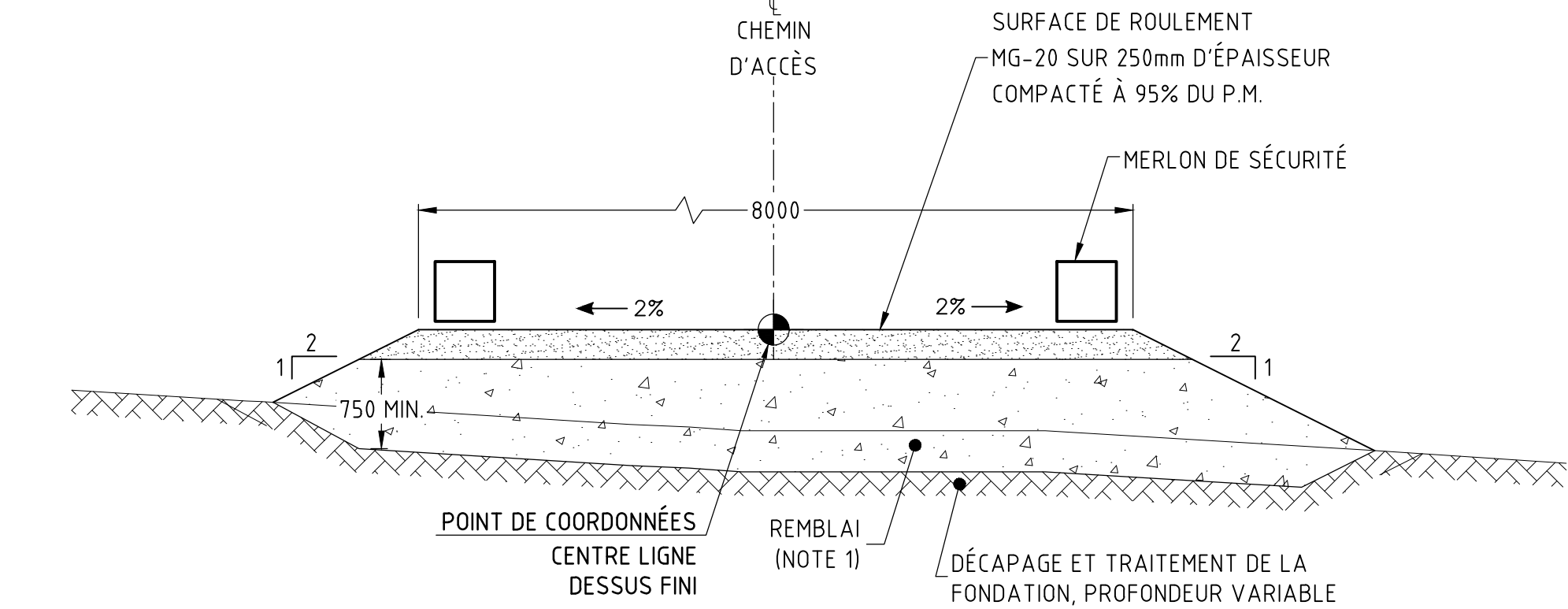
TITRE : VUE EN PLAN, PROFILS ET DÉTAILS TYPIQUES DU BASSIN DE TRANSITION A ET LE BASSIN DE POLISSAGE P PROPOSÉS

NUMÉRO DE DESSIN
CAWL-800-G-0605-AD

SECTEUR - DISCIPLINE - NO. SÉQUENTIEL - RÉVISION

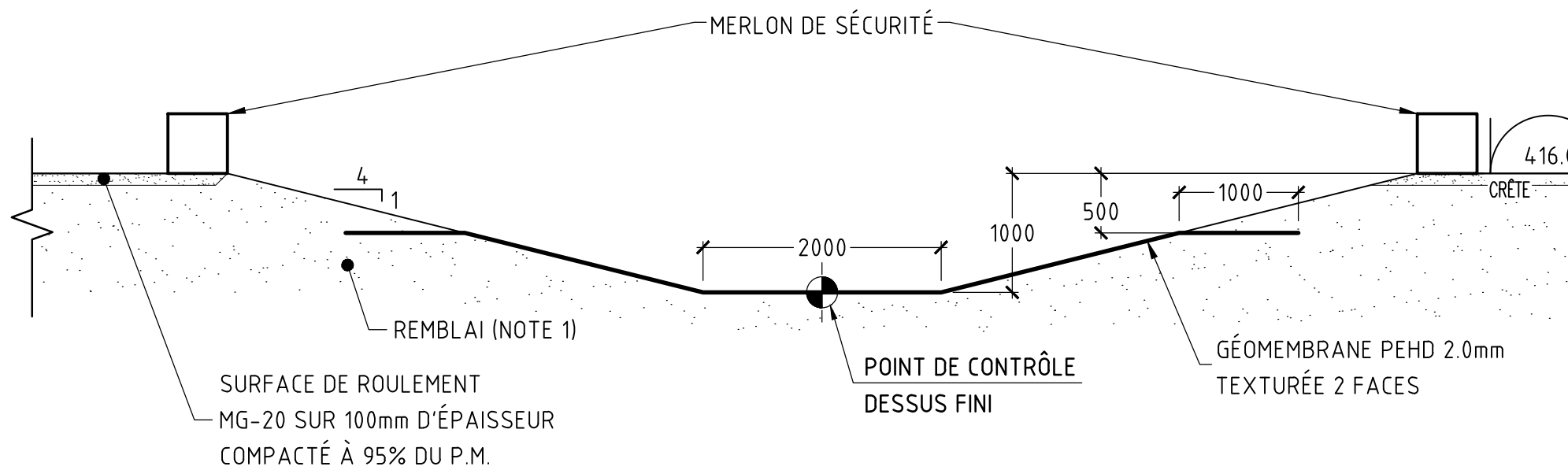


VUE EN PLAN
Échelle 1:1000



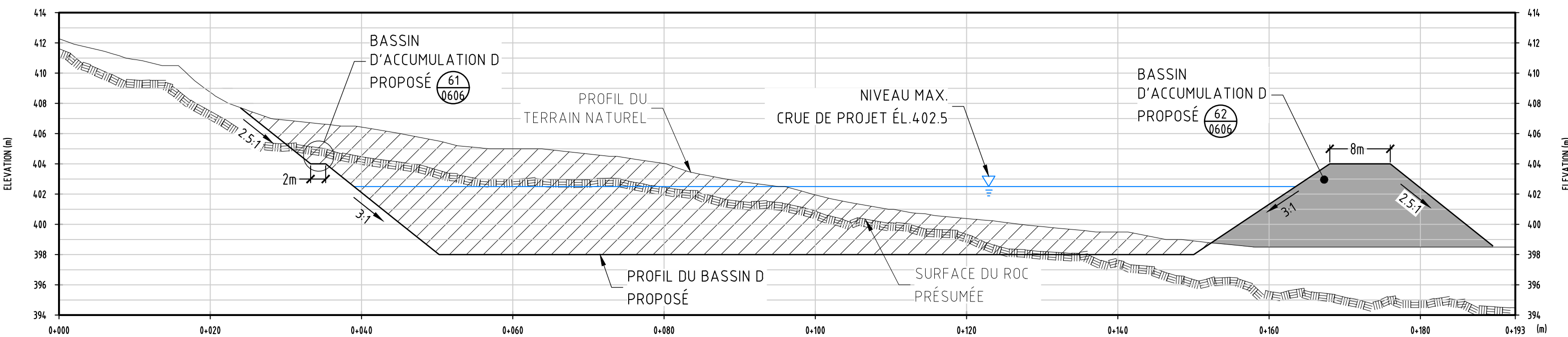
COUPE TYPIQUE

CHÉMIN D'ACCÈS AU BASSIN
D'ACCUMULATION D PROPOSÉ
Échelle: Aucune



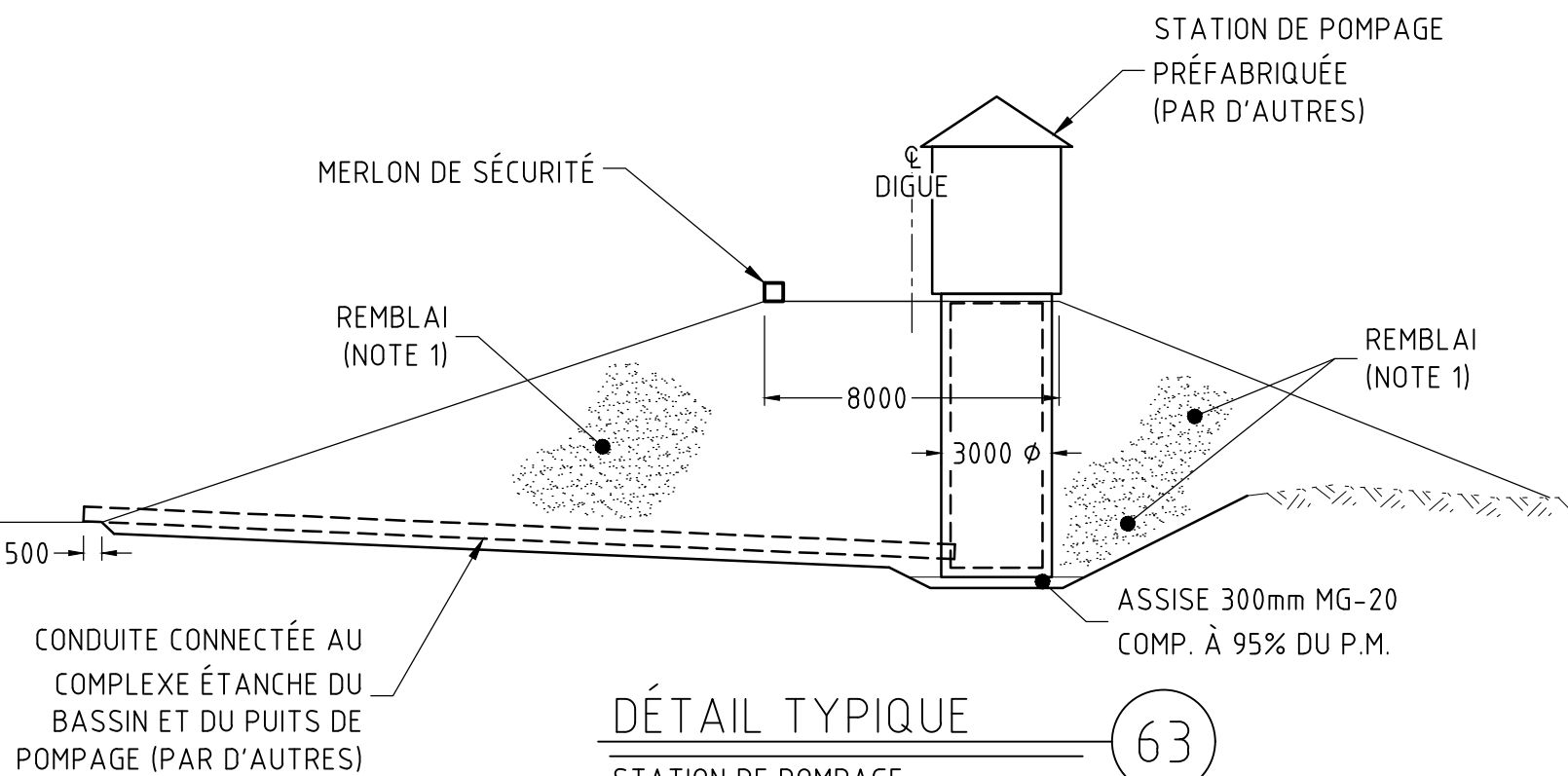
COUPE TYPIQUE

DÉVERSOIR D'URGENCE DU BASSIN
D'ACCUMULATION D PROPOSÉ
Échelle: Aucune



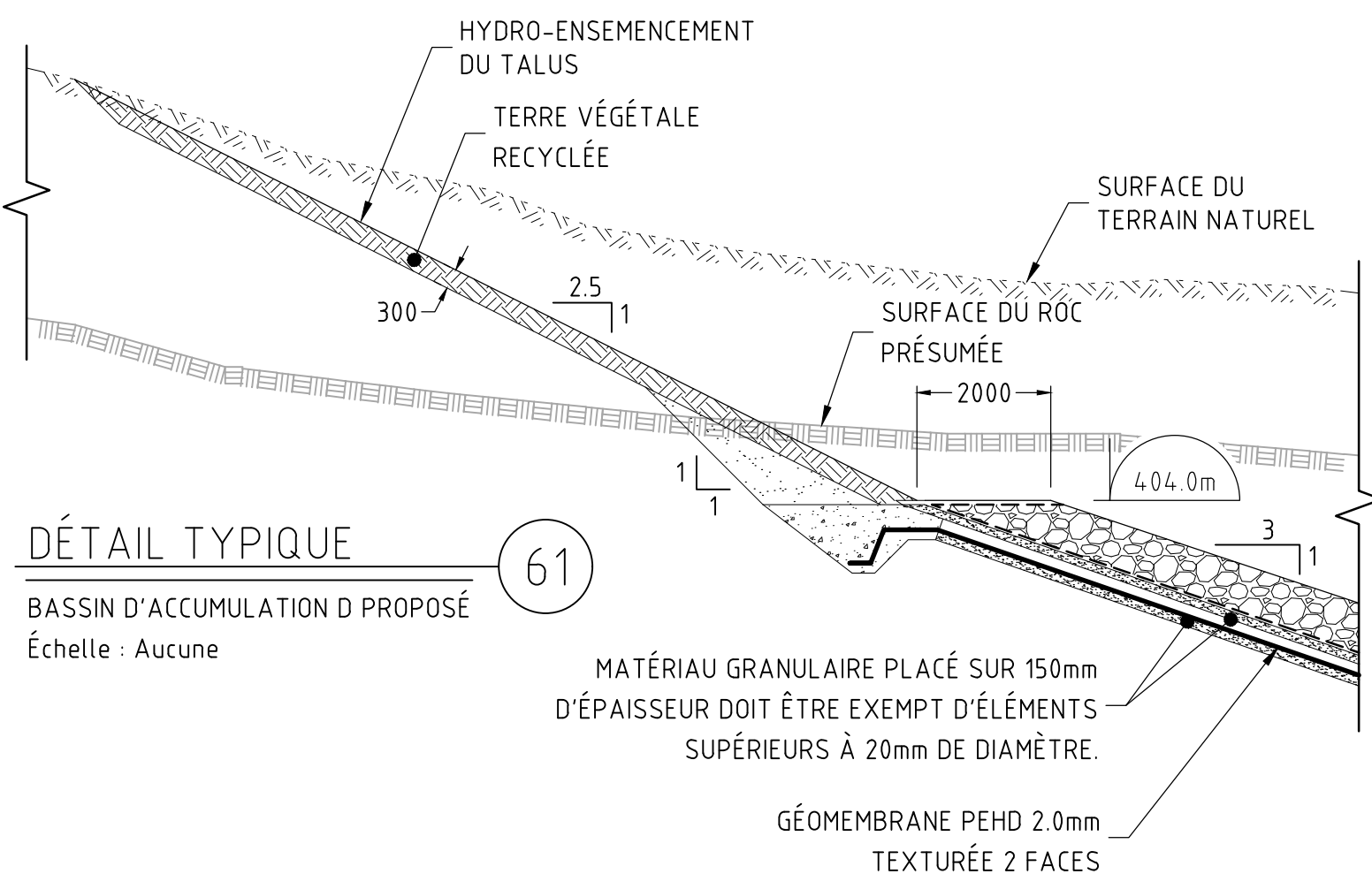
PROFIL TRANSVERSAL

BASSIN D'ACCUMULATION D PROPOSÉ
Échelle H=1500 / V=1250



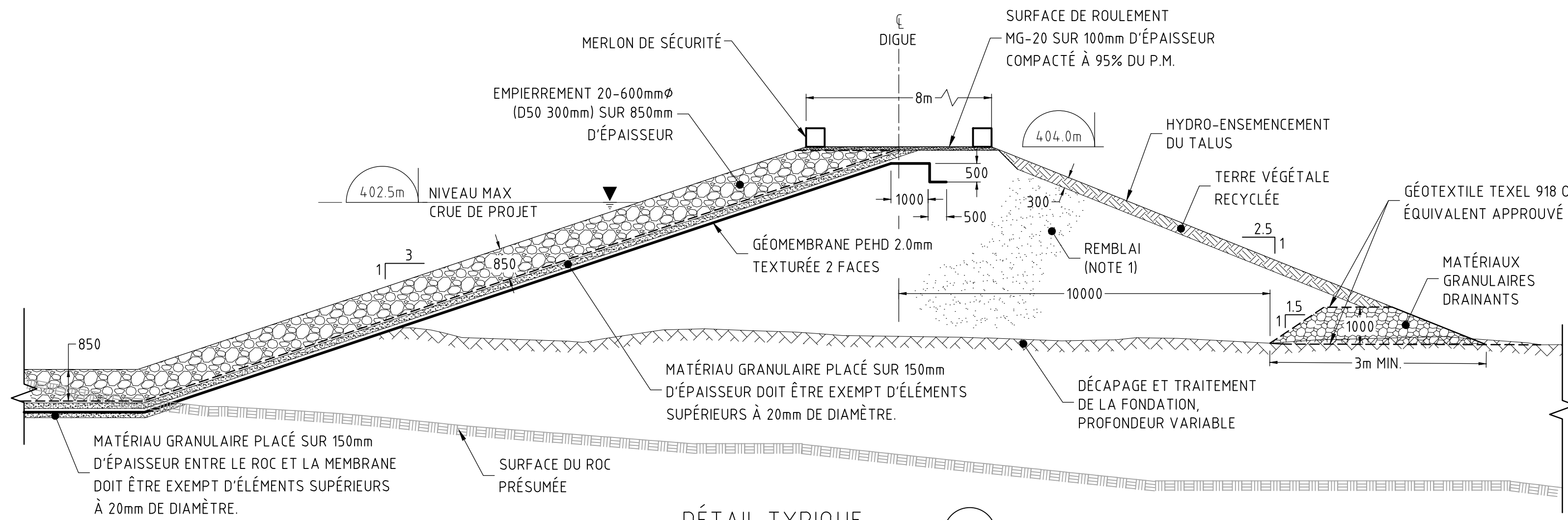
DÉTAIL TYPIQUE

STATION DE POMPAGE
Échelle: Aucune



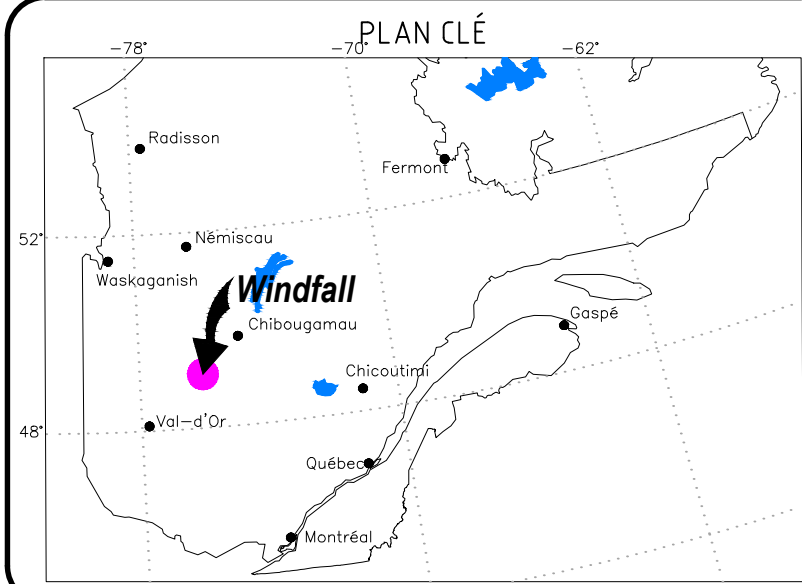
DÉTAIL TYPIQUE

BASSIN D'ACCUMULATION D PROPOSÉ
Échelle: Aucune



DÉTAIL TYPIQUE

BASSIN D'ACCUMULATION D PROPOSÉ
Échelle: Aucune



NOTES GÉNÉRALES

À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURES SONT EN MILLIMÈTRES

SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE UTILISÉ : UTMnad83 zone18

FICHIERS SOURCES:

- COURBES TOPOGRAPHIQUES DU TERRAIN NATUREL 2009, EXTRAITES DU FICHIER Topo Surface 3d.dwg, TRANSMIS PAR LE CLIENT.
- INFRASTRUCTURES EXISTANTES : 2020-10-04 PLAN DE SURFACE.dwg, TRANSMIS PAR LE CLIENT

NOTE 1 :
REMBLAI : MATÉRIAU GRANULAIRE COMPACTABLE NON GÉNÉRATEUR D'ACIDE, EXEMPT DE MATIÈRE ORGANIQUE ET DE PARTICULES SUPÉRIEURES À 200mm DE DIAMÈTRE MIS EN PLACE PAR COUCHE SUCCESSIVE DE 300mm D'ÉPAISSEUR ET COMPACTÉ À 95% DU P.M. LE DERNIER 150mm ADJACENT AUX GÉOSYNTHÉTIQUES DOIT ÊTRE EXEMPT DE PARTICULES SUPÉRIEURES À 20mm DE DIAMÈTRE.

NOTE 2 :
LES PONCEAUX INSTALLÉS EN PARALLÈLE DOIVENT ÊTRE MIS EN PLACE À 2000mm C/C

«CES DOCUMENTS NE DOIVENT PAS ÊTRE UTILISÉS À DES FINS DE CONSTRUCTION»

RÉV	DATE	DESCRIPTION	DES.	VÉR.	APP.
AF	2022-10-24	POUR PERMIS	G.G.	K.G.	M.E.
AE	2022-10-04	POUR PERMIS	G.G.	K.G.	M.E.
AD	2022-09-27	POUR COMMENTAIRES	G.G.	K.G.	M.E.
AC	2022-04-20	POUR PERMIS	G.G.	M.E.	S.L.
AB	2022-01-24	POUR PERMIS	G.G.	M.E.	S.L.
AA	2022-01-14	POUR COMMENTAIRES	G.G.	M.E.	S.L.

SCEAU & SIGNATURE



PROJET : 221-11330-02



CONÇU :	Isabelle Tremblay, ing.	2022-09-XX
DESSINÉ :	Daniel Bilodeau, tech.	2022-09-XX
VÉRIFIÉ :	Kevin Gagnon, ing.	2022-09-XX
APPROUVÉ :	Morteza Esfahani, ing., P.Eng., Ph.D.	2022-10-24
CLIENT :	Yan Thériberge	2022-10-24
ÉCHELLE :	Indiquée	DATE

PROJET : DEMANDE D'AUTORISATION ECHANTILLONNAGE EN VRAC DE LYNX 4 ET CARIBOO

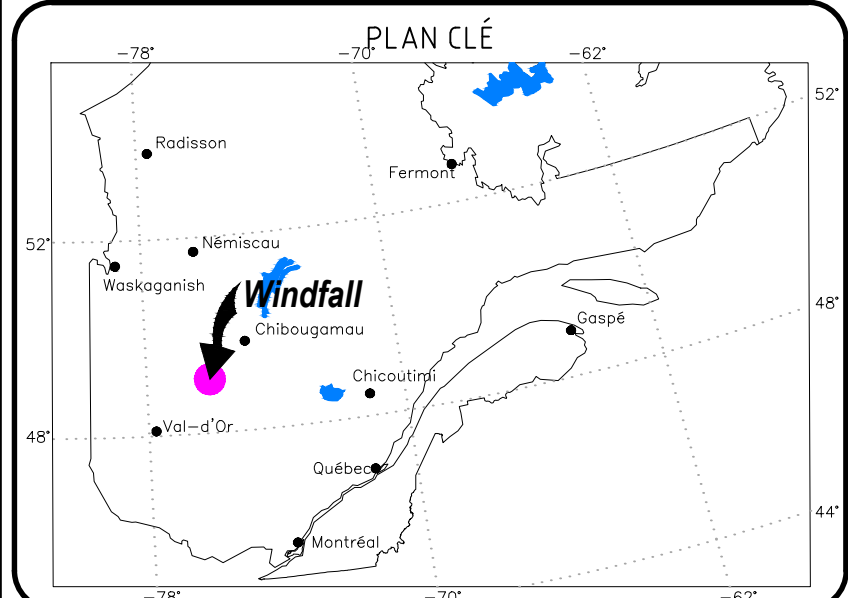
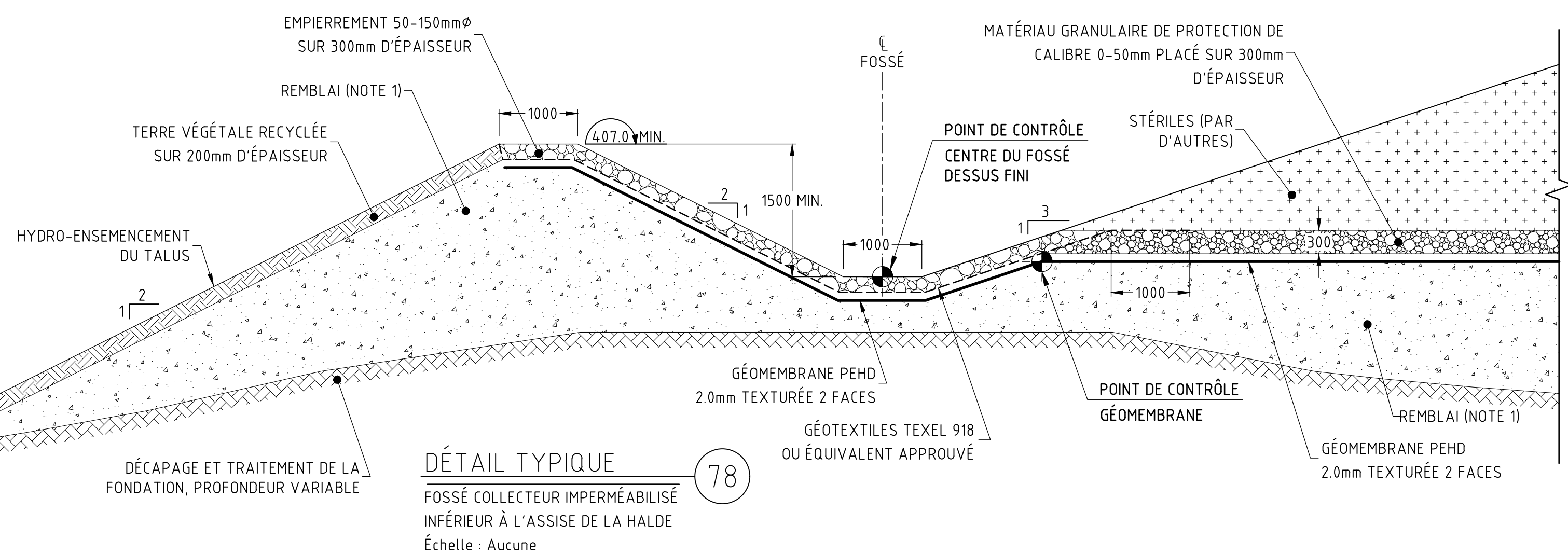
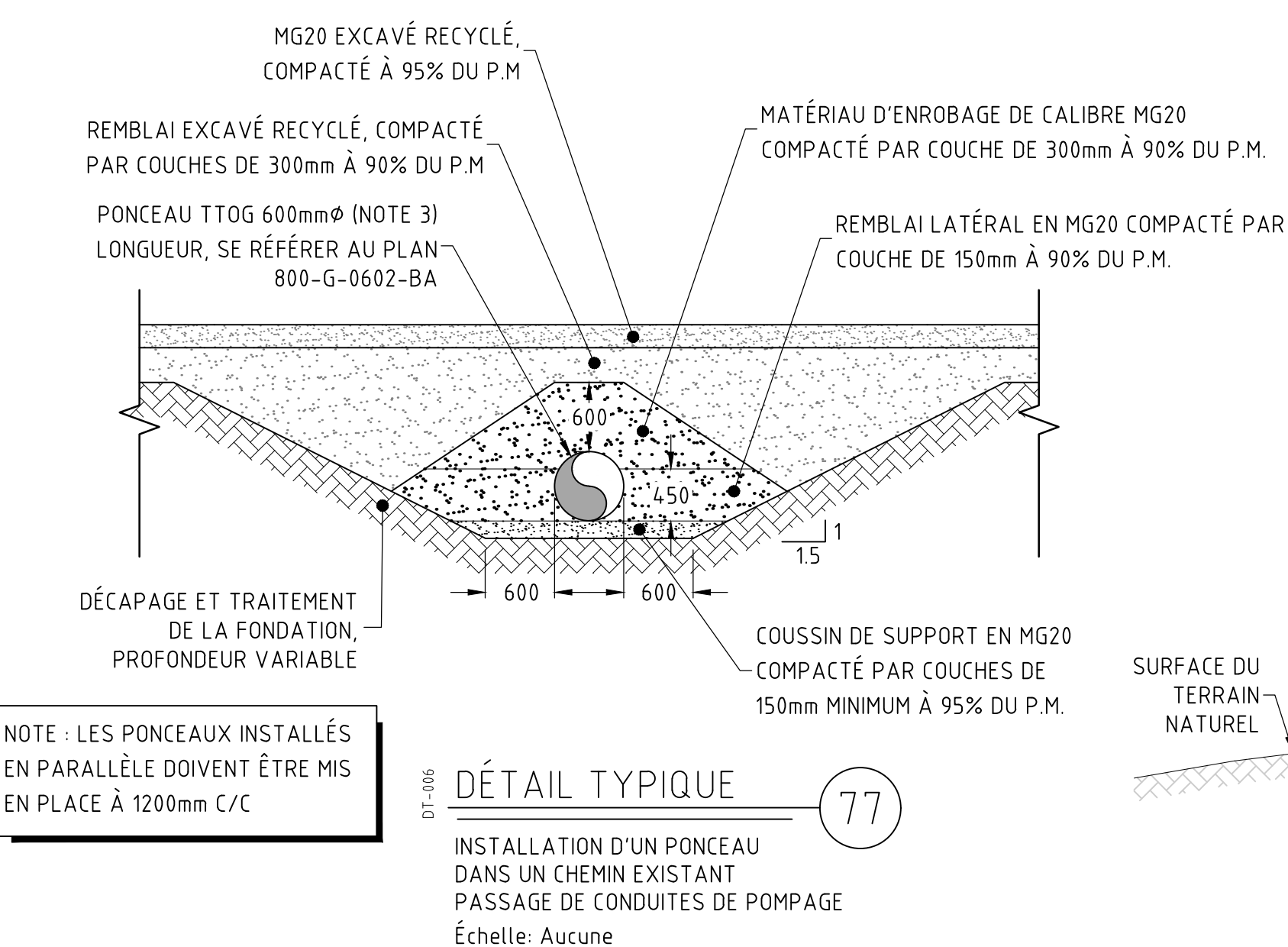
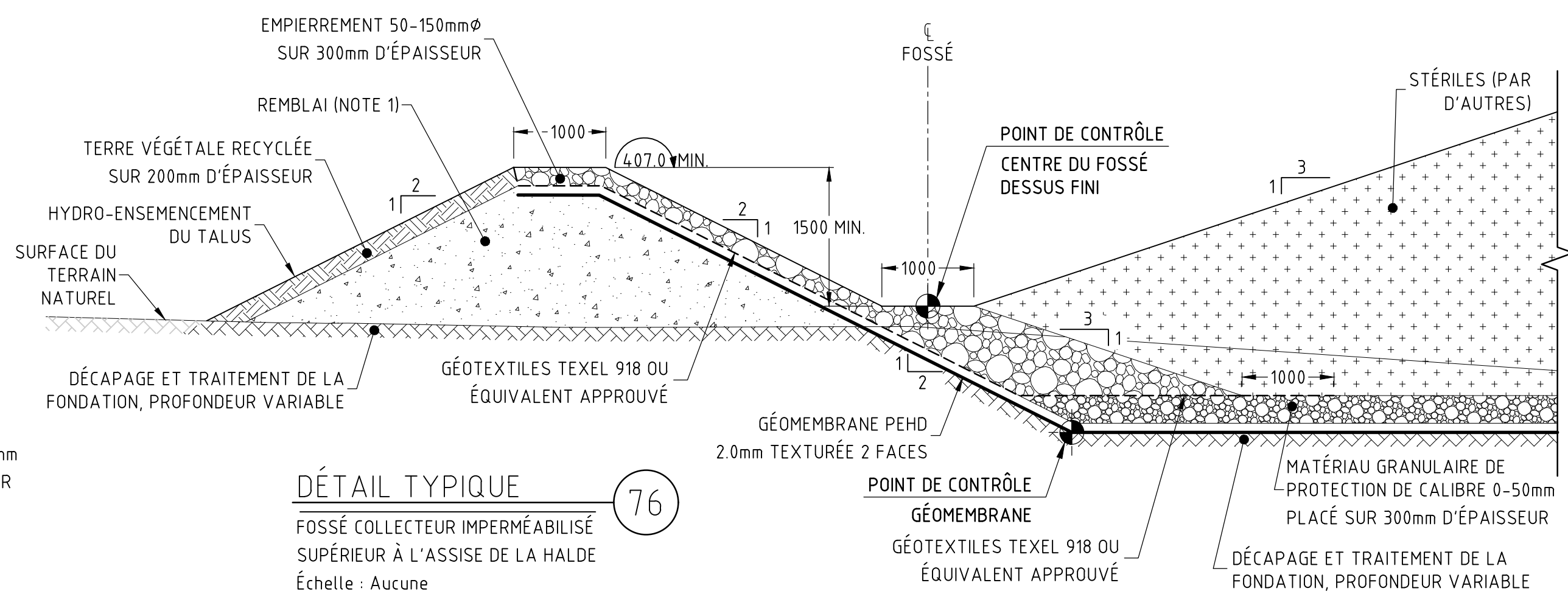
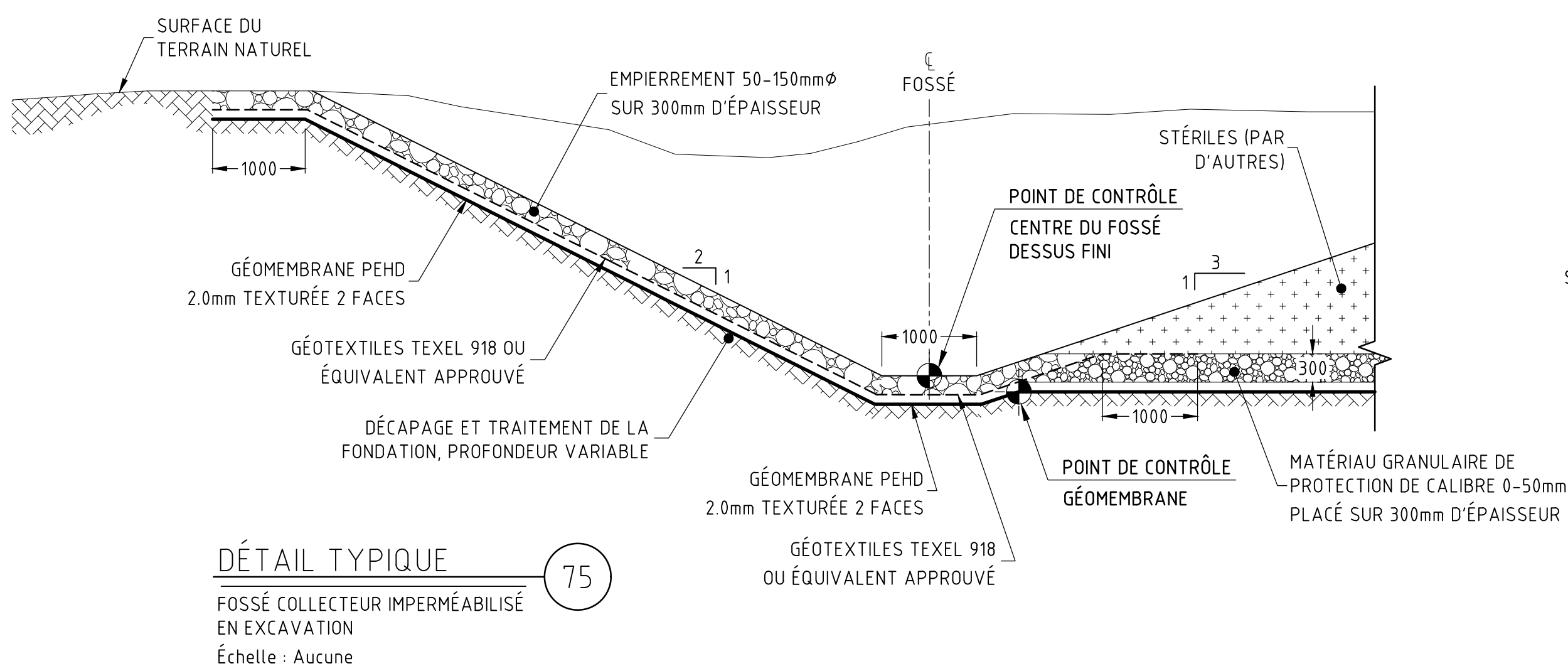
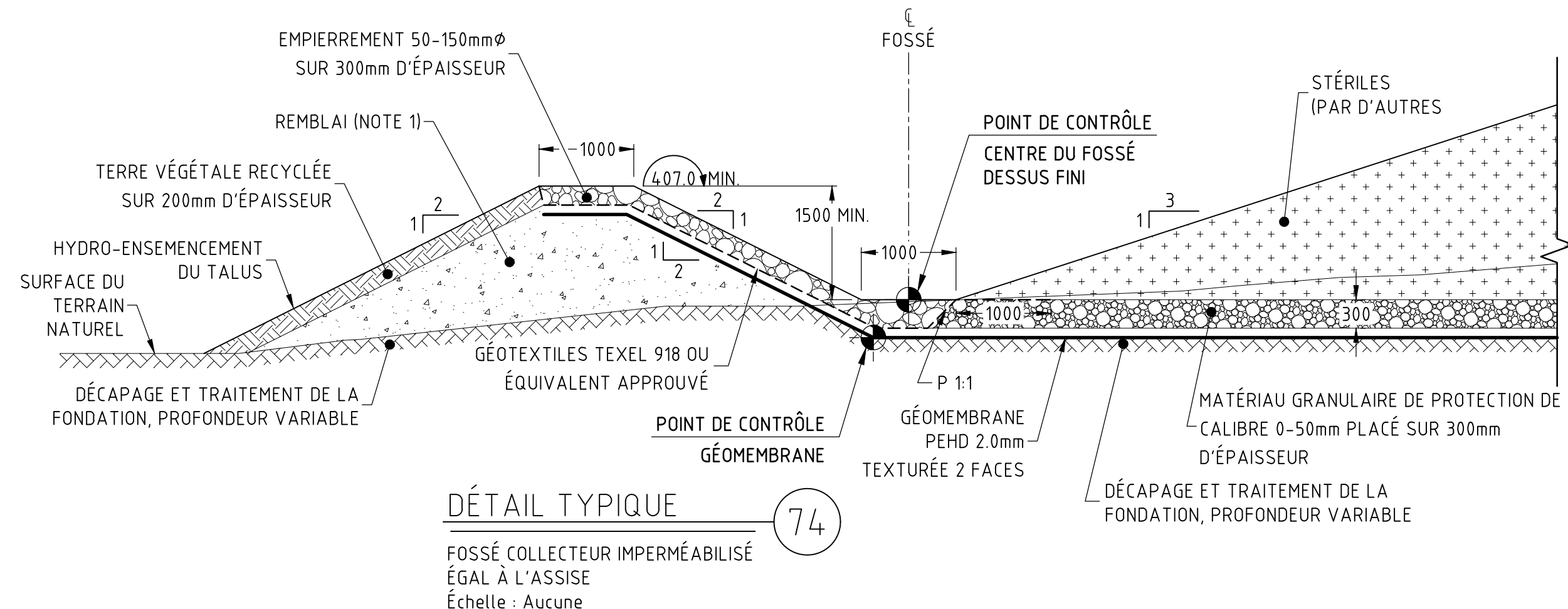
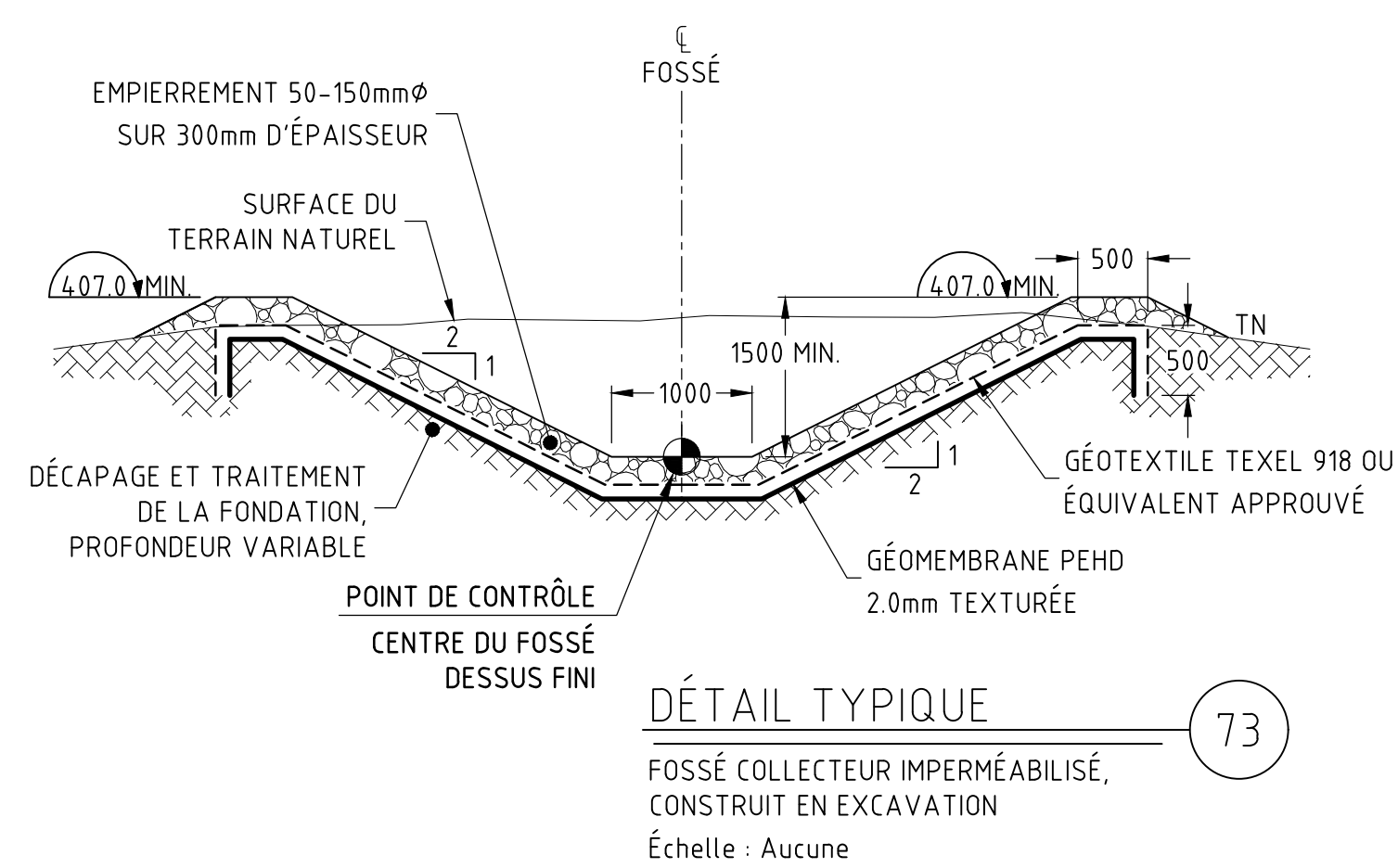
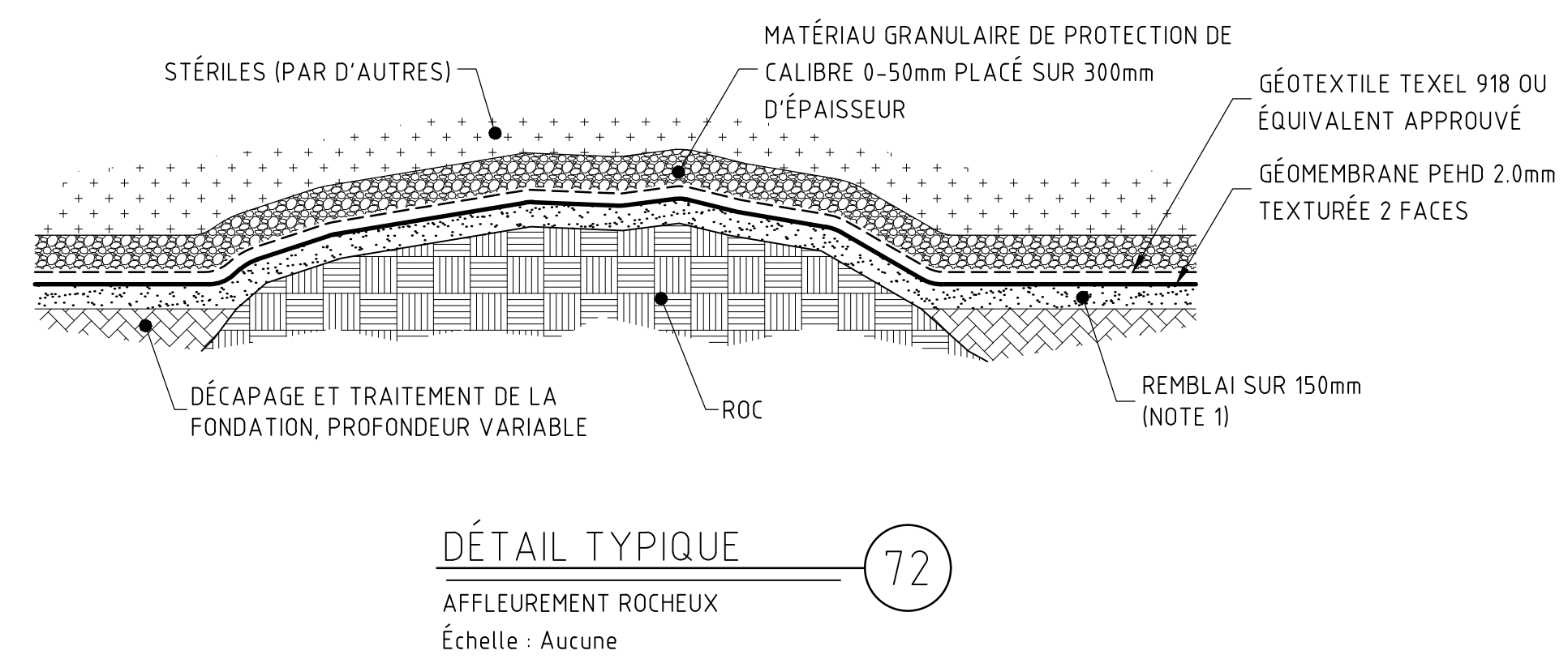
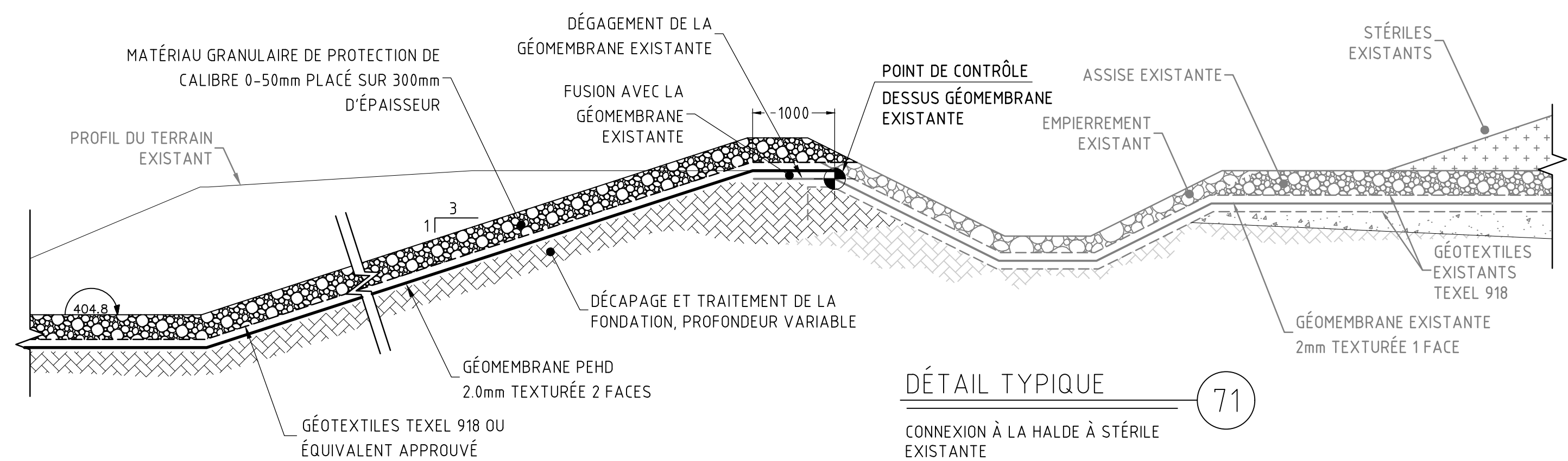
SOUS-PROJET :
AGRANDISSEMENT DE LA HALDE À STÉRILES EXISTANTE ET DES INFRASTRUCTURES DE GESTIONS DES EAUX

TITRE :
VUE EN PLAN, PROFILS ET DÉTAILS TYPIQUES DU BASSIN D'ACCUMULATION D PROPOSÉ

NUMÉRO DE DESSIN

CAWL-800-G-0606-AD

SECTEUR - DISCIPLINE - NO. SÉQUENTIEL - RÉVISION



À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURES SONT EN MILLIMÈTRES.

NOTE 1 :
REMBLAI : MATÉRIAU GRANULAIRE COMPACTABLE NON GÉNÉRATEUR D'ACIDE, EXEMPT DE MATIÈRE ORGANIQUE ET DE PARTICULES SUPÉRIEURES À 200mm de DIAMÈTRE MIS EN PLACE PAR COUCHE SUCCESSIVE DE 300mm D'ÉPAISSEUR ET COMPACTÉ À 95 % DU P.M. LE DERNIER 150mm ADJACENT AUX GÉOSYNTHÉTIQUES DOIT ÊTRE EXEMPT DE PARTICULES SUPÉRIEURES À 20mm de DIAMÈTRE.

NOTE 2 :
LE NIVELLEMENT DE LA BASE DE L'ASSISE DE LA HALDE DOIT ÊTRE
FAIT DE FAÇON À REJOINDRE LE NIVEAU DE LA MEMBRANE DE LA
HALDE EXISTANTE ET CE, EN SUIVANT UNE PENTE MAXIMALE DE
3H-1V DE FAÇON À FACILITER LE RACCORDEMENT DES DEUX
MEMBRANES.

NOTE 3 : PONCEAUX EN TUYAU DE TÔLE ONDULÉE. ÉPAISSEUR DE 1,6mm. ONDULATION DE 68x13mm.

«CES DOCUMENTS NE DOIVENT PAS
ÊTRE UTILISÉS À DES FINS
DE CONSTRUCTION»

AF	2022-10-24	POUR PERMIS	G.G.	K.G.	M.E.
AE	2022-10-04	POUR PERMIS	G.G.	K.G.	M.E.
AD	2022-09-27	POUR COMMENTAIRES	G.G.	K.G.	M.E.
AC	2022-04-20	POUR PERMIS	G.G.	M.E.	S.L.
AB	2022-01-24	POUR PERMIS	G.G.	M.E.	S.L.
AA	2022-01-14	POUR COMMENTAIRES	G.G.	M.E.	S.L.
RÉV	DATE	DESCRIPTION	DES.	VER	APP

SCEAU & SIGNATURE



נשיא

1135, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA G2K 0M5
PROJET : 221-11330-02 TÉL : 1-418-623-2254 | WWW.WSP.COM

OSISKO
MINIÈRE OSISKO

CONÇU :	Kevin Gagnon, ing.	2022-10-24
DESSINÉ :	Gail Godmaire, tech.	2022-10-24
VÉRIFIÉ :	Kevin Gagnon, ing.	2022-10-24
APPROUVÉ :	Morteza Esfehiani, ing., P.Eng., Ph.D.	2022-10-24
CLIENT :	Yan Thérberge	2022-10-24
ÉCHELLE :	Indiquée	DATE

PROJET : DEMANDE D'AUTORISATION
ECHANTILLONNAGE EN VRAC
DE LYNX 4 ET CARIBOO

SOUS-PROJET :
AGRANDISSEMENT DE LA HALDE À STÉRILES EXISTANTE
ET DES INFRASTRUCTURES DE GESTIONS DES EAUX

TITRE :

COUPES ET DÉTAILS TYPIQUES

NUMÉRO DE DESSIN
CAWL-800-G-0607-AD

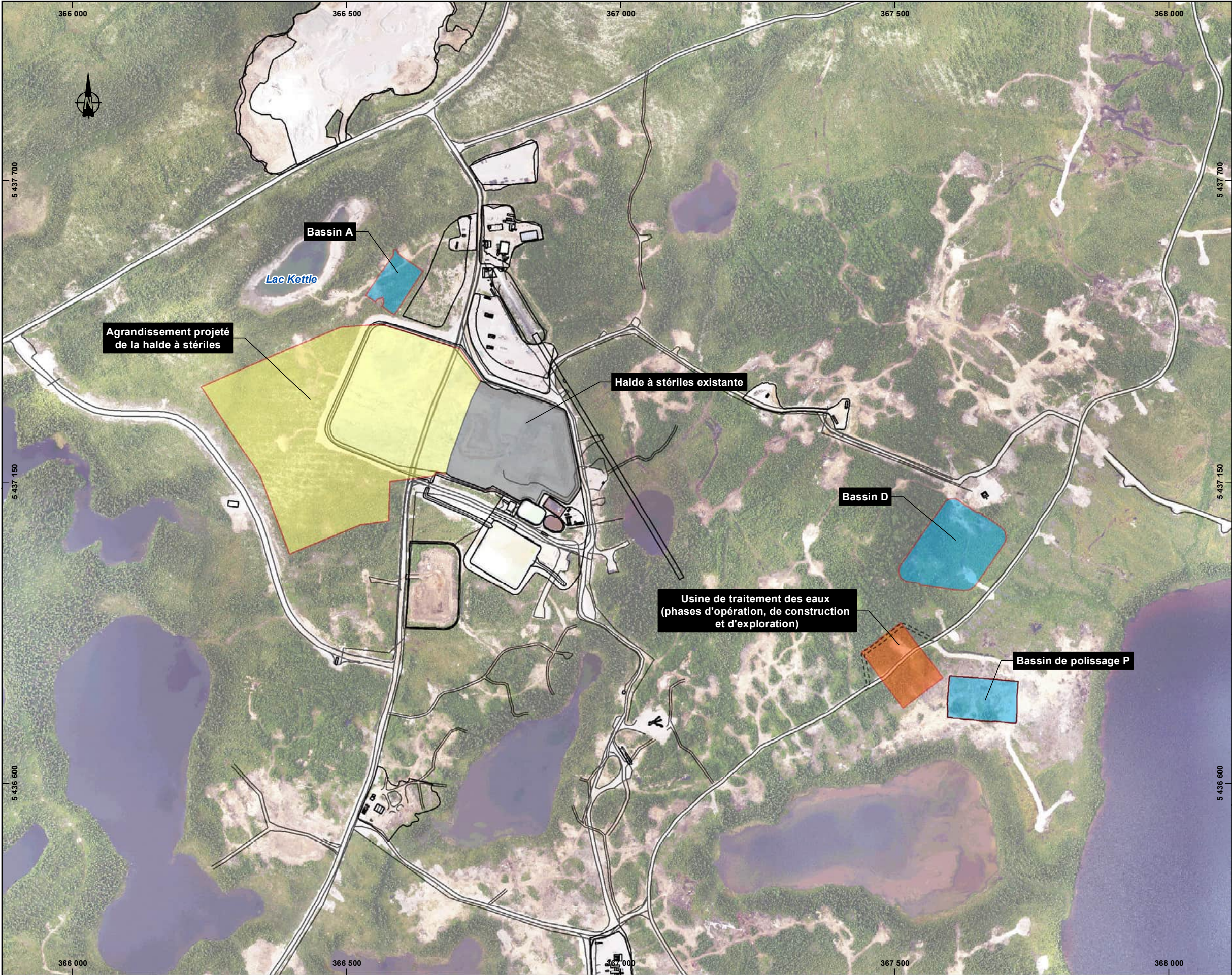
SECTEUR - DISCIPLINE - NO. SÉQUENTIEL - RÉVISION

ANNEXE

B

CARTES





— Infrastructure existante



OSISKO
MINIÈRE OSISKO

*Ingénierie détaillée pour l'agrandissement
de la halde à stériles existante et la
construction des infrastructures de
gestion des eaux*

*Site minier Windfall,
Eeyou Istchee Baie-James (Québec)*

Carte 1
Localisation des infrastructures de surface

Sources :
Orthophoto, résolution 80 cm, Osisko Mining inc., 2020-07

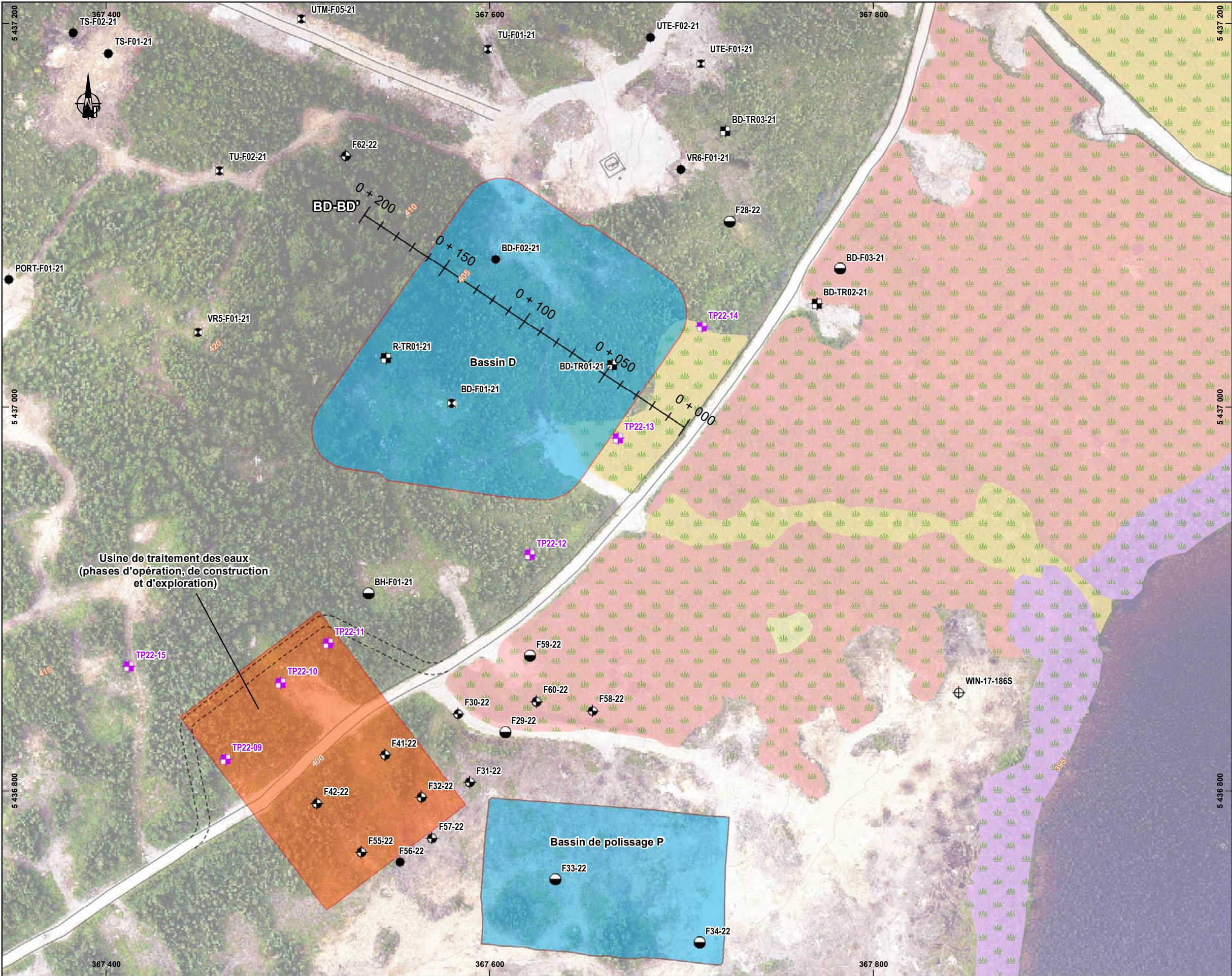
0 70 140 m
MTM, fuseau 9, NAD83

2022-10-25

Préparée par : J.-A. Douville
Dessinée par : J. Roy
Vérifiée par : K. Bondy
_221_11330_02_idc1_120_infras_221025.mxd



La précision des limites et les mesures montrées sur ce document ne doivent pas servir à des fins d'ingénierie ou de délimitation foncière. Aucune analyse foncière n'a été effectuée par un arpenteur-géomètre.



— Infrastructure existante
- - - Infrastructure projetée
0+000 0+050 Coupe
—400— Courbe de niveau (1 m)

Sondages

WSP

- ⊕ Puits d'observation, 2017
- ⊗ Forage, 2021
- Forage et puits d'observation, 2", 2021
- Forage et puits d'observation, 3/4", 2021
- ⊞ Tranchée d'exploration, 2021
- ⊞ Forage, 2022

Osisko

- ⊞ Tranchée d'exploration, 2022

Milieux humides

- Marais
- Tourbière boisée ombrotrophe (bog)
- Tourbière ouverte minérotrophe (fen)
- Tourbière ouverte ombrotrophe (bog)

OSISKO
MINIÈRE OSISKO

Ingénierie détaillée pour l'agrandissement
de la halde à stériles existante et la
construction des infrastructures de
gestion des eaux

Site minier Windfall,
Eeyou Istchee Baie-James (Québec)

Carte 3
Localisation de la coupe BD - Bassin D

Sources :
Orthophoto, résolution 80 cm, Osisko Mining inc., 2020-07

0 20 40 m
MTM, fuseau 9, NAD83

2022-10-25

Préparée par : J.-A. Douville
Dessinée par : J. Roy
Vérifiée par : K. Bondy
_221_11330_02_idc3_122_bassinD_221025.mxd

wsp

ANNEXE

C

ALÉA SISMIQUE



2015 National Building Code Seismic Hazard Calculation

INFORMATION: Eastern Canada English (613) 995-5548 français (613) 995-0600 Facsimile (613) 992-8836
Western Canada English (250) 363-6500 Facsimile (250) 363-6565

Site: 49.075N 75.652W

2021-09-28 15:38 UT

Probability of exceedance per annum	0.000404	0.001	0.0021	0.01
Probability of exceedance in 50 years	2 %	5 %	10 %	40 %
Sa (0.05)	0.063	0.040	0.027	0.011
Sa (0.1)	0.089	0.058	0.041	0.017
Sa (0.2)	0.090	0.063	0.045	0.020
Sa (0.3)	0.081	0.058	0.043	0.019
Sa (0.5)	0.072	0.052	0.038	0.016
Sa (1.0)	0.048	0.034	0.024	0.009
Sa (2.0)	0.027	0.018	0.012	0.004
Sa (5.0)	0.007	0.004	0.003	0.001
Sa (10.0)	0.003	0.002	0.001	0.001
PGA (g)	0.052	0.035	0.024	0.010
PGV (m/s)	0.063	0.042	0.029	0.010

Notes: Spectral ($S_a(T)$, where T is the period in seconds) and peak ground acceleration (PGA) values are given in units of g (9.81 m/s^2). Peak ground velocity is given in m/s . Values are for "firm ground" (NBCC2015 Site Class C, average shear wave velocity 450 m/s). NBCC2015 and CSAS6-14 values are highlighted in yellow. Three additional periods are provided - their use is discussed in the NBCC2015 Commentary. Only 2 significant figures are to be used. **These values have been interpolated from a 10-km-spaced grid of points. Depending on the gradient of the nearby points, values at this location calculated directly from the hazard program may vary. More than 95 percent of interpolated values are within 2 percent of the directly calculated values.**

References

National Building Code of Canada 2015 NRCC no. 56190; Appendix C: Table C-3, Seismic Design Data for Selected Locations in Canada

Structural Commentaries (User's Guide - NBC 2015: Part 4 of Division B)
Commentary J: Design for Seismic Effects

Geological Survey of Canada Open File 7893 Fifth Generation Seismic Hazard Model for Canada: Grid values of mean hazard to be used with the 2015 National Building Code of Canada

See the websites www.EarthquakesCanada.ca and www.nationalcodes.ca for more information



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

Canada

ANNEXE

D

**RÉSULTATS DES ANALYSES
DE STABILITÉ**

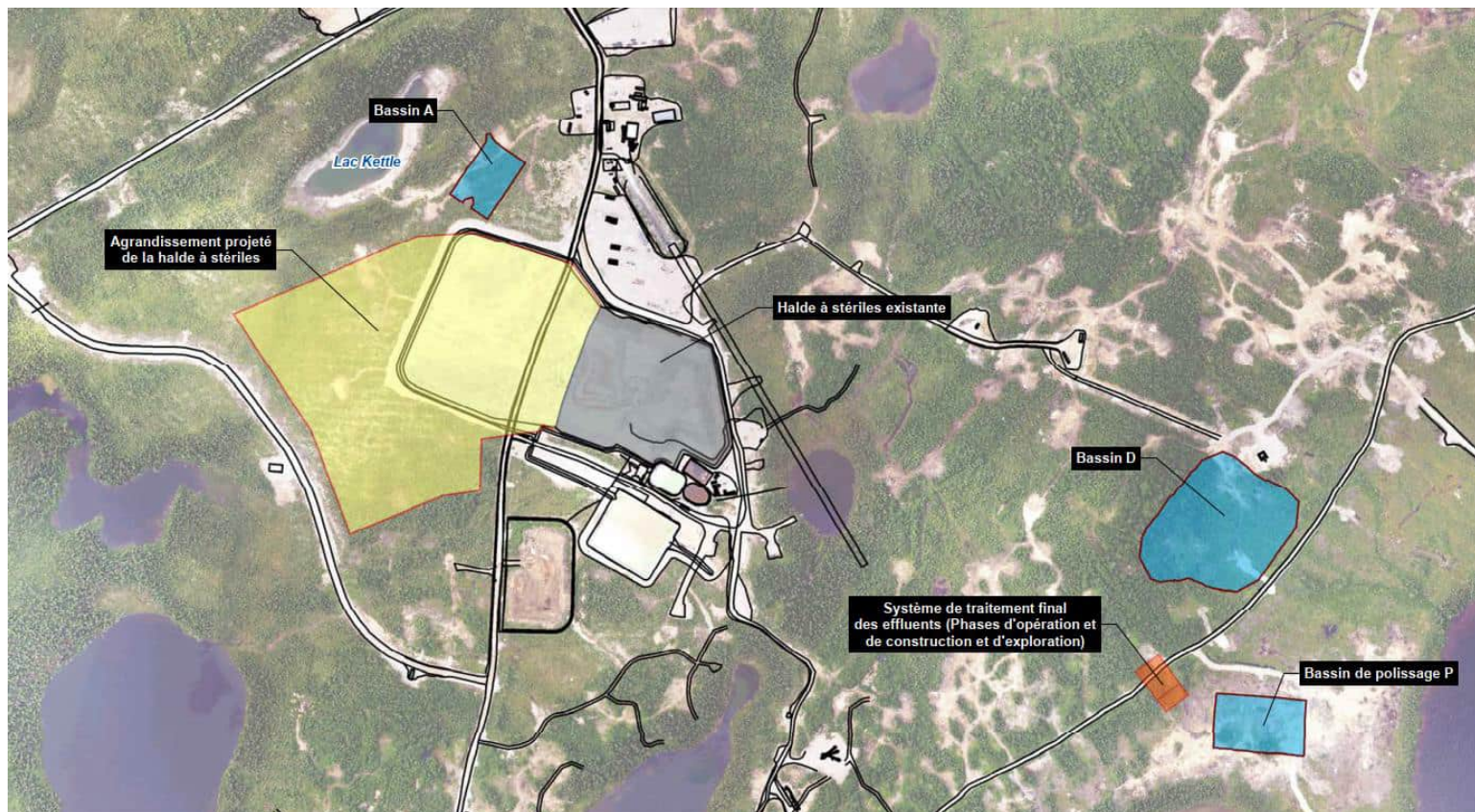




Analyses de stabilité

Halde à stériles – Halde à minerais – Bassin D

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Agrandissement de la halde à stériles existante et construction des infrastructures de gestion des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Vue générale actuelle de la zone à l'étude



















No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D – Figure 1



Propriétés de résistance des matériaux

Date: 2022-09-26

Couleur	Nom	Modèle	Poids volumique (kN/m³)	Cohésion effective (kPa)	Angle de frottement effectif (°)
	A.1. Terre végétale	Mohr-Coulomb	13,5	0	27
	B.1. Sable avec traces de silt et gravier, lâche à très lâche	Mohr-Coulomb	18	0	27
	B.2. Sable, un peu à traces de gravier et traces de silt, compact	Mohr-Coulomb	18,5	0	32
	B.3. Sable silteux à traces de silt et gravier, dense	Mohr-Coulomb	19,5	0	34
	B.4. Sable, un peu de gravier et traces de silt, devenant très dense	Mohr-Coulomb	19,5	0	36
	B.5. Sable silteux à un peu de silt, traces d'argile, compact	Mohr-Coulomb	18,5	0	32
	B.6. Silt sableux à sable silteux, traces de gravier, dense	Mohr-Coulomb	17,5	0	34
	C.1. Sable et gravier à graveleux, un peu à traces de silt, compact	Mohr-Coulomb	20	0	32
	C.2. Sable et gravier à graveleux, un peu à traces de silt, dense	Mohr-Coulomb	20	0	36
	D. Stériles miniers	Mohr-Coulomb	19	0	35
	E. Minéral	Mohr-Coulomb	20	0	36
	F.1. Système d'imperméabilisation avec PEHD lisse	Mohr-Coulomb	9,5	0	16
	F.2. Système d'imperméabilisation avec PEHD texturé	Mohr-Coulomb	9,5	0	24
	G.1. Remblai compacté	Mohr-Coulomb	20	0	34
	G.2. Remblai compacté digue	Mohr-Coulomb	20	0	32
	H. Enrochement de protection	Mohr-Coulomb	21	0	38
	I. Tapis drainant	Mohr-Coulomb	21	0	34
	Roc	Substratum (impénétrable)			



Client : Minière Osisko Inc.
 Projet : Agrandissement de la halde à stériles existante et construction des infrastructures de gestion des eaux
 Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI
 Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Propriétés des matériaux – Analyse de stabilité

No. Projet : 221-11330-02
 ANNEXE D – Figure 2



Analyses de stabilité Halde à stériles

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Emplacement des coupes analysées de la halde à stériles

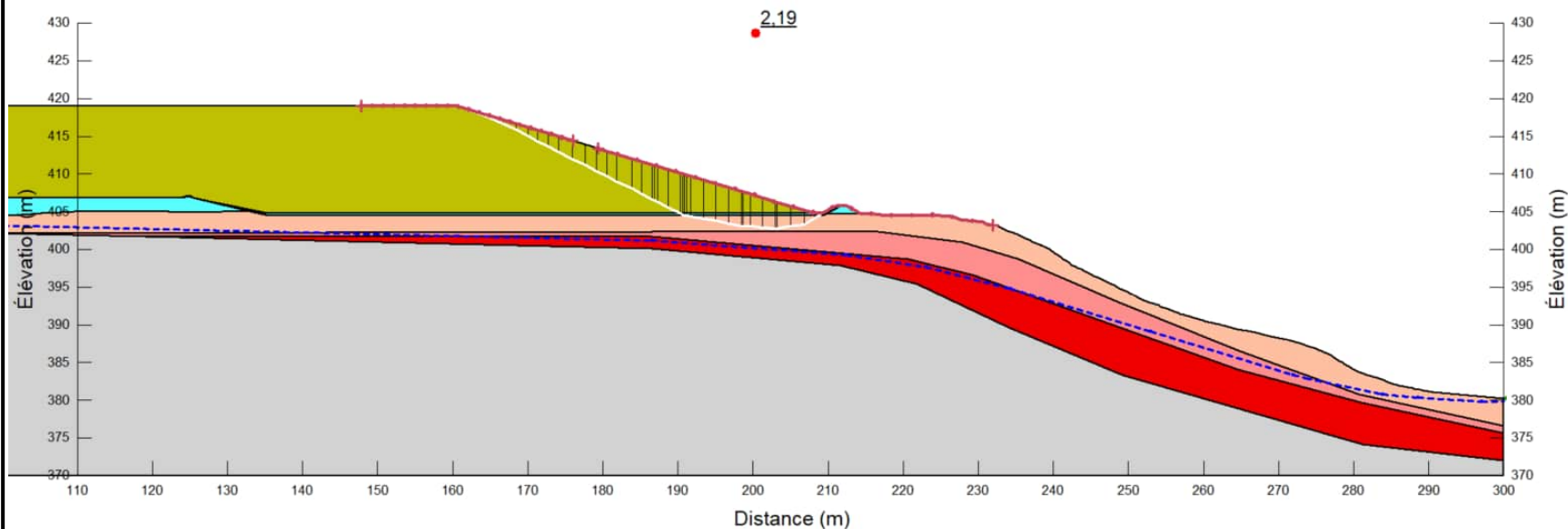
No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D - Figure 3



Coupe A - A' - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Nappe basse
Halde à stériles

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 2,19

FS requis : 1,50

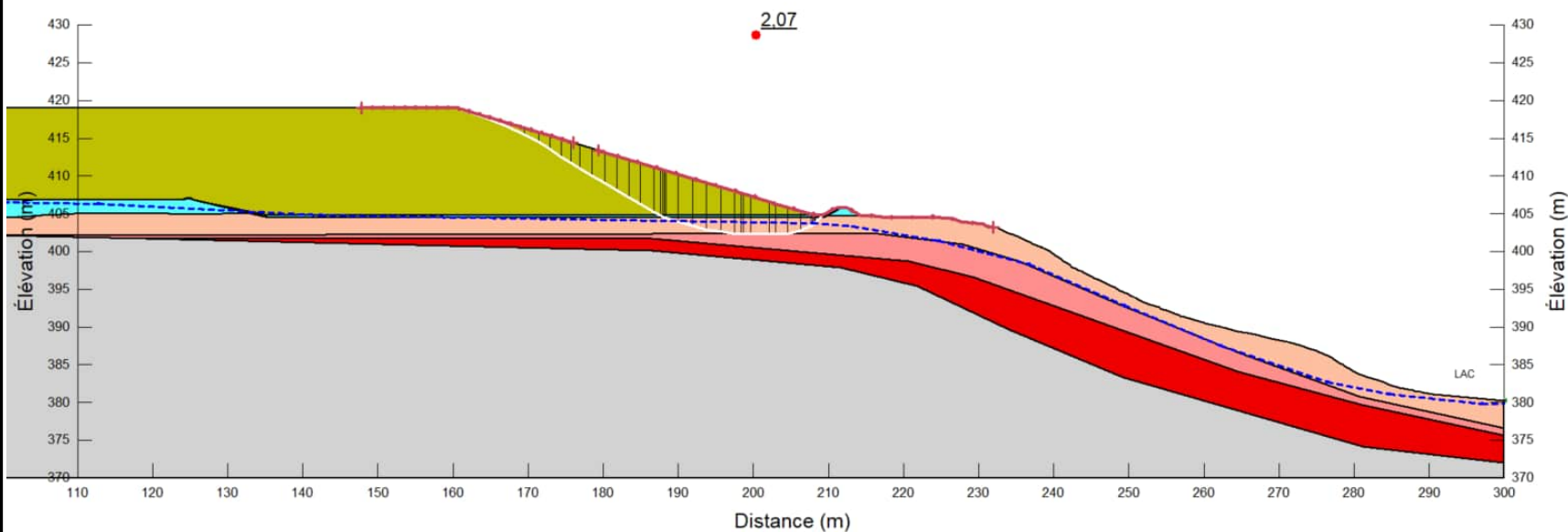
No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D - Figure 4



Coupe A - A' - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Nappe élevée
Halde à stériles

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 2,07

FS requis : 1,50

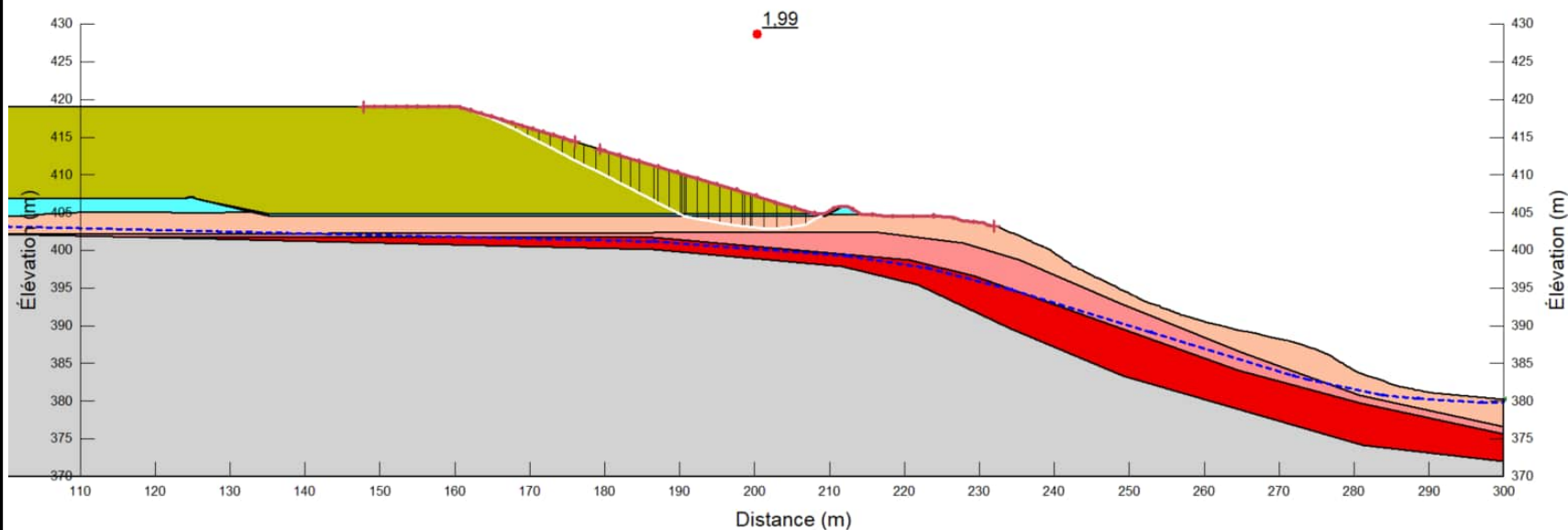
No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D - Figure 5



Coupe A - A' - Analyse de stabilité
Pseudo-statique - Rupture globale - Nappe basse
Halde à stériles

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudo-statique

FS : 1,99 FS requis : 1,10

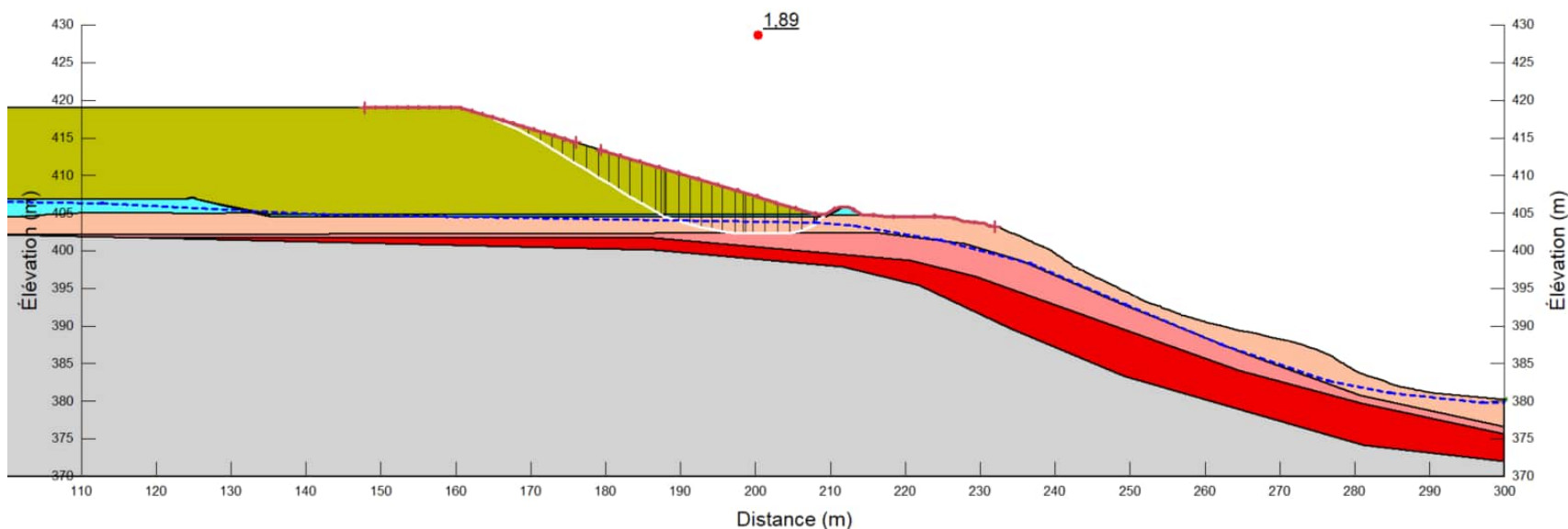
No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D - Figure 6



Coupe A - A' - Analyse de stabilité
Pseudo-statique - Rupture globale - Nappe élevée
Halde à stériles

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudo-statique

FS : 1,89

FS requis : 1,10

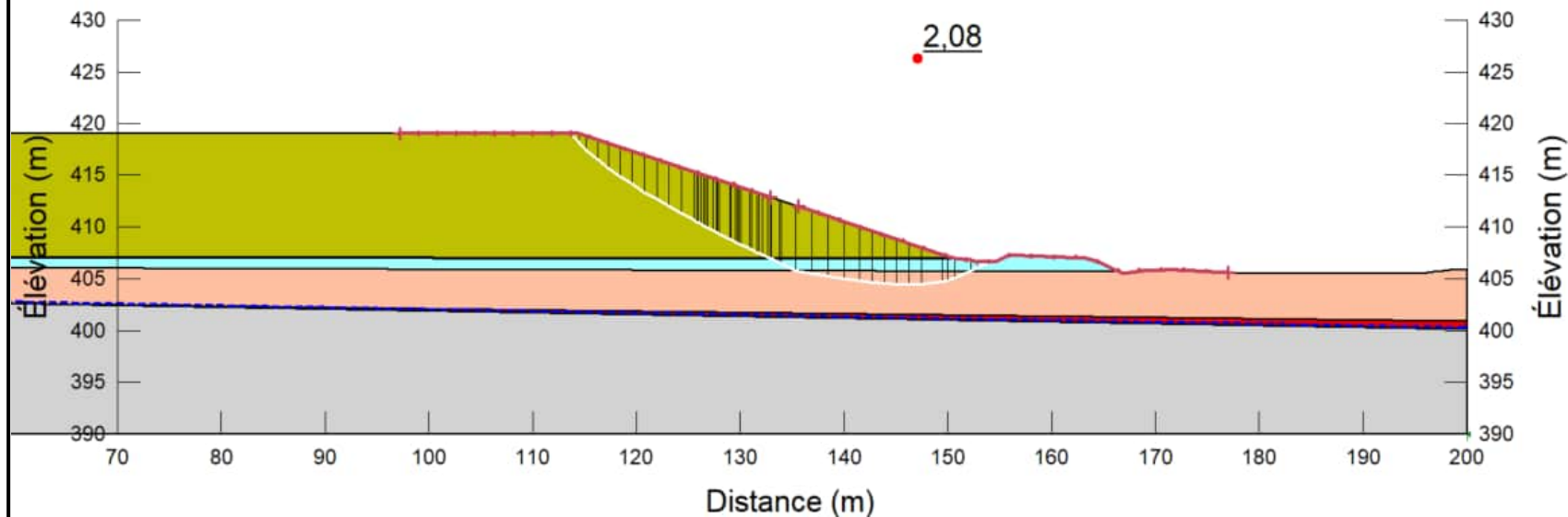
No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D - Figure 7



Coupe B – B' – Analyse de stabilité
Statique – Rupture globale – Nappe basse
Halde à stériles

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.
Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux
Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

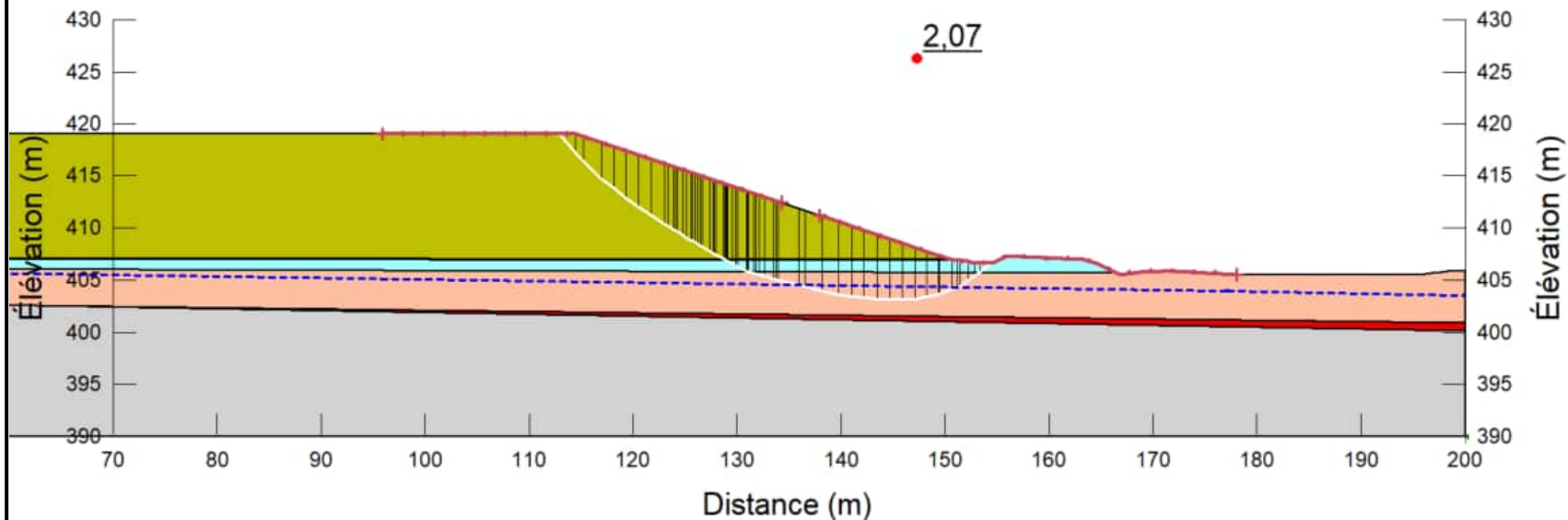
Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 2,08 FS requis : 1,50

No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D – Figure 8



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Agrandissement de la halde à stériles existante et construction des infrastructures de gestion des eaux

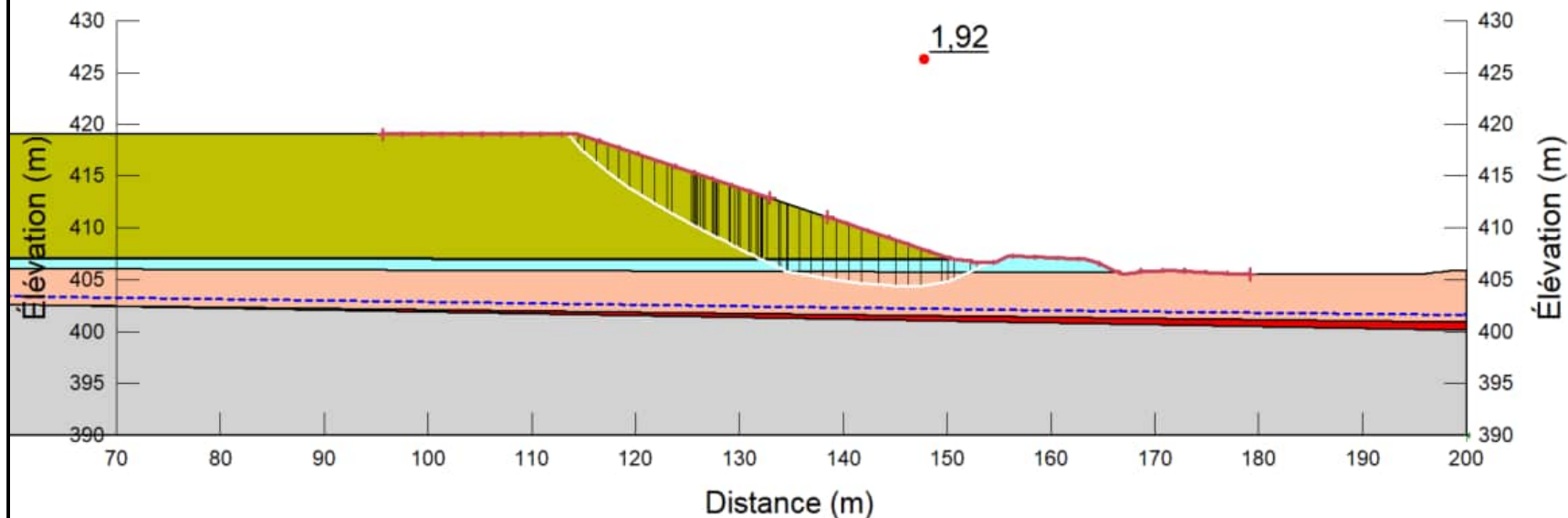
Cas de chargement : Statique

FS : 2,07 FS requis : 1,50



Coupe B - B' - Analyse de stabilité
Pseudo-statique - Rupture globale - Nappe basse
Halde à stériles

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.
Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux
Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudo-statique

FS : 1,92 FS requis : 1,10

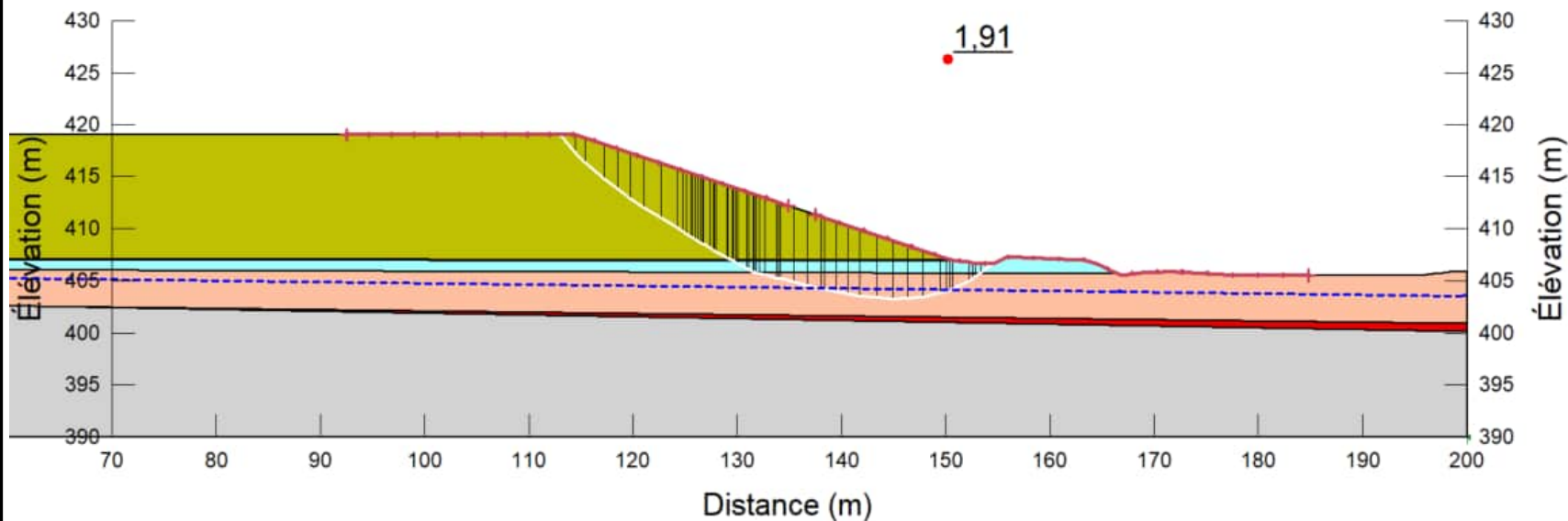
No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D - Figure 10



Coupe B - B' - Analyse de stabilité
Pseudo-statique - Rupture globale - Nappe élevée
Halde à stériles

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudo-statique

FS : 1,91 FS requis : 1,10

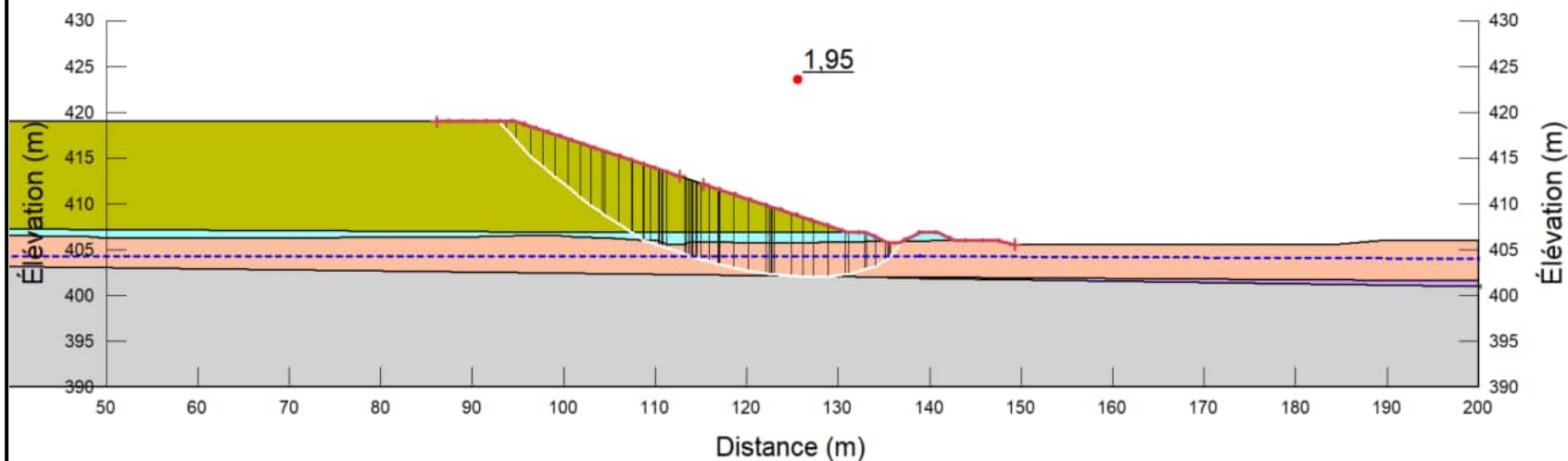
No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D - Figure 11



Coupe C - C' - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale- Nappe basse
Halde à stériles

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.
Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux
Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,95 FS requis : 1,50

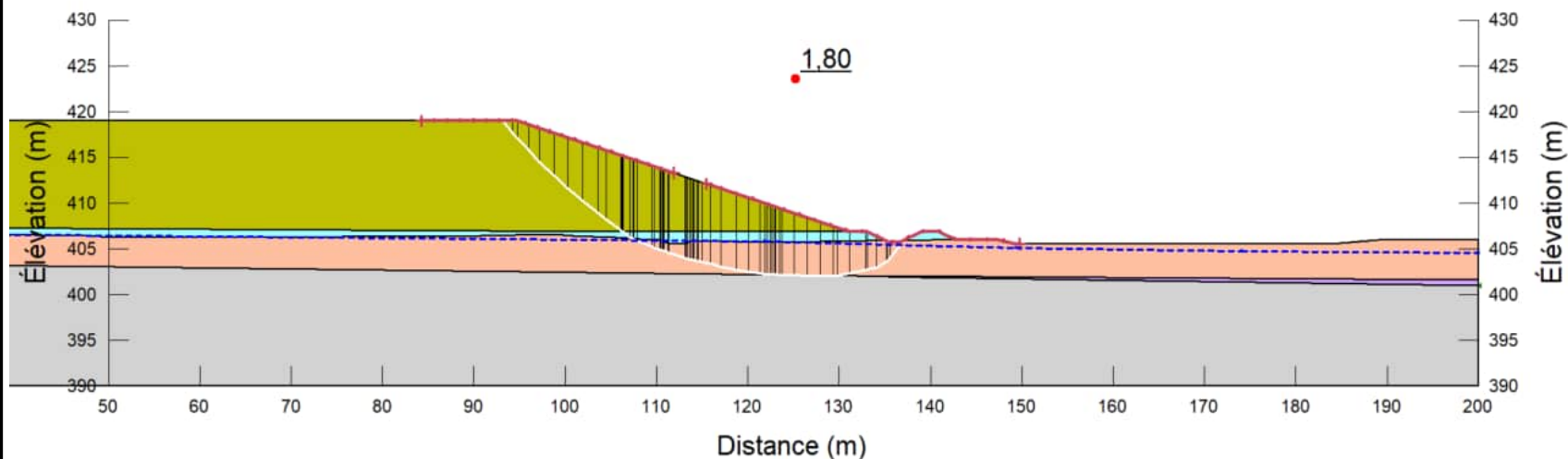
No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D - Figure 12



Coupe C - C' - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale- Nappe élevée
Halde à stériles

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,80

FS requis : 1,50

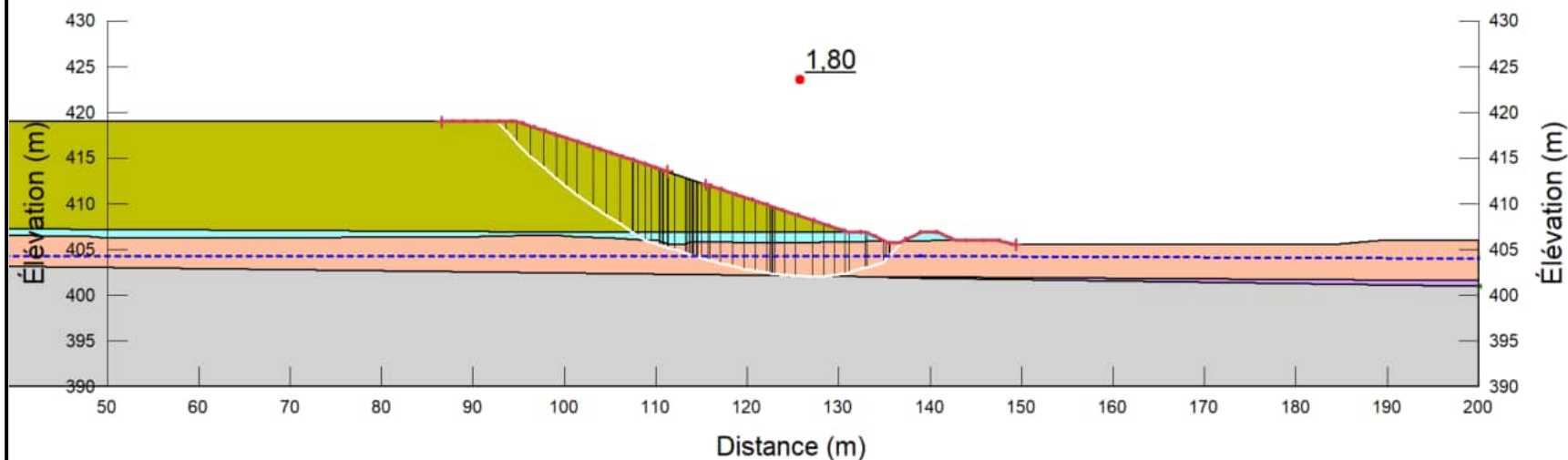
No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D - Figure 13



Coupe C - C' - Analyse de stabilité
Pseudo-statique - Rupture globale - Nappe basse
Halde à stériles

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.
Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux
Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudo-statique

FS : 1,80 FS requis : 1,10

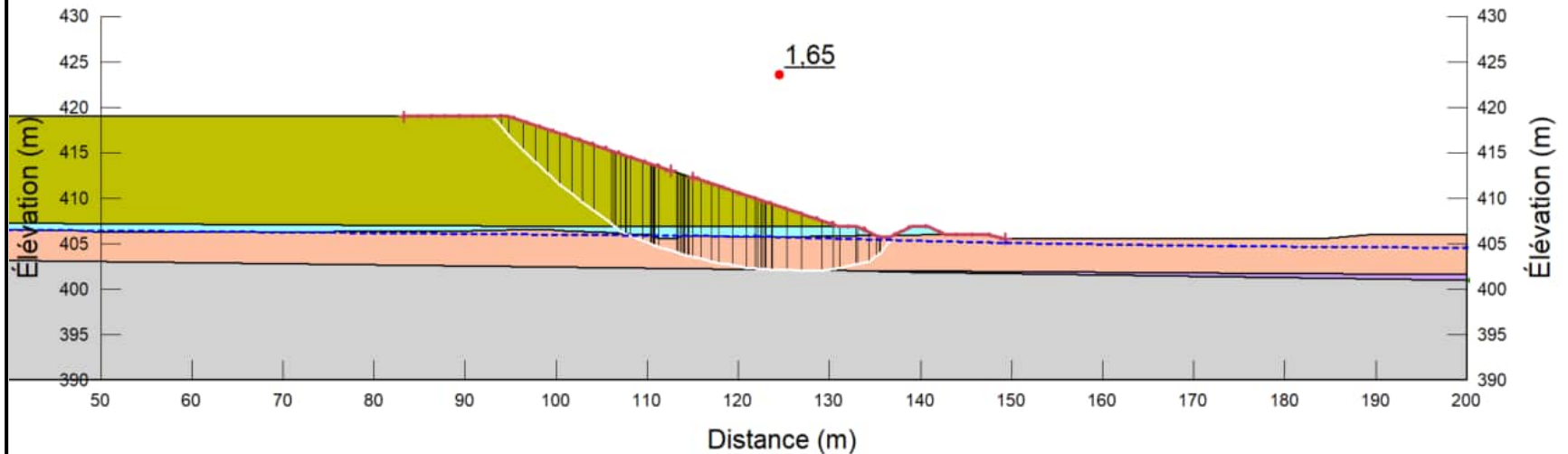
No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D - Figure 14



Coupe C - C' - Analyse de stabilité
Pseudo-statique - Rupture globale - Nappe élevée
Halde à stériles

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.
Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux
Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudo-statique

FS : 1,65 FS requis : 1,10

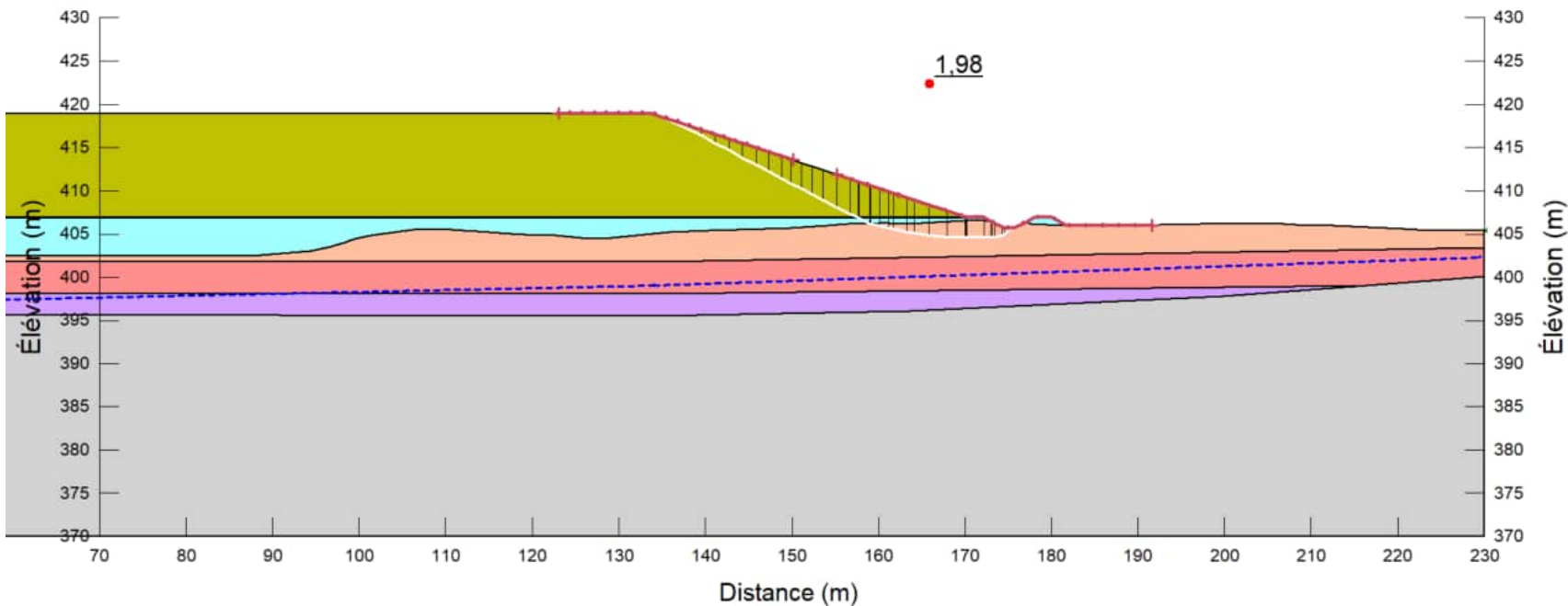
No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D - Figure 15



Coupe D - D' - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Nappe basse
Halde à stériles

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,98 FS requis : 1,50

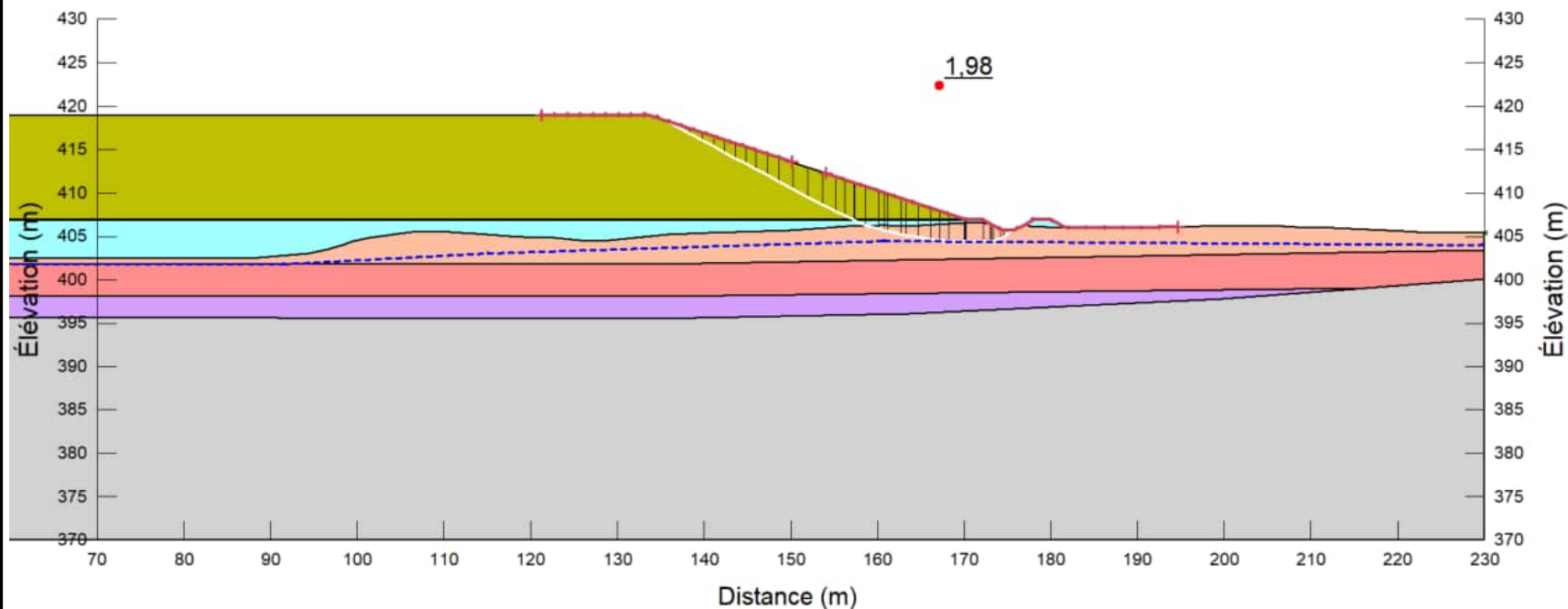
No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D - Figure 16



Coupe D - D' - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Nappe élevée
Halde à stériles

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,98 FS requis : 1,50

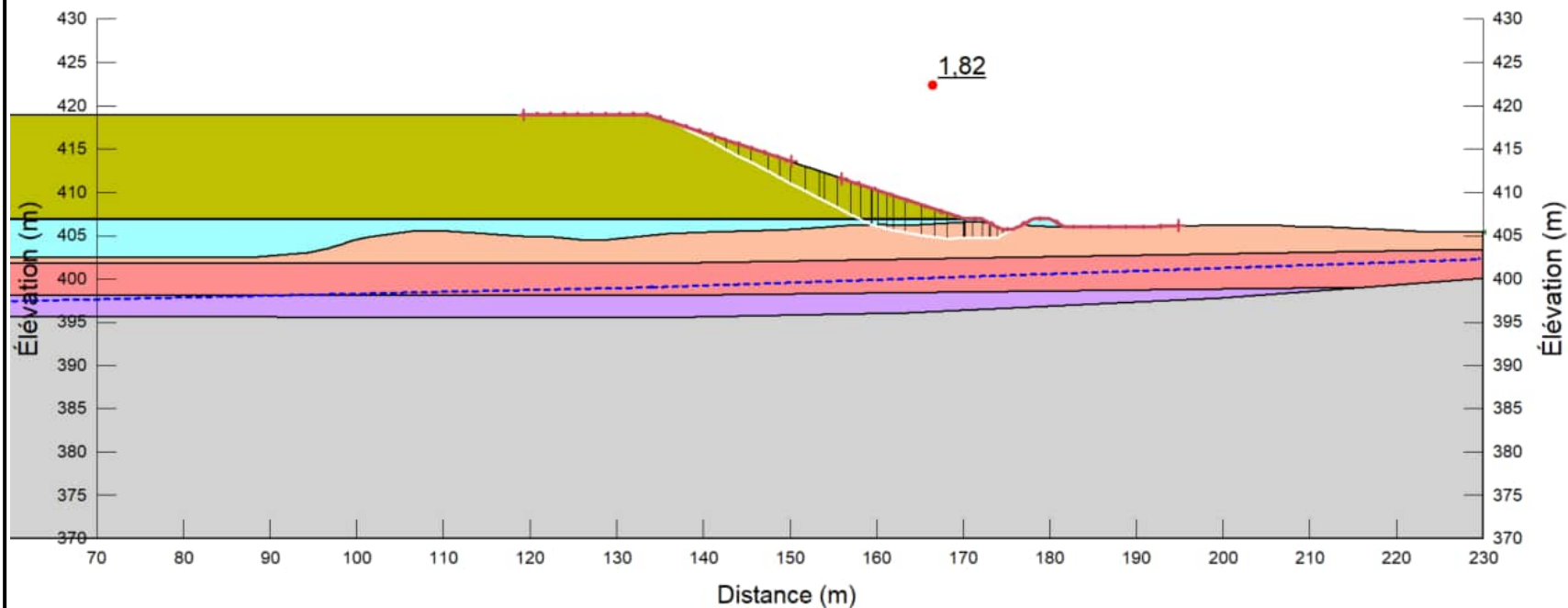
No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D - Figure 17



Coupe D - D' - Analyse de stabilité
Pseudo-statique - Rupture globale - Nappe basse
Halde à stériles

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudo-statique

FS : 1,82 FS requis : 1,10

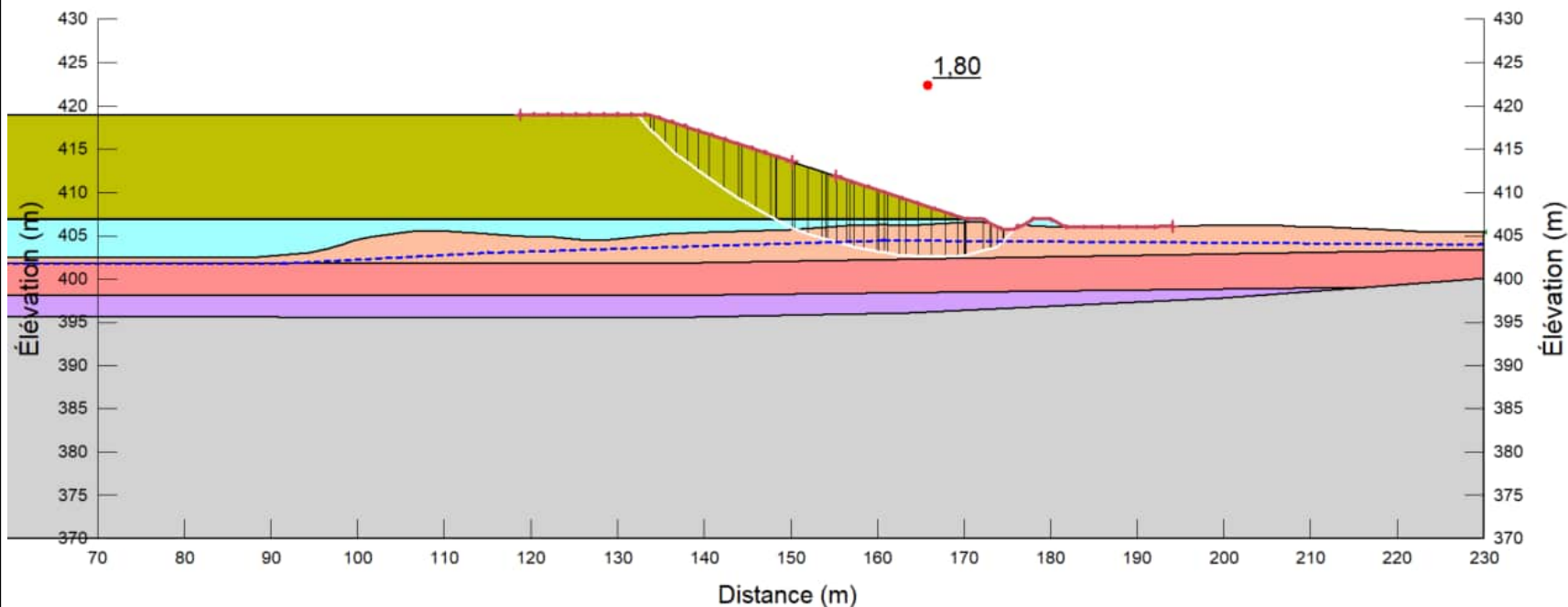
No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D - Figure 18



Coupe D - D' - Analyse de stabilité
Pseudo-statique - Rupture globale - Nappe élevée
Halde à stériles

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudo-statique

FS : 1,80

FS requis : 1,10

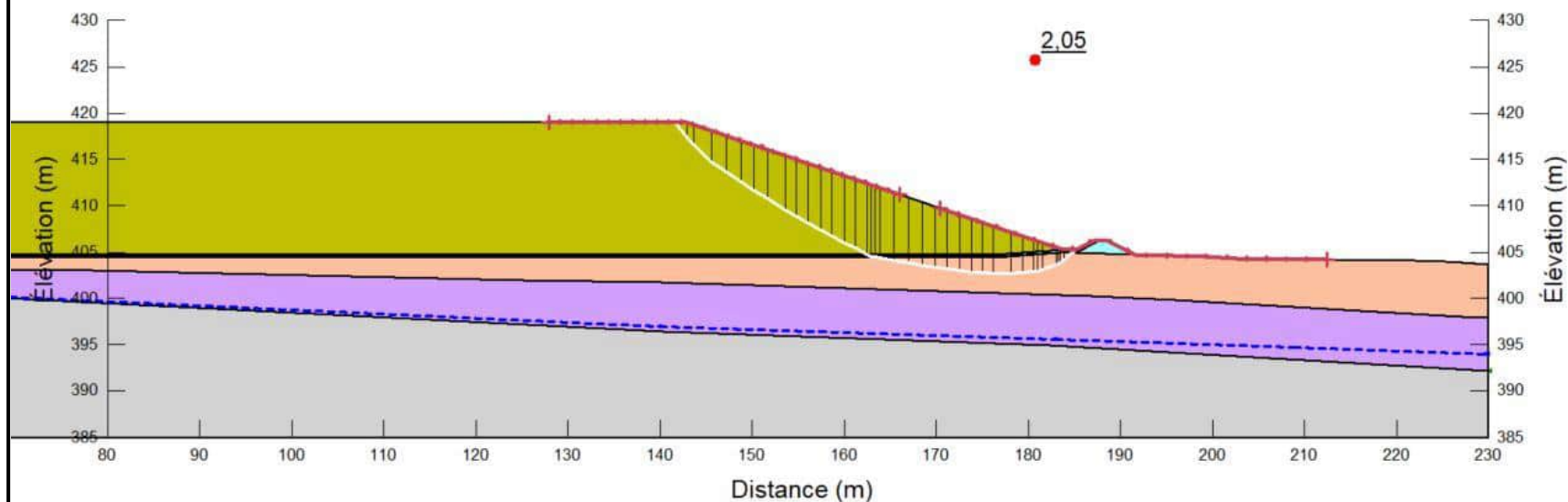
No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D - Figure 19



Coupe E - E' - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Nappe basse
Halde à stériles

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.
Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux
Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 2,05 FS requis : 1,50

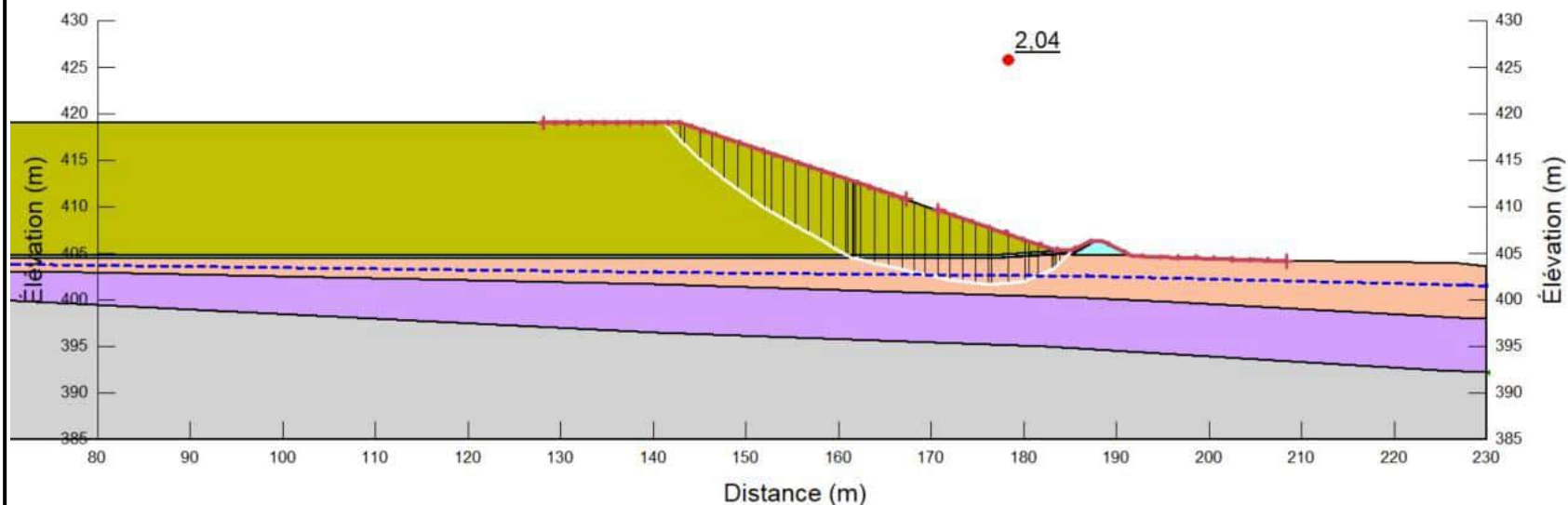
No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D - Figure 20



Coupe E - E' - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Nappe élevée
Halde à stériles

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.
Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux
Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS: 2,04 FS requis : 1,50

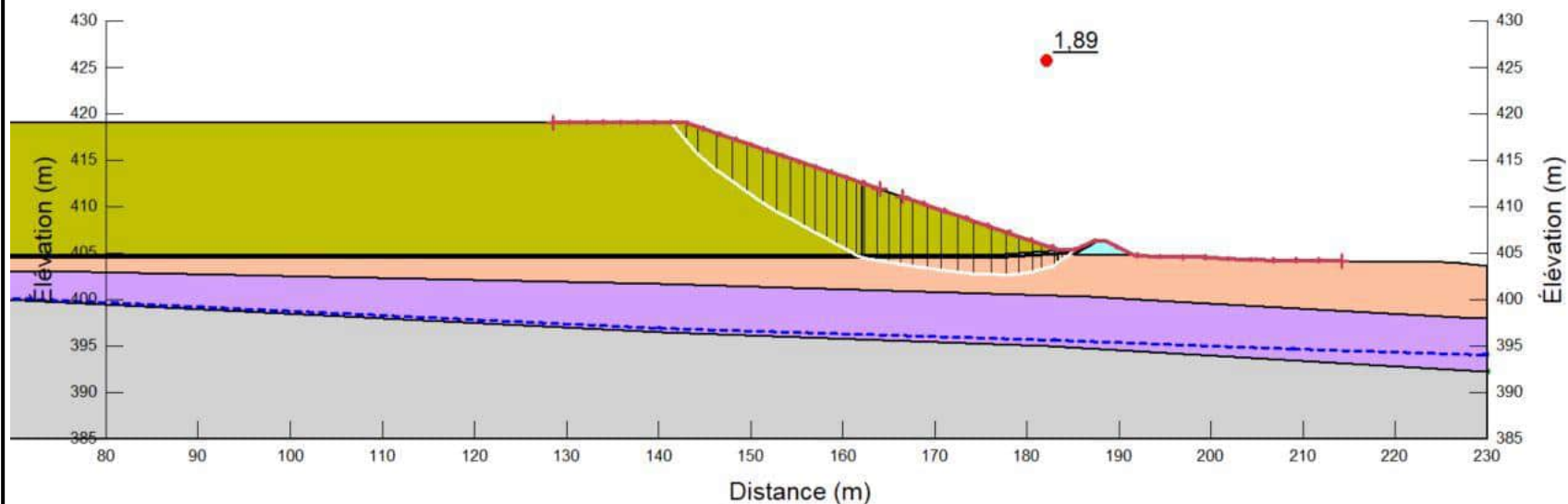
No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D - Figure 21



Coupe E - E' - Analyse de stabilité
Pseudo-statique - Rupture globale - Nappe basse
Halde à stériles

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.
Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux
Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudo-statique

FS : 1,89 FS requis : 1,10

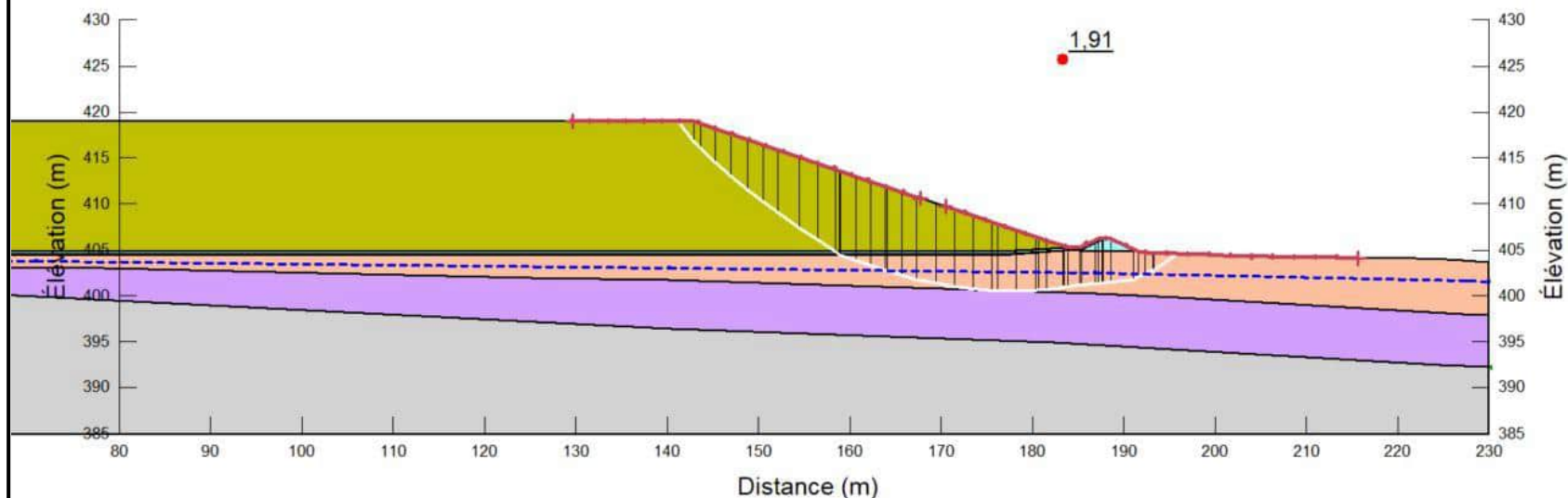
No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D - Figure 22



Coupe E - E' - Analyse de stabilité
Pseudo-statique - Rupture globale - Nappe élevée
Halde à stériles

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.
Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux
Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudo-statique

No. Projet : 221-11330-02

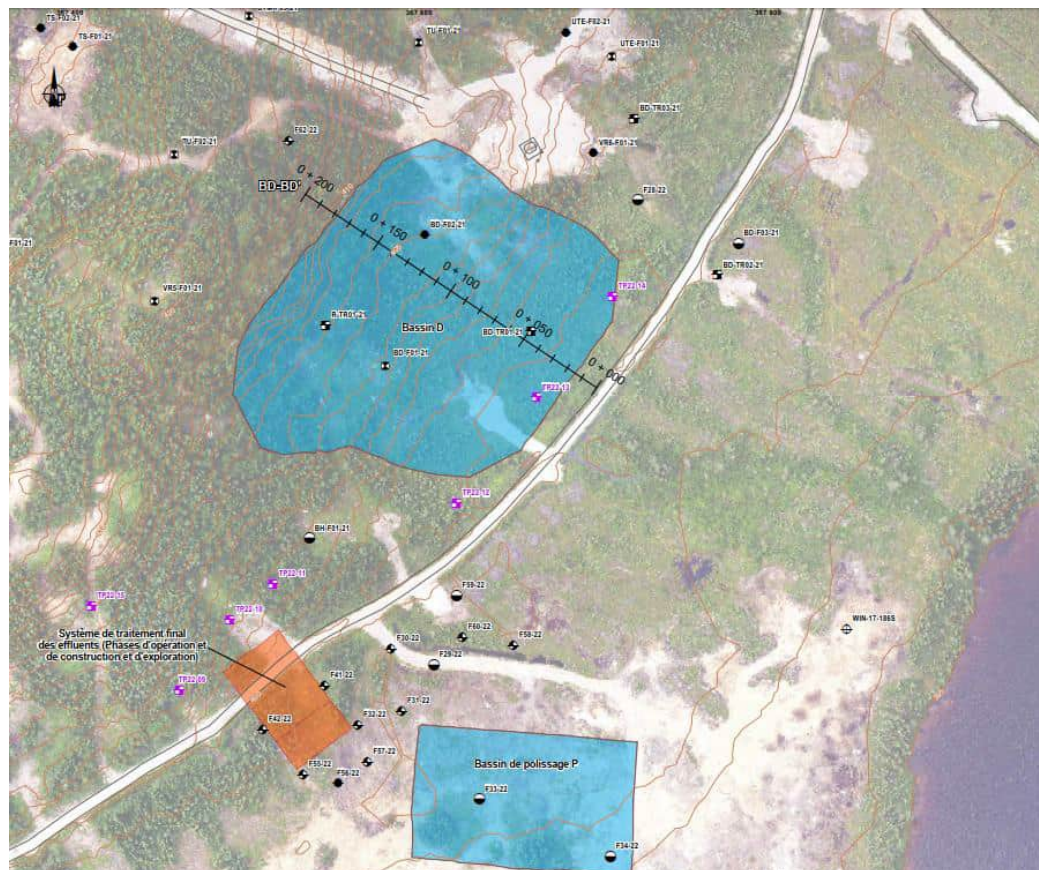
FS : 1,91 FS requis : 1,10

ANNEXE D - Figure 23



Analyses de stabilité Bassin D

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Emplacement de la coupe analysée du bassin D

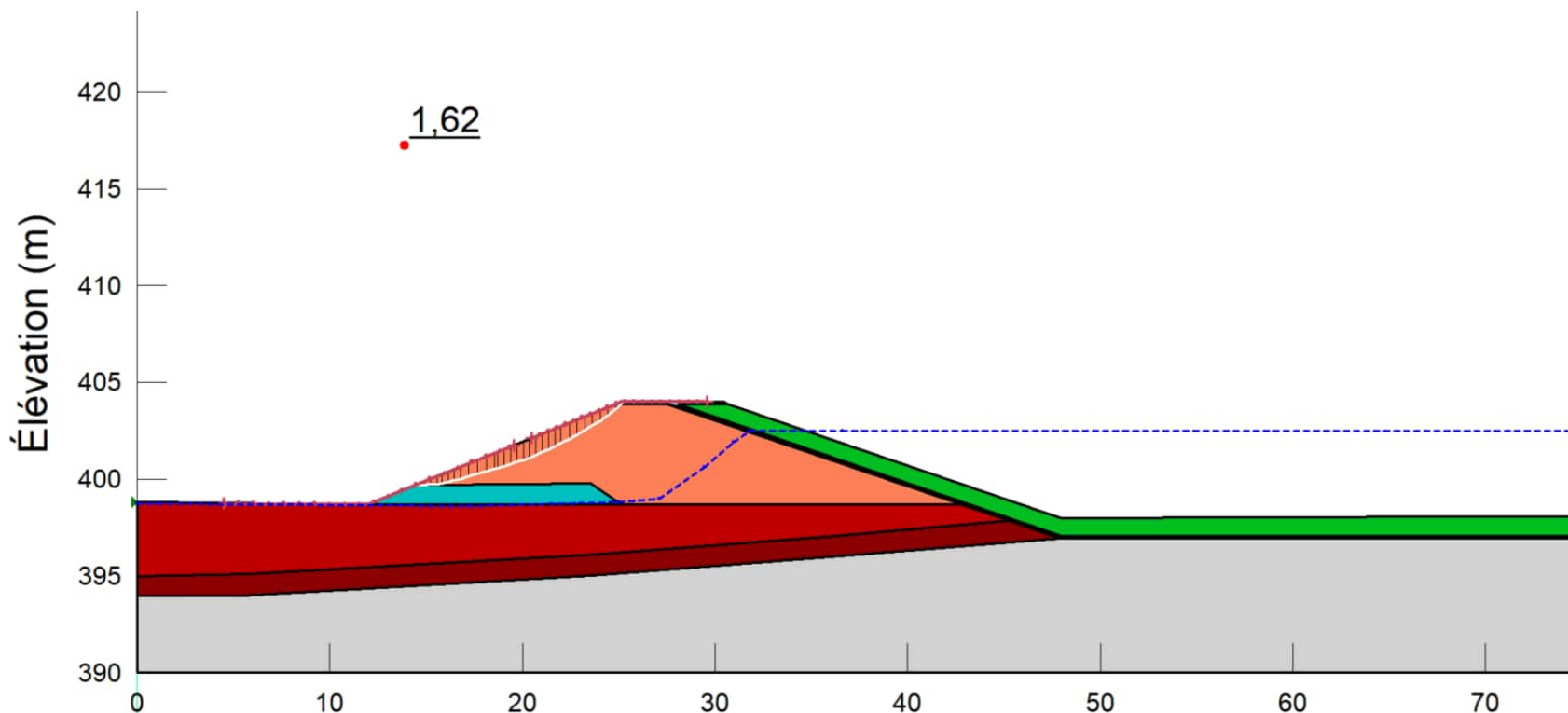
No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D – Figure 24



Coupe BD - BD' - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Pente aval
Niveau du bassin D à 402,5m - Digue

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,62 FS requis : 1,50

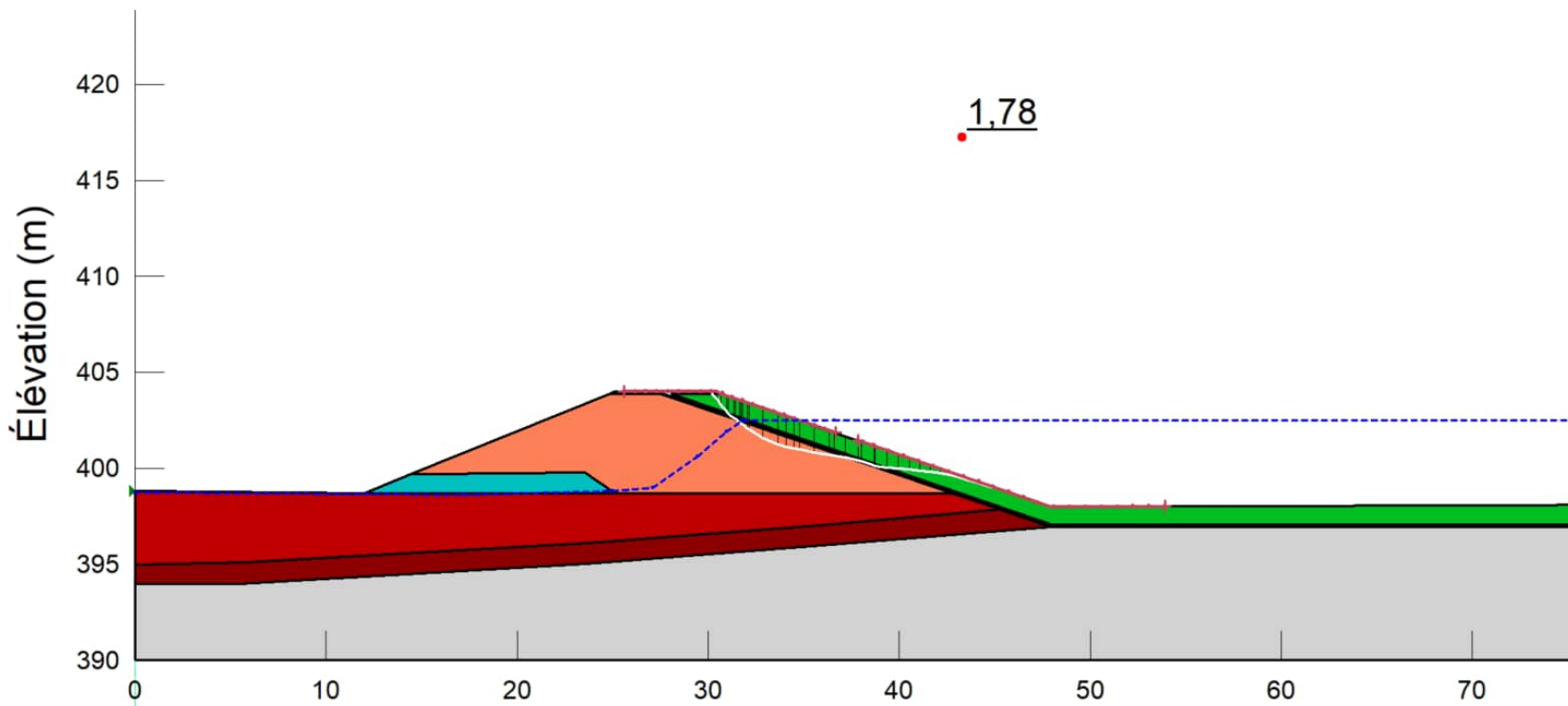
No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D - Figure 25



Coupe BD - BD' - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Pente amont
Niveau du bassin D à 402,5m - Digue

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,78

FS requis : 1,50

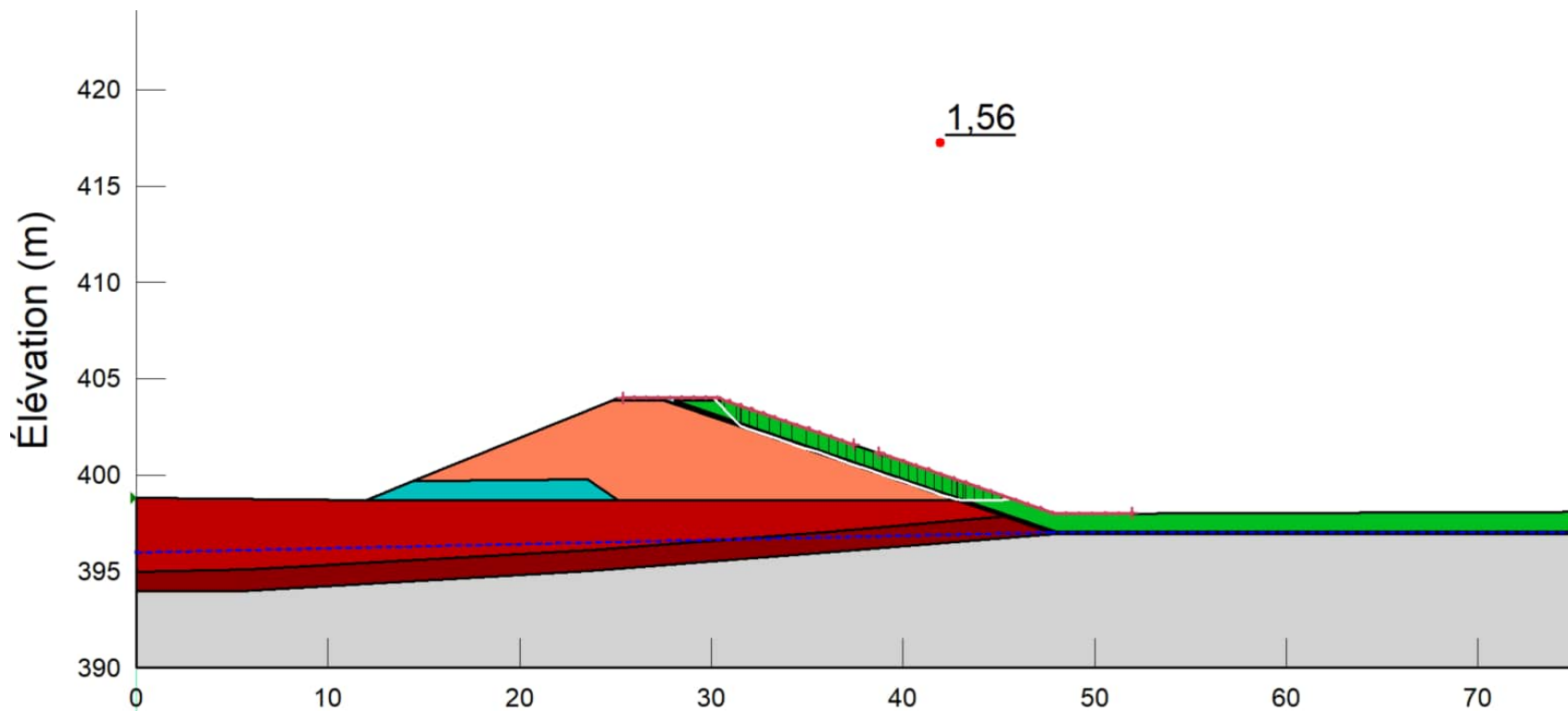
No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D - Figure 26



Coupe BD - BD' - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Pente amont
Bassin D vide - Digue

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,56 FS requis : 1,50

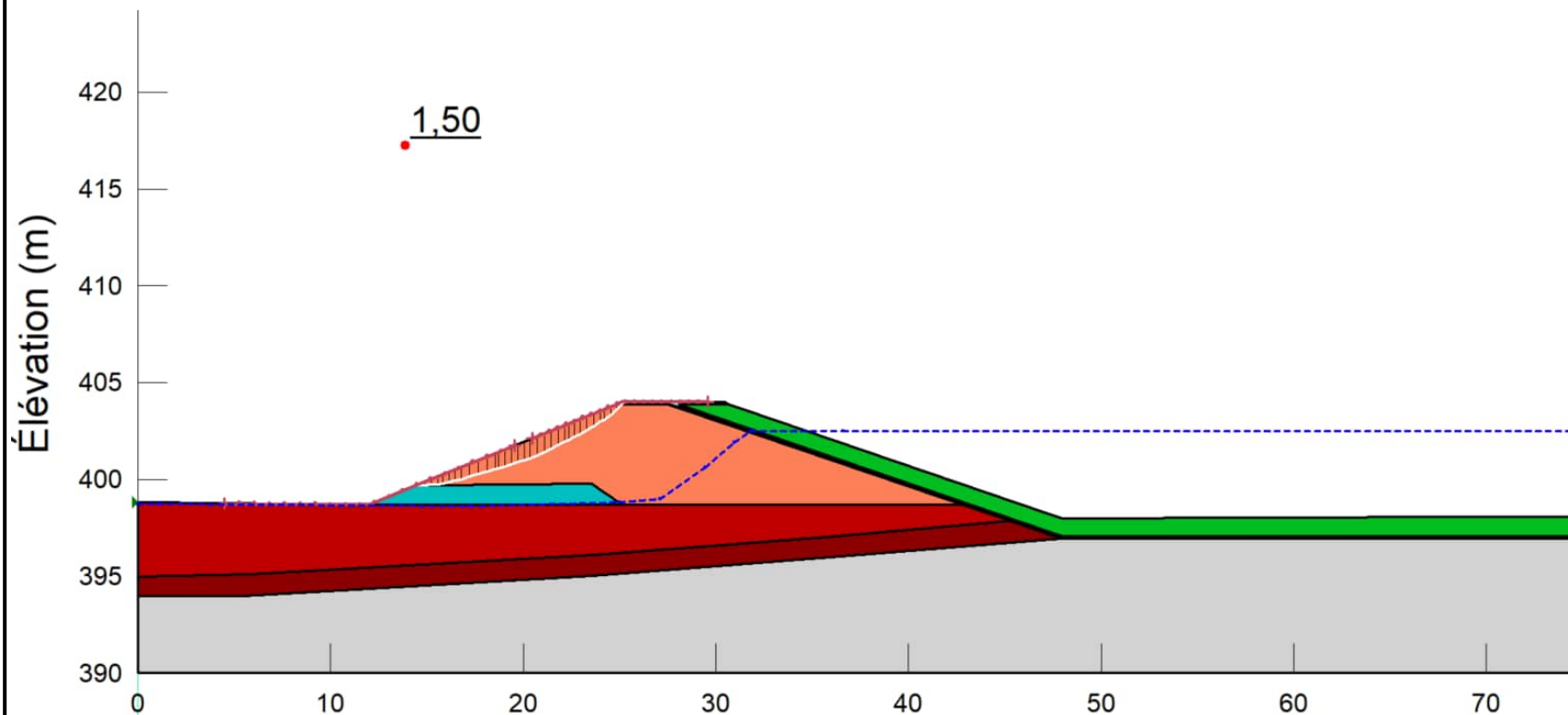
No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D - Figure 27



Coupe BD - BD' - Analyse de stabilité
Pseudo-statique - Rupture globale - Pente aval
Niveau du bassin D à 402,5m - Digue

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.
Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux
Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudo-statique

FS : 1,50 FS requis : 1,10

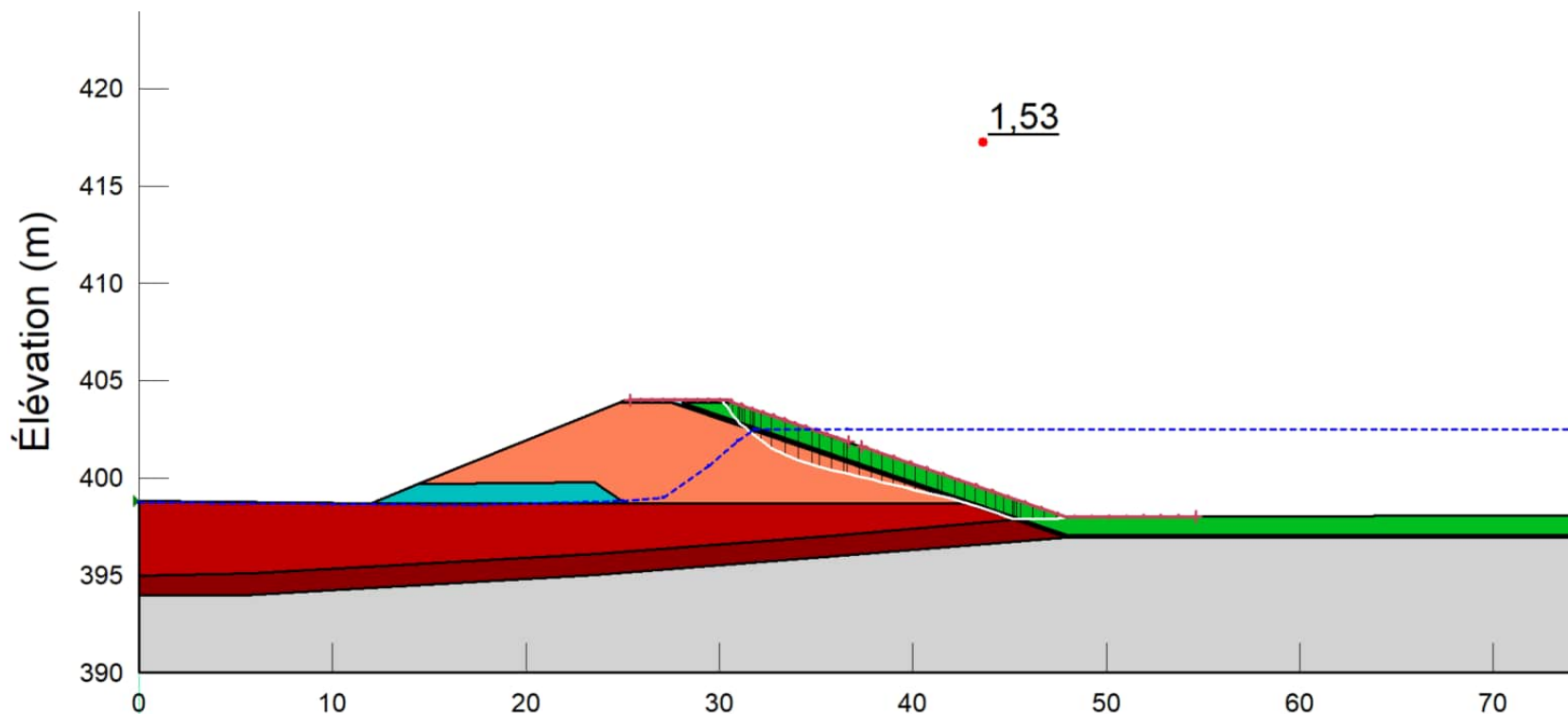
No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D - Figure 28



Coupe BD - BD' - Analyse de stabilité
Pseudo-statique - Rupture globale - Pente amont
Niveau du bassin D à 402,5m - Digue

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.
Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux
Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudo-statique

FS : 1,53 FS requis : 1,10

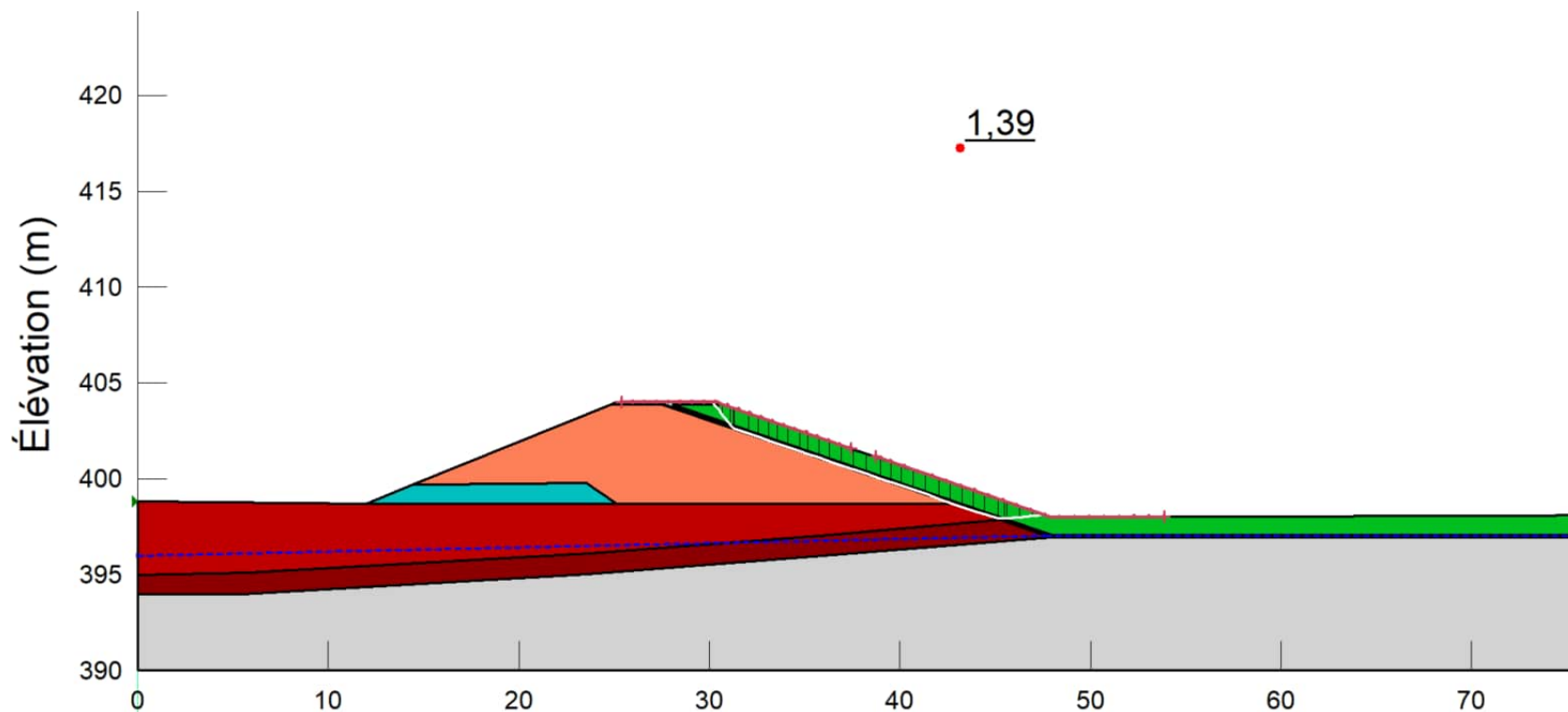
No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D - Figure 29



Coupe BD - BD' - Analyse de stabilité
Pseudo-statique - Rupture globale - Pente amont
Bassin D vide - Digue

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.
Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux
Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudo-statique

FS : 1,39 FS requis : 1,10

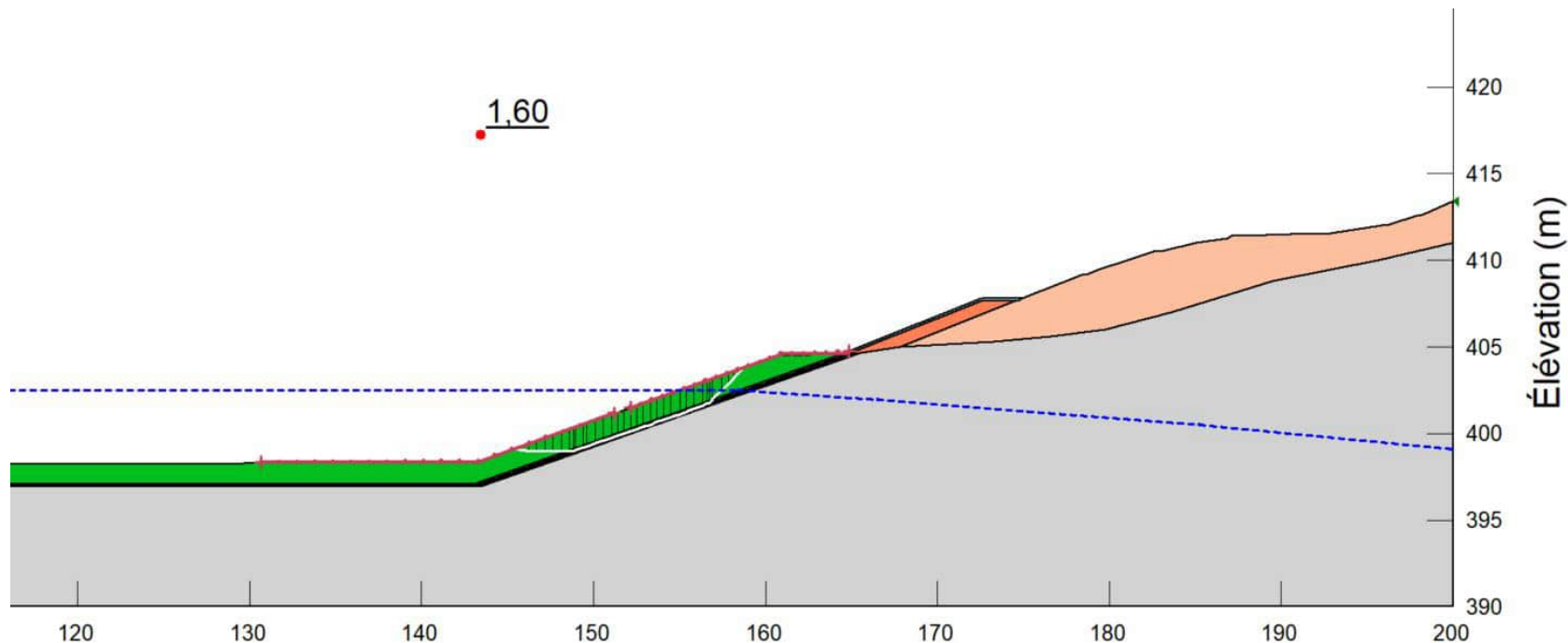
No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D - Figure 30



Coupe BD - BD' - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale
Niveau du bassin D à 402,5m - Roc

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.
Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux
Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,60 FS requis : 1,50

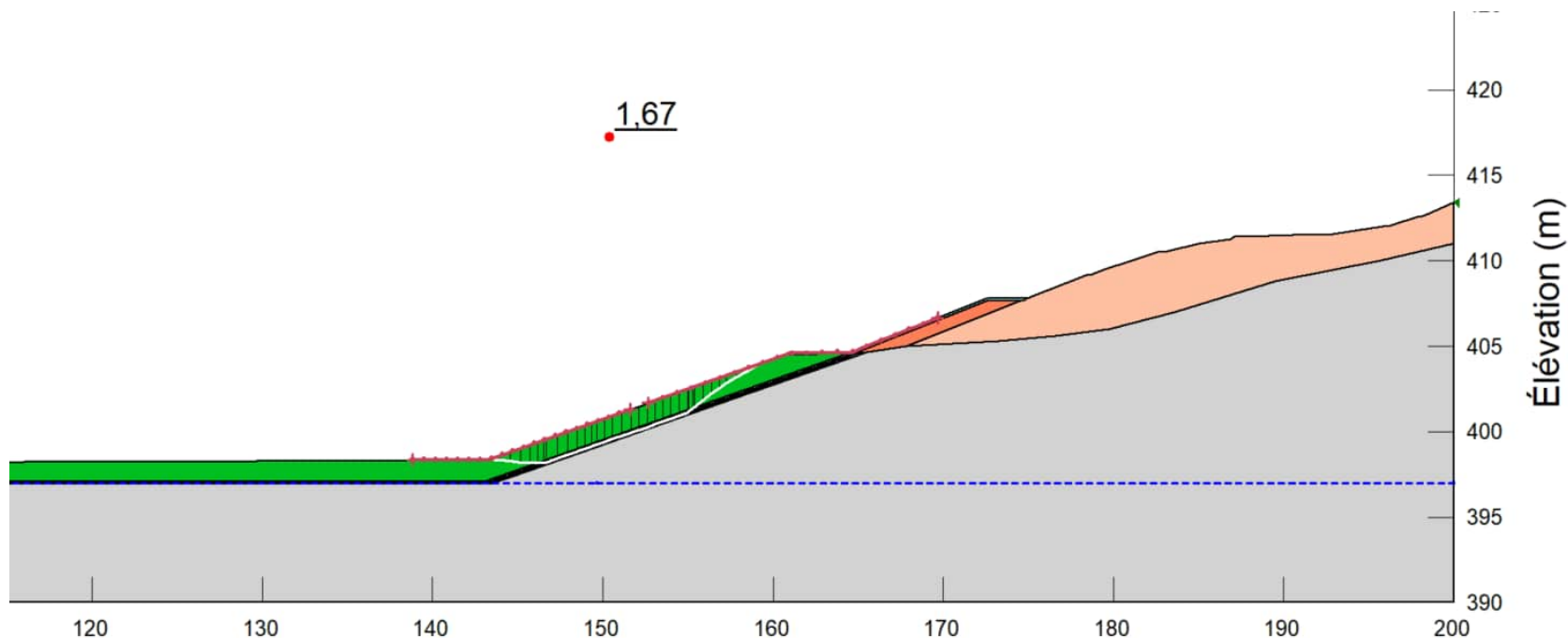
No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D - Figure 31



Coupe BD - BD' - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale
Bassin D vide - Roc

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.
Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux
Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,67 FS requis : 1,50

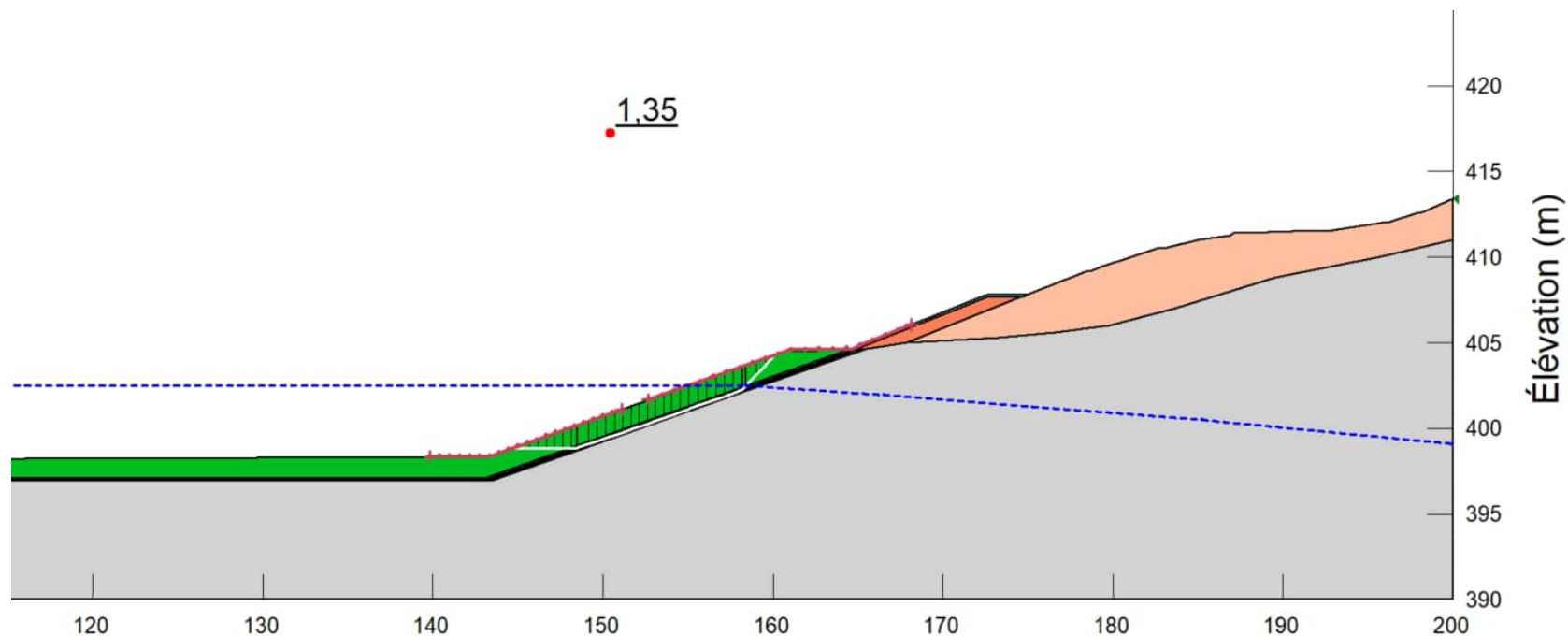
No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D - Figure 32



Coupe BD - BD' - Analyse de stabilité
Pseudo statique - Rupture globale
Bassin D à 402,5m - Roc

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudo-statique

FS : 1,35 FS requis : 1,10

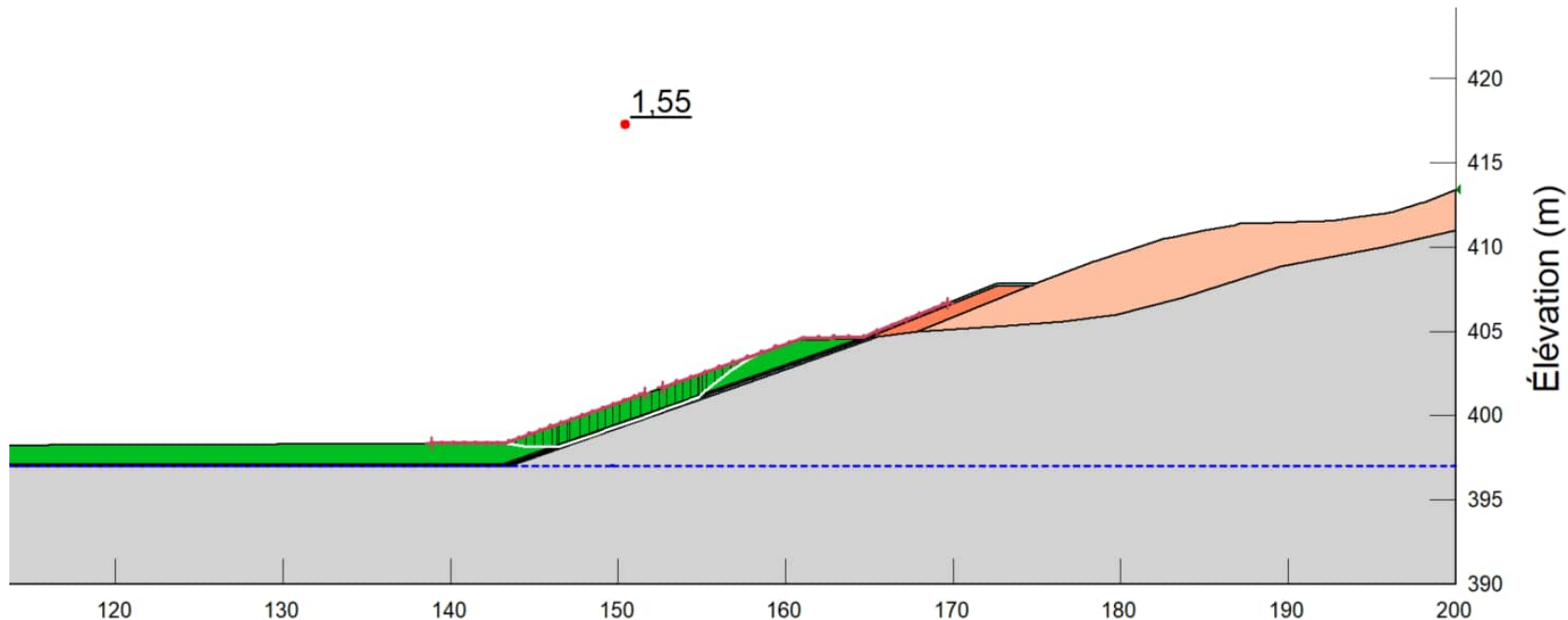
No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D - Figure 33



Coupe BD - BD' - Analyse de stabilité
Pseudo statique - Rupture globale
Bassin D vide - Roc

Date: 2022-09-26



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Agrandissement de la halde à stériles
existante et construction des infrastructures de
gestion des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville, CPI

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudo-statique

FS : 1,55 FS requis : 1,10

No. Projet : 221-11330-02

ANNEXE D - Figure 34

ANNEXE

E

FICHES TECHNIQUES



PROPRIÉTÉ	MÉTHODE	FRÉQUENCE ⁽¹⁾	UNITÉ Métrique	1053324
SPÉCIFICATION				
Épaisseur nominale		-	mm	2.00
Épaisseur (moy. min.)	ASTM D5994	Chaque rouleau	mm	1.90
Valeur minimum (8 valeurs/10)			mm	1.80
Valeur minimum (10 valeurs/10)			mm	1.70
Hauteur des aspérités (moy. min.) (3)	ASTM D7466	Chaque rouleau	mm	0.40
Indice de fluidité - 190/2.16 (max.)	ASTM D1238	1/Lot	g/10 min	1.0
Densité - Géomembrane (8)	ASTM D792	1/10 rouleaux	g/cc	≥ 0.940
Teneur en noir de carbone	ASTM D4218	1/2 rouleaux	%	2.0 - 3.0
Dispersion en noir de carbone	ASTM D5596	1/10 rouleaux	Catégories	Cat. 1 / Cat. 2
Rés. à l'oxydation - STD OIT (moy. min.)	ASTM D3895	1/Lot	min	100
Propriétés de traction (moy. min.) (2)	ASTM D6693	1/2 rouleaux		
Limite élastique			kN/m	31
Allongement à la limite élastique			%	13
Rés. à la rupture			kN/m	31
Allongement à la rupture			%	150
Rés. à la déchirure (moy. min.)	ASTM D1004	1/5 rouleaux	N	265
Rés. au poinçonnement (moy. min.)	ASTM D4833	1/5 rouleaux	N	675
Stabilité dimensionnelle	ASTM D1204	Certifié	%	± 2
Rés. aux contraintes environnementales	ASTM D5397	1/Lot	hr	500
Vieillessement au four - % retenu après 90 jrs	ASTM D5721	1/Formulation		
HP OIT (moy. min.)	ASTM D5885		%	80
Rés. Aux UV - % retenu après 1600 hr	ASTM D7238	1/Formulation		
HP-OIT (moy. Min.)	ASTM D5885		%	50
Resistance au pliage à froid	ASTM D746	Certifié	°C	- 77
SPÉCIFICATION DES ROULEAUX (Les dimensions des rouleaux peuvent varier de ±1%)				

NOTES

1. La fréquence des tests est basée sur la dimension standard des rouleaux ou sur un lot de résine qui est approximativement 180,000 lbs (1 wagon).
2. La valeur moyenne est basée sur 5 échantillons dans les deux directions (Sens Machine (MD) et Sens Travers (XMD ou TD)).
3. Lecture 8 sur 10 et minimale selon le GRI-GM13 / 17, dernière version.
8. Table de corrélation disponible pour ASTM D792 vs ASTM D1505. Les deux méthodes donnent le même résultat
11. Condition d'essai: 20 hr. Cycle UV à 75°C suivi de 4 hr. condensation à 60°C.

* Toutes les valeurs sont des moyennes minimales, hors les valeurs spécifiées minimum ou maximum.

* L'information ci-dessus est fournie à titre d'information seulement et ne doit pas être interprétée comme une garantie. L'utilisateur est responsable quant à la détermination finale reliée à l'usage/application de la géomembrane. SOLMAX n'assume aucune responsabilité quant à l'utilisation de cette information.

Solmax n'est pas un professionnel de conception et n'a rendu aucun service de conception pour déterminer si les biens fournis par Solmax sont conformes à tous plans ou spécifications du projet ou encore, avec l'application ou l'utilisation des biens de Solmax pour toute forme de système, de projet, d'intention, d'installation ou de spécifications donnés.

SÉRIES 76 ET 900

FICHE TECHNIQUE

Type de produit	Géotextile non-tissé aiguilleté														
Composition	Polypropylène / Polyester														
Fonction principale	(S) Séparation / (F) Filtration / (P) Protection														
Propriété	Méthode	CVMS ⁽¹⁾	Unité	SYM ⁽²⁾	7605*	7607	7609*	7612*	7616	7618	912*	918*	926	934	943
MTQ / Grade BNQ					F1	-	S1-F2	S2-P1	-	-	P2	P3	-	-	-
Physique															
Épaisseur	ASTM D5199	-	mm	≥				-			2.5	3.5	4.7	5.8	6.5
Masse surfacique	ASTM D5261	-	g/m²	≥				-			250	407	660	930	1370
Durabilité															
Résistance UV	ASTM D4355	-	%/500h	≥		70			50				50		
Mécanique															
Résistance en tension	ASTM D4632	<5%	N	≥	400	470	507	801	1050	1200	1000	1470	2045	2500	3300
		5-10%	N	≥	420	-	533	840	-	-	1050	1545	-	-	-
		10-15%	N	≥	440	-	560	880	-	-	1100	1615	-	-	-
Allongement à la rupture	ASTM D4632	-	%	≥	50						50				
Résistance en déchirure	ASTM D4533	-	N	≥	180	222	230	333	444	511	385	515	800	1010	1350
Poinçonnement CBR	ASTM D6241	-	N	≥	1200	1510	1570	2110	3000	3450	3300	4000	6200	8 300 ⁽³⁾	10 000 ⁽⁴⁾
Hydraulique															
Permittivité	ASTM D4491	-	s ⁻¹	≥	2.00	2.00	1.70	1.40	1.20	1.00	0.90	0.70	0.30	0.27	0.20
FOS	CAN 148.1 No.10	-	µm	⁽⁵⁾	100-250	200	60-180	45-150	145	130	45-150	45-150	40-90	40-70	30-75
Dimensions															
Largeur	-	-	m	-	3.81 / 4.57 / 5.25 ⁽⁶⁾										
Longueur	-	-	m	-	150	150	150	100	100	100	100	100	100	50	50

*Les géotextiles 7605, 7909, 7612, 912 et 918, rencontrent les exigences MTQ (Ministère des Transports du Québec) et toutes leurs valeurs physiques, mécaniques, hydrauliques et de durabilité, sont certifiées par le BNQ (Bureau de Normalisation du Québec) selon la norme BNQ7009-210 pour chacun des grades référés au Tableau 1 - Caractéristiques des Géotextiles. Pour les grades MTQ/BNQ R1 et R2, consultez la fiche technique du Géo-9.

À noter, cette fiche technique est mise à jour en tenant compte des nouvelles exigences MTQ/BNQ et du transfert des méthodes de test en norme ASTM (American Society for Testing and Materials) au lieu des normes ONGC (Office des Normes Générales du Canada). Sauf pour la méthode de test du FOS (CAN 148.1 No.10), les méthodes de tests ASTM sont maintenant utilisées, car l'ONGC n'offre plus de mise à jour pour ces normes.

Notre système de gestion de la qualité est certifié par la norme ISO-9001. Notre laboratoire interne est certifié par la Geosynthetic Accreditation Institute - Laboratory Accreditation Programm (GAI-LAP).

Les propriétés sont basées sur la valeur minimum moyenne par rouleau (MARV) sauf pour les produits MTQ/BNQ qui sont des minimums, maximums ou intervalles et lorsque spécifié autrement.

Certaines valeurs sur les produits non certifiés BNQ peuvent varier de ±5%.

1- La résistance en tension exigée varie en fonction de la plage de CVMS (Coefficient de Variation de Masse Surfacique) établie. Lorsque le CVMS se situe entre 5 et 10%, la valeur de la résistance en tension doit être augmentée d'au moins 5% et lorsque le CVMS se situe entre 10 et 15% elle doit être augmentée d'au moins 10%. / 2 - Symbole / 3 - Valeur moyenne / 4 - Valeur moyenne estimée / 5 - Maximum ou intervalle / 6 - La largeur de 3.5m ne sera plus disponible pour toute nouvelle production en 2020. Vérifier les largeurs standard disponibles. Service de coupe et de couture disponibles.

Une attention particulière doit être apportée aux conditions d'entreposage et à la manipulation pour éviter d'altérer certaines propriétés.

Tous les géotextiles des séries 76 et 900 sont fabriqués par Texel Matériaux Techniques Inc.

Révision : 2020-04-03

Texel se réserve le droit de modifier les présentes propriétés en fonction de l'évolution des connaissances et des techniques. L'utilisateur est invité à vérifier si ce document représente la dernière mise à jour. Texel n'offre aucune garantie et n'assume aucune responsabilité relative à l'usage, l'installation ou à la convenance d'utilisation. Texel doit être informé de tout défaut ou non-conformité du produit avant son installation. Sa responsabilité se limite au remplacement du produit non-conforme ou défectueux.

Texel
GÉOSYNTHÉTIQUES

ANNEXE

F

CLASSIFICATION HALDE



WASTE DUMP AND STOCKPILE STABILITY RATING AND HAZARD CLASSIFICATION SYSTEM

TEMPLATE REVISION 3 (SEE REVISION CONTROL TAB)

CLIENT	Osisko		
PROJECT #	201-11330-13		
PROJECT NAME:	Agrandissement de la halde à stériles		
COMPLETED BY:	Florence Trudeau, CPI, N° OIQ : 6030840	DATE:	2022-01-19
REVIEWED BY:	Kristina Bondy, ing., M.Ing, No OIQ: 1461174	DATE:	2022-01-19
REVIEWED BY:	Catherine Boudreau, ing., M.Sc, No OIQ : 5024509	DATE:	2022-01-19



KEY FACTORS AFFECTING STABILITY

STABILITY FACTOR	VARIATION		DESCRIPTION
SEISMICITY	VERY LOW	REGIONAL SETTING	- Expected PGA (g) based on 1:475 year return period event/10% probability of exceedance in 50 years <0.05 - Expected Peak Ground Acceleration (g) based on maximum credible earthquake (MCE) <0.1
PRECIPITATION	MODERATE		- Avg. annual precipitation: rainfall (mm) = 350-1000 - Avg. annual precipitation: snow (cm) = 35-1000 - Total precipitation/annum: equiv. rainfall (mm) = 350-1000
FOUNDATION SLOPE	FLAT; Benched bedrock slope; pit backfills		Average overall foundation slope angle (°) = <5
FOUNDATION SHAPE	PLANAR (FLAT OR IRREGULAR)	FOUNDATION CONDITIONS	Narrow valleys or gullies that provide substantial natural confinement
OVERBURDEN TYPE	TYPE III		Alluvial deposits; loose to moderately dense sands and gravels; mixed-grained colluvial deposits; sandy residual soils; stiff fine-grained soils
OVERBURDEN THICKNESS	THICK		3-5 m
UNDRAINED FAILURE POTENTIAL	NEGLIGIBLE		Heavily over consolidated Type III, IV or V mixed-grained soils or competent bedrock or granular Type II or IV soils with high hydraulic conductivity, high strength and negligible potential for generation of excess pore pressures when loaded rapidly
FOUNDATION LIQUEFACTION POTENTIAL	NEGLIGIBLE		Well graded; dense; high content of plastic fines; matrix supported structure; low void ratio; angular clasts; dry
BEDROCK	TYPE D		Competency: Competent, hard, unweathered/unaltered, block; GSI/RMR 60-80; Q 10-40 Structure: Negligible potential for foundation failure on major structure or poorly developed fabric anisotropy
GROUNDWATER	LOW-MODERATE		In between Moderate and Low
GRADATION	MIXED GRAINED	MATERIAL QUALITY	% Fines (passing #200 Sieve; <0.075 mm) 25-50% % Greater than 75 mm 25-50% Plasticity Low plasticity fines; LL <35; PI <10
INTACT STRENGTH AND DURABILITY	TYPE 4		Intact Strength: Strong to very strong rocks, R4 (UCS 50-100 MPa); most type D bedrock Durability: - Permafrost: Perpetually frozen Type 3 materials
MATERIAL LIQUEFACTION POTENTIAL	NEGLIGIBLE		Well graded; dense; high content of plastic fines; matrix supported structure; low void ratio; angular clasts; dry
CHEMICAL STABILITY	MODERATELY to HIGHLY REACTIVE		In between highly and moderately reactive
HEIGHT	VERY LOW	GEOMETRY AND MASS	Overall Height (m) <50 Maximum Vertical Thickness (m) <50 Maximum Individual Lift Height (m) <25
SLOPE ANGLE	FLAT		15-25°
VOLUME AND MASS	SMALL		Volume (cubic metres) 1,000,000 to 10,000,000 Mass (t) 2,000,000 to 20,000,000
STATIC STABILITY	VERY HIGH	STABILITY ANALYSIS	Factor of Safety (FoS) or Strength Reduction Factor (SRF) >1.5 Probability of Failure (PoF) <1% Other Criteria Convergent numerical model
DYNAMIC STABILITY	VERY HIGH		Factor of Safety (FoS) or Strength Reduction Factor (SRF) >1.15 Other Criteria Convergent numerical model
CONSTRUCTION METHOD	METHOD V	CONSTRUCTION	Descending or ascending sequence on gentle or flat terrain; lift heights < 50 m; overall foundation slopes <15°
LOADING RATE	VERY HIGH		Volumetric Loading Rate (cubic metres/day/average active crest length) >500 Mass Loading Rate (tonnes/day/average active crest length) >250 Crest Advancement (average daily rate of crest advancement (m/d) x average lift height (m) >500
STABILITY PERFORMANCE	GOOD	PERFORMANCE	Stable; minor deformation and/or settlement; rare closures; rare small failures; negligible impact on operations

SUMMARY OF MINING STABILITY DATA

WASTE DUMP AND STOCKPILE STABILITY RATING	59,75		
WASTE DUMP AND STOCKPILE HAZARD CLASS	III		
INSTABILITY HAZARD	Moderate Hazard		
RECOMMENDED LEVEL OF EFFORT FOR INVESTIGATION, DESIGN, AND CONSTRUCTION	INVESTIGATION AND CHARACTERIZATION	ANALYSIS AND DESIGN	CONSTRUCTION AND OPERATIONS
	- comprehensive desktop studies to establish initial WSR and WHC - detailed site reconnaissance to confirm assumptions - detailed mapping and subsurface investigations - limited drilling and sampling - in situ instrumentation - testing for index and shear strength properties of fill and foundation materials - comprehensive baseline environmental monitoring - condemnation drilling	- comprehensive stability analyses including consideration of runout potential - qualitative risk assessment - design optimization, and impact mitigation studies	- moderate site preparation, may include underdrainage and diversions - limited foundation and fill instrumentation to verify performance - runout/rollout mitigation measures, if required - moderately constrained construction sequence - control of fill quality - loading/advance rate restrictions - detailed instrumentation and visual monitoring - periodic (minimum defined amount) inspections and reviews - annual or more frequent review by third party specialist

Waste Dump and Stockpile Stability Rating and Hazard Classification System (WSRHC), Guidelines for Mine Waste Dump and Stockpile Design, Eds., Hawley and Cunning, 2017.

ANNEXE

RQC9-2

***CONCEPTION DES HALDES ET DES
INFRASTRUCTURES DE GESTION DES
EAUX***

MINIÈRE OSISKO INC.
PROJET N° : 221-11330-08

PLAN DE RESTAURATION DU SITE MINIER WINDFALL CONCEPTION DES HALDES ET DES INFRASTRUCTURES DE GESTION DES EAUX

MARS 2023





PLAN DE RESTAURATION DU SITE MINIER WINDFALL CONCEPTION DES HALDES ET DES INFRASTRUCTURES DE GESTION DES EAUX

MINIÈRE OSISKO INC.

PROJET N° : 221-11330-08
DATE : 24 MARS 2023

WSP CANADA INC.
1075, 3^E AVENUE E
VAL-D'OR (QUÉBEC) J9P 0J7
CANADA

TÉLÉPHONE : +1 819 825-4711
TÉLÉCOPIEUR : +1 819 825-4715
WSP.COM

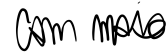
SIGNATURES

VOLET GÉOTECHNIQUE

PRÉPARÉ PAR



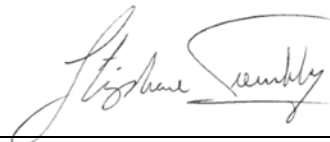
Josy-Anne Douville, CPI (OIQ n° 601 2095)
Assistante chargée de projet – Géotechnique



Camille Marois, CPI (OIQ n° 6053184)
Assistante chargée de projet – Géotechnique

ESTIMATION DES COÛTS / MATÉRIAUX

PRÉPARÉ PAR

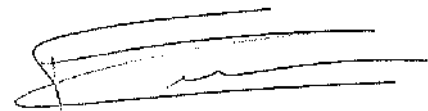


Stéphane Tremblay, CPI (OIQ no 5079643)
Assistant chargé de projet – Géotechnique

RÉVISÉ PAR



Kristina Bondy, ing., M.ing. (OIQ n° 146 117)
Chargée de projet – Géotechnique



Frederic Choquet, ing. (OIQ n° 5030251)
Coordonnateur d'équipe – Résidus miniers

WSP Canada Inc. (WSP) a préparé ce rapport uniquement pour son destinataire, MINIÈRE OSISKO INC., conformément à la convention de consultant convenue entre les parties. Advenant qu'une convention de consultant n'ait pas été exécutée, les parties conviennent que les Modalités Générales à titre de consultant de WSP régiront leurs relations d'affaires, lesquelles vous ont été fournies avant la préparation de ce rapport.

Ce rapport est destiné à être utilisé dans son intégralité. Aucun extrait ne peut être considéré comme représentatif des résultats de l'évaluation.

Les conclusions présentées dans ce rapport sont basées sur le travail effectué par du personnel technique, entraîné et professionnel, conformément à leur interprétation raisonnable des pratiques d'ingénierie et techniques courantes et acceptées au moment où le travail a été effectué.

Le contenu et les opinions exprimées dans le présent rapport sont basés sur les observations et/ou les informations à la disposition de WSP au moment de sa préparation, en appliquant des techniques d'investigation et des méthodes d'analyse d'ingénierie conformes à celles habituellement utilisées par WSP et d'autres ingénieurs/techniciens travaillant dans des conditions similaires, et assujettis aux mêmes contraintes de temps, et aux mêmes contraintes financières et physiques applicables à ce type de projet.

WSP dénie et rejette toute obligation de mise à jour du rapport si, après la date du présent rapport, les conditions semblent différer considérablement de celles présentées dans ce rapport ; cependant, WSP se réserve le droit de modifier ou de compléter ce rapport sur la base d'informations, de documents ou de preuves additionnels.

WSP ne fait aucune représentation relativement à la signification juridique de ses conclusions.

La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport relève uniquement de la responsabilité de son destinataire. Si un tiers utilise, se fie, ou prend des décisions ou des mesures basées sur ce rapport, ledit tiers en est le seul responsable. WSP n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages que pourrait subir un tiers suivant l'utilisation de ce rapport ou quant aux dommages pouvant découler d'une décision ou mesure prise basée sur le présent rapport.

WSP a exécuté ses services offerts au destinataire de ce rapport conformément à la convention de consultant convenue entre les parties tout en exerçant le degré de prudence, de compétence et de diligence dont font habituellement preuve les membres de la même profession dans la prestation des mêmes services ou de services comparables à l'égard de projets de nature analogue dans des circonstances similaires. Il est entendu et convenu entre WSP et le destinataire de ce rapport que WSP n'offre aucune garantie, expresse ou implicite, de quelque nature que ce soit. Sans limiter la généralité de ce qui précède, WSP et le destinataire de ce rapport conviennent et comprennent que WSP ne fait aucune représentation ou garantie quant à la suffisance de sa portée de travail pour le but recherché par le destinataire de ce rapport.

En préparant ce rapport, WSP s'est fiée de bonne foi à l'information fournie par des tiers, tel qu'indiqué dans le rapport. WSP a raisonnablement présumé que les informations fournies étaient correctes et WSP ne peut donc être tenue responsable de l'exactitude ou de l'exhaustivité de ces informations.

Les bornes et les repères d'arpentage utilisés dans ce rapport servent principalement à établir les différences d'élévation relative entre les emplacements de prélèvement et/ou d'échantillonnage et ne peuvent servir à d'autres fins. Notamment, ils ne peuvent servir à des fins de nivelage, d'excavation, de construction, de planification, de développement, etc.

Les recommandations de conception fournies dans ce rapport s'appliquent uniquement au projet et aux zones décrites dans le texte, et uniquement si elles sont construites conformément aux détails indiqués dans le présent rapport. Les commentaires fournis dans ce rapport sur les problèmes potentiels pouvant subvenir lors de la construction et sur les différentes méthodologies possibles sont uniquement destinés à guider le concepteur. Le nombre d'emplacements de prélèvement et/ou d'échantillonnage peut ne pas être suffisant pour évaluer l'ensemble des facteurs pouvant affecter la construction, les méthodologies et les coûts. WSP nie toute responsabilité pouvant découler de décisions ou actions prises découlant de ce rapport, sauf si WSP en est spécifiquement informée et y participe. Advenant une telle situation, la responsabilité de WSP sera déterminée et convenue à ce moment.

L'original du fichier électronique que nous vous transmettons sera conservé par WSP pour une période minimale de dix ans. WSP n'assume aucune responsabilité quant à l'intégrité du fichier qui vous est transmis et qui n'est plus sous le contrôle de WSP. Ainsi, WSP n'assume aucune responsabilité quant aux modifications faites au fichier électronique suivant sa transmission au destinataire.

Ces limitations sont considérées comme faisant partie intégrante du présent rapport.

GESTION DE LA QUALITE

VERSION	DATE	DESCRIPTION
00	23 mars 2023	Rapport préliminaire V1
01	24 mars 2023	Rapport final

CLIENT

MINIÈRE OSISKO INC.

Directrice de projet	Kim-Quyen Nguyen, ing., MBA
Directeur construction	Yan Théberge
Vice-Présidente, Environnement et Relations communautaires	Andréanne Boisvert

ÉQUIPE DE RÉALISATION

WSP CANADA INC. (WSP)

Chargée de projet	Kristina Bondy, ing., M.ing.
Rédaction du rapport	Josy-Anne Douville, CPI Camille Marois, CPI Saleck Khnafer, CPI Stéphane Tremblay, CPI
Révision du rapport	Kristina Bondy, ing., M.ing. Frederic Choquet, ing., M.Sc.A, PMP
Traitement de texte et édition	Cathia Gamache

Référence à citer :

WSP. 2023. *PLAN DE RESTAURATION DU SITE MINIER WINDFALL. CONCEPTION DES HALDES ET DES INFRASTRUCTURES DE GESTION DES EAUX.* DOCUMENT PRODUIT POUR MINIÈRE OSISKO INC. 55 PAGES ET ANNEXES.

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION	1
1.1	MISE EN CONTEXTE	1
1.2	MANDAT ET OBJECTIFS	2
2	DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE, NORMES ET RÉGLEMENTATION APPLICABLES	4
3	DONNÉES DE BASE ET CRITÈRES DE CONCEPTION	6
3.1	INTRANTS	6
3.1.1	DONNÉES TOPOGRAPHIQUES	6
3.1.2	DONNÉES GÉOTECHNIQUES	6
3.1.3	DONNÉES HYDROLOGIQUES	6
3.1.4	DONNÉES GÉOCHIMIQUES	6
3.2	PARAMÈTRES DE CONCEPTION	7
3.2.1	SISMICITÉ DU SITE	7
3.2.2	ÉVALUATION DU POTENTIEL DE LIQUÉFACTION	8
3.2.3	COMPORTEMENT CONTRACTANT ET DILATANT DES SOLS PULVÉRULENTS	8
3.2.4	ÉVALUATION DE LA STABILITÉ	9
3.3	CRITÈRES DE CONCEPTION	11
3.3.1	CRITÈRES DE STABILITÉ	11
3.4	MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION	12
3.4.1	MATÉRIAUX DE FONDATION	12
3.4.2	DIGUES DE BASSINS	12
3.4.3	FOSSÉS	12
3.4.4	CHOIX DU COMPLEXE D'ÉTANCHÉITÉ	13
4	CONCEPTION DES HALDES	14
4.1	HALDE À STÉRILES	14
4.1.1	CONFIGURATION PROPOSÉE	14
4.1.2	SOL DE FONDATION	14
4.1.3	SÉLECTION DES COUPES	15
4.1.4	CONDITIONS D'EAU SOUTERRAINE	15
4.1.5	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ	16

TABLE DES MATIÈRES (suite)

4.1.6	DISCUSSION DES RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ	18
4.2	HALDE À MINERAI	18
4.2.1	CONFIGURATION PROPOSÉE	18
4.2.2	SOL DE FONDATION	19
4.2.3	SÉLECTION DES COUPES.....	19
4.2.4	CONDITIONS D'EAU SOUTERRAINE.....	20
4.2.5	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ.....	20
4.2.6	DISCUSSION DES RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ	21
4.3	HALDE À MORT-TERRAIN.....	21
4.3.1	CONFIGURATION PROPOSÉE	21
4.3.2	SOL DE FONDATION	22
4.3.3	SÉLECTION DES COUPES.....	22
4.3.4	CONDITIONS D'EAU SOUTERRAINE.....	23
4.3.5	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ.....	23
4.3.6	DISCUSSION DES RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ	24
5	CLASSIFICATION DES HALDES	25
6	CONCEPTION DES INFRASTRUCTURES DE GESTION DES EAUX	28
6.1	BASSIN B	28
6.1.1	DONNÉES DE CONCEPTION	28
6.1.2	SOLS DE FONDATION.....	29
6.1.3	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ.....	29
6.2	BASSINS C ET C2.....	30
6.2.1	DONNÉES DE CONCEPTION	30
6.2.2	SOLS DE FONDATION.....	31
6.2.3	SÉLECTION DES COUPES.....	31
6.2.4	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ.....	32
6.2.5	DISCUSSION DES RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ	32
6.3	BASSIN D2	33
6.3.1	DONNÉES DE CONCEPTION	33
6.3.2	SOLS DE FONDATION.....	34
6.3.3	SÉLECTION DES COUPES.....	34
6.3.4	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ.....	35
6.3.5	DISCUSSION DES RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ	35

TABLE DES MATIÈRES (suite)

6.4	BASSIN F	36
6.4.1	DONNÉES DE CONCEPTION	36
6.4.2	SOLS DE FONDATION	37
6.4.3	SÉLECTION DES COUPES	37
6.4.4	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ	37
6.4.5	DISCUSSION DES RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ	38
6.5	BASSIN J	38
6.5.1	DONNÉES DE CONCEPTION	38
6.5.2	SOLS DE FONDATION	39
6.5.3	SÉLECTION DES COUPES	39
6.5.4	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ	40
6.5.5	DISCUSSION DES RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ	41
6.6	BASSIN PAR1	41
6.6.1	DONNÉES DE CONCEPTION	41
6.6.2	SOLS DE FONDATION	42
6.6.3	SÉLECTION DES COUPES	43
6.6.4	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ	43
6.6.5	DISCUSSION DES RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ	44
6.7	BASSIN PAR2	45
6.7.1	DONNÉES DE CONCEPTION	45
6.7.2	SOLS DE FONDATION	45
6.7.3	SÉLECTION DES COUPES	46
6.7.4	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ	46
6.7.5	DISCUSSION DES RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ	47
6.8	BASSIN U	48
6.8.1	DONNÉES DE CONCEPTION	48
7	CLASSIFICATION PRÉLIMINAIRE DES DIGUES...	50
8	CONCEPTION DES FOSSÉS.....	51
9	QUANTITÉS ET ESTIMATION DES COÛTS DE CONSTRUCTION	52
9.1	BASE DE L'ESTIMATION	52
9.2	COÛTS UNITAIRES	52
9.3	FRAIS GÉNÉRAUX	52

TABLE DES MATIÈRES *(suite)*

9.4	HALDES	52
9.5	BASSINS.....	53
9.6	FOSSÉS DE DÉRIVATION.....	53
10	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	54
10.1	GÉNÉRALITÉS	54
10.2	RÉSULTATS	54
10.3	CLASSIFICATION	54
10.4	RECOMMANDATIONS.....	55

TABLE DES MATIÈRES (suite)

TABLEAUX

TABLEAU 3-1	SISMICITÉ DES INFRASTRUCTURES AU SITE À L'ÉTUDE	8
TABLEAU 3-2	COMPOTEMENTS CONTRACTANTS DES SOLS	9
TABLEAU 3-3	PROPRIÉTÉS DES MATÉRIAUX UTILISÉES DANS LES ANALYSES DE STABILITÉ	10
TABLEAU 3-4	PROPRIÉTÉS DES MATÉRIAUX CONTRACTANTS DANS LES ANALYSES DE STABILITÉ	10
TABLEAU 3-5	VALEURS MINIMALES DES COEFFICIENTS DE SÉCURITÉ REQUIS POUR LA STABILITÉ DES PENTES	11
TABLEAU 4-1	JUSTIFICATIONS DU CHOIX DES COUPES ANALYSÉES – HALDE À STÉRILES	15
TABLEAU 4-2	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ DE LA COUPE HS1.....	16
TABLEAU 4-3	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ DE LA COUPE HS2.....	17
TABLEAU 4-4	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ DE LA COUPE HS3.....	17
TABLEAU 4-5	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ DE LA COUPE HS4.....	17
TABLEAU 4-6	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ DE LA COUPE HS5.....	18
TABLEAU 4-7	JUSTIFICATIONS DU CHOIX DES COUPES ANALYSÉES – HALDE À MINÉRAI.....	19
TABLEAU 4-8	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ DE LA COUPE HM1	20
TABLEAU 4-9	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ DE LA COUPE HM2	21
TABLEAU 4-10	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ DE LA COUPE HM3	21
TABLEAU 5-1	POINTAGE ATTRIBUÉ POUR LES HALDES À STÉRILES, À MINÉRAI ET À MORT-TERRAIN EN FONCTION DE L'ÉVALUATION DES 7 PRINCIPAUX GROUPES ET LES FACTEURS RESPECTIFS	27
TABLEAU 5-2	CLASSIFICATION DE STABILITÉ ET DE RISQUE DES HALDES À STÉRILES, MINÉRAI ET MORT-TERRAIN	27
TABLEAU 6-1	CRITÈRES DE CONCEPTION ET CARACTÉRISTIQUES DU BASSIN B	29
TABLEAU 6-2	CRITÈRES DE CONCEPTION ET CARACTÉRISTIQUES DES BASSINS C ET C2	30

TABLE DES MATIÈRES (suite)

TABLEAUX (SUITE)

TABLEAU 6-3	JUSTIFICATIONS DU CHOIX DES COUPES ANALYSÉES – BASSINS C ET C2.....	31
TABLEAU 6-4	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ DE LA COUPE BC1.....	32
TABLEAU 6-5	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ DE LA COUPE BC2.....	32
TABLEAU 6-6	CRITÈRES DE CONCEPTION ET CARACTÉRISTIQUES DU BASSIN D2.....	33
TABLEAU 6-7	JUSTIFICATIONS DU CHOIX DES COUPES ANALYSÉES – BASSIN D2.....	34
TABLEAU 6-8	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ DE LA COUPE BD2A.....	35
TABLEAU 6-9	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ DE LA COUPE BD2C.....	35
TABLEAU 6-10	CRITÈRES DE CONCEPTION ET CARACTÉRISTIQUES DU BASSIN F.....	36
TABLEAU 6-11	JUSTIFICATIONS DU CHOIX DE LA COUPE ANALYSÉE – BASSIN F.....	37
TABLEAU 6-12	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ DE LA COUPE BF1.....	38
TABLEAU 6-13	CRITÈRES DE CONCEPTION DU BASSIN J.....	39
TABLEAU 6-14	JUSTIFICATIONS DU CHOIX DES COUPES ANALYSÉES.....	40
TABLEAU 6-15	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ DE LA COUPE BJ2.....	40
TABLEAU 6-16	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ DE LA COUPE BJ3.....	41
TABLEAU 6-17	CRITÈRES DE CONCEPTION ET CARACTÉRISTIQUES DU BASSIN PAR 1.....	42
TABLEAU 6-18	JUSTIFICATIONS DU CHOIX DES COUPES ANALYSÉES – BASSIN PAR1.....	43
TABLEAU 6-19	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ DE LA COUPE PAR1A.....	44
TABLEAU 6-20	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ DE LA COUPE PAR1B.....	44
TABLEAU 6-21	CRITÈRES DE CONCEPTION ET CARACTÉRISTIQUES DU BASSIN PAR2.....	45
TABLEAU 6-22	JUSTIFICATIONS DU CHOIX DES COUPES ANALYSÉES – BASSIN PAR2.....	46
TABLEAU 6-23	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ DE LA COUPE PAR2A.....	47
TABLEAU 6-24	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ DE LA COUPE PAR2B.....	47
TABLEAU 6-25	CRITÈRES DE CONCEPTION ET CARACTÉRISTIQUES DU BASSIN U.....	48

TABLE DES MATIÈRES (suite)

FIGURES

FIGURE 1-1	LOCALISATION GÉNÉRALE DU SITE MINIER DE WINDFALL.....	1
FIGURE 5-1	STRUCTURE DE CLASSIFICATION DES HALDES (HAWLEY ET CUNNING, 2017. PG 32).....	26

ANNEXES

A	PLANS
B	CARTES
C	ALÉA SISMIQUE
D	RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ
E	FICHES TECHNIQUES
F	CLASSIFICATION DES HALDES
G	NOTE TECHNIQUE DE PHASAGE DE LA HALDE À STÉRILES

1 INTRODUCTION

1.1 MISE EN CONTEXTE

Le site minier Windfall est un gîte aurifère détenu par Minière Osisko inc. (Osisko) situé sur le territoire d'Eeyou Istchee Baie-James, au Québec (Canada). Plus précisément à 270 km au nord-est de la ville de Val-d'Or et à 115 km à l'est du village de Lebel-sur-Quévillon. La figure 1-1 illustre la localisation du site à l'étude.

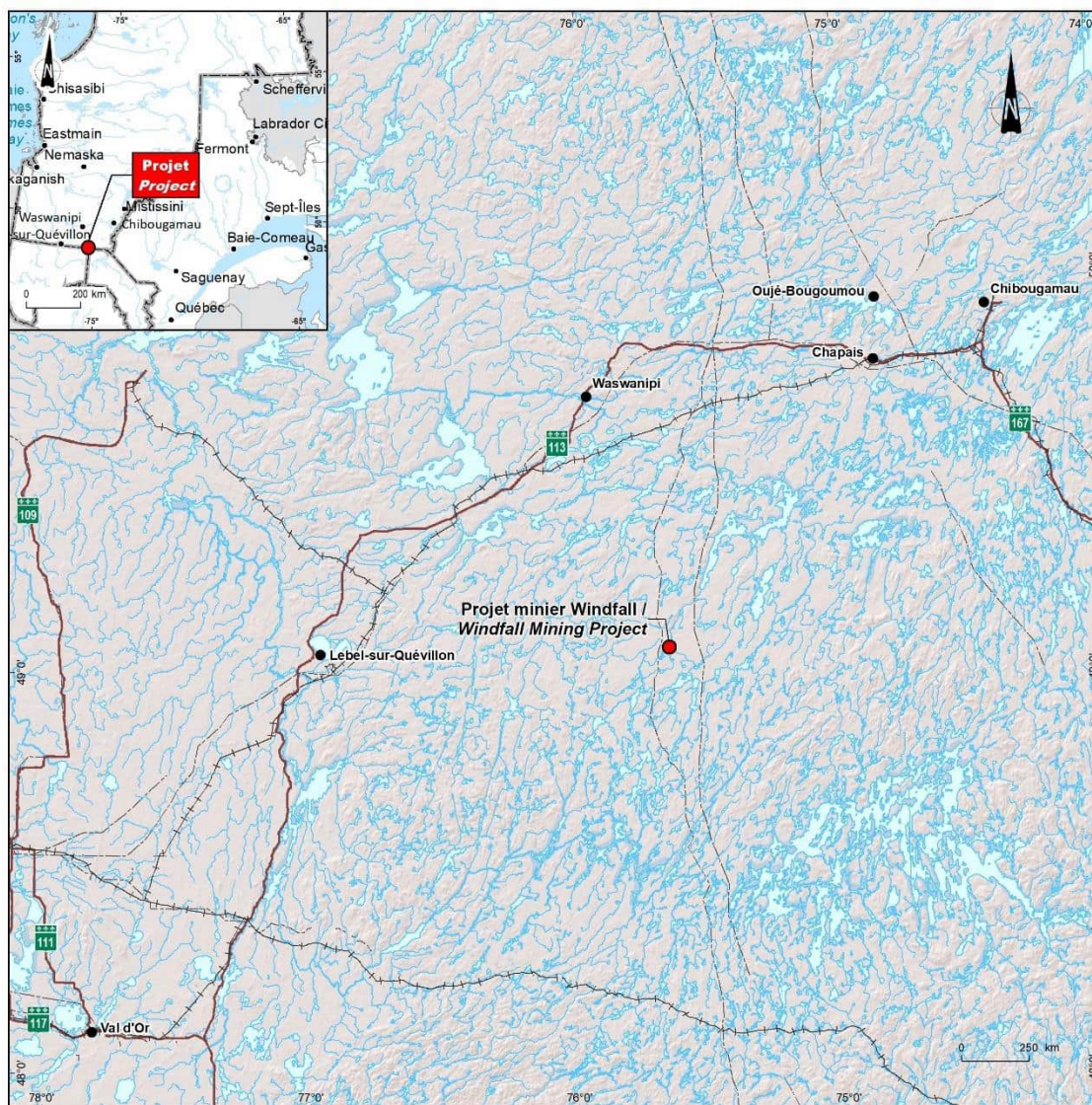


Figure 1-1 Localisation générale du site minier de Windfall

Dans le cadre du projet de faisabilité du projet minier Windfall, Osisko désire planifier les travaux de construction de différentes infrastructures nécessaires à l'exploitation de la mine prévue pour débuter en 2024. Les infrastructures faisant l'objet de la présente étude de faisabilité sont les haldes à stériles, à minerai et à mort-terrain, ainsi que les bassins B, C, C2, D2, F, J, U, PAR1 et PAR2.

À la suite de l'agrandissement de la halde à stériles prévu pour être réalisé en 2023 dans le cadre de l'échantillonnage en vrac, l'ajout d'un palier entre l'élévation 419 m et 437 m sur l'ensemble de la halde permettra d'entreposer 2,3 millions de tonnes (Mt) de stériles supplémentaires à partir de 2025. Un dernier agrandissement, dans la portion sud de la halde à stériles, permettra d'entreposer 3,73 Mt de stériles miniers supplémentaires à partir de 2030 pour un total cumulatif de 9,11 Mt.

Dans le cas des haldes à minerai et à mort-terrain, celles-ci permettront l'entreposage de 157 750 tonnes de minerai et 639 700 m³ de mort-terrain.

Les infrastructures de gestion des eaux concernées dans le présent document de l'étude de faisabilité sont associées aux trois haldes susmentionnées, au site industriel ainsi qu'au parc à résidus. Il s'agit essentiellement des fossés périphériques de collecte des eaux, les fossés de déviation et de neuf (9) bassins de rétention pour la gestion des eaux.

Le bassin B récoltera les eaux du secteur industriel, les bassins C et C2 les eaux provenant de la halde à minerai et du tablier du concasseur. Le bassin D2 agira en support au bassin D. Le bassin F récoltera une portion des eaux provenant de l'agrandissement de la halde à stériles. Le bassin J collectera les eaux de la halde à mort-terrain. Le bassin U collectera les eaux du secteur de l'usine de traitement des eaux et de la route de halage se dirigeant vers le parc à résidus. Finalement, les bassins PAR1 et PAR2 récolteront les eaux du parc à résidus. La construction de toutes les infrastructures mentionnées est planifiée en 2024-2025, à l'exception de l'agrandissement de la halde à stériles, des bassins F et D2 et des fossés de collectes associés qui sont tous prévus en 2029.

La construction des infrastructures présentes dans cette étude de faisabilité est complémentaire à la conception des infrastructures traitées dans le rapport technique *Agrandissement de la halde à stériles existante et des infrastructures de gestion des eaux* soumis par WSP le 31 octobre 2022.

1.2 MANDAT ET OBJECTIFS

WSP Canada Inc. (WSP) a été mandaté par Osisko pour réaliser l'étude de faisabilité en vue de l'exécution des travaux planifiés en 2024 et 2029, soit l'agrandissement de la halde à stériles, la construction de la halde à minerai, de la halde à mort-terrain et des infrastructures de gestion des eaux. Comme présenté dans l'offre de services n° 201-11330-08_ODC1 datée du 7 juin 2022 et basée sur le contrat-cadre 151-11330-00 – Rev.2 2022, le mandat comprend essentiellement les activités suivantes :

- la conception de l'agrandissement de la halde à stériles atteignant sa capacité maximale;
- la conception de la halde à minerai;
- la conception de la halde à mort-terrain;
- la conception des fossés périphériques des haldes (stériles, minerai et mort-terrain);
- la conception des bassins d'accumulation des eaux temporaires, ainsi que les fossés associés;
- la mise à jour des coûts pour la restauration des infrastructures.

Dans le cadre de la faisabilité, WSP a également été mandaté afin de rédiger le chapitre 18, mettre à jour le chapitre 20, incluant la mise à jour de l'estimation des coûts de restauration, et contribuer à la rédaction des chapitres 1, 21, 25, 26 et 27 du rapport NI-43-101. Ce rapport fait partie d'un livrable distinct de l'étude de faisabilité. Le présent rapport technique établit les critères et les données utilisées lors de la conception des haldes, des bassins d'accumulation des eaux et des fossés connexes. Les résultats des analyses de stabilité effectués ainsi qu'une description détaillée des travaux projetés (incluant les plans et les coupes types des ouvrages) seront également présentés dans ce document.

Les recommandations générales relatives à la construction et à l'opération des haldes et des bassins seront abordées dans la dernière section de ce rapport technique. Il convient de mentionner que le volet hydrotechnique et la conception des stations de pompage ne font pas partie intégrante de ce document et seront abordés dans le cadre d'un document distinct.

2 DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE, NORMES ET RÉGLEMENTATION APPLICABLES

La conception des haldes et des infrastructures de gestion des eaux a été effectuée en conformité avec les diverses exigences réglementaires, les documents de référence ainsi que les recommandations reconnues dans le domaine minier. Il s'agit, entre autres, de :

- Boulanger, R. W., & Idriss, I. M. 2014. CPT and SPT Based Liquefaction Triggering Procedures. Report No. UCD/CGM-14/01, Center for Geotechnical Modeling, Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, Davis, CA, 134 pp.
- Bulletin technique : Application des recommandations de sécurité des barrages aux barrages miniers (Association canadienne des barrages [ACB], 2014.
- Duncan, J.M., Wright, S.G. and Wong, K.S. 1990. Slope Stability during Rapid Drawdown, Proceedings of H. Bolton Seed Memorial Symposium. Vol. 2.
- Données topographiques du fichier 151-11330-62-G02 confectionné par WSP lors de l'ingénierie détaillée pour la construction de l'agrandissement de la halde à stériles imperméabilisée (2018).
- Environnement Canada. 2021. Normales climatiques 1981-2010. Station Lebel-sur-Quévillon, Québec, Canada.
- GENIVAR. 2008 – Étude hydrogéologique- Site minier de Windfall Lake, Projet AV106787.
- Golder Associates Ltd. 2017. Rapport des forages WIN-17-190; WIN-17-191.
- Gouvernement du Québec - Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN). 2022. Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec.
- Hawley, M. and Cuning, J. 2017. Guidelines for Mine Waste Dump and Stockpile Design, CSIRO Publishing.
- Koerner. 2005. Designing with Geosynthetics 5th Edition.
- Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. 2012. Directive 019 sur l'industrie minière, mars 2012.
- Osisko Mining Inc. 2019. Technical note on bulk density.
- Preliminary Economic Assessment of the Windfall Lake Project, prepared for Osisko Mining Inc., 2018.
- Preliminary Economic Assessment of the Windfall Lake Project, prepared for Osisko Mining Inc., 2021
- Recommandations de sécurité des barrages (Association canadienne des barrages [ACB], 2007, révisé en 2013).
- Shobha K Bhatia and Gautam Kasturi. 1996. Comparison of PVC and HDPE Geomembranes - Interface Friction Performance.
- Sadrekarimi. 2014. Effect of the Mode of Shear on Static Liquefaction Analysis.

- WSP. 2021. Rapports de forages provenant de la campagne géotechnique 2021 réalisée en été. Réf. WSP : 201-11330-29.
- WSP. 2022a. Rapports de forages provenant de la campagne géotechnique 2022 réalisée en hiver. Réf. WSP : 201-11330-29.
- WSP. 2022b. Étude géotechnique pour la conception des infrastructures de surface, Rapport géotechnique factuel - Agrandissement de la halde à stériles, Site minier Windfall, Baie-James. Rapport produit pour Osisko Mining Inc. Réf. WSP : 201-11330-29.
- WSP. 2022c. Étude géotechnique pour la conception des infrastructures de surface, Rapport géotechnique factuel - Halde à minerais, Site minier Windfall, Baie-James. Rapport produit pour Osisko Mining Inc. Réf. WSP : 201-11330-29.
- WSP. 2022d. Étude géotechnique pour la conception des infrastructures de surface, Rapport géotechnique factuel – Bassin B, Site minier Windfall, Baie-James. Rapport produit pour Osisko Mining Inc. Réf. WSP : 201-11330-29.
- WSP. 2022e. Étude géotechnique pour la conception des infrastructures de surface, Rapport géotechnique factuel – Bassin C, Site minier Windfall, Baie-James. Rapport produit pour Osisko Mining Inc. Réf. WSP : 201-11330-29.
- WSP. 2022f. Étude géotechnique pour la conception des infrastructures de surface, Rapport géotechnique factuel – Bassin D, Site minier Windfall, Baie-James. Rapport produit pour Osisko Mining Inc. Réf. WSP : 201-11330-29.
- WSP. 2022g. Étude géotechnique pour la conception des infrastructures de surface, Rapport géotechnique factuel – Bassin F, Site minier Windfall, Baie-James. Rapport produit pour Osisko Mining Inc. Réf. WSP : 201-11330-29.
- WSP. 2022h. Étude géotechnique pour la conception des infrastructures de surface, Rapport géotechnique factuel – Bassin J, Site minier Windfall, Baie-James. Rapport produit pour Osisko Mining Inc. Réf. WSP : 201-11330-29.
- WSP. 2022i. Agrandissement de la halde à stériles existante et des infrastructures de gestion des eaux. Réf. WSP : 221-11330-02.
- WSP. 2023a. 2021-2022 Geotechnical Investigation at the Tailings Management Facility – Factual Report – Windfall Project, Québec. Ref. no.: GAL116-20146303-21006-RA-Rev0.
- WSP. 2023b. Plan de gestion des eaux en soutient à l'étude de faisabilité – Projet Windfall, Québec. Réf n° :GAL139-2148985706-RF-RevA
- WSP. 2023c. Rapport sectoriel – Caractérisation géochimique des matériaux miniers – Projet Windfall, Québec. Réf n° : GAL137-2148985706.
- Olson. 2003. Yield Strength Ratio and Liquefaction Analysis of Slopes and Embankments.

3 DONNÉES DE BASE ET CRITÈRES DE CONCEPTION

3.1 INTRANTS

3.1.1 DONNÉES TOPOGRAPHIQUES

Les données topographiques fournies par Osisko et utilisées dans le cadre de cette étude sont présentées comme suit :

- le relevé topographique LiDAR daté du 1^{er} avril 2022;
 - le relevé topographique de la halde à stériles existante daté du 2 septembre 2022;
 - le plan de surface des infrastructures existantes - Mise à jour datée de novembre 2022.
-

3.1.2 DONNÉES GÉOTECHNIQUES

Les informations géotechniques disponibles sont présentées dans les rapports/études suivants :

- WSP. 2021. Rapports de forages provenant de la campagne géotechnique 2021 réalisée en été (réf. 201-11330-29).
 - WSP. 2022. Rapports de forages provenant de la campagne géotechnique 2022 réalisée à l'hiver (réf. 201-11330-29).
 - WSP. 2023a. 2021-2022 Geotechnical Investigation at the Tailings Management Facility – Factual Report – Windfall Project, Québec. Ref. no.: GAL116-20146303-21006-RA-Rev0.
 - GENIVAR. 2008. Étude hydrogéologique- Site minier de Windfall Lake, Projet AV106787.
-

3.1.3 DONNÉES HYDROLOGIQUES

Les données hydrologiques utilisées dans le cadre de cette étude sont présentées dans le rapport suivant :

- WSP. 2023b. Plan de gestion des eaux en soutient à l'étude de faisabilité – Projet Windfall, Québec. Réf n° : GAL139-2148985706-RF-RevA.
-

3.1.4 DONNÉES GÉOCHIMIQUES

Les données géochimiques utilisées dans le cadre de ce projet proviennent essentiellement du rapport suivant. Basés sur les résultats des essais en laboratoire effectués (statiques et cinétiques), les stériles miniers et le minerai produit dans le cadre du projet Windfall sont potentiellement générateurs d'acide et lixiviables (métaux).

- WSP. 2023c. Rapport sectoriel – Caractérisation géochimique des matériaux miniers – Projet Windfall, Québec. Réf. n° GAL137-2148985706.

3.2 PARAMÈTRES DE CONCEPTION

3.2.1 SISMICITÉ DU SITE

CATÉGORIE D'EMPLACEMENT SISMIQUE

La catégorie d'emplacement sismique du site sert à l'analyse du potentiel de liquéfaction ainsi qu'à la vérification de stabilité des pentes. Afin de déterminer la catégorie d'emplacement sismique du site sous l'emprise des différentes infrastructures concernées, la résistance moyenne à la pénétration standard (N_{60}) a été évaluée dans les 30 premiers mètres des sols de fondations et lorsque cela s'applique, des profils de levés MASW ont été traités et fournissent des valeurs de V_s 30. Selon le tableau 4.1.8.4.A du Code national de bâtiment (CNB, 2015) et les résultats de forages réalisés dans les secteurs, la catégorie d'emplacement sismique des sites est présentée dans le tableau 3-1 suivant.

ALÉA SISMIQUE

L'accélération maximale au sol (AMS) a été obtenue par le Service canadien d'information sur les risques sismiques. Selon l'annexe 1 du Guide de restauration (MERN, 2022) : « *Les normes du Code national du bâtiment du Canada ainsi que les données fournies par la Commission géologique du Canada doivent servir de référence pour la détermination des paramètres sismiques* ». Par ailleurs, il a été mentionné dans la section 2.9.3.1 de la D019 sur l'industrie minière (MDDELCC, 2012) : « *Le choix de la récurrence du séisme de conception doit être justifié par rapport au risque que l'ouvrage représente, à sa susceptibilité de rupture en condition sismique et au nombre et à la précision des méthodes d'investigations géotechniques utilisées pour déterminer les intrants de conception. La récurrence du séisme de conception ne doit pas être inférieure à la probabilité de dépassement annuelle de 1/2475 ans* ». Dans le cas de la présente étude, la valeur du coefficient sismique horizontal, correspondant à une probabilité de dépassement de 2 % de probabilité en 50 ans (période de récurrence de 1/2 500 ans), a été considérée. La fiche de résultats détaillés est présentée à l'annexe C.

En se basant sur les données de désagrégation fournies par le Service canadien d'information sur les risques, la magnitude du séisme a été établie à 7,4 et l'accélération maximale au sol (AMS) est de 0,052 g pour un site de classe « C ». Une correction a été appliquée à cette valeur selon la catégorie d'emplacement du site. Ainsi, les coefficients sismiques k_h retenus pour les analyses de stabilité pseudo-statique sont considérés égaux à 50 % de l'AMS. L'accélération maximale au sol varie entre 0,047 et 0,067 selon la classification de l'infrastructure. Le tableau 3-1 suivant présente les différentes valeurs correspondant aux différentes infrastructures à l'étude.

Tableau 3-1 Sismicité des infrastructures au site à l'étude

Infrastructure	Catégorie d'emplacement sismique	Valeur maximale au sol (AMS)	Coefficient sismique (k_h)
Halde à stériles	C	0,052	0,026
Halde à minerai	C	0,052	0,026
Halde à mort-terrain	A	0,047	0,024
Bassin B ¹	C	0,052	0,026
Bassin C et C2	C	0,052	0,026
Bassin D2	C	0,052	0,026
Bassin F	C	0,052	0,026
Bassin J	C	0,052	0,026
Bassin PAR1	D	0,067	0,034
Bassin PAR2	C	0,052	0,026

1 : Bassin en excavation dans le roc uniquement.

3.2.2 ÉVALUATION DU POTENTIEL DE LIQUÉFACTION

Des analyses ont été réalisées afin de vérifier si les sols de fondation sous les infrastructures possèdent ou non les propriétés mécaniques pour se liquéfier lors d'un séisme important. Les analyses sont basées sur certains forages de la campagne géotechnique réalisée à l'été 2021 par WSP (WSP, 2021) et la campagne réalisée à l'hiver 2022 par WSP (WSP, 2022) et Golder (WSP,2023a). Ces sondages sont identifiés dans les sections 4 et 6.

L'évaluation du potentiel de liquéfaction a été effectuée selon la méthode de calculs simplifiée (Boulanger et Idriss, 2014) sur la base des valeurs d'essais de pénétration standards (indice SPT « N ») obtenues dans les forages géotechniques. Cette approche a été utilisée pour les dépôts naturels pulvérulents. Cette analyse consiste à comparer la contrainte de cisaillement (CSR) induite dans le sol par un séisme donné à la résistance au cisaillement (CRR), disponible dans le sol lors de ce même séisme. Les calculs du CSR ont été réalisés à partir de l'accélération horizontale maximale présentée au tableau 3-1 précédent et comme spécifié à la section 3.2.1.

Sous l'effet d'une secousse sismique de magnitude 7,4, les calculs démontrent que les dépôts pulvérulents au site ne sont pas liquéfiables. Seul le forage BH-22-19 présente des valeurs très près du facteur de sécurité critique (FS=1). Une analyse plus détaillée par sondages au piézocône est planifiée à l'hiver 2023 dans le secteur concerné afin de confirmer la présence de sols liquéfiables.

3.2.3 COMPORTEMENT CONTRACTANT ET DILATANT DES SOLS PULVÉRULENTS

La compréhension des conditions des sols en place permet d'identifier les potentiels de mécanisme de rupture et d'évaluer la stabilité des sols. Dans le cadre de l'étude, selon les données disponibles au moment de l'interprétation des données, une évaluation préliminaire des conditions de sols a été réalisée.

Le phénomène de la déformation volumique contractant-dilatant indique que l'état du matériel se situe de part et d'autre de la ligne d'état critique. Un matériel contractant peut subir une perte de résistance lorsqu'une charge est appliquée ou lorsqu'il est cisailé. Ce phénomène est principalement causé par l'accumulation de pressions d'eau interstitielle. Les matériaux contractants sont également susceptibles de se liquéfier et de créer une rupture qui engendre l'écoulement des sols sous l'effet d'une charge statique ou cyclique. Un matériel dilatant n'a pas tendance à générer des pressions d'eau interstitielle critiques sous des conditions statiques, mais peut être susceptible à la liquéfaction et à l'écoulement des sols sous une charge cyclique.

Basé sur la méthode de Olson and Stark (2003) et de Sadrekamiri (2014), la résistance (S_u/σ'_{vo}) a été déterminée selon les résultats de l'essai de pénétration standard (SPT). Trois zones ont été ciblées présentant un potentiel de comportement des sols contractant basé sur les descriptions stratigraphiques obtenues par les campagnes géotechniques de WSP (WSP, 2022, 2021) et celle de Golder (WSP, 2023a). Le tableau 3-2 suivant présente les zones ciblées, les forages évalués ainsi que le résultat de l'analyse.

Tableau 3-2 Comportements contractants des sols

Zone	Forage	Présence de couches contractantes (O/N)
Bassin C	F-17-22	N
	F-18-22	O
	F-19-22	O
	BC-F01-21	N
	RC-F03-21	N
Bassin PAR1	BH-22-06	O
	BH-22-07	O
	BH-22-19	O
	BH-22-25	O
Bassin PAR2	R-F01-21	N
	BH-22-13	O
	F-93-22	O
	F-94-22	N

Les sols de fondation rencontrés sur le site possèdent un comportement généralement dilatant. Cependant, certaines couches rencontrées dans les sondages du tableau précédent présentent des couches d'épaisseur variable de matériel pulvérulent avec un comportement contractant. Ces sondages sont tous localisés dans des milieux humides, généralement sous un épais dépôt de tourbe ou terre végétale.

3.2.4 ÉVALUATION DE LA STABILITÉ

MÉTHODE DE CALCULS

Le logiciel Slope/W, version 2022.1, de la suite GeoStudio, a été utilisé pour procéder à tous les calculs de stabilité selon la méthode de l'équilibre limite et la distribution des forces suivant la méthode de Morgenstern-Price.

La méthode « Entrée-Sortie » a été utilisée pour spécifier les zones de recherche des surfaces de ruptures circulaires critiques. L'option d'optimisation incrémentale a été appliquée pour toutes les analyses afin de raffiner la géométrie des surfaces de rupture et ainsi obtenir les coefficients de sécurité minimum associés à chaque condition évaluée.

PARAMÈTRES GÉOTECHNIQUES

Les propriétés géotechniques des différents matériaux ont été établies à partir des informations provenant des forages dans les secteurs à l'étude lors de la campagne géotechnique réalisée à l'été 2021 par WSP (WSP, 2021) et les campagnes réalisées à l'hiver 2022 par WSP (WSP, 2022) et Golder (WSP, 2023a), la campagne 2007 (GENIVAR, 2008) ainsi que les résultats des essais en laboratoire. Selon les différents sondages analysés, différents types de matériaux de fondations ont été identifiés. Le tableau 3-3 présente les valeurs des propriétés utilisées des matériaux rencontrés lors des analyses de stabilité.

Tableau 3-3 Propriétés des matériaux utilisées dans les analyses de stabilité

Matériaux		Masse volumique (kN/m ³)	Cohésion (kPa)	Angle de friction (°)
A.	Terre végétale	13,5	0	27
B.1	Sable avec traces de silt et gravier, lâche à très lâche	18	0	27
B.2	Sable, un peu à traces de gravier et traces de silt, compact	18,5	0	32
B.3	Sable silteux à traces de silt et gravier, dense	19,5	0	34
B.4	Sable, un peu de gravier et traces de silt, devenant très dense	19,5	0	36
B.5	Sable silteux à un peu de silt, traces d'argile, compact	18,5	0	32
B.6	Silt sableux à sable silteux, traces de gravier, dense	17,5	0	34
B.7	Silt sableux, compact	17,5	0	30
B.8	Silt sableux à un peu de sable, lâche	17,5	0	28
B.9	Sable un peu de silt à sable et silt, lâche.	17	0	28
C.1	Sable et gravier à graveleux, un peu à traces de silt, compact	20	0	32
C.2	Sable et gravier à graveleux, un peu à traces de silt, dense	20	0	36
C.3	Gravier, un peu de sable, lâche	20	0	30
D	Stérile minier ⁽¹⁾	19	0	35
E	Minerai ⁽²⁾	20	0	36
F.1	Système d'imperméabilisation avec PEHD lisse ⁽³⁾	9,50	0	16
F.2	Système d'imperméabilisation avec PEHD texturé ⁽⁴⁾	9,50	0	24
G.1	Remblai granulaire compacté	20	0	34
G.2	Remblai granulaire digue	20	0	32
H	Enrochement de protection	21	0	38
I	Sable et gravier - Filtre	21	0	34
J	Empilement de mort-terrain	17	0	26
	Roc	Impénétrable		

- (1) La masse volumique des stériles miniers est basée sur la densité des différents types de roc dans le secteur exploité provenant du PEA (2021). Les valeurs se situent entre 2,65 – 2,86 t/m³. Selon les données fournies par le client, une densité *in situ* de 2,77 t/m³ et un coefficient de foisonnement typique de 36 % ont été retenus pour la conception.
- (2) La masse volumique du minerai est basée sur la densité des différents types de roc dans le secteur exploité provenant du PEA (2021) et d'une note technique sur le poids volumique réalisé par Osisko. Les valeurs se situent entre 2,8 – 2,86 t/m³. Un facteur de foisonnement de 36 % a été appliqué.
- (3) Angle de frottement interne estimé à partir de Bhatia et Kasturi (1996). Poids volumique estimé à partir de la fiche technique de la membrane, dont la densité est de 0,94 t/m³.
- (4) Angle de frottement interne est estimé à partir de Koerner (2005) pour l'interface entre une géomembrane – géotextile de type non-tissé aiguilleté (*nonwoven needle punched*)

Comme mentionné dans la section 3.2.3, certains secteurs du site démontrent des comportements de sols contractants selon la méthode Sadrekarimi (2014) qui analyse les valeurs de l'indice de pénétration « N » de l'essai SPT. Les zones ciblées dans l'étude se trouvent dans l'emprise des futurs bassins PAR1, PAR2 et C. Les matériaux de fondation rencontrés dans ces secteurs se caractérisent par une compacité très lâche à lâche. Les paramètres présentés au tableau 3-4 ci-dessous ont été considérés dans des analyses de stabilité dans les secteurs démontrant des couches de sols contractants. Ces paramètres seront réévalués à l'étape de l'ingénierie de détail.

Tableau 3-4 Propriétés des matériaux contractants dans les analyses de stabilité

Matériaux		Masse volumique (kN/m ³)	Cohésion (kPa)	Constante ⁽¹⁾ σ'_v/Su
B.1	Sable avec traces de silt et gravier, lâche à très lâche	18	5	0,23
B.9	Sable un peu de silt à sable et silt, lâche.	17	5	0,23

- (1) Valeur déterminée selon la méthode de Sadrekarimi (2014)

3.3 CRITÈRES DE CONCEPTION

3.3.1 CRITÈRES DE STABILITÉ

Les ouvrages de rétention d'eau et de gestion des stériles miniers, minerais et mort-terrain doivent respecter les critères énoncés dans la Directive 019 (D019) sur l'industrie minière (MDDELCC¹, 2012), dans le Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec (Guide de restauration) (MERN, 2022) et les recommandations sur la sécurité des barrages données par l'Association canadienne des barrages (ACB, 2014).

Les différentes infrastructures doivent rester stables lorsqu'elles sont sollicitées par les chargements statiques et dynamiques à court et à long terme. Conformément aux recommandations mentionnées à l'annexe 1 du Guide de restauration (MERN, 2022), les facteurs de sécurité minimaux ont été considérés pour évaluer la stabilité des haldes à stériles, à minerais et de mort-terrain. Les facteurs de sécurité des bassins ont été considérés selon les recommandations de sécurité des barrages miniers de l'ACB (ACB, 2014). Les critères de stabilité retenus dans le cadre de cette étude sont détaillés au tableau 3-5.

Tableau 3-5 Valeurs minimales des coefficients de sécurité requis pour la stabilité des pentes

Type d'ouvrage	Condition	Coefficient de sécurité ciblé
Halles à stériles, minerais et mort-terrain	Stabilité locale statique (long terme)	1,2
	Stabilité globale statique (court et long terme) ¹	1,5
	Analyse pseudo-statique	1,1
Digues des bassins	Stabilité statique (court terme) – Pente amont et aval	1,3
	Stabilité statique (long terme) – Pente amont et aval	1,5
	Stabilité pseudo-statique (long terme) – Pente amont et aval	1,1
	Vidange rapide – Pente amont	1,3

1 : La fondation sous la halle est du sable avec une conductivité hydraulique élevée, suggérant que les surpressions interstitielles survenant pendant la construction sont négligeables.

Dans le cas à l'étude, la condition de vidange rapide a été jugée non nécessaire pour l'évaluation de la stabilité considérant que le corps de la digue ne sera pas saturé en eau. De plus, les matériaux au-dessus de la membrane sont des matériaux drainants et très perméables. Selon Duncan (1991), une analyse de vidange rapide est nécessaire lorsque le niveau d'eau change rapidement et que les pressions interstitielles dans la pente n'ont pas le temps de s'équilibrer. Ainsi, le matériel proposé composant la digue (au-dessus de la géomembrane) doit être drainant d'une perméabilité supérieure à 10^{-4} m/s.

D'autres vérifications ont été réalisées, telles qu'une analyse portant sur le soulèvement de la géomembrane afin de valider l'épaisseur de l'enrochement du fond du bassin. Selon le niveau d'eau critique de la nappe souterraine ainsi que le niveau d'opération d'eau minimale dans le bassin, l'épaisseur d'enrochement prévue au fond du bassin sera suffisante pour maintenir la géomembrane en place.

1 Aujourd'hui le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCCFP).

3.4 MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Compte tenu de la nature des milieux naturels près des ouvrages à construire ainsi que des propriétés chimiques de l'eau à gérer, l'imperméabilisation des bassins et des haldes est requise. Aucun matériau naturel imperméable (till de bonne qualité ou argile) n'est disponible à proximité du site et des infrastructures visées dans le présent document. Pour cette raison, l'utilisation de géomembranes étanche est préconisée pour imperméabiliser les bassins, les assises des haldes à stériles et à minerais ainsi que les fossés collecteurs autour de ces ouvrages.

3.4.1 MATÉRIAUX DE FONDATION

Les différentes infrastructures reposeront soit sur le terrain naturel ou sur un remblai contrôlé provenant de la carrière adjacente au site ou de l'excavation à proximité, ou provenant des stériles non générateurs d'acide acceptables. La préparation des assises comprend l'excavation de la matière organique, le nivellement et la compaction de la couche de surface. Certaines infrastructures nécessitent l'ajout d'un remblai afin de niveler le terrain et d'autres seront complètement en excavation. Le remblai de fondation recommandé consiste en un matériau granulaire compactable dont les particules sont inférieures à 200 mm. Le remblai devra également être non générateur d'acide et exempt de matières organiques.

La halde à stériles nécessite un remblai de fondation afin de niveler l'assise qui recevra la membrane. La halde à mort-terrain sera construite directement sur le terrain naturel. La halde à minerais sera positionnée sur le tablier du concasseur.

Dans le cas où le fond d'excavation d'un bassin est dans le sol meuble, aucune assise n'est prévue sous la géomembrane. En effet, les matériaux naturels, essentiellement composés de sable, conviennent aux spécifications du fabricant. Aux endroits où le fond d'excavation se situe dans le roc, une assise granulaire de protection doit être installée entre le roc et la membrane. L'assise doit être de 150 mm d'épaisseur et exempt d'éléments supérieurs à 20 mm.

3.4.2 DIGUES DE BASSINS

Les digues des bassins sont construites en remblai composé de matériau granulaire compactable non générateur d'acide et imperméabilisé avec une géomembrane. Le remblai utilisé doit être exempt de matière organique et de particules supérieures à 200 mm. Les digues seront compactées en couche de 300 mm en s'assurant que les derniers 150 mm adjacents à la géomembrane soient exempts de particules supérieures à 20 mm de diamètre.

La conception préliminaire des bassins prévoyait que lorsque la hauteur d'une digue était supérieure à 5 m un drain devait être construit au pied aval de la digue. Toutefois, des analyses additionnelles avec les informations collectées indiquent que le drain n'était pas requis.

Un drain, composé de sable et gravier et recouvert d'un géotextile de type texel 918, a toutefois été prévu dans l'estimation des coûts soumise dans la NI-43-101.

3.4.3 FOSSÉS

Afin de maintenir l'écoulement, les fossés sont excavés ou construits en remblai. Dans le cas des fossés en remblai, le remblai utilisé sera composé de matériaux granulaires compactables non générateurs d'acide et exempts de matière organique.

Les fossés liés aux infrastructures d'entreposage des matériaux possiblement générateurs d'acide (haldes à stériles et minéral) doivent être imperméabilisés par une géomembrane. La géomembrane est installée directement dans le fond d'excavation ou sur le remblai et protégée par un géotextile de type Texel 918 et un empierrement 50-150 mm d'une épaisseur de 300 mm.

Les fossés de dérivations et les fossés liés à la halde à mort-terrain et au bassin J seront membranés avec un empierrement 50-150 mm sur 300 mm d'épaisseur. Un géotextile 918 sera installé sous l'assise de la halde à mort-terrain et sous l'empierrement de protection.

3.4.4 CHOIX DU COMPLEXE D'ÉTANCHÉITÉ

La géomembrane de polyéthylène haute densité (PEHD) de 2,0 mm d'épaisseur texturée sur les deux faces est recommandée pour assurer l'étanchéité des fossés, de la halde à stériles, de la halde à minéral et les bassins. Les fiches techniques des géomembranes Solmax, répondant aux besoins définis, sont présentées à l'annexe E. Les conditions suivantes ont permis d'établir ces choix :

- souplesse du matériau qui pourra supporter d'éventuelles déformations (jusqu'à 13 %);
- résistance aux agressions chimiques élevée, de l'eau transitant par les bassins (voir section 3.1.4);
- force de frottement accrue entre la géomembrane et les matériaux pour assurer la stabilité dans les talus.

La géomembrane PEHD 2,0 mm est posée sur un géotextile de type Texel 918. Par la suite, un remblai de protection en deux couches séparées par un géotextile de type Texel 918 est installé sur la géomembrane. La première couche est un matériau granulaire (20 mm max.) sur 150 mm d'épaisseur et la seconde, un enrochement de calibre 20-600 mm sur une épaisseur variant de 600 mm à 850 mm. Dans le cas où le bassin serait excavé dans le roc, comme pour les bassins B, C2, D2, F et PAR2, une assise granulaire (20 mm max) de 150 mm d'épaisseur est prévue sous le complexe d'étanchéité et au-dessus du roc dynamité. Pour les excavations dans le mort-terrain non organique, aucune couche de protection n'est requise sous le complexe d'étanchéité et l'installation peut se faire directement sur le terrain naturel compétent. Les fiches techniques de ces produits sont présentées à l'annexe E.

Les profondeurs d'excavation ont généralement été limitées de façon à éviter les nappes d'eau souterraine. Les élévations des nappes d'eau souterraine aux emplacements des bassins sont évaluées selon quelques tubes ouverts installés dans les forages géotechniques et les observations de saturation lors de l'échantillonnage. Selon les données disponibles, pour les bassins C, C2, D2, J et F, il n'a pas été jugé nécessaire d'ajouter un système de drainage sous les géomembranes pour gérer d'éventuelles poussées hydrostatiques. Par contre, pour les bassins PAR1 et PAR2, un système de pompage doit être planifié lors de la construction considérant le niveau élevé de la nappe souterraine. Le drainage sous les géomembranes devra être réévalué à l'étape de l'ingénierie de détail.

4 CONCEPTION DES HALDES

4.1 HALDE À STÉRILES

4.1.1 CONFIGURATION PROPOSÉE

Étant donné que les stériles sont possiblement générateurs d'acide et que les matériaux naturels de l'assise ont une bonne perméabilité, il est prévu d'ajouter une imperméabilisation à l'assise de la halde à stériles et ses fossés. Comme mentionné à la section 3.4.4, une géomembrane en PEHD sera connectée à celle de la halde existante au moment de la construction. Afin de protéger la géomembrane contre le poinçonnement, un géotextile 918 de Texel, ou équivalent approuvé, sera installé directement au-dessus et en dessous de la géomembrane. De plus, un matériau granulaire (D.max. <50 mm) de 300 mm d'épaisseur sera mis en place par-dessus les géosynthétiques.

L'agrandissement de la halde s'effectuera en deux phases, dont la première phase constitue en un ajout de palier lorsque la capacité aura atteint 3,08 Mt et la seconde en un agrandissement au sud-est de la halde actuelle lorsque celle-ci atteindra 5,38 Mt. L'ajout du palier permettra d'entreposer 2,3 Mt et l'agrandissement de la halde à stériles permettra d'entreposer 3,73 Mt de stériles supplémentaires sur une superficie d'environ 69 500 m². Selon la configuration proposée, la halde à stériles pourra accueillir un total de 9,11 Mt à la fin de la vie de la mine. La note technique, *Halde à stériles miniers – Hypothèses et plan de remplissage*, préparé par WSP et joint à l'annexe G, résume les hypothèses de conception de la halde à stérile, les caractéristiques de la halde ainsi que les quantités (volumes) de stériles qui sont présentement entreposés sur le site de plus que les quantités qui seront à entreposer au cours de la vie de la mine.

La halde à stériles sera construite avec deux paliers d'environ 17 et 15 m de hauteur chacun et un plateau de 10 m de largeur est prévu entre les deux paliers. Les pentes proposées pour la halde sont de 3H:1V. Il est prévu que la halde ait une élévation maximale de 437 m. Une partie de l'agrandissement final superpose l'empreinte de la halde à mort-terrain existante. Le matériel dans la halde à mort-terrain sera déplacé avant la construction de cet agrandissement. La vue en plan et les profils longitudinal et transversal de la halde à stériles proposée sont présentés sur le plan 810-C-0601-ZA de l'annexe A.

4.1.2 SOL DE FONDATION

Dans la zone à l'étude de la halde actuelle et de l'agrandissement de la halde à stériles, dix (10) forages, neuf (9) tranchées et un (1) relevé géoradar ont été réalisés au cours des campagnes géotechniques 2021 et 2022 (WSP, 2021 et WSP, 2022). Les forages réalisés lors de la campagne 2021 sont AHS-F01-21 à AHS-F04-21 et BA-F01-21, alors que les tranchées sont AHS-TR01-21 à AHS-TR06-21 et BF-TR01-21 à BF-TR03-21. Les forages réalisés lors de la campagne 2022 sont les forages F36-22 et F37-22. De plus, trois forages de la campagne 2007 (GENIVAR, 2008) sont présents dans la zone à l'étude, soit les forages WIN-07-173, WIN-07-174 et WIN-07-178. Selon les rapports de forages et le relevé géoradar, la stratigraphie dans l'ordre descendant se présente comme suit :

- Une couche de sol organique ou de sphaigne d'une épaisseur de 0 à 0,15 m, en surface, interceptée dans tous les sondages à l'exception des sondages F37-22, AHS-TR05-21 et AHS-TR06-21. Une couche de sol organique entre 0,70 et 1,04 m a été rencontrée dans les tranchées AHS-TR05-22 et AHS-TR06-22 et une couche de tourbe d'une épaisseur de 1,29 m a été rencontrée dans le forage F37-22 situé au sud de l'agrandissement final de la halde.

- Un dépôt de sable avec des traces de silt et gravier avec une épaisseur de 0 à 7,64 m. Selon l'emplacement du sondage, cette couche repose parfois sur le socle rocheux.
- Un dépôt de sable et gravier d'une épaisseur entre 0 et 4,97 m qui repose directement sur le socle rocheux.
- Le socle rocheux a été atteint à une profondeur entre 1,31 à 7,77 m (entre les élévations 395,48 à 410,62 m).

4.1.3 SÉLECTION DES COUPES

Les différentes coupes ont été sélectionnées selon les secteurs potentiellement critiques d'un point de vue de la stabilité, c'est-à-dire les secteurs pour lesquels :

- l'épaisseur du dépôt meuble est importante;
- le talus naturel est critique, par exemple une pente plus abrupte dans le terrain naturel;
- la géométrie actuelle de la halde est modifiée;
- des infrastructures sont prévues ou déjà existantes au pied de la halde à stériles.

Les analyses de stabilité ont été réalisées selon la géométrie de la halde et des fossés projetés ainsi qu'en utilisant la topographie du terrain actuel basée sur les relevés LiDAR de 2009 et 2022 et un relevé d'arpentage de la halde à stériles existante réalisé par le client au cours de l'été 2022.

Le tableau 4-1 présente les coupes sélectionnées pour la halde à stériles ainsi que la justification des coupes à analyser. Les coupes sont également présentées sur la carte 2 de l'annexe B.

Tableau 4-1 Justifications du choix des coupes analysées – Halde à stériles

Halde	Coupe	Justifications
Stériles	HS1	<ul style="list-style-type: none"> — Route existante au pied de la halde. — Épaisseur de dépôt meuble importante.
	HS2	<ul style="list-style-type: none"> — Section avec le talus naturel le plus critique. — Épaisseur de dépôt meuble importante.
	HS3	<ul style="list-style-type: none"> — Modification de la géométrie de la halde actuelle.
	HS4	<ul style="list-style-type: none"> — Infrastructures au pied de la halde.
	HS5	<ul style="list-style-type: none"> — Épaisseur de dépôt meuble importante. — Route et guérite au pied de la halde.

4.1.4 CONDITIONS D'EAU SOUTERRAINE

Les analyses de stabilité ont été réalisées en considérant que la position de la nappe phréatique restera constante et variera peu dans le temps. Les niveaux de la nappe phréatique utilisés pour les analyses de stabilité sont basés sur le relevé des niveaux d'eau mesurés dans les tubes ouverts installés dans les trous de forages lors de la campagne géotechnique de l'été 2021 (WSP, 2021), la campagne géotechnique de l'hiver 2022 (WSP, 2022) ainsi que la campagne de 2007 (GENIVAR, 2008). Le relevé des niveaux d'eau a été réalisé le 10 août 2021 pour la campagne été 2021, un second relevé entre le 11 et le 26 mai 2022 pour les sondages 2021, en même temps que les nouveaux sondages de la campagne 2022 et entre le 1^{er} et 29 novembre 2007 pour la campagne 2007.

Considérant les niveaux d'eau relativement bas mesurés lors des deux campagnes (cas nappe bas), une étude de sensibilité a été réalisée afin d'établir l'impact d'une remontée de la nappe phréatique (cas nappe élevée) jusqu'à la surface du terrain naturel sur la stabilité des haldes, cette situation étant jugée comme le plus critique. Ainsi, un cas de nappe d'eau élevée a été considéré afin de considérer les conditions en crue printanière.

La halde est conceptualisée afin de créer un écoulement vers les fossés et minimiser l'accumulation d'eau sur la géomembrane.

4.1.5 RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ

Les résultats des analyses de stabilité pour l'agrandissement de la halde à stériles sont présentés dans les tableaux suivants. Comme mentionné à la section 4.1.3, un total de cinq coupes, identifiées HS1 à HS5, a été retenu pour l'étude, dont trois coupes (HS1 à HS3) sont analysées pour l'ajout du second palier à la géométrie actuelle de la halde existante et à la géométrie projetée de l'échantillonnage en vrac avec une construction prévue en 2023. Deux coupes (HS4 et HS5) ont également été analysées pour l'agrandissement dans le secteur sud-est de la halde. Les sections étudiées sont présentées sur la carte 2 de l'annexe B.

Une surface de rupture globale et locale a été analysée pour chaque coupe de la halde à stériles. De plus, pour toutes les conditions d'analyses, les cas de chargements statique et pseudo-statique ont été évalués. Dans le cas de l'analyse pseudo-statique, la valeur retenue pour l'accélération maximale au sol (AMS) est présentée au tableau 3-1 de la section 3.2.1.

Les résultats des analyses de stabilité pour les cinq coupes sont présentés aux tableaux 4-2 à 4-6, alors que les configurations géométriques et les surfaces potentielles de rupture associées au coefficient de sécurité minimum obtenu sont montrées sur les figures à l'annexe D pour chacune des analyses effectuées.

Tableau 4-2 Résultats des analyses de stabilité de la coupe HS1

Ouvrage Coupe	Chargement	Conditions des analyses	Facteur de sécurité minimum		Figure
			Obtenu	Requis	
Halde à stériles miniers Coupe HS1	Statique	Surface de rupture globale	2,19	1,5	5
		Surface de rupture locale – Palier inférieur	2,07	1,5	6
		Surface de rupture locale – Palier supérieur	2,16	1,2	7
	Pseudo-statique	Surface de rupture globale	2,00	1,1	8
		Surface de rupture locale – Palier inférieur	1,89		9
		Surface de rupture locale – Palier supérieur	1,98		10

Tableau 4-3 Résultats des analyses de stabilité de la coupe HS2

Ouvrage Coupe	Chargement	Conditions des analyses	Facteur de sécurité minimum		Figure
			Obtenu	Requis	
Halde à stériles miniers Coupe HS2	Statique	Surface de rupture globale	2,27	1,5	11
		Surface de rupture locale – Palier inférieur	2,11	1,5	12
		Surface de rupture locale – Palier supérieur	2,18	1,2	13
	Pseudo-statique	Surface de rupture globale	2,06	1,1	14
		Surface de rupture locale – Palier inférieur	1,92		15
		Surface de rupture locale – Palier supérieur	2,01		16

Tableau 4-4 Résultats des analyses de stabilité de la coupe HS3

Ouvrage Coupe	Chargement	Conditions des analyses	Facteur de sécurité minimum		Figure
			Obtenu	Requis	
Halde à stériles miniers Coupe HS3	Statique	Surface de rupture globale	2,02	1,5	17
		Surface de rupture locale – Palier inférieur	1,79	1,5	18
		Surface de rupture locale – Palier supérieur	2,11	1,2	19
	Pseudo-statique	Surface de rupture globale	1,84	1,1	20
		Surface de rupture locale – Palier inférieur	1,66		21
		Surface de rupture locale – Palier supérieur	1,94		22

Tableau 4-5 Résultats des analyses de stabilité de la coupe HS4

Ouvrage Coupe	Chargement	Conditions des analyses	Facteur de sécurité minimum		Figure
			Obtenu	Requis	
Halde à stériles miniers Coupe HS4	Statique	Surface de rupture globale	2,16	1,5	23
		Surface de rupture locale – Palier inférieur	2,11	1,5	24
		Surface de rupture locale – Palier supérieur	2,11	1,2	25
	Pseudo-statique	Surface de rupture globale	1,95	1,1	26
		Surface de rupture locale – Palier inférieur	1,94		27
		Surface de rupture locale – Palier supérieur	1,94		28

Tableau 4-6 Résultats des analyses de stabilité de la coupe HS5

Ouvrage Coupe	Chargement	Conditions des analyses	Facteur de sécurité minimum		Figure
			Obtenu	Requis	
Halde à stériles miniers Coupe HS5	Statique	Surface de rupture globale	2,21	1,5	29
		Surface de rupture locale – Palier inférieur	1,92	1,5	30
		Surface de rupture locale – Palier supérieur	2,10	1,2	31
	Pseudo-statique	Surface de rupture globale	2,00	1,1	32
		Surface de rupture locale – Palier inférieur	1,77		33
		Surface de rupture locale – Palier supérieur	1,93		34

4.1.6 DISCUSSION DES RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ

Les résultats des analyses de stabilité montrent que les coefficients de sécurité minimaux respectent les recommandations décrites dans le Guide de restauration (MERN, 2022), ainsi que la D019 sur l'industrie minière (MDDELCC, 2012). Dans tous les cas analysés, un coefficient de sécurité supérieur à 1,5 a été obtenu pour un chargement statique et un coefficient de sécurité supérieur à 1,1 a été obtenu pour le cas de chargement pseudo-statique.

L'interprétation des analyses de stabilité réalisées dans le cadre de ce mandat montre que la configuration de la halde à stériles miniers finale présentant des pentes de 3H:1V jusqu'à l'élévation 437 m peut être construite (telle que présentée dans les plans fournis à l'annexe A) conformément aux critères de stabilité établis.

4.2 HALDE À MINÉRAI

4.2.1 CONFIGURATION PROPOSÉE

Étant donné que les installations du concasseur sont positionnées en élévation afin d'acheminer le minerai concassé par convoyeur vers l'usine de traitement de minerai, le tablier du concasseur est conçu en remblai jusqu'à l'élévation 418,75 m. Afin de faciliter les opérations, la halde à minerai est positionnée au même niveau que le terrain rehaussé, soit sur le tablier du concasseur. La halde à minerai est conçue pour alimenter le concasseur; du matériau sera constamment retiré et ajouté dans celle-ci. De plus, comme mentionné aux sections 3.1.4 et 3.4.4, le minerai étant possiblement générateur acide et lixiviable, l'assise de la halde sera imperméabilisée au moyen d'une géomembrane et des couches protectrices de géotextile.

La halde à minerai proposée permet d'entreposer une quantité maximale de 157 750 t de minerai de haute et basse teneur sur une superficie de 14 067 m². La configuration de la halde propose des pentes de 3H:1V avec un seul palier et atteignant une hauteur maximale de 10 m. Il est prévu que la halde ait une élévation maximale de 429 m. La vue en plan et les profils longitudinal et transversal de la halde à minerai proposée sont présentés sur le plan 811-C-0601-ZA de l'annexe A.

4.2.2 SOL DE FONDATION

Dans la zone à l'étude de la halde à minerai, sept (7) forages ont été réalisés au cours des campagnes géotechniques 2021 et 2022 (WSP, 2021 et WSP, 2022). Les forages réalisés lors de la campagne 2021 sont TS-F01-21, TS-F02-21 et CONC-F01-21 alors que les forages réalisés lors de la campagne 2022 sont les forages F16-22, F61-22 et F67-22. Selon les rapports de forages, la stratigraphie dans l'ordre descendant se présente comme suit :

- une couche de remblai ou de matière organique (sable, traces de silt et gravier) d'une épaisseur entre 0 et 1,49 m en surface dans tous les sondages à l'exception de CONC-F01-21;
- un dépôt de sable avec traces de silt et gravier d'une profondeur de 0 à 2,44 m. Selon l'emplacement du forage, cette couche repose parfois directement sur le socle rocheux;
- un dépôt de silt sableux à sable avec un peu de silt et traces de gravier d'une profondeur de 0 à 5,51 m qui repose directement sur le socle rocheux;
- le socle rocheux a été atteint à une profondeur variant entre 0,23 à 5,51 m (élévation de 414,83 à 405,60 m).

4.2.3 SÉLECTION DES COUPES

Les différentes coupes ont été sélectionnées selon les secteurs potentiellement critiques d'un point de vue de la stabilité, c'est-à-dire les secteurs pour lesquels :

- l'épaisseur du dépôt meuble est importante;
- le talus naturel est critique, par exemple une pente plus abrupte dans le terrain naturel;
- la section est la plus élevée entre le remblai du tablier de concasseur et/ou le haut de la halde à minerai et le terrain naturel;
- la présence d'infrastructures au pied de la halde à minerai, tel qu'un chemin d'accès, des bassins et/ou des bâtiments.

Les analyses de stabilité ont été réalisées selon la géométrie de la halde et des fossés projetés ainsi qu'en utilisant la topographie du terrain actuelle basée sur les relevés LiDAR de 2009 et 2022.

Le tableau 4-7 présente les coupes sélectionnées pour la halde à minerai ainsi que la justification des coupes à analyser. Les coupes sont également présentées sur la carte 3 de l'annexe B.

Tableau 4-7 Justifications du choix des coupes analysées – Halde à minerai

Halde	Coupe	Justifications
Minerai	HM1	<ul style="list-style-type: none">— Épaisseur du dépôt meuble importante.— Section avec le talus naturel le plus critique.
	HM2	<ul style="list-style-type: none">— Infrastructure en pied de la halde.— Épaisseur du dépôt meuble importante.— Section élevée entre le haut de la halde à minerai et le terrain naturel.
	HM3	<ul style="list-style-type: none">— Section la plus élevée entre le remblai du tablier de concasseur et le terrain naturel.

4.2.4 CONDITIONS D'EAU SOUTERRAINE

Les analyses de stabilité ont été réalisées en considérant que la position de la nappe phréatique restera constante et variera peu dans le temps. Les niveaux de la nappe phréatique utilisés pour les analyses de stabilité sont basés sur le relevé des niveaux d'eau mesurés dans les tubes ouverts installés dans les trous de forages lors de la campagne géotechnique de l'été 2021 (WSP, 2021) et la campagne géotechnique de l'hiver 2022 (WSP, 2022). Le relevé des niveaux d'eau a été réalisé le 10 août 2021 pour la campagne été 2021 et un second relevé a été effectué entre le 11 et le 26 mai 2022 des forages 2021, tout en mesurant les nouveaux sondages de la campagne 2022.

Il a été considéré que le minerai et le remblai du tablier du concasseur sont des matériaux drainants et qu'aucune accumulation d'eau ne surviendrait dans la halde. À cet effet, seule la nappe d'eau souterraine a été modélisée dans les analyses et celle-ci est basée selon les données obtenues lors des travaux d'investigation. De plus, considérant l'épaisseur relativement mince de mort-terrain, une seule nappe a été modélisée.

4.2.5 RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ

Les résultats des analyses de stabilité pour la halde à minerai sont présentés dans les tableaux suivants. Comme mentionné à la section 4.2.3, de trois coupes, identifiées HM1 à HM3, ont été retenues pour analyse. Les sections étudiées sont présentées sur la carte 3 de l'annexe B.

Une surface de rupture globale a été analysée pour chaque coupe de la halde à minerai. Dans le cas de palier entre le remblai du concasseur et la halde à minerai des surfaces de rupture locale ont aussi été analysées. De plus, pour toutes les conditions d'analyses, les cas de chargements statique et pseudo-statique ont été évalués. Dans le cas de l'analyse pseudo-statique, la valeur retenue pour l'accélération maximale au sol (AMS) est présentée au tableau 3-1 de la section 3.2.1.

Les résultats des analyses de stabilité pour les trois coupes sont présentés aux tableaux 4-8 à 4-10, alors que les configurations géométriques et les surfaces potentielles de rupture associées au coefficient de sécurité minimum obtenu sont montrées sur les figures à l'annexe D pour chacune des analyses effectuées.

Tableau 4-8 Résultats des analyses de stabilité de la coupe HM1

Ouvrage Coupe	Chargement	Conditions des analyses	Facteur de sécurité minimal		Figure
			Obtenu	Requis	
Halde à minerai Coupe HM1	Statique	Surface de rupture globale	1,87	1,5 ¹	36
		Surface de rupture locale – Remblai de fondation	1,74		37
		Surface de rupture locale – Minerai	2,11		38
	Pseudo-statique	Surface de rupture globale	1,69	1,1	39
		Surface de rupture locale – Remblai de fondation	1,60		40
		Surface de rupture locale – Minerai	1,93		41

1 : Facteur de sécurité minimal de 1,5 considérant que l'analyse de la rupture locale inclut les sols de fondations.

Tableau 4-9 Résultats des analyses de stabilité de la coupe HM2

Ouvrage Coupe	Chargement	Conditions des analyses	Facteur de sécurité minimum		Figure
			Obtenu	Requis	
Halde à minerai Coupe HM2	Statique	Surface de rupture globale	2,37	1,5	42
		Surface de rupture locale – Remblai de fondation	1,59	1,5	43
		Surface de rupture locale – Minerai	2,24	1,2	44
	Pseudo-statique	Surface de rupture globale	2,16	1,1	45
		Surface de rupture locale – Remblai de fondation	1,47		46
		Surface de rupture locale – Minerai	2,05		47

Tableau 4-10 Résultats des analyses de stabilité de la coupe HM3

Ouvrage Coupe	Chargement	Conditions des analyses	Facteur de sécurité minimum		Figure
			Obtenu	Requis	
Halde à minerai Coupe HM3	Statique	Surface de rupture globale	1,93	1,5	48
	Pseudo-statique		1,75	1,1	49

4.2.6 DISCUSSION DES RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ

Les résultats des analyses de stabilité montrent que les coefficients de sécurité minimaux respectent les recommandations décrites dans le Guide de restauration (MERN, 2022), ainsi que la D019 sur l'industrie minière (MDDELCC, 2012). Dans tous les cas analysés, un coefficient de sécurité supérieur à 1,5 a été obtenu pour un chargement statique et un coefficient de sécurité supérieur à 1,1 a été obtenu pour le cas de chargement pseudo-statique.

L'interprétation des analyses de stabilité réalisées dans le cadre de ce mandat montre que la configuration de la halde à minerai finale présentant des pentes de 3H:1V jusqu'à l'élévation 429 m peut être construite (tel que présenté dans les plans fournis à l'annexe A) conformément aux critères de stabilité établis. D'autre part, le remblai du concasseur est également stable et peut donc supporter la halde à minerai favorisant la stabilité de l'ouvrage.

4.3 HALDE À MORT-TERRAIN

4.3.1 CONFIGURATION PROPOSÉE

La halde à mort-terrain proposée est située dans la portion est du site et au sud-ouest du parc à résidus. La halde permet d'entreposer une quantité maximale de 639 250 m³ sur une superficie de 82 800 m². La halde à mort-terrain comporte trois paliers de 7 m de hauteur chacun, et atteint ainsi une hauteur totale maximale de 21 m. La conception initiale présente des paliers de 4H:1V permettant d'accueillir 620 800 m³ de mort-terrain. Une capacité supplémentaire de 18 450 m³ peut être ajoutée si le palier supérieur possède des pentes de 3H:1V, permettant d'atteindre la quantité de 639 250 m³ visée, tout en respectant les critères de stabilité fixés par la réglementation. La vue en plan et les profils longitudinal et transversal de la halde à mort-terrain proposée sont présentés sur le plan 810-C-0605-ZA de l'annexe A.

4.3.2 SOL DE FONDATION

Dans la zone à l'étude de la halde à mort-terrain, douze (12) forages et une (1) tranchée ont été réalisés au cours des campagnes géotechniques 2021 et 2022 (WSP, 2021 et WSP, 2022). Les forages réalisés lors de la campagne 2021 sont CU-F01-21, CU-F02-21, R-F02-21, SSE-F01-21, SSE-F02-21, SSE-F03-21, TU-F04-21, UTM-F02-21, alors que les forages réalisés lors de la campagne 2022 sont F20-22, F22-22, F23-22 et F24-22. La seule tranchée du secteur, TU-TR01-21, a été réalisée lors de la campagne 2021. Selon les rapports de forages, la stratigraphie dans l'ordre descendant se présente comme suit :

- une couche de remblai ou de matière organique (sable, traces de silt et gravier) d'une épaisseur entre 0 et 0,71 m en surface dans tous les forages à l'exception de CU-F02-21;
- un dépôt de sable avec traces de silt et gravier à partir d'une profondeur de 0,06 à 2,52 m a été rencontré dans tous les forages à l'exception des forages F20-22, CU-F02-21, SSE-F01-21. Selon l'emplacement des forages, cette couche repose parfois directement sur le socle rocheux;
- un dépôt de silt sableux à sable silteux avec un peu à traces de gravier, selon l'emplacement à partir d'une profondeur de 0,18 à 3,25 m qui repose directement sur le socle rocheux a été rencontré dans les forages F20-22, CU-F01-21, SSE-F03-21, TU-F04-21 et UTM-F02-;
- le socle rocheux a été atteint à une profondeur variant entre 0,20 à 3,27 m (élévation de 414,23 à 405,89 m).

4.3.3 SÉLECTION DES COUPES

Les différentes coupes ont été sélectionnées selon les secteurs potentiellement critiques d'un point de vue de la stabilité, c'est-à-dire les secteurs pour lesquels :

- l'épaisseur du dépôt meuble est importante;
- le talus naturel est critique, par exemple une pente plus abrupte dans le terrain naturel;
- la présence d'infrastructures au pied de la halde à mort-terrain, tel un chemin d'accès ou un bassin.

Les analyses de stabilité ont été réalisées selon la géométrie de la halde et des fossés projetés ainsi qu'en utilisant la topographie du terrain actuelle basée sur les relevés LiDAR de 2009 et 2022.

Le tableau 4-11 présente les coupes sélectionnées pour la halde à mort-terrain ainsi que la justification des coupes à analyser. Les coupes sont également présentées sur la carte 4 de l'annexe B.

Tableau 4-11 Justifications du choix des coupes analysées

Halde	Coupe	Justifications
Mort-terrain	HMT1	— Section avec un talus naturel critique.
	HMT2	— Parc à résidus présent au pied de la halde. — Chemin de service du parc à résidus au pied de la halde — Hauteur maximale de la halde
	HMT3	— Section avec le talus naturel le plus critique. — Épaisseur de dépôt meuble importante.

4.3.4 CONDITIONS D'EAU SOUTERRAINE

Les analyses de stabilité ont été réalisées en considérant que la position de la nappe phréatique restera constante et variera peu dans le temps. Les niveaux de la nappe phréatique utilisés pour les analyses de stabilité sont basés sur le relevé des niveaux d'eau mesurés dans les tubes ouverts installés dans les trous de forages lors de la campagne géotechnique de l'été 2021 (WSP, 2021) et la campagne géotechnique de l'hiver 2022 (WSP, 2022). Le relevé des niveaux d'eau a été réalisé le 10 août 2021 pour la campagne réalisée à l'été 2021 et un second relevé a été effectué entre le 11 et le 26 mai 2022 des forages 2021, tout en mesurant les nouveaux sondages de la campagne 2022.

Il a été considéré que les sols placés dans la halde de mort-terrain seront suffisamment drainants (sols granulaires de façon générale) et qu'aucune accumulation d'eau ne surviendrait dans la halde. À cet effet, seule la nappe d'eau souterraine a été modélisée dans les analyses et celle-ci est basée selon les données obtenues lors des travaux d'investigation. De plus, considérant l'épaisseur relativement mince de mort-terrain, une seule nappe a été modélisée.

4.3.5 RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ

Les résultats des analyses de stabilité pour la halde à mort-terrain sont présentés dans les tableaux suivants. Comme mentionné à la section 4.3.3, un total de trois coupes, identifiées HMT1 à HMT3, a été analysés. Les sections étudiées sont présentées sur la carte 4 de l'annexe B.

Une surface de rupture globale et locale a été analysée pour chaque coupe de la halde à mort-terrain. De plus, pour toutes les conditions d'analyses, les cas de chargements statique et pseudo-statique ont été évalués. Dans le cas de l'analyse pseudo-statique, la valeur retenue pour l'accélération maximale au sol (AMS) est présentée au tableau 3-1 de la section 3.2.1.

Les résultats des analyses de stabilité pour les trois coupes analysées sont présentés aux tableaux 4-12 à 4-14, alors que les configurations géométriques et les surfaces potentielles de rupture associées au coefficient de sécurité minimum obtenu sont montrées sur les figures à l'annexe D pour chacune des analyses effectuées. Il est à noter que les analyses présentées considèrent la configuration dont les deux paliers inférieurs ont une pente de 4H:1V alors que le troisième palier aura une pente de 3H:1V.

Tableau 4-12 Résultats des analyses de stabilité de la coupe HMT1

Ouvrage Coupe	Chargement	Conditions des analyses	Facteur de sécurité minimum		Figure
			Obtenu	Requis	
Halde à mort-terrain Coupe HMT1	Statique	Surface de rupture globale	2,07	1,5	51
		Surface de rupture locale – Sol de fondation	1,97	1,5	52
		Surface de rupture locale – Mort-terrain	1,96	1,2	53
	Pseudo-statique	Surface de rupture globale	1,88	1,1	54
		Surface de rupture locale – Sol de fondation	1,79		55
		Surface de rupture locale – Mort-terrain	1,78		56

Tableau 4-13 Résultats des analyses de stabilité de la coupe HMT2

Ouvrage Coupe	Chargement	Conditions des analyses	Facteur de sécurité minimum		Figure
			Obtenu	Requis	
Halde à mort-terrain Coupe HMT2	Statique	Surface de rupture globale	2,22	1,5	57
		Surface de rupture locale – Sol de fondation	1,96	1,2	58
		Surface de rupture locale – Mort-terrain Haut	1,48	1,2	59
		Surface de rupture locale – Mort-terrain Bas	1,96	1,5	60
	Pseudo-statique	Surface de rupture globale	2,01	1,1	61
		Surface de rupture locale – Sol de fondation	1,78		62
		Surface de rupture locale – Mort-terrain Haut	1,37		63
		Surface de rupture locale – Mort-terrain Bas	1,78		64

Tableau 4-14 Résultats des analyses de stabilité de la coupe HMT3

Ouvrage	Chargement	Conditions des analyses	Facteur de sécurité minimum		Figure
			Obtenu	Requis	
Halde à mort-terrain Coupe HMT3	Statique	Surface de rupture globale	2,05	1,5	65
		Surface de rupture locale – Sol de fondation	1,95	1,5	66
		Surface de rupture locale – Mort-terrain	2,44	1,2	67
	Pseudo-statique	Surface de rupture globale	1,83	1,1	68
		Surface de rupture locale – Sol de fondation	1,77		69
		Surface de rupture locale – Mort-terrain	2,17		70

4.3.6 DISCUSSION DES RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ

Les résultats des analyses de stabilité montrent que les coefficients de sécurité minimaux respectent les recommandations décrites dans le Guide de restauration (MERN, 2022), ainsi que la D019 sur l'industrie minière (MDDELCC, 2012). Les cas analysés de chargement statique respectent un coefficient de sécurité supérieur à 1,5 à l'exception d'une analyse. Lors des conditions d'analyses en surface de rupture locale sur la partie supérieure de la halde, soit l'analyse de chargement statique sur le mort-terrain de la coupe HMT2, le coefficient de sécurité est de 1,48. Ce résultat est marginal, mais considéré acceptable comme il s'agit d'une rupture superficielle et locale sur le palier supérieur. Pour tous les cas de chargement pseudostatique, un coefficient de sécurité supérieur à 1,1 a été obtenu.

L'interprétation des analyses de stabilité réalisées dans le cadre de ce mandat montre que la configuration de la halde à mort-terrain finale présentant des pentes de 3H:1V de l'élévation 430 à 423 m et des pentes de 4H:1V de l'élévation 423 à 410 m peut être construite (telle que présentée dans les plans fournis à l'annexe A) conformément aux critères de stabilité établis.

5 CLASSIFICATION DES HALDES

Comme spécifié dans le Guide de restauration du MERN (2022), les aires d'accumulation de stériles miniers, de minerai et de mort-terrain doivent être classifiées afin d'aider à l'identification des risques qui leur sont rattachés.

La classification des haldes pour la stabilité et les risques de danger ont été étudiés selon la classification proposée par Hawley and Cuning (2017). Cette méthode de classification propose sept principaux groupes rassemblant 22 facteurs d'évaluation.

L'évaluation des groupes *Paramètres régionaux*, *Conditions de la fondation* et *Qualité des matériaux* mène à l'estimation de l'indice d'ingénierie géologique (EGI : Engineering Geology Index). L'évaluation des groupes *Géométrie et masse*, *Analyses de stabilité*, *Construction* et *Performance* mène à l'estimation de l'indice de conception et de performance (DPI : Decision and Performance Index). La combinaison de ces deux indices permet de conclure sur la classe de stabilité de la halde étudiée, donnant l'indice de stabilité (WSR : Waste dump and Stockpile stability Rating) ainsi que le niveau de risque (WHC : Waste dump and Stockpile Hazard Class). La pondération du pointage des indices se fait en fonction du poids alloué à chacun des 22 facteurs.

Le schéma de cette classification est illustré à la figure 5-1 et présente les sept principaux groupes, leurs facteurs respectifs (22 facteurs au total) ainsi que les indices permettant de déterminer la classification pour la stabilité et pour le risque-

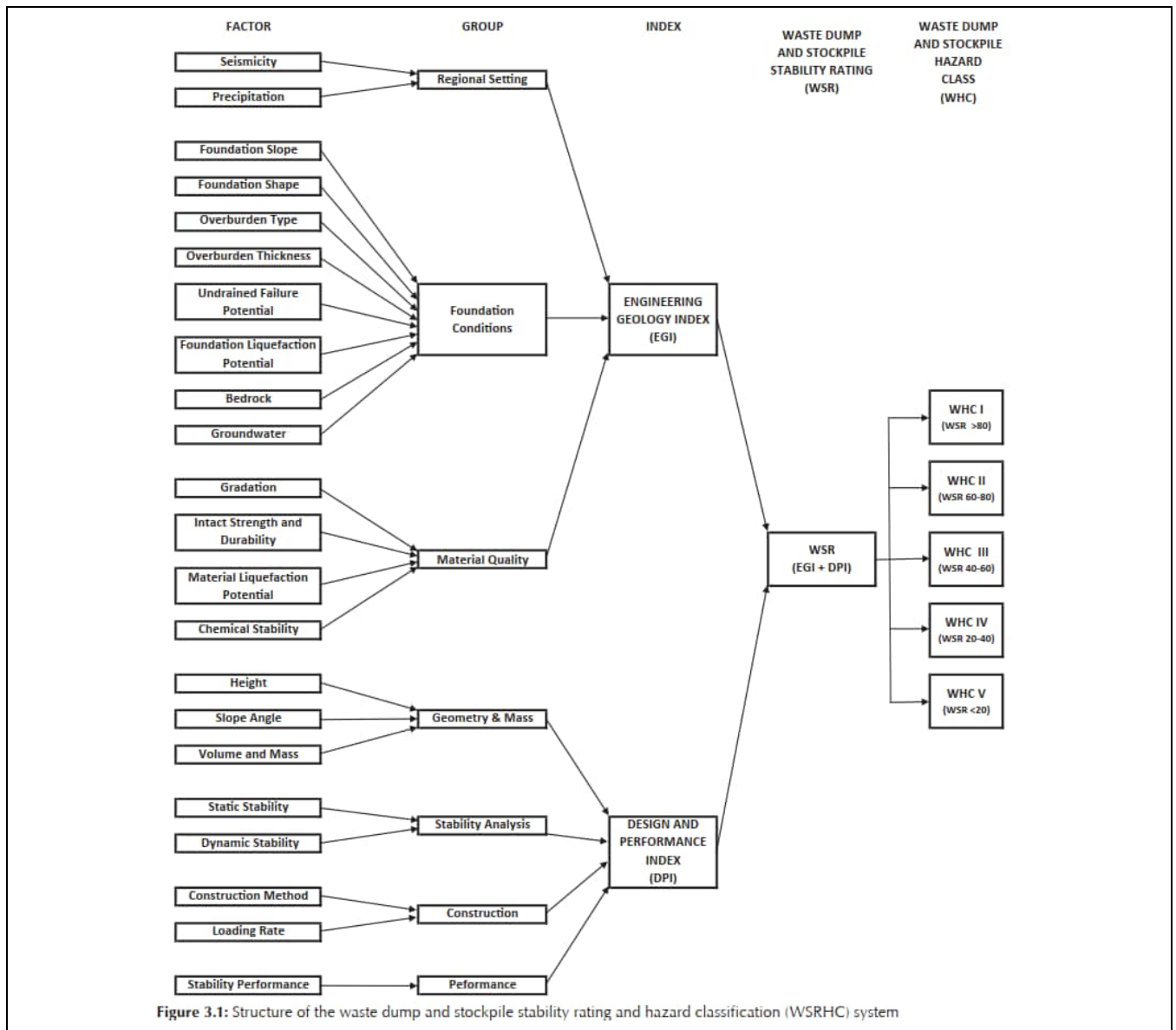


Figure 5-1 Structure de classification des haldes (Hawley et Cuning, 2017. Pg 32)

La méthodologie présentée à la figure 5-1 a été appliquée pour l'agrandissement de la halde à stériles ainsi que pour la configuration des haldes à minerai et à mort-terrain. Le tableau 5-1 présente les pointages attribués à chacun des principaux groupes et leurs facteurs respectifs afin d'obtenir les indices EGI et DPI. La classification détaillée des haldes à stériles, à minerai et à mort-terrain analysées dans la présente étude ainsi que les valeurs de chaque facteur retenu sont présentées à l'annexe F.

Tableau 5-1 Pointage attribué pour les haldes à stériles, à minerai et à mort-terrain en fonction de l'évaluation des 7 principaux groupes et les facteurs respectifs

Indices	Groupes de facteurs	Pointage Halde à stériles	Pointage Halde à minerai	Pointage Halde à mort-terrain
EGI	Paramètres régionaux	6	6	6
	Conditions de la fondation	4,75	12,75	3,75
	Qualité des matériaux	4,5	7	3
DPI	Géométrie et masse	9	9	9
	Analyse de stabilité	10	10	10
	Construction	5	5	5
	Performance	7,5	7,5	7,5

La classification de Hawley et Cuning (2017) regroupe cinq classes de risques d'instabilité associés au pointage attribué selon les différents facteurs mentionnés précédemment. Pour un pointage WSR entre 0 et 20, le risque d'instabilité est catégorisé comme étant un « danger très élevé » avec un indice WHC de V, alors que pour un pointage WSR entre 80 et 100, le risque d'instabilité est catégorisé comme étant un « danger très faible » avec un indice WHC de I. Le tableau 5-2 présente la combinaison des indices EGI et DPI menant à la classification de stabilité (WSR) et de risque (WHC).

Tableau 5-2 Classification de stabilité et de risque des haldes à stériles, minerai et mort-terrain

Halde	EGI	DPI	WSR (EGI + DPI)	WHC	Risque d'instabilité
Stériles	15,25	31	46,25	III	Modéré
Minerai	15,25	31,5	46,75	III	Modéré
Mort-terrain	12,75	31,5	44,25	III	Modéré

Une classe de risques III a été attribuée aux haldes à stériles, minerai et mort-terrain, ce qui représente les risques « modérés ». Les cotes de stabilité (WSR) obtenues sont de 46,25 pour la halde à stériles, de 46,75 pour la halde à minerai et de 44,25 pour la halde à mort-terrain ce qui positionne les haldes dans le haut de cette classe de risques ($40 < \text{WSR} < 60$).

Les variations de pointage pour les différents facteurs de chaque groupe ont été choisies de façon conservatrice. De plus, les haldes à stériles, minerai et mort-terrain sont favorisées par un certain nombre de facteurs, tels que les pentes des fondations ainsi que les élévations et les volumes des haldes, qui ont des valeurs relativement faibles, ce qui permet de leur attribuer une évaluation positive. Les résultats des analyses de stabilité statique et pseudo-statique, présentées à la section 4, montrent des facteurs de sécurité supérieurs aux valeurs recommandées, respectivement de 1,5 et de 1,1.

6 CONCEPTION DES INFRASTRUCTURES DE GESTION DES EAUX

Dans le cadre de l'étude de faisabilité, la conception de neuf (9) bassins de rétention utiles à la gestion des eaux contaminées a été réalisée. Une analyse du terrain en place a été effectuée afin de valider la topographie, la localisation des milieux humides et de cours d'eau ainsi que la stratigraphie du terrain et la localisation de la nappe d'eau souterraine. Cette analyse a guidé la localisation et la conception des différents bassins.

La localisation, la forme et la profondeur des bassins ont principalement été dictées par les principales contraintes de terrain telles que la localisation de milieux humides, la position de la nappe souterraine et le niveau du roc. Les sections suivantes présentent en détail chacun des bassins à l'étude.

6.1 BASSIN B

6.1.1 DONNÉES DE CONCEPTION

La localisation du bassin de rétention B, requis pour la gestion des eaux du tablier industriel, est située au nord-ouest de la halde à minerai. Cette localisation est limitée par les contraintes suivantes :

- situé sur un milieu humide;
- le tablier industriel au sud-ouest : ± 40 m;
- la halde à minerai au sud-est : ± 75 m;
- le talus rocheux à l'est.

Considérant les contraintes de terrain mentionnées ci-dessus ainsi qu'un niveau de roc relativement proche de la surface naturelle du terrain, le bassin B a été conçu entièrement en excavation et en considérant les critères de conception présentés au tableau 6-1. Ce tableau présente également les caractéristiques distinctes du bassin. La vue en plan, les profils et les détails typiques du bassin de rétention B sont présentés sur le plan 840-C-0603-ZA de l'annexe A.

Tableau 6-1 Critères de conception et caractéristiques du bassin B

Critères de conception	
Volume de conception incluant une contingence ¹	13 200 m ³
Niveau de l'eau souterraine	402 m
Niveau d'eau maximal d'opération	399,5 m
Hauteur de la revanche	0,5 m
Niveau de la berme	400 m
Niveau du fond du bassin *	397 m
Caractéristiques	
Superficie	11 031 m ²
Pentes	N/A
Largeur maximale de la digue	5 m
Hauteur maximale de la digue	N/A
Épaisseur enrochement **	900 mm
Épaisseur de la géomembrane ***	50 mm

(1) Contingence comprise entre 10 et 25 % selon le bassin

* Le fond du bassin est le dessus de l'enrochement

** L'épaisseur d'enrochement inclut 150 mm de matériau granulaire et 600 mm d'empierrement 20-600 mm de diamètre

*** La géomembrane est de type PEHD texturée sur les 2 faces

6.1.2 SOLS DE FONDATION

Dans la zone à l'étude du bassin B, deux (2) forages et une tranchée ont été réalisés; soit les forages F68-22 et F69-22 au cours de la campagne géotechnique 2022 (WSP, 2022) et la tranchée BB-TR01-21 au cours de la campagne 2021 (WSP, 2021). Selon les rapports de forage, le niveau de la nappe d'eau est estimé à une élévation de 402 m et la stratigraphie dans l'ordre descendant se présente comme suit :

- une couche de matière organique (sphaigne) d'une épaisseur entre 0 et 0,3 m en surface;
- un dépôt de sable avec un peu de gravier et traces de silt à partir d'une profondeur de 0,1 jusqu'à 2,3 m et qui repose directement sur le socle rocheux;
- le socle rocheux a été atteint à une profondeur entre 1,2 et de 2,3 m (élévation de 405,28 à 401,57 m).

6.1.3 RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ

Étant donné que le bassin B est réalisé complètement en excavation dans le roc, aucune analyse de stabilité n'a été réalisée. De plus, des pentes d'excavation conservatrices ont été considérées afin d'éviter le glissement de l'enrochement sur la membrane.

6.2 BASSINS C ET C2

6.2.1 DONNÉES DE CONCEPTION

La localisation du bassin de rétention C, requis pour la gestion des eaux du tablier industriel ainsi que la halde à minerai, est située à l'ouest de la halde à minerai et à l'est de la halde à stériles. L'espace disponible étant limité, le bassin de rétention C a été divisé en 2 bassins, soit C et C2, situés de chaque côté de la route et connectés par ponceaux. Cette localisation est limitée par les contraintes suivantes :

- bassin C situé presque en totalité sur un milieu humide;
- tablier industriel au nord-est du bassin C2 : ± 40 m;
- halde à stériles à l'ouest du bassin C : ± 20 m;
- délimité par une route entre les deux bassins : ± 15 m;
- zone tampon de 60 m de l'étang 1 directement au sud du bassin C.

Considérant les contraintes de terrain mentionné ci-dessus ainsi que la topographie du site, les bassins C et C2 ont été conçus avec une partie en excavation et une partie en remblai. Selon la topographie du secteur, la partie en remblai pourrait être plus importante que d'autres. Les critères de conception ainsi que les caractéristiques distinctes des deux (2) bassins sont présentés dans le tableau 6-2 suivant. La vue en plan, les profils et les détails typiques des bassins de rétention C et C2 sont présentés sur le plan 811-C-0603-ZA de l'annexe A.

Tableau 6-2 Critères de conception et caractéristiques des bassins C et C2

Critères de conception		
	Bassin C	Bassin C2
Volume de conception incluant une contingence ¹	8 670 m ³	11 090 m ³
Niveau de l'eau souterraine	403 m	403 m
Niveau d'eau maximal d'opération	405 m	405 m
Hauteur de la revanche	0,5 m	0,5 m
Niveau de la berme	405,5 m	405,5 m
Niveau du fond du bassin *	403 m	403 m
Caractéristiques		
Superficie	8 763 m ²	9 973 m ²
Pente amont du bassin	3H:1V	3H:1V
Pente aval du bassin	2,5H:1V	2,5H:1V
Largeur maximale de la digue	5 m	5 m
Hauteur maximale de la digue	2,5 m	2,5 m
Épaisseur enrochement **	1000 mm	1000 mm
Épaisseur de la géomembrane ***	50 mm	50 mm

(1) Contingence comprise entre 10 et 25 % selon le bassin

* Le fond du bassin est le dessus de l'enrochement

** L'épaisseur d'enrochement inclut 150 mm de matériau granulaire et 850 mm d'empierrement 20-600 mm de diamètre

*** La géomembrane est de type PEHD texturée sur les 2 faces

6.2.2 SOLS DE FONDATION

Dans la zone à l'étude des bassins C et C2, cinq (5) forages et deux (2) tranchées ont été réalisés au cours des campagnes géotechniques 2021 et 2022 (WSP, 2021 et WSP, 2022). Deux (2) de ces forages ont été réalisés lors de la campagne de 2022, soit F17-22 et F18-22, alors que les trois (3) autres forages (BC-F01-21, RC-F01-21, CONC-F02-21) et les deux (2) tranchées (RC-TR01-21 et BC-TR01-21) ont été réalisés lors de la campagne de 2021. Selon les rapports de forages, le niveau de la nappe d'eau est estimé à une élévation de 403 m dans les deux bassins. La stratigraphie dans l'ordre descendant se présente comme suit pour le bassin C :

- une couche de matière organique (tourbe) d'une épaisseur entre 0 et 1,5 m en surface;
- un dépôt de sable avec un peu à traces de silt et gravier à sable silteux sous la couche organique et pouvant atteindre environ 8,5 m de profondeur reposant directement sur le socle rocheux;
- le socle rocheux a été atteint à une profondeur approximative entre de 1,5 à 8,5 m (élévation de 400,5 à 394,5 m).

Quant à elle, la stratigraphie dans l'ordre descendant se présente comme suit dans la zone du bassin C2 :

- une couche de remblai d'une épaisseur entre 0 et 0,6 m en surface;
- un dépôt de sable avec traces de gravier et silt à sable graveleux et silteux sous la couche organique et pouvant atteindre environ 4,5 m de profond et qui repose directement sur le socle rocheux;
- le socle rocheux a été atteint à une profondeur approximative entre 1 et 4,5 m (élévation de 403,5 à 399,5 m).

6.2.3 SÉLECTION DES COUPES

Les différentes coupes ont été sélectionnées selon les secteurs potentiellement critiques d'un point de vue de la stabilité, c'est-à-dire les secteurs pour lesquels :

- l'épaisseur du dépôt meuble est importante;
- le bassin est en excavation dans le terrain naturel;
- la hauteur de la digue est plus élevée et critique;

Les analyses de stabilité ont été réalisées selon la géométrie du bassin projeté ainsi qu'en utilisant la topographie du terrain actuelle basée sur les relevés LiDAR de 2009 et 2022.

Le tableau 6-3 présente les coupes sélectionnées pour les bassins C et C2 ainsi que la justification des coupes à analyser. Les coupes sont également présentées sur la carte 3 de l'annexe B.

Tableau 6-3 Justifications du choix des coupes analysées – Bassins C et C2

Bassin	Coupe	Justifications
C	BC1	— Section de la digue la plus élevée et critique.
C2	BC2	— Section présentant une berme dans le bassin — Épaisseur de dépôt meuble importante — Excavation du bassin dans les matériaux meubles — Analyse de la pente amont.

6.2.4 RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ

Les résultats des analyses de stabilité pour les bassins C et C2 sont présentés dans les tableaux suivants. Comme mentionné à la section 6.2.2, un total de deux (2) coupes, identifiées BC1 et BC2, ont été analysées. Les sections étudiées sont présentées sur la carte 3 de l'annexe B.

Une surface de rupture globale a été analysée pour chaque coupe du bassin, et ce, sur les pentes en aval et en amont du bassin. De plus, pour toutes les conditions d'analyses, les cas de chargements statique et pseudo-statique ont été évalués.

Les résultats des analyses de stabilité pour les deux (2) coupes sont présentés aux tableaux 6-4 et 6-5, alors que les configurations géométriques et les surfaces potentielles de rupture associées au coefficient de sécurité minimum obtenu sont montrées sur les figures à l'annexe D pour chacune des analyses effectuées.

Tableau 6-4 Résultats des analyses de stabilité de la coupe BC1

Ouvrage Coupe	Chargement	Conditions des analyses	Condition d'eau	Facteur de sécurité minimum		Figure
				Obtenu	Requis	
Bassin C Coupe BC1	Statique	Rupture globale – Pente aval	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,70	1,5	72
		Rupture globale – Pente amont	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,83	1,5	73
			Bassin vide	1,97	1,5	74
	Pseudostatique	Rupture globale – Pente aval	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,57	1,1	75
		Rupture globale – Pente amont	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,61	1,1	76
			Bassin vide	1,71	1,1	77

Tableau 6-5 Résultats des analyses de stabilité de la coupe BC2

Ouvrage Coupe	Chargement	Conditions des analyses	Condition d'eau	Facteur de sécurité minimum		Figure
				Obtenu	Requis	
Bassin C Coupe BC2	Statique	Rupture globale – Pente aval	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,63	1,5	78
		Rupture globale – Pente amont	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,89	1,5	79
			Bassin vide	1,89	1,5	80
	Pseudostatique	Rupture globale – Pente aval	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,52	1,1	81
		Rupture globale – Pente amont	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,57	1,1	82
			Bassin vide	1,75	1,1	83

6.2.5 DISCUSSION DES RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ

Les résultats des analyses de stabilité montrent que les coefficients de sécurité minimaux respectent les recommandations décrites dans le Guide de restauration (MERN, 2022), ainsi que la D019 sur l'industrie minière (MDDELCC, 2012). Dans tous les cas analysés, un coefficient de sécurité supérieur à 1,5 a été obtenu pour un chargement statique et un coefficient de sécurité supérieur à 1,1 a été obtenu pour le cas de chargement pseudo-statique.

L'interprétation des analyses de stabilité réalisées dans le cadre de ce mandat montre que les digues des bassins C et C2 respectent les critères de sécurité, et ce, même en utilisant les propriétés de matériaux contractants sur une des couches lâches se trouvant sous ces digues. Les critères de conception des bassins C et C2 préalablement établis (voir tableau 6-2) permettent donc de répondre conformément aux critères de stabilité établis.

6.3 BASSIN D2

6.3.1 DONNÉES DE CONCEPTION

La localisation du bassin de rétention D2 proposé est située dans la portion est du site et au sud-ouest du parc à résidus et halde à mort-terrain. Cette localisation est limitée par les contraintes suivantes :

- milieu humide au sud-est : ± 10 m;
- route au sud-est : ± 15 m;
- bassin J à l'est : ± 30 m;
- halde à mort-terrain au nord : ± 40 m;
- un cheminé de ventilation à l'ouest : ± 20 m;
- bassin D à l'ouest : ± 70 m.

Le bassin D2 sert comme bassin de rétention en support au bassin D; les deux (2) bassins étant connectés par un ponceau souterrain. En respectant les contraintes de terrain mentionné ci-dessus ainsi que la topographie du site, le bassin D2 a été conçu en excavation et en remblai. Le tableau 6-6 présente les critères de conception retenus pour le bassin D2 ainsi que les caractéristiques de celui-ci. La vue en plan, les profils et les détails typiques du bassin de rétention D sont présentés sur le plan 840-C-0604-ZA de l'annexe A.

Tableau 6-6 Critères de conception et caractéristiques du bassin D2

Critères de conception	
Volume de conception incluant une contingence ¹	47 150 m ³
Niveau de l'eau souterraine	400 m
Niveau d'eau maximal d'opération	403 m
Hauteur de la revanche	1 m
Niveau de la berme	404 m
Niveau du fond du bassin *	399 m
Caractéristiques	
Superficie	23 674 m ²
Pente en amont du bassin	3H: 1V
Pente en aval du bassin	2,5H: 1V
Largeur maximale de la digue	8 m
Hauteur maximale de la digue	5 m
Épaisseur enrochement **	1000 mm
Épaisseur de la géomembrane ***	50 mm

(1) Contingence comprise entre 10 et 25 % selon le bassin

* Le fond du bassin est le dessus de l'enrochement

** L'épaisseur d'enrochement inclut 150 mm de matériau granulaire et 850 mm d'empierrement 20-600 mm de diamètre

*** La géomembrane est de type PEHD texturée sur les 2 faces

6.3.2 SOLS DE FONDATION

Dans la zone à l'étude du bassin D2, six (6) forages et une (1) tranchée ont été réalisés au cours des campagnes géotechniques 2021 et 2022 (WSP, 2021 et WSP, 2022). Un (1) de ces forages ont été réalisés lors de la campagne de 2022, soit le forage F28-22 alors que les quatre (4) autres forages ainsi que la tranchée ont été réalisés lors de la campagne de 2021, soit TU-F03-21, UTE-F01-21, UTE-F02-,21, UTM-F01-21, VR6-F01-21 et BD-TR03-21. Selon les rapports de forages, le niveau de la nappe d'eau est estimé à 400 m dans la zone à l'étude du bassin. La stratigraphie dans l'ordre descendant se présente comme suit pour le bassin D2 :

- en surface, selon l'emplacement, soit une couche de sol organique d'une épaisseur entre 0 et 0,7 m ou une couche de remblai d'une épaisseur de 0 à 1,8 m;
- un dépôt de sable silteux à un peu de silt devenant graveleux en profondeur d'une profondeur de 0,4 à 5,6 m et qui repose directement sur le socle rocheux;
- le socle rocheux a été atteint à une profondeur variant entre 1 et 5,6 m (élévation de 400,00 à 397,8 m).

6.3.3 SÉLECTION DES COUPES

Les différentes coupes ont été sélectionnées selon les secteurs potentiellement critiques d'un point de vue de la stabilité, c'est-à-dire les secteurs pour lesquels :

- l'épaisseur du dépôt meuble est importante;
- le talus naturel est le plus critique, par exemple une pente plus abrupte dans le terrain naturel;
- la hauteur de la digue est la plus élevée et critique;
- la présence d'infrastructures en pied de digue, tel qu'un chemin d'accès;
- le bassin est en excavation dans le terrain naturel;

Les analyses de stabilité ont été réalisées selon la géométrie du bassin projeté ainsi qu'en utilisant la topographie du terrain actuelle basée sur les relevés LiDAR de 2009 et 2022.

Le tableau 6-7 présente les coupes sélectionnées pour le bassin D2 ainsi que la justification des coupes à analyser. Les coupes sont également présentées sur la carte 4 de l'annexe B.

Tableau 6-7 Justifications du choix des coupes analysées – Bassin D2

Bassin	Coupe	Justifications
D2	BD2A	<ul style="list-style-type: none">— Excavation du bassin dans les matériaux meubles – Analyse de la pente amont— Excavation maximale dans le terrain naturel
	BD2C	<ul style="list-style-type: none">— Route de halage au pied de la digue.— Section de la digue élevée et la plus critique.— Épaisseur de dépôt meuble importante.

6.3.4 RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ

Les résultats des analyses de stabilité pour le bassin D2 sont présentés dans les tableaux suivants. Comme mentionné à la section 6.3.3, un total de deux (2) coupes, identifiées BD2A et BD2C, ont été analysées. Les sections étudiées sont présentées sur la carte 4 de l'annexe B.

Une surface de rupture globale a été analysée pour chaque coupe du bassin. De plus, pour toutes les conditions d'analyses, les cas de chargements statique et pseudo-statique ont été évalués.

Les résultats des analyses de stabilité pour les deux (2) coupes sont présentés aux tableaux 6-8 et 6-9, alors que les configurations géométriques et les surfaces potentielles de rupture associées au coefficient de sécurité minimum obtenu sont montrées sur les figures à l'annexe D pour chacune des analyses effectuées.

Tableau 6-8 Résultats des analyses de stabilité de la coupe BD2A

Ouvrage Coupe	Chargement	Conditions des analyses	Condition d'eau	Facteur de sécurité minimum		Figure
				Obtenu	Requis	
Bassin D2 Coupe BD2A	Statique	Rupture globale – Pente amont : Terrain naturel	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,59	1,5	85
		Rupture globale – Pente amont	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,50	1,5	86
			Bassin vide	1,53	1,5	87
	Pseudostatique	Rupture globale – Pente amont : Terrain naturel	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,40	1,1	88
		Rupture globale – Pente amont	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,29	1,1	89
			Bassin vide	1,41	1,1	90

Tableau 6-9 Résultats des analyses de stabilité de la coupe BD2C

Ouvrage Coupe	Chargement	Conditions des analyses	Condition d'eau	Facteur de sécurité minimum		Figure
				Obtenu	Requis	
Bassin D2 Coupe BD2C	Statique	Rupture globale – Pente aval	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,58	1,5	91
		Rupture globale – Pente amont	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,75	1,5	92
			Bassin vide	1,59	1,5	93
	Pseudostatique	Rupture globale – Pente aval	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,47	1,1	93
		Rupture globale – Pente amont	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,54	1,1	95
			Bassin vide	1,48	1,1	96

6.3.5 DISCUSSION DES RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ

Les résultats des analyses de stabilité montrent que les coefficients de sécurité minimaux respectent les recommandations décrites dans le Guide de restauration (MERN, 2022), ainsi que la D019 sur l'industrie minière (MDDELCC, 2012). Dans tous les cas analysés, un coefficient de sécurité supérieur à 1,5 a été obtenu pour un chargement statique et un coefficient de sécurité supérieur à 1,1 a été obtenu pour le cas de chargement pseudo-statique.

L'interprétation des analyses de stabilité réalisées dans le cadre de ce mandat montre que l'excavation et les digues du bassin D2 respectent les critères de sécurité. En effet, les critères de conception du bassin D2 préalablement établis (voir tableau 6-6) permettent de répondre conformément aux critères de stabilité établis.

6.4 BASSIN F

6.4.1 DONNÉES DE CONCEPTION

La localisation du bassin de rétention F proposé est située dans la portion ouest du site et à l'ouest de la halde à stériles. Cette localisation est limitée par les contraintes suivantes :

- le nord du bassin est situé sur un milieu humide;
- la halde à stériles à l'est : ± 10 m;
- une route à l'est : ± 5 m;
- la zone tampon de 60 m du lac SN4 et un cours d'eau directement à l'ouest.

Compte tenu des contraintes de terrain mentionné ci-dessus ainsi que la topographie du site, le bassin F, requis pour la gestion des eaux de l'agrandissement de la halde à stériles, a été conçu avec la partie sud en excavation dans le talus naturel et les autres parties en remblai. Les critères de conception ainsi que les caractéristiques du bassin sont présentés dans le tableau 6-10 suivant. La vue en plan, les profils et les détails typiques du bassin de rétention F sont présentés sur le plan 810-C-0604-ZA de l'annexe A.

Tableau 6-10 Critères de conception et caractéristiques du bassin F

Critères de conception	
Volume de conception incluant une contingence ¹	20 900 m ³
Niveau de l'eau souterraine	399 m
Niveau d'eau maximal d'opération	403,5
Hauteur de la revanche	0,5 m
Niveau de la berme	404 m
Niveau du fond du bassin *	400 m
Caractéristiques	
Superficie	14 066 m ²
Pente en amont du bassin	3H: 1V
Pente en aval du bassin	2,5H: 1V
Largeur maximale de la digue	8 m
Hauteur maximale de la digue	4 m
Épaisseur enrochement **	1000 mm
Épaisseur de la géomembrane ***	50 mm

(1) La capacité du bassin n'est pas suffisante pour contenir le volume utile nécessaire avec une contingence acceptable. Le débit de pompage devra être revu à la hausse lors des étapes ultérieures de la conception.

* Le fond du bassin est le dessus de l'enrochement

** L'épaisseur d'enrochement inclut 150 mm de matériau granulaire et 850 mm d'empierrement 20-600 mm de diamètre

*** La géomembrane est de type PEHD texturée sur les 2 faces

6.4.2 SOLS DE FONDATION

Dans la zone à l'étude du bassin F, quatre (4) tranchées ont été réalisées à proximité, soit les tranchées AHS-TR06-21 et BF-TR01-21 à BF-TR03-21 toutes effectuées lors de la campagne géotechnique de WSP 2021 (WSP, 2021). Selon les rapports de tranchée, la stratigraphie dans l'ordre descendant se présente comme suit :

- une couche de sol organique (sable avec traces de silt) d'une épaisseur entre 0 et 0,70 m en surface;
- un dépôt de sable avec des traces de silt et de gravier et devenant graveleux en profondeur à partir d'environ 0,2 à 2,4 m de profondeur qui repose directement sur le socle rocheux;
- le socle rocheux a été rencontré à une profondeur entre 0,5 et 1,7 m (élévation de 410,6 à 406,2 m).

De plus, en se fiant à la carte de dépôt des sols, il est possible d'observer que le roc est relativement en surface dans la zone au sud-est du bassin, soit dans la zone des tranchées BF-TR01-21 à BF-TR03-21 et que le roc s'abaisse en se rapprochant du bassin F.

Puisqu'aucun forage n'a été effectué à proximité de la zone à l'étude du bassin F lors des anciennes campagnes de forages, il n'est pas possible d'estimer le niveau de la nappe en fonction des rapports de forage. Toutefois, lors de l'été 2021 des mesures de niveaux d'eau dans le lac SN4 ont été prises permettant d'estimer un niveau d'eau moyen dans le lac à 398 m. Ainsi, le bassin F projeté étant à proximité du lac, il est juste d'estimer une élévation à 399 m pour le niveau de la nappe souterraine du bassin F.

6.4.3 SÉLECTION DES COUPES

Une (1) coupe jugée représentative des conditions du site a été sélectionnée selon les secteurs potentiellement critiques d'un point de vue de la stabilité, c'est-à-dire les secteurs pour lesquels :

- l'épaisseur du dépôt meuble est importante;
- la hauteur de la digue est la plus élevée et critique;

Les analyses de stabilité ont été réalisées selon la géométrie du bassin projeté ainsi qu'en utilisant la topographie du terrain actuelle basée sur les relevés LiDAR de 2009 et 2022.

Le tableau 6-11 présente la coupe sélectionnée pour le bassin F ainsi que la justification de la coupe à analyser. La coupe est également présentée sur la carte 2 de l'annexe B.

Tableau 6-11 Justifications du choix de la coupe analysée – Bassin F

Bassin	Coupe	Justifications
F	BF1	<ul style="list-style-type: none">— Épaisseur de dépôt meuble importante.— Section de la digue la plus élevée et critique.

6.4.4 RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ

Les résultats des analyses de stabilité pour le bassin F sont présentés dans les tableaux suivants. Comme mentionné à la section 6.4.3, une seule coupe, identifiée BF1 a été analysée. La section étudiée est présentée sur la carte 2 de l'annexe B.

Une surface de rupture globale a été analysée pour la coupe du bassin, et ce, sur les pentes aval et amont du bassin. De plus, pour toutes les conditions d'analyses, les cas de chargements statique et pseudo-statique ont été évalués.

Les résultats des analyses de stabilité pour la coupe sont présentés au tableau 6-12, alors que les configurations géométriques et les surfaces potentielles de rupture associées au coefficient de sécurité minimum obtenu sont montrées sur les figures à l'annexe D pour chacune des analyses effectuées.

Tableau 6-12 Résultats des analyses de stabilité de la coupe BF1

Ouvrage Coupe	Chargement	Conditions des analyses	Condition d'eau	Facteur de sécurité minimum		Figure
				Obtenu	Requis	
Bassin F Coupe BF1	Statique	Rupture globale – Pente aval	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,54	1,5	98
		Rupture globale – Pente amont	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,60	1,5	999
			Bassin vide	1,74	1,5	100
	Pseudostatique	Rupture globale – Pente aval	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,43	1,1	101
		Rupture globale – Pente amont	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,39	1,1	102
			Bassin vide	1,62	1,1	103

6.4.5 DISCUSSION DES RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ

Les résultats des analyses de stabilité montrent que les coefficients de sécurité minimaux respectent les recommandations décrites dans le Guide de restauration (MERN, 2022), ainsi que la D019 sur l'industrie minière (MDDELCC, 2012). Dans tous les cas analysés, un coefficient de sécurité supérieur à 1,5 a été obtenu pour un chargement statique et un coefficient de sécurité supérieur à 1,1 a été obtenu pour le cas de chargement pseudo-statique.

L'interprétation des analyses de stabilité réalisées dans le cadre de ce mandat montre que les digues du bassin F respectent les critères de sécurité. En effet, les critères de conception du bassin F préalablement établis (voir tableau 6-10) permettent de répondre conformément aux critères de stabilité établis.

6.5 BASSIN J

6.5.1 DONNÉES DE CONCEPTION

La localisation du bassin de rétention J, requis pour la gestion des eaux de la halde à mort-terrain, est située dans la portion est du site et au sud-ouest du parc à résidus et la halde à mort-terrain. Cette localisation est limitée par les contraintes suivantes :

- milieu humide à l'est : ± 5 m;
- route au sud-est : ± 40 m;
- bassin D2 au sud-ouest : ± 30 m;
- halde à mort-terrain nord-ouest : ± 8 m.

En respectant les données du terrain décrit ci-dessus et en considérant la topographie du site, le bassin J a été conçu en remblai et déblai. Le tableau 6-13 présente les critères de conception retenus pour le bassin J ainsi que les caractéristiques de celui-ci. La vue en plan, les profils et les détails typiques du bassin de rétention J sont présentés sur le plan 810-C-0604-ZA de l'annexe A.

Tableau 6-13 Critères de conception du bassin J

Critères de conception	
Volume de conception incluant une contingence ¹	5 980 m ³
Niveau de l'eau souterraine	398,5
Niveau d'eau maximal d'opération	401 m
Hauteur de la revanche	0,5 m
Niveau de la berme	401,5 m
Niveau du fond du bassin *	398 m
Caractéristiques	
Superficie	5 139 m ²
Pente en amont du bassin	3H:1V
Pente en aval du bassin	2,5H:1V
Largeur maximale de la digue	5 m
Hauteur maximale de la digue	2,5 m
Épaisseur enrochement **	1000 mm
Épaisseur de la géomembrane ***	50 mm

(1) Contingence comprise entre 10 et 25 % selon le bassin

* Le fond du bassin est le dessus de l'enrochement

** L'épaisseur d'enrochement inclut 150 mm de matériau granulaire et 850 mm d'empierrement 20-600 mm de diamètre

*** La géomembrane est de type PEHD texturée sur les 2 faces

6.5.2 SOLS DE FONDATION

Dans la zone à l'étude du bassin J, un (1) seul forage a été réalisé, soit le forage BH-22-15 de la campagne d'hiver 2022 réalisé par Golder (WSP, 2023a). Selon le rapport de forage, le niveau de la nappe d'eau est estimé à 398,5 m et la stratigraphie dans l'ordre descendant se présente comme suit :

- une couche de matière organique (tourbe) d'une épaisseur entre 0 et 0,8 m en surface;
- un dépôt de sable avec traces de gravier d'une profondeur d'environ 0,8 à 4,4 m;
- un dépôt de gravier avec un peu de sable, d'une profondeur approximative entre 4,4 à 5,7 m qui repose directement sur le socle rocheux;
- le socle rocheux a été atteint à une profondeur de 5,7 m (élévation de 393,43 m).

6.5.3 SÉLECTION DES COUPES

Les différentes coupes ont été sélectionnées selon les secteurs potentiellement critiques d'un point de vue de la stabilité, c'est-à-dire les secteurs pour lesquels :

- l'épaisseur du dépôt meuble est importante;
- le talus naturel est le plus critique, par exemple une pente plus abrupte dans le terrain naturel;

- la hauteur de la digue est la plus élevée et critique;
- la présence d'infrastructures en pied de digue, tel qu'un chemin d'accès;
- le bassin est en excavation dans le terrain naturel;

Les analyses de stabilité ont été réalisées selon la géométrie du bassin projeté ainsi qu'en utilisant la topographie du terrain actuelle basée sur les relevés LiDAR de 2009 et 2022.

Le tableau 6-14 présente les coupes sélectionnées pour le bassin J ainsi que la justification des coupes à analyser. Les coupes sont également présentées sur la carte 4 de l'annexe B.

Tableau 6-14 Justifications du choix des coupes analysées

Bassin	Coupe	Justifications
Bassin J	BJ2	<ul style="list-style-type: none"> — Excavation du bassin dans les matériaux meubles – Analyse de la pente amont — Excavation maximale dans le terrain naturel
	BJ3	<ul style="list-style-type: none"> — Route de halage au pied de la digue. — Section de la digue élevée et la plus critique. — Épaisseur de dépôt meuble importante.

6.5.4 RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ

Les résultats des analyses de stabilité pour le bassin J sont présentés dans les tableaux suivants. Comme mentionné à la section 6.5.3, un total de deux (2) coupes, identifiées BJ2 et BJ3, ont été analysés. Les sections étudiées sont présentées sur la carte 4 de l'annexe B.

Une surface de rupture globale a été analysée pour les coupes du bassin, et ce, sur les pentes en aval et amont du bassin dépendamment de la coupe. De plus, pour toutes les conditions d'analyses, les cas de chargements statique et pseudo-statique ont été évalués.

Les résultats des analyses de stabilité pour les deux (2) coupes sont présentés aux tableaux 6-15 et 6-16, alors que les configurations géométriques et les surfaces potentielles de rupture associées au coefficient de sécurité minimum obtenu sont montrées sur les figures à l'annexe D pour chacune des analyses effectuées.

Tableau 6-15 Résultats des analyses de stabilité de la coupe BJ2

Ouvrage Coupe	Chargement	Conditions des analyses	Condition d'eau	Facteur de sécurité minimum		Figure
				Obtenu	Requis	
Bassin J Coupe BJ2	Statique	Rupture globale – Pente amont	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,69	1,5	105
			Bassin vide	1,85	1,5	106
	Pseudostatique	Rupture globale – Pente amont	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,47	1,1	107
			Bassin vide	1,72	1,1	108

Tableau 6-16 Résultats des analyses de stabilité de la coupe BJ3

Ouvrage Coupe	Chargement	Conditions des analyses	Condition d'eau	Facteur de sécurité minimum		Figure
				Obtenu	Requis	
Bassin C Coupe BJ3	Statique	Rupture globale – Pente aval	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,67	1,5	109
		Rupture globale – Pente amont	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,96	1,5	110
			Bassin vide	1,51	1,5	111
	Pseudostatique	Rupture globale – Pente aval	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,55	1,1	112
		Rupture globale – Pente amont	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,70	1,1	113
			Bassin vide	1,36	1,1	114

6.5.5 DISCUSSION DES RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ

Les résultats des analyses de stabilité montrent que les coefficients de sécurité minimaux respectent les recommandations décrites dans le Guide de restauration (MERN, 2022), ainsi que la D019 sur l'industrie minière (MDDELCC, 2012). Dans tous les cas analysés, un coefficient de sécurité supérieur à 1,5 a été obtenu pour un chargement statique et un coefficient de sécurité supérieur à 1,1 a été obtenu pour le cas de chargement pseudo-statique.

L'interprétation des analyses de stabilité réalisées dans le cadre de ce mandat montre que les digues du bassin J respectent les critères de sécurité. En effet, les critères de conception du bassin J préalablement établis (voir tableau 6-13) permettent de répondre conformément aux critères de stabilité établis.

6.6 BASSIN PAR1

6.6.1 DONNÉES DE CONCEPTION

La localisation du bassin TFM1, requis pour la gestion de l'eau du parc à résidus, est située dans le secteur est du site, au sud du parc à résidus. Cette localisation est limitée par les contraintes suivantes :

- situé presque en totalité dans un milieu humide;
- situé dans un secteur où l'épaisseur des sols organique (tourbe) peut atteindre l'ordre de 2 m;
- situé sur un épais dépôt de sable à silt sableux en partie de compacité lâche et saturé sous les sols organiques;
- parc à résidus au nord : ± 10 m;
- nappe d'eau souterraine proche de la surface du terrain naturel.

Considérant les contraintes de terrain mentionnées ci-dessus ainsi que la topographie du site, le bassin PAR1 a été conçu avec la partie nord qui longe le parc à résidus en excavation dans le terrain naturel et les autres parties du bassin en remblai. Les critères de conception ainsi que les caractéristiques distinctes du bassin sont présentés dans le tableau 6-17 suivant. La vue en plan, les profils et les détails typiques du bassin de rétention PAR1 sont présentés sur le plan 805-C-1506-ZA de l'annexe A.

Il est à noter qu'afin de limiter l'empreinte du bassin et de respecter le point bas du parc à résidus, les critères de conception du bassin PAR1 sont également basés sur des compromis avec les différents enjeux du site, soit la nappe d'eau très élevée et les dépôts naturels de compacité très lâche.

Tableau 6-17 Critères de conception et caractéristiques du bassin PAR 1

Critères de conception	
Volume de conception incluant une contingence ¹	250 875 m ³
Niveau de l'eau souterraine	397,5 m
Niveau d'eau maximal d'opération	400 m
Hauteur de la revanche	1,5 m
Niveau de la berme	401,5 m
Niveau du fond du bassin *	396,5 m
Caractéristiques	
Superficie	94 412 m ²
Pente en amont du bassin	3H:1V
Pente en aval du bassin	2,5H:1V
Largeur maximale de la digue	5 m
Hauteur maximale de la digue	3 m
Épaisseur enrochement **	1000 mm
Épaisseur de la géomembrane ***	50 mm

(1) Contingence comprise entre 10 et 25 % selon le bassin

* Le fond du bassin est le dessus de l'enrochement

** L'épaisseur d'enrochement inclut 150 mm de matériau granulaire et 850 mm d'empierrement 20-600 mm de diamètre

*** La géomembrane est de type PEHD texturée sur les 2 faces

Afin de limiter l'empreinte du bassin et de respecter le point bas du parc à résidus, les critères de conception du bassin PAR1 sont basés sur des compromis avec les différents enjeux du site, soit la nappe d'eau très élevée et les dépôts naturels de compacité lâche.

6.6.2 SOLS DE FONDATION

Dans la zone à l'étude du bassin PAR1, quatre (4) forages ont été réalisés au cours des campagnes géotechniques 2022 de WSP (WSP, 2022) et celle de Golder (WSP, 2023a). Les forages utilisés dans le secteur du bassin sont le forage BH-22-25, BH-22-06, BH-22-07 et BH-22-19. Selon les rapports de forages, des indices de saturation indiquent un niveau de la nappe d'eau approximatif à 397,5 m et la stratigraphie dans l'ordre descendant se présente comme suit :

- une couche de tourbe d'une épaisseur entre 0 et 2,3 m en surface;
- un dépôt de sable avec des traces de silt à un sable silteux, de compacité lâche, rencontré sur une épaisseur approximative de 4 à 7,6 m. Dans le secteur des forages BH-22-07 et BH-22-19, cette couche repose directement sur le roc;
- un dépôt de sable, un peu de silt avec traces de gravier, de compacité moyenne à dense a été rencontrée dans les forages BH-22-25 et BH-22-06 sur une épaisseur entre 1,5 à 5 m;
- un horizon de silt sableux compact à lâche de 7 m d'épaisseur a été rencontré uniquement dans le sondage BH-22-06, sous la couche de sable compact à dense, et reposant sur un horizon de blocs et cailloux;

- un horizon de blocs et cailloux a été rencontré dans le forage BH-22-06 sur une épaisseur d'environ 1 m et repose sur le roc;
- le socle rocheux a été atteint à une profondeur entre 8,5 à 18,7 m (élevations 379,6 à 390,1 m).

6.6.3 SÉLECTION DES COUPES

Les différentes coupes ont été sélectionnées selon les secteurs potentiellement critiques d'un point de vue de la stabilité, c'est-à-dire les secteurs pour lesquels :

- l'épaisseur du dépôt meuble est importante;
- le talus naturel est le plus critique, par exemple une pente plus abrupte dans le terrain naturel;
- la présence d'infrastructures au pied du bassin ou en amont du bassin, tel que le parc à résidus et/ou une route d'accès.

Les analyses de stabilité ont été réalisées selon la géométrie des digues et bermes du bassin projeté ainsi qu'en utilisant la topographie du terrain actuel basée sur les relevés LiDAR de 2009 et 2022.

Le tableau 6-18 présente les coupes sélectionnées pour analyse pour le bassin PAR1 ainsi que la justification des coupes à analyser. Les coupes sont également présentées sur la carte 5 de l'annexe B.

Tableau 6-18 Justifications du choix des coupes analysées – Bassin PAR1

Bassin	Coupe	Justifications
PAR1	PAR1A	<ul style="list-style-type: none"> — Épaisseur de dépôt meuble importante. — Parc à résidus en amont du bassin. — Circulation sur la crête de la berme.
	PAR1B	<ul style="list-style-type: none"> — Section avec la digue la plus élevée. — Épaisseur de dépôt meuble importante.

6.6.4 RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ

Les résultats des analyses de stabilité pour le bassin PAR1 sont présentés dans les tableaux suivants. Comme mentionné à la section 6.6.3, un total de deux (2) coupes, identifiées PAR1A et PAR1B, ont été analysés. Les sections étudiées sont présentées sur la carte 5 de l'annexe B.

Une surface de rupture globale a été analysée pour les coupes du bassin, et ce, sur les pentes en aval et amont du bassin dépendamment de la coupe. De plus, pour toutes les conditions d'analyses, les cas de chargements statique et pseudo-statique ont été évalués.

Les résultats des analyses de stabilité pour les deux (2) coupes sont présentés aux tableaux 6-19 et 6-20, alors que les configurations géométriques et les surfaces potentielles de rupture associées au coefficient de sécurité minimum obtenu sont montrées sur les figures à l'annexe D pour chacune des analyses effectuées.

Tableau 6-19 Résultats des analyses de stabilité de la coupe PAR1A

Ouvrage Coupe	Chargement	Conditions des analyses	Condition d'eau	Facteur de sécurité minimum		Figure
				Obtenu	Requis	
Bassin PAR1 Coupe PAR1A	Statique	Rupture globale – Pente amont	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,55	1,5	116
			Bassin vide	1,53	1,5	117
	Pseudostatique	Rupture globale – Pente amont	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,36	1,1	118
			Bassin vide	1,14	1,1	119

Tableau 6-20 Résultats des analyses de stabilité de la coupe PAR1B

Ouvrage Coupe	Chargement	Conditions des analyses	Condition d'eau	Facteur de sécurité minimum		Figure
				Obtenu	Requis	
Bassin PAR1 Coupe PAR1B	Statique	Rupture globale – Pente aval	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,71	1,5	120
		Rupture globale – Pente amont	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,54	1,5	121
			Bassin vide	1,49	1,5	122
	Pseudostatique	Rupture globale – Pente aval	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,31	1,1	123
			Niveau du bassin au maximum d'opération	1,31	1,1	124
		Rupture globale – Pente amont	Bassin vide	1,12	1,1	125

6.6.5 DISCUSSION DES RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ

Les résultats des analyses de stabilité montrent que les coefficients de sécurité minimaux respectent les recommandations décrites dans le Guide de restauration (MERN, 2022), ainsi que la D019 sur l'industrie minière (MDDELCC, 2012). Dans la majorité des cas analysés, un coefficient de sécurité supérieur à 1,5 a été obtenu pour un chargement statique et dans tous les cas analysés un coefficient de sécurité supérieur à 1,1 a été obtenu pour le cas de chargement pseudo-statique. Enfin, lors du cas d'analyse sur la pente amont de la coupe PAR1B en cas de chargement statique et en condition de bassin vide, le facteur de sécurité est supérieur à 1,3, ce qui est conforme à la performance d'un bassin en régime transitoire.

Il est à noter, dans le secteur du parc à résidus et du bassin PAR1, un épais dépôt de sable très lâche et saturé a été rencontré. Une partie de ce dépôt présente un comportement contractant basé sur les valeurs d'essais de pénétration standards (indice SPT « N »). L'interprétation des analyses de stabilité réalisées dans le cadre de ce mandat montre que les digues du bassin PAR1 ne respectent pas les critères de sécurité sans berme de stabilisation. Afin de répondre aux critères de stabilité minimaux, une berme d'épaisseur et de longueur variables selon l'emplacement de la digue est suggérée du côté amont, à l'intérieur du bassin. Une berme de stabilisation d'environ 15 m de largeur et de 0,8 m de hauteur est également requise du côté aval de certains côtés du bassin pour répondre aux critères de stabilité. Selon cette configuration, les critères de conception (tel que présenté dans les plans fournis à l'annexe A) permettent de répondre conformément aux critères de stabilité des normes de l'industrie.

Afin de confirmer le comportement contractant des sols dans le secteur du bassin PAR1 ainsi que d'obtenir plus d'information géotechnique, une campagne d'investigation supplémentaire, incluant des forages et des essais au piézocône est prévue pour l'hiver 2023. La campagne permettra de réévaluer les dimensions et la nécessité des bermes de stabilisation requises pour la stabilité du bassin.

6.7 BASSIN PAR2

6.7.1 DONNÉES DE CONCEPTION

La localisation du bassin PAR2, requis également pour la gestion des eaux du parc à résidus et en support au bassin PAR1, est située dans la portion nord du site, soit à l'ouest du parc à résidus, au nord de la halde à mort-terrain et à l'ouest du futur camp des travailleurs. Cette localisation est limitée par les contraintes suivantes :

- situé entièrement sur un milieu humide;
- parc à résidus à l'est : ± 10 m;
- zones tampons de 60 m de deux rivières.

Compte tenu des contraintes de terrain mentionné ci-dessus ainsi que la topographie du site, le bassin PAR1 a été conçu avec la partie sud en excavation dans le talus naturel et les autres parties du bassin en remblai. Les critères de conception ainsi que les caractéristiques distinctes du bassin sont présentés dans le tableau 6-21 suivant. La vue en plan, les profils et les détails typiques du bassin de rétention PAR2 sont présentés sur le plan 805-C-1507-ZA de l'annexe A.

Tableau 6-21 Critères de conception et caractéristiques du bassin PAR2

Critères de conception	
Volume de conception incluant une contingence ¹	37 950 m ³
Niveau de l'eau souterraine	398 m
Niveau d'eau maximal d'opération	400,5 m
Hauteur de la revanche	1,5 m
Niveau de la berme	402 m
Niveau du fond du bassin *	398 m
Caractéristiques	
Superficie	30 587 m ²
Pente en amont du bassin	3H:1V
Pente en aval du bassin	2,5H:1V
Largeur maximale de la digue	8 m
Hauteur maximale de la digue	5 m
Épaisseur enrochement **	1000 mm
Épaisseur de la géomembrane ***	50 mm

(1) Contingence comprise entre 10 et 25 % selon le bassin

* Le fond du bassin est le dessus de l'enrochement

** L'épaisseur d'enrochement inclut 150 mm de matériau granulaire et 850 mm d'empierrement 20-600 mm de diamètre

*** La géomembrane est de type PEHD texturée sur les 2 faces

6.7.2 SOLS DE FONDATION

Dans la zone à l'étude du bassin PAR2, cinq (5) forages (R-F01-21, F93-22, F-94-22, F-96-22 et BH-22-13), et deux (2) tranchées (R-TR02-21 et R-TR05-21) ont été réalisés au cours des campagnes géotechniques 2021 et 2022 de WSP (WSP, 2021 et WSP, 2022) ainsi que celle de Golder effectué aussi en 2022 (WSP, 2023a). Selon les rapports de forages, le niveau de la nappe d'eau est estimé à 398 m et la stratigraphie dans l'ordre descendant se présente comme suit :

- une couche de sols organique d'une épaisseur entre 0 et 0,9 m en surface;

- un dépôt de sable avec traces de silt et gravier à sable silteux avec traces de gravier à partir d'une profondeur de 0,30 à 3,7 m au centre et à l'ouest du bassin et d'environ 0,6 à 16,2 m à l'est du bassin qui repose directement sur le socle rocheux;
- le socle rocheux a été atteint à une profondeur variant entre 1,7 à 16,2 m (élévation de 405,8 à 382,4 m) selon l'emplacement des sondages.

6.7.3 SÉLECTION DES COUPES

Les différentes coupes ont été sélectionnées selon les secteurs potentiellement critiques d'un point de vue de la stabilité, c'est-à-dire les secteurs pour lesquels :

- l'épaisseur du dépôt meuble est importante;
- la hauteur de la digue est la plus élevée et critique;
- la présence d'infrastructures en pied de digue;

Les analyses de stabilité ont été réalisées selon la géométrie du bassin projeté ainsi qu'en utilisant la topographie du terrain actuelle basée sur les relevés LiDAR de 2009 et 2022.

Le tableau 6-22 présente les coupes sélectionnées pour le bassin PAR2 ainsi que la justification des coupes à analyser. Les coupes sont également présentées sur la carte 6 de l'annexe B.

Tableau 6-22 Justifications du choix des coupes analysées – Bassin PAR2

Bassin	Coupe	Justifications
Bassin PAR2	PAR2A	<ul style="list-style-type: none"> — Épaisseur de dépôt meuble importante. — Section avec la digue la plus élevée.
	PAR2B	<ul style="list-style-type: none"> — Parc à résidus en amont du bassin. — Épaisseur de dépôt meuble importante.

6.7.4 RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ

Les résultats des analyses de stabilité pour le bassin PAR2 sont présentés dans les tableaux suivants. Comme mentionné à la section 6.7.3, un total de deux (2) coupes, identifiées PAR2A et PAR2B, ont été analysés. Les sections étudiées sont présentées sur la carte 6 de l'annexe B.

Une surface de rupture globale a été analysée pour les coupes du bassin, et ce, sur les pentes en aval et en amont des différentes digues de la coupe. De plus, pour toutes les conditions d'analyses, les cas de chargements statique et pseudo-statique ont été évalués.

Les résultats des analyses de stabilité pour les deux (2) coupes sont présentés aux tableaux 6-23 et 6-24, alors que les configurations géométriques et les surfaces potentielles de rupture associées au coefficient de sécurité minimum obtenu sont montrées sur les figures à l'annexe D pour chacune des analyses effectuées.

Tableau 6-23 Résultats des analyses de stabilité de la coupe PAR2A

Ouvrage Coupe	Chargement	Conditions des analyses	Condition d'eau	Facteur de sécurité minimum		Figure
				Obtenu	Requis	
Bassin PAR2 Coupe PAR2A	Statique	Rupture globale – Pente aval	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,63	1,5	127
		Rupture globale – Pente amont	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,78	1,5	128
			Bassin vide	1,52	1,5	129
	Pseudostatique	Rupture globale – Pente aval	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,27	1,1	130
		Rupture globale – Pente amont	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,52	1,1	131
			Bassin vide	1,37	1,1	132

Tableau 6-24 Résultats des analyses de stabilité de la coupe PAR2B

Ouvrage Coupe	Digue	Chargement	Conditions des analyses	Condition d'eau	Facteur de sécurité minimum		Figure
					Obtenu	Requis	
Bassin PAR2 Coupe PAR2B	Est	Statique	Rupture globale – Pente aval	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,79	1,5	133
			Rupture globale – Pente amont	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,95	1,5	134
				Bassin vide	1,68	1,5	135
		Pseudostatique	Rupture globale – Pente aval	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,63	1,1	136
			Rupture globale – Pente amont	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,56	1,1	137
				Bassin vide	1,48	1,1	138
	Ouest	Statique	Rupture globale – Pente aval	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,61	1,5	139
			Rupture globale – Pente amont	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,79	1,5	140
				Bassin vide	1,78	1,5	141
		Pseudostatique	Rupture globale – Pente aval	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,47	1,1	142
			Rupture globale – Pente amont	Niveau du bassin au maximum d'opération	1,50	1,1	143
				Bassin vide	1,47	1,1	144

6.7.5 DISCUSSION DES RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ

Les résultats des analyses de stabilité montrent que les coefficients de sécurité minimaux respectent les recommandations décrites dans le Guide de restauration (MERN, 2022), ainsi que la D019 sur l'industrie minière (MDDELCC, 2012). Dans tous les cas analysés, un coefficient de sécurité supérieur à 1,5 a été obtenu pour un chargement statique et un coefficient de sécurité supérieur à 1,1 a été obtenu pour le cas de chargement pseudostatique.

En raison de la présence de sols contractant dans le secteur du bassin PAR2, l'interprétation des analyses de stabilité réalisées dans le cadre de ce mandat montre que les digues du bassin PAR2 ne respectent pas les critères de sécurité sans berme de stabilisation. Afin de répondre aux critères minimaux, une berme d'épaisseur de 1 m et de longueur de 5 m est suggérée du côté amont, à l'intérieur du bassin. Une berme de stabilisation de 10,5 m de largeur et de 1 m de hauteur est également requise du côté aval de certaines digues du bassin pour répondre aux critères de stabilité. Ainsi, en ajoutant les bermes à la conception, les résultats des analyses de stabilité réalisées dans le cadre de ce mandat respectent les critères de sécurité. En effet, les critères de conception du bassin PAR2 préalablement établis (voir tableau 21) permettent de répondre conformément aux critères de stabilité établis.

Afin de confirmer le comportement contractant des sols dans le secteur du bassin PAR2 ainsi que d'obtenir plus d'information géotechnique, une campagne d'investigation supplémentaire, incluant des forages et des essais au piézomètre est prévue pour l'hiver 2023. La campagne permettra de réévaluer les dimensions et la nécessité des bermes de stabilisation requises pour la stabilité du bassin.

6.8 BASSIN U

6.8.1 DONNÉES DE CONCEPTION

La localisation du bassin de rétention U, requis pour le bassin de polissage de l'usine de traitement des eaux, est située au sud de l'usine. Cette localisation est limitée par les contraintes suivantes :

- usine de traitement de l'eau au nord-est : ± 8 m;
- route au nord : ± 18 m.

Considérant les contraintes de terrain mentionné ci-dessus, le bassin U a été conçu entièrement en excavation et en considérant les critères de conception présenté au tableau 6-25. Ce tableau présente également les caractéristiques distinctes du bassin. La vue en plan, les profils et les détails typiques du bassin de rétention U sont présentés sur le plan 840-C-0603-ZA de l'annexe A.

Tableau 6-25 Critères de conception et caractéristiques du bassin U

Critères de conception	
Volume de conception incluant une contingence ¹	5 980 m ³
Niveau de l'eau souterraine	N/A
Niveau d'eau maximal d'opération	396 m
Hauteur de la revanche	1,5 m
Niveau de la berme	397,5 m
Niveau du fond du bassin *	393 m
Caractéristiques	
Superficie	5 139 m ²
Pentes	2H:1V
Largeur de l'aire de circulation	5 m
Épaisseur enrochement **	1000 mm
Épaisseur de la géomembrane ***	50 mm

(1) Contingence comprise entre 10 et 25 % selon le bassin

* Le fond du bassin est le dessus de l'enrochement

** L'épaisseur d'enrochement inclut 150 mm de matériau granulaire et 600 mm d'empierrement 20-600 mm de diamètre

*** La géomembrane est de type PEHD texturée sur les 2 faces

À l'exception des forages d'exploration, aucun sondage géotechnique n'a été réalisé dans la zone du bassin U. Toutefois, selon la carte des sols, un dépôt granulaire composé de sable à un sable et gravier se retrouve dans le secteur du bassin U. De plus, selon les forages d'exploration, le niveau du roc serait à une profondeur entre 5 et 10 m. En se basant sur les informations disponibles, une conception préliminaire du bassin U a été réalisée. La conception du bassin devra être revue lors de l'ingénierie de détail.

7 CLASSIFICATION PRÉLIMINAIRE DES DIGUES

Comme spécifié dans le Guide de restauration du MERN, les ouvrages de rétention doivent être classifiés afin d'aider à l'identification des risques qui leur sont rattachés. La classification des ouvrages permet ensuite de tenir compte des conséquences associées à la rupture lors de la conception. Conformément aux exigences de la D019, les ouvrages de rétention avec retenue d'eau doivent être conçus pour contenir la crue de projet. Un déversoir d'urgence doit être aménagé afin d'évacuer de façon sécuritaire la crue maximale probable (CMP). De plus, selon la D019, la récurrence du séisme de conception ne doit pas être inférieure à la probabilité de dépassement annuelle de 1/2 475 ans, ce qui correspond au critère sismique des ouvrages à risque **élevé** selon l'ACB (2014). Compte tenu du fait que les ouvrages sont situés sur le territoire québécois, les critères de conception les plus restrictifs ont été sélectionnés entre la D019 et ceux recommandés par l'ACB. Selon la conception actuelle des bassins, des analyses plus poussées à l'étape de l'ingénierie détaillée pourraient être requises afin de quantifier plus précisément les ouvrages de rétentions. Ces analyses plus poussées ne s'appliqueront pas nécessairement à chaque bassin.

Il est à noter que les digues des bassins ne sont assujetties ni à la Loi sur la sécurité des barrages ni au Règlement sur la sécurité des barrages du gouvernement du Québec.

8 CONCEPTION DES FOSSÉS

Des fossés collecteurs seront construits au pied des digues des bassins aux endroits où le niveau d'eau est supérieur au niveau du sol. Les fossés seront imperméabilisés pour collecter les eaux de contact des digues.

L'écoulement de l'eau se fera jusqu'à un point bas où une pompe ramènera l'eau collectée dans le bassin. Lorsque possible, les fossés de collecte des bassins rejoignent le réseau de fossés en place.

Les fossés ont été conçus de forme trapézoïdale avec des pentes 2H:1V, un fond de 1 m de largeur et une profondeur visée de 1 m.

Des vérifications basées sur l'équation de Manning ont été effectuées afin de connaître l'épaisseur de la lame d'eau avec un débit d'écoulement correspondant à la crue de récurrence 100 ans. Il a été déterminé que la crue de projet peut être contenue dans les fossés collecteurs tout en respectant une revanche de 0,3 m.

Les fossés collecteurs seront végétalisés lorsque la pente longitudinale le permettra. Une pente longitudinale entre 0,3 % et 3 % est visée. La pente minimale permet un écoulement continu et la pente maximale limite la vitesse d'écoulement en plus de permettre la végétalisation. Par contre, dans certains secteurs et pour de courtes sections, en raison de la topographie naturelle du site, la pente longitudinale dépasse les maximums visés pour la végétalisation. Afin d'assurer la stabilité du fossé, les sections de pentes supérieures à 3 % auront un enrochement de 0-600 mm sur 900 mm d'épaisseur afin de limiter l'érosion.

La conception des fossés réalisée pour la faisabilité est à titre préliminaire et une optimisation des paramètres de conception et de la modélisation est nécessaire pour l'étape de l'ingénierie détaillée.

9 QUANTITÉS ET ESTIMATION DES COÛTS DE CONSTRUCTION

9.1 BASE DE L'ESTIMATION

Les coûts en capitaux correspondent aux dépenses ponctuelles pour la construction des infrastructures de gestion des stériles miniers, du mort-terrain et de gestion des eaux du projet minier Windfall. Les coûts estimés sont basés sur les coûts unitaires ainsi que sur les quantités requises de chaque item.

9.2 COÛTS UNITAIRES

Les coûts unitaires ont été déterminés à partir de différentes soumissions reçues par Osisko ou directement de fournisseur de la région. Les coûts incluent la fourniture, l'installation ainsi que le carburant.

Les coûts des items suivants y sont établis (sans s'y limiter) :

- déboisement et défrichage;
 - déblai matière organique;
 - déblai 1^{re} classe;
 - déblai de 2^e classe;
 - remblai;
 - matériaux granulaires;
 - géosynthétiques.
-

9.3 FRAIS GÉNÉRAUX

Les frais généraux sont basés sur des projets similaires et sur l'expérience de WSP. Ils couvrent la mobilisation/démobilisation, les installations de chantier, l'entretien, la supervision, l'administration ainsi que la gestion de l'eau (3 %).

9.4 HALDES

Les quantités estimées pour les haldes à stériles, à minerai et à mort-terrain ont été déterminées à partir des fichiers CAD modélisés de chaque infrastructure. La modélisation des différentes haldes est basée sur les relevés topographiques du terrain naturel et sur les relevés LiDAR de 2009 et 2022, les forages ainsi que sur les coupes types des diverses sections représentatives de l'infrastructure.

Chaque item est détaillé dans une estimation. Pour les haldes, cela correspond à la préparation et construction de l'assise ainsi qu'à la construction des fossés collecteurs.

9.5 BASSINS

Les volumes des différents items nécessaires à la construction des neuf (9) bassins ont été calculés à partir des fichiers CAD de la modélisation de chaque bassin. La modélisation des bassins est basée sur les relevés topographiques du terrain naturel et sur les relevés LiDAR de 2009 et 2022, les forages d'investigation et sur les coupes types des diverses sections représentatives du bassin.

Les quantités pour chaque item de travaux sont détaillées dans une estimation. Pour les bassins, cela correspond à l'excavation du bassin et du fossé collecteur, à la construction de digue au besoin ainsi qu'à l'imperméabilisation.

9.6 FOSSÉS DE DÉRIVATION

Pour les fossés de dérivation, l'estimation des quantités a aussi été calculée à partir des fichiers CAD. La conception a été réalisée à partir des relevés topographiques du terrain naturel et basée sur les relevés LiDAR de 2009 et 2022 et des coupes types représentatives.

10 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

10.1 GÉNÉRALITÉS

WSP a été mandatée par Osisko afin de réaliser la faisabilité concernant la mise en place des différentes haldes et infrastructures de gestion des eaux sur le site de Windfall pour l'étape de l'exploitation. Les principales infrastructures visées sont l'agrandissement de la halde à stériles existante, la construction de la halde à minerai et à mort-terrain ainsi que la construction des infrastructures de gestion des eaux (bassins B, C, C2, D2, F, J, PAR1, PAR2, U et les fossés de collecte et de dérivation associés). Le présent rapport technique présente les documents de référence consultés, les critères de conception et les analyses associées à l'ingénierie des structures décrites ci-dessus.

10.2 RÉSULTATS

Selon les résultats des analyses de stabilité, la configuration de tous les haldes et bassins telle que présentée aux sections 4 et 6 ainsi qu'à l'annexe D, satisfait les coefficients de sécurité minimum requis pour la stabilité des talus. Les exigences du Guide de restauration (MERN, 2022), de la D019 sur l'industrie minière (MDDELCC, 2012) et de l'ACB (ACB, 2014) sont respectées. Dans tous les cas analysés, un coefficient de sécurité supérieur à 1,5 a été obtenu pour un chargement statique et un coefficient de sécurité supérieur à 1,1 a été obtenu pour le cas de chargement pseudo-statique.

Cependant, dans le secteur du parc à résidus, au droit des bassins PAR1 et PAR2, un épais dépôt de sable très lâche et saturé a été rencontré. Basé sur les valeurs d'essais de pénétration standards (indice SPT « N »), une partie de ce dépôt présente un comportement de sol contractant. Ainsi, les paramètres associés à ce type de sol sont très conservateurs quant à la stabilité des digues. L'interprétation des analyses de stabilité réalisées montre que les digues du bassin PAR1 et certaines digues du bassin PAR2 ne respectent pas les critères de sécurité sans l'ajout de berme de stabilisation. Afin de répondre aux critères de stabilité minimaux, des bermes d'épaisseur et longueur variable selon l'emplacement de la digue sont suggérées du côté amont et/ou aval. Afin de valider le comportement contractant des sols, d'obtenir plus d'information géotechnique et d'optimiser les paramètres donnés, une campagne d'investigation supplémentaire, incluant des forages et des essais au piézocône est prévue pour l'hiver 2023. La campagne permettra de réévaluer la nécessité et les dimensions des bermes de stabilisation requises pour la stabilité des bassins ciblés.

De plus, sous l'effet d'une secousse sismique de magnitude 7,4, les calculs basés sur les essais SPT démontrent que les dépôts pulvérulents au site ne sont pas liquéfiables. Seul le forage 22-BH-19 présente des valeurs très près du facteur de sécurité limite. Une analyse plus détaillée est recommandée suivant les résultats de la campagne planifiée pendant l'hiver 2023.

10.3 CLASSIFICATION

La classification de la halde à stériles, minerai et à mort-terrain pour la stabilité et les risques de danger a été étudiée selon la classification proposée par Hawley and Cuning (2017). Selon les sept principaux groupes rassemblant 22 facteurs d'évaluation, les trois haldes ont été considérées à **risque modéré**.

En ce qui concerne les bassins, selon la D019, la récurrence du séisme de conception ne doit pas être inférieure à la probabilité de dépassement annuelle de 1/2 475 ans, ce qui correspond au critère sismique des ouvrages à risque **élevé** selon l'ACB (2014). Compte tenu du fait que les ouvrages sont situés sur le territoire québécois, les critères de conception les plus restrictifs ont été sélectionnés entre la D019 et ceux recommandés par l'ACB. Selon la conception actuelle des bassins, des analyses plus poussées à l'étape de l'ingénierie détaillée pourraient être requises afin de quantifier plus précisément les ouvrages de rétentions. Ces analyses plus poussées ne s'appliqueront pas nécessairement à chaque bassin.

10.4 RECOMMANDATIONS

WSP recommande d'installer des puits d'observations en aval des digues afin de suivre la qualité des eaux souterraines en cas de défauts dans la géomembrane étanche. L'installation de ces puits d'observation doit être réalisée à la suite de la construction des digues afin d'éviter d'endommager les installations. De plus, le contrôle des matériaux de construction de la digue est important afin d'assurer l'intégrité de la digue.

WSP propose également l'instauration d'un programme d'inspection visuelle comprenant un suivi régulier afin de noter le comportement des digues des différents bassins et des différentes haldes. Ces inspections permettent, entre autres, de noter la présence d'infiltration et de fuites d'eau, de tassement, de fissurations, etc. Les recommandations de la D019 concernant le programme d'inspection des digues devront être appliquées.

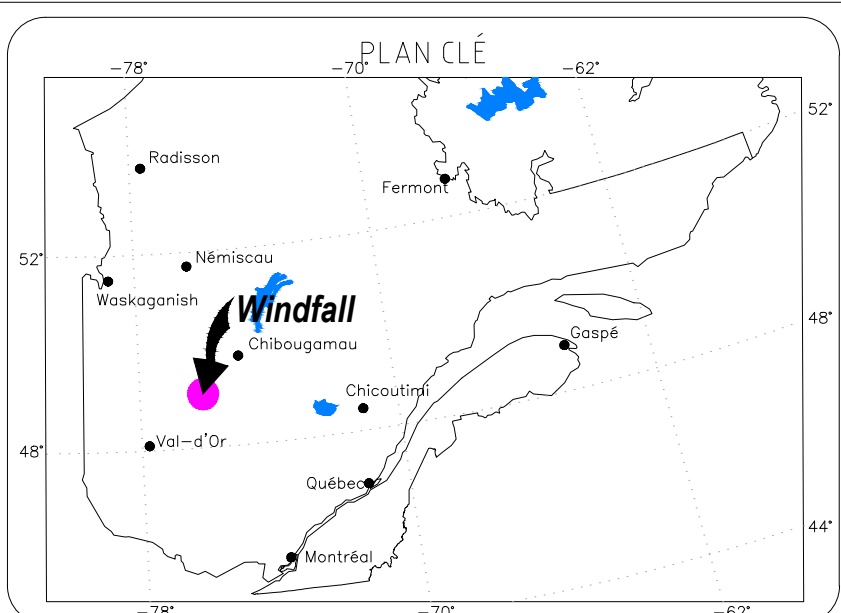
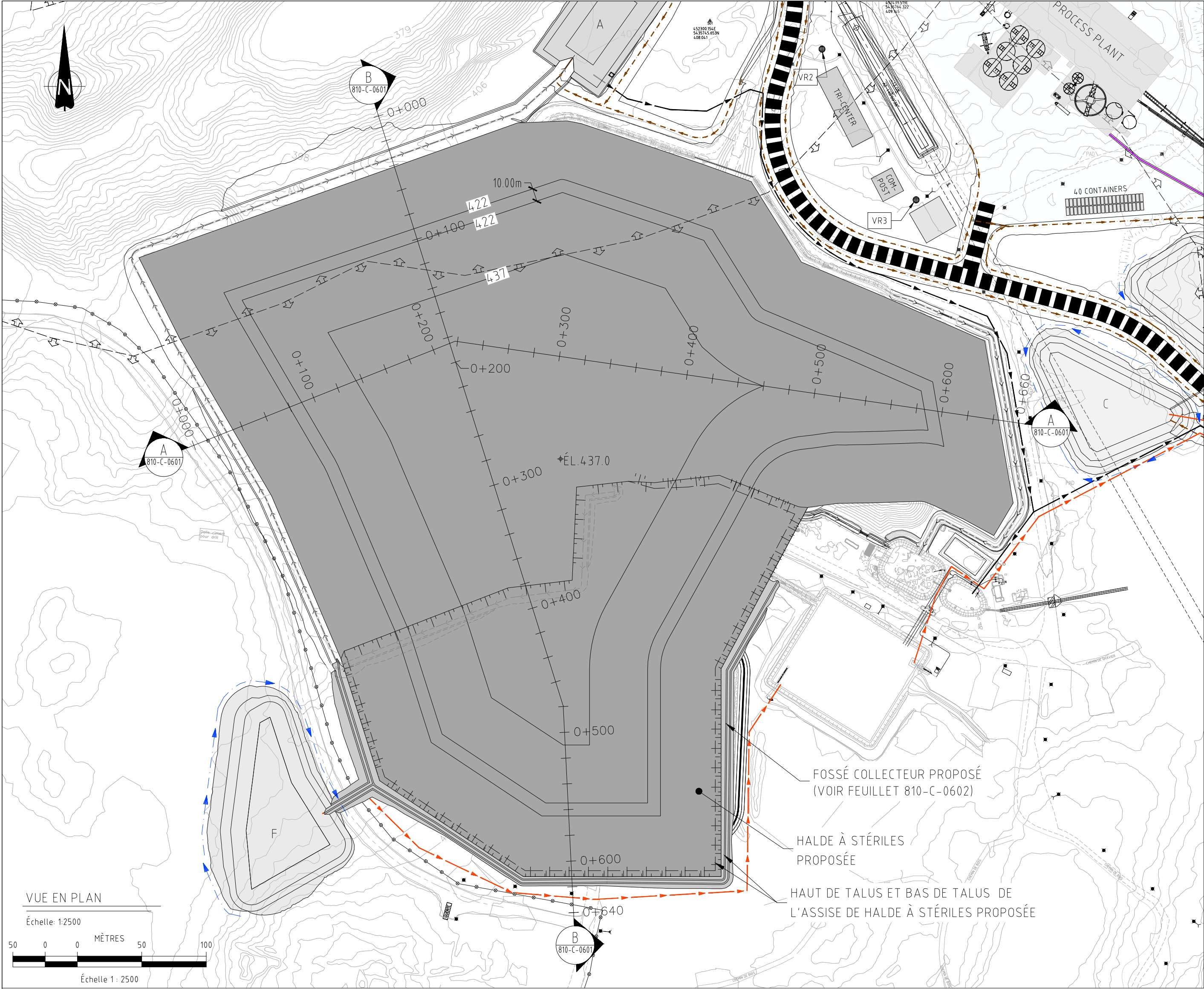
De plus, compte tenu de l'élévation élevée de la nappe phréatique au droit des travaux et de la proximité avec un milieu humide, des analyses supplémentaires seront requises afin d'évaluer la nécessité d'ajouter un système de drainage permanent sous la géomembrane de certains bassins, en particulier les bassins C, F, PAR1 et PAR2. Un tel système pourrait être requis afin de permettre la gestion adéquate d'éventuelles poussées hydrostatiques pendant l'opération du bassin.

ANNEXE

A

PLANS





NOTES GÉNÉRALES

À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURES SONT EN MÈTRES.

SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE UTILISÉ : UTMnad83 zone18

FICHIERS SOURCES:

- COURBES TOPOGRAPHIQUES, REPRÉSENTATION AU MÈTRE, DU RELEVÉ LIDAR EN DATE DU 01-04-2022
- RELEVÉ DE LA HALDE À STÉRILES EXISTANTES EN DATE DU 02-09-2022
- INFRASTRUCTURES EXISTANTES EN DATE DU 04-10-2020, PLAN DE SURFACE dwg, TRANSMIS PAR LE CLIENT; MISE À JOUR REÇUE EN DATE D'AOUT 2022.

«CES DOCUMENTS NE DOIVENT PAS ÊTRE UTILISÉS À DES FINS DE CONSTRUCTION»

ZB	2023-03-24	FINAL	G.G.	K.B.	F.C.
ZA	2023-03-23	POUR COMMENTAIRES	G.G.	K.B.	F.C.
RÉV	DATE	DESCRIPTION	DES	VÉR	APP

SCEAU & SIGNATURE

wsp

1075, 3^e AVENUE E
VAL-D'OR (QUÉBEC) CANADA J9P 6M1
PROJET : 201-11330-08 TEL : 1-819-825-4711 | WWW.WSP.COM

OSISKO
MINIÈRE OSISKO

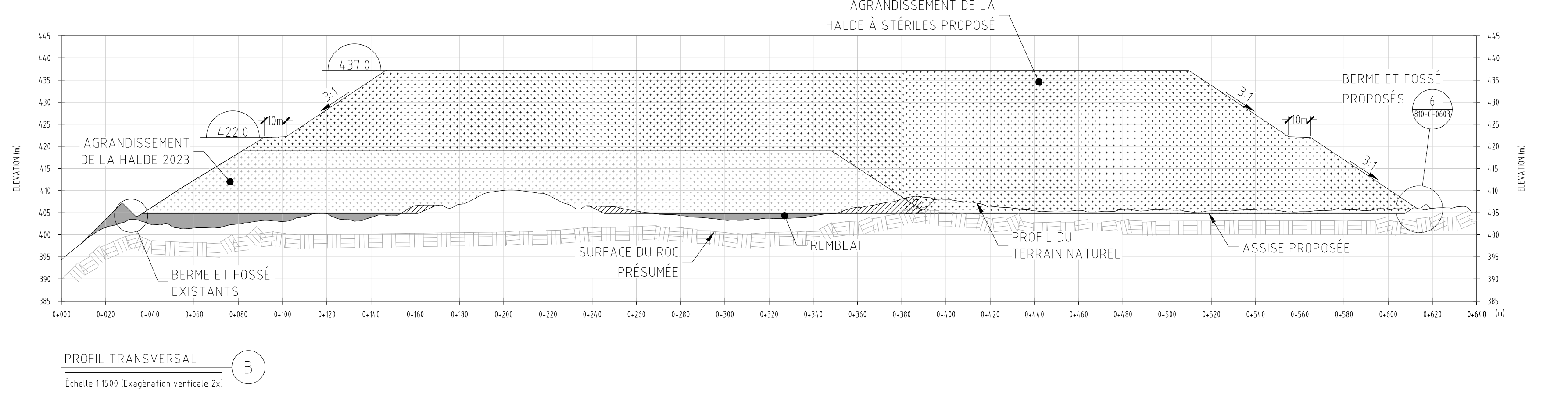
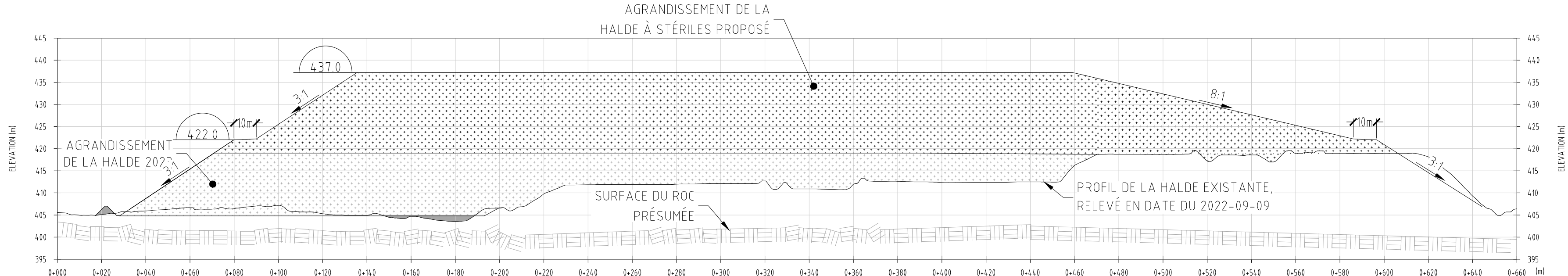
CONÇU :	Stéphane Tremblay, CPI	2023-03-24
DESSINÉ :	Gail Godmaire, tech.	2023-03-24
VÉRIFIÉ :	Kristina Bondy, ing., M.ing.	2023-03-24
APPROUVÉ :	Frederic Choquet, ing. MScA, PMP	2023-03-24
CLIENT :	Kim-Quyen Nguyen, ing. MBA	2023-03-24
ÉCHELLE :	Indiquée	DATE

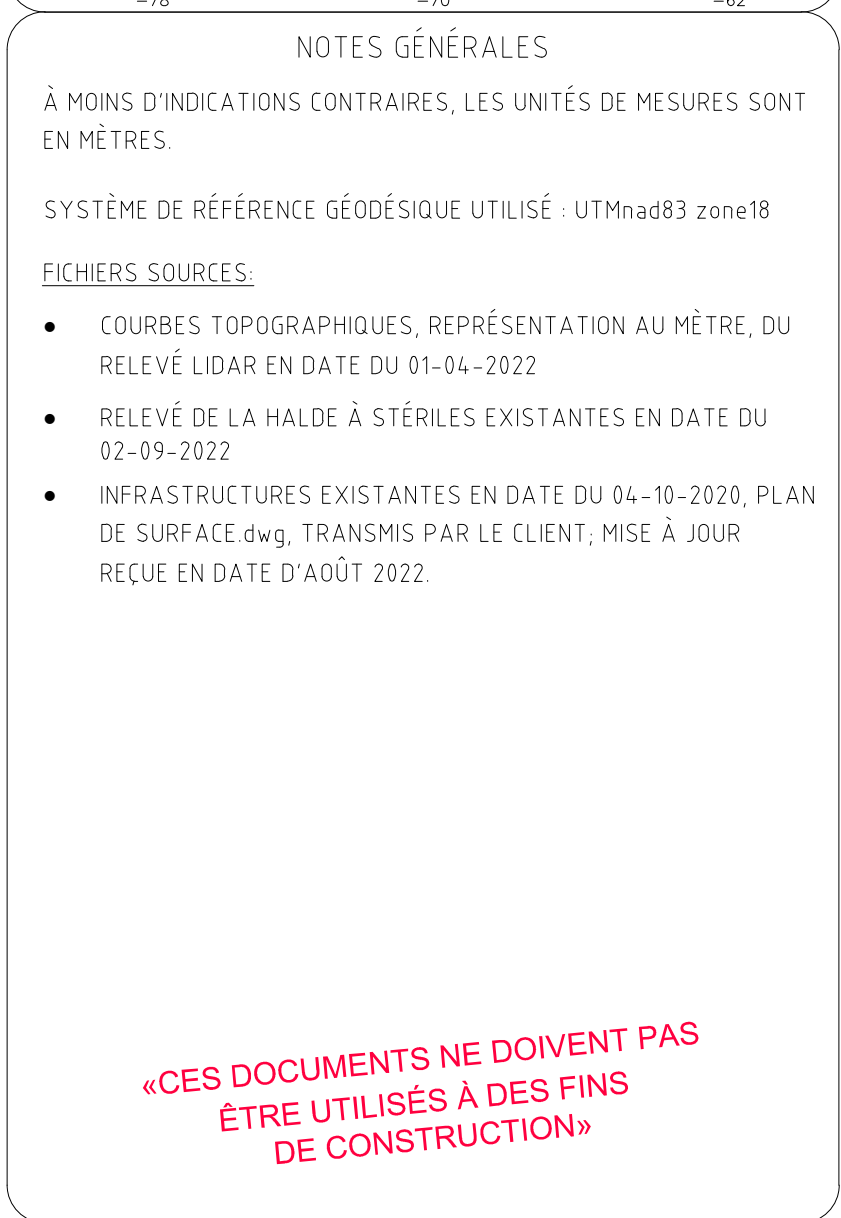
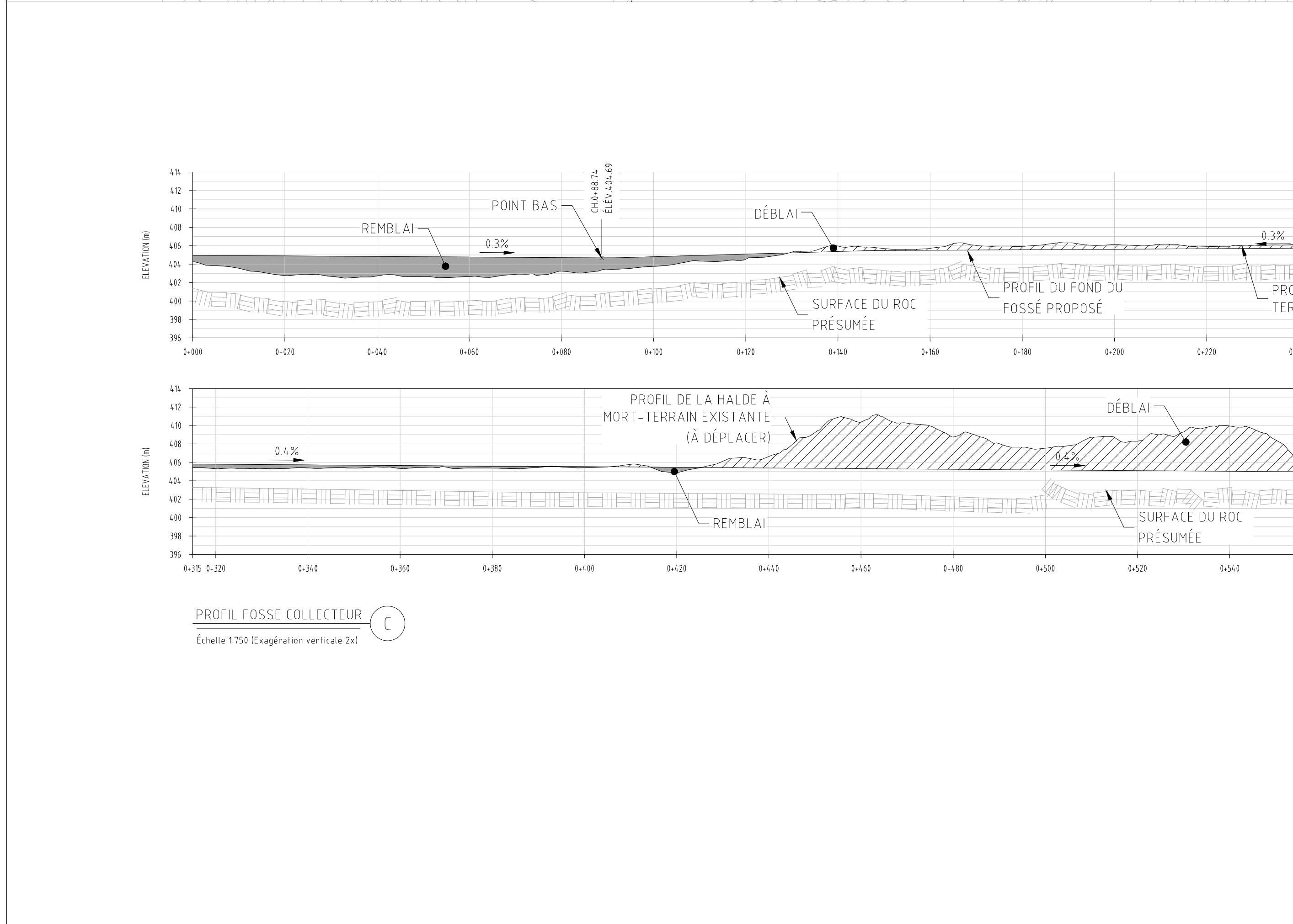
PROJET : ÉTUDE DE FAISABILITÉ

SOUS-PROJET : CONCEPTION DES HALDES ET DES INFRASTRUCTURES DE GESTION DES EAUX

TITRE : VUE EN PLAN, PROFILS LONGITUDINAL ET TRANSVERSAL HALDE À STÉRILES PROPOSÉE

NUMÉRO DE DESSIN
810-C-0601-ZB
SECTEUR - DISCIPLINE - NO. SÉQUENTIEL - RÉVISION

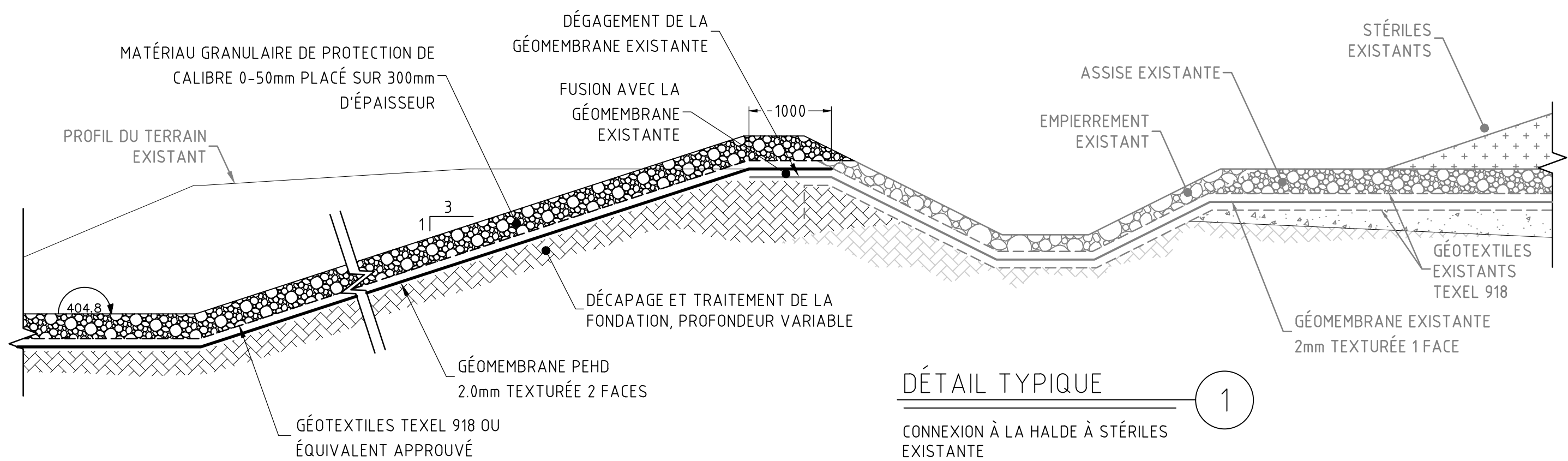




SCEAU & SIGNATURE

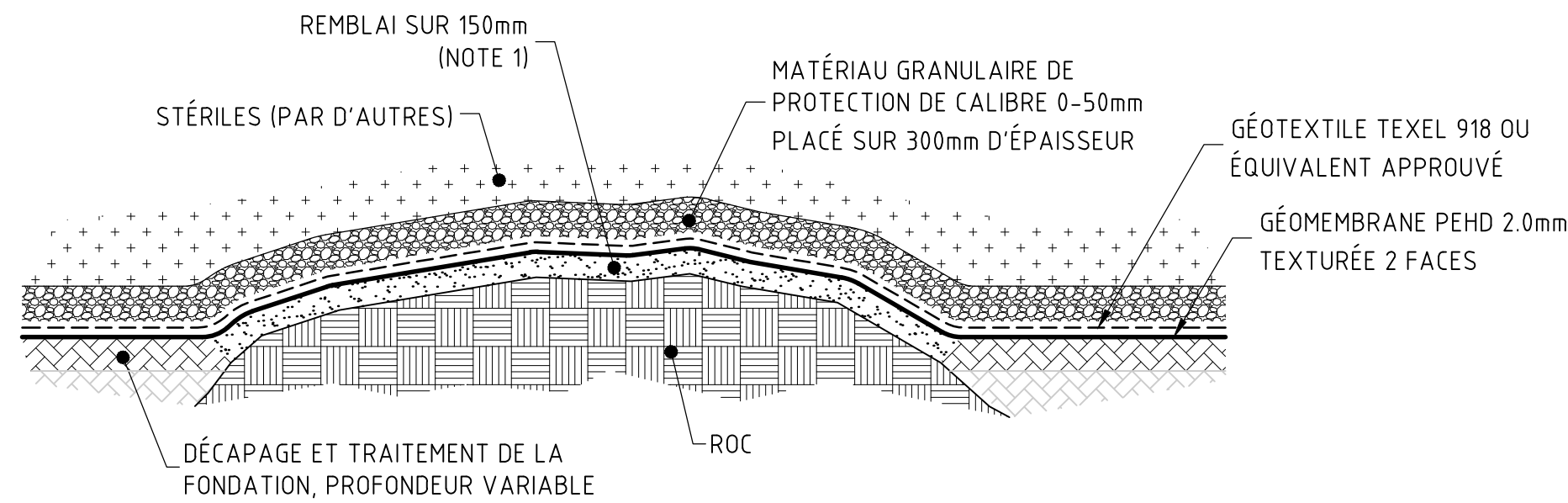
TITRE :
VUE EN PLAN ET PROFILS
DU FOSSÉ COLLECTEUR
DE LA HALDE À STÉRILES

NUMÉRO DE DESSIN
810-C-0602-ZB
SECTEUR - DISCIPLINE - NO. SÉQUENTIEL - RÉVISION



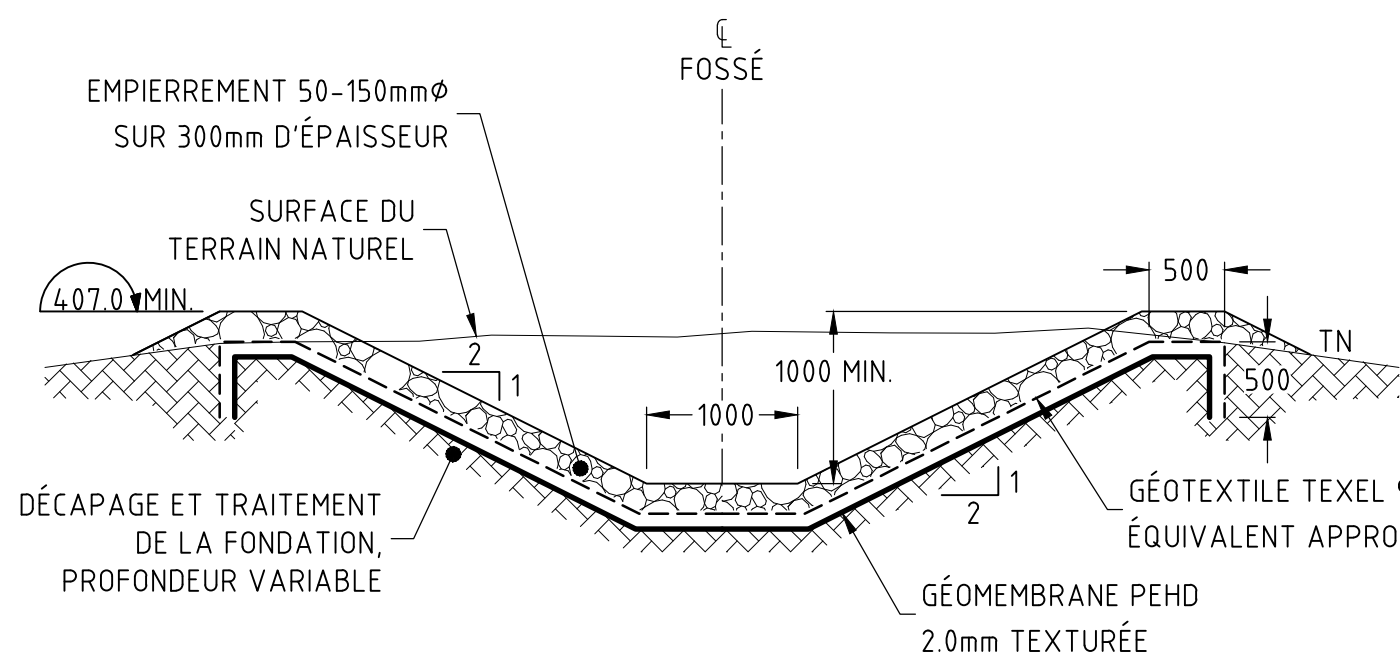
DÉTAIL TYPIQUE

CONNEXION À LA HALDE À STÉRILES EXISTANTE



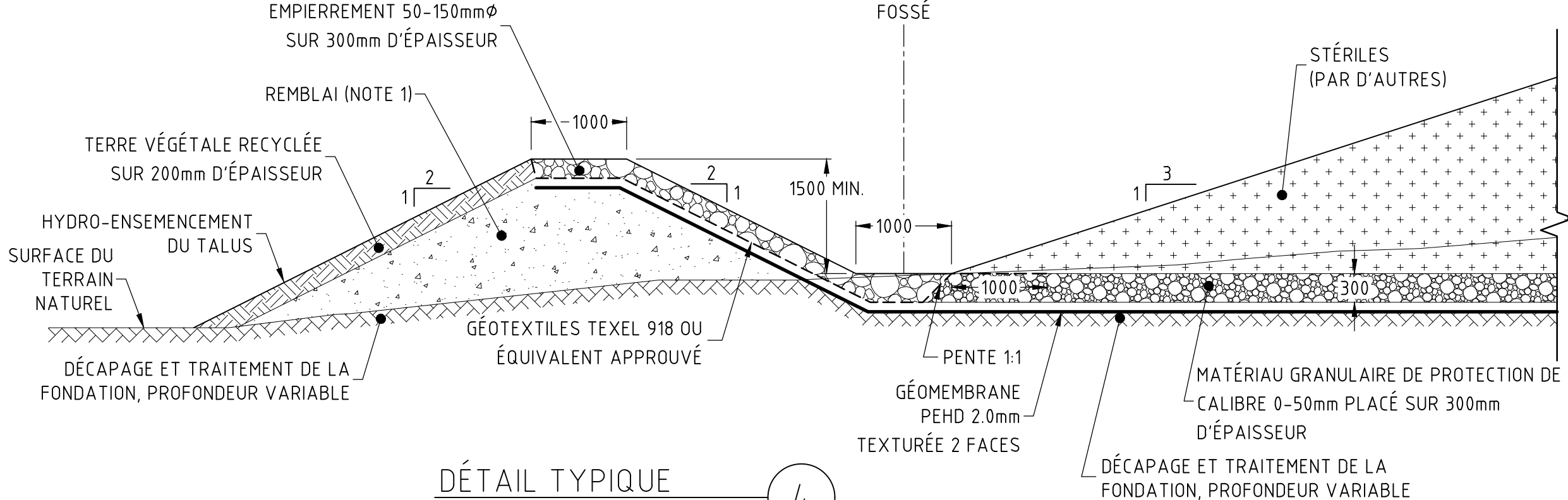
DÉTAIL TYPIQUE

AFFLEUREMENT ROCHEUX
Échelle : Aucune



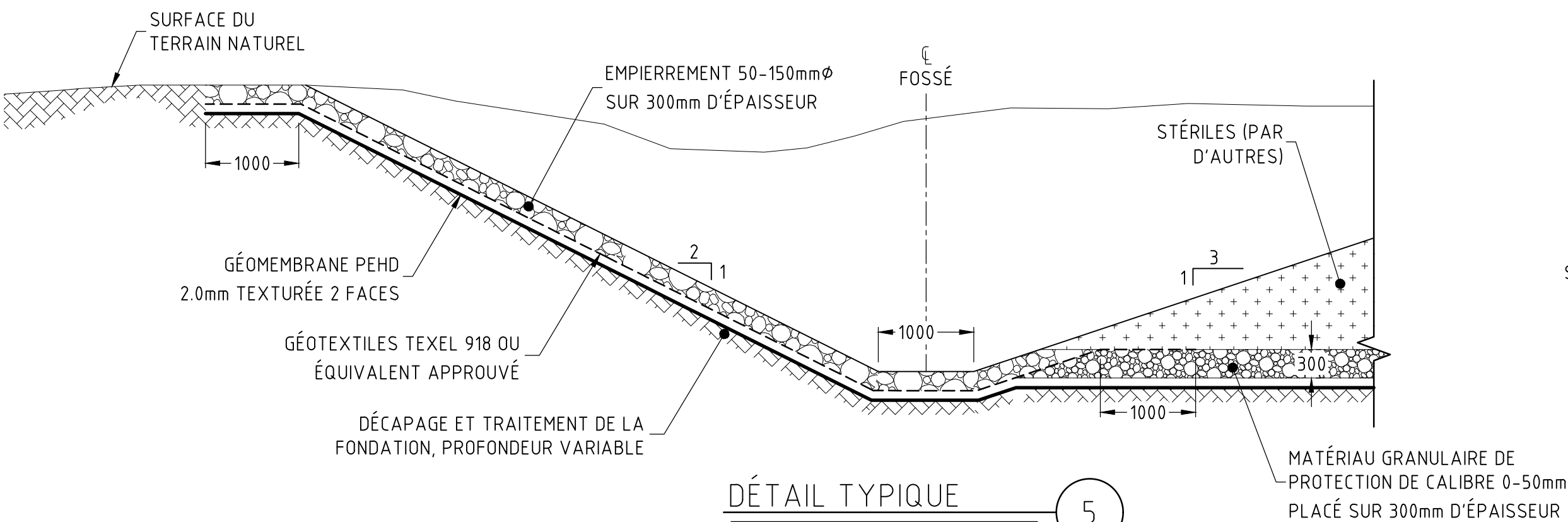
DÉTAIL TYPIQUE

FOSSÉ COLLECTEUR IMPERMÉABILISÉ,
CONSTRUIT EN EXCAVATION
Échelle : Aucune



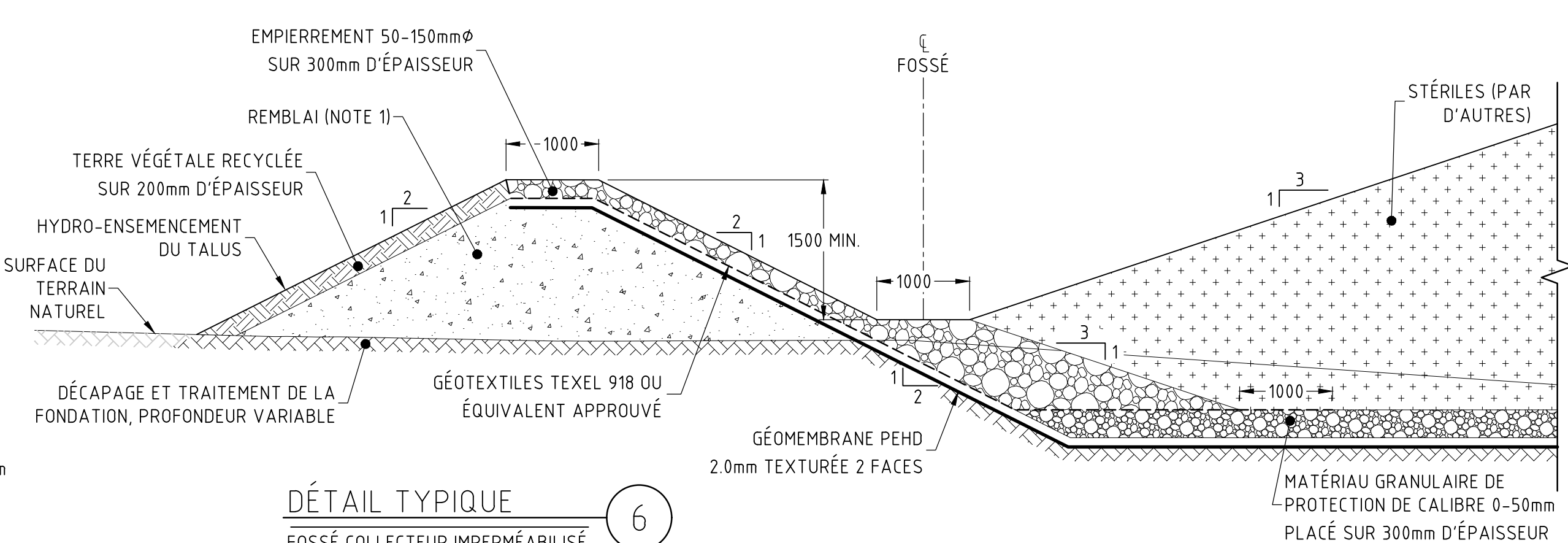
DÉTAIL TYPIQUE

FOSSÉ COLLECTEUR IMPERMÉABILISÉ
ÉGAL À L'ASSISE
Échelle : Aucune



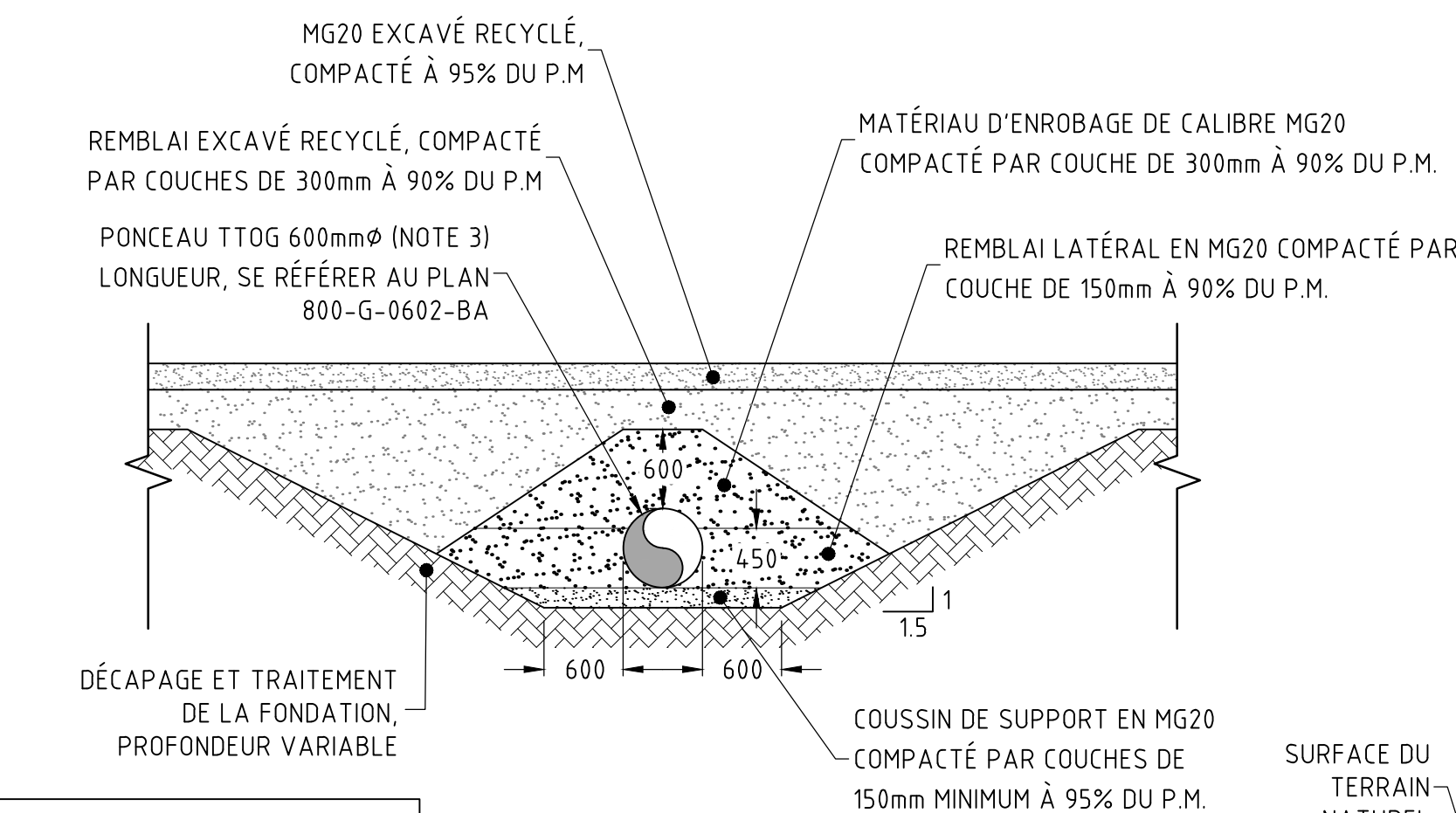
DÉTAIL TYPIQUE

FOSSÉ COLLECTEUR IMPERMÉABILISÉ
EN EXCAVATION
Échelle : Aucune



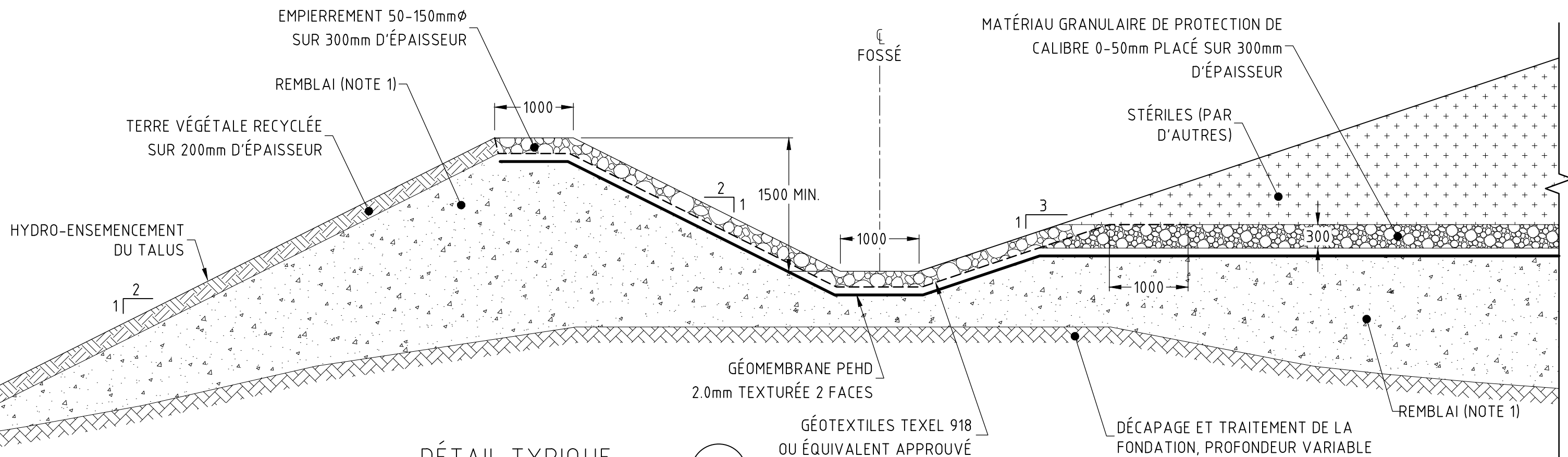
DÉTAIL TYPIQUE

FOSSÉ COLLECTEUR IMPERMÉABILISÉ
SUPÉRIEUR À L'ASSISE DE LA HALDE
Échelle : Aucune



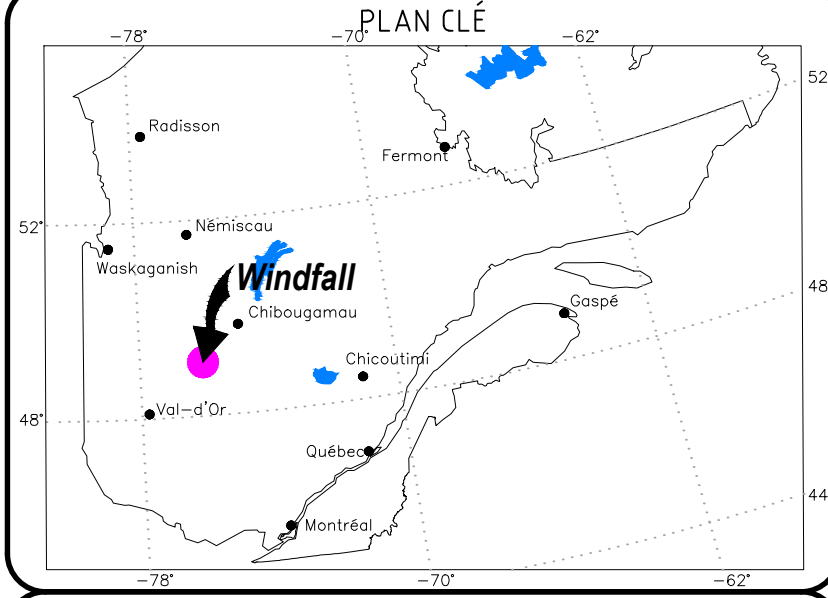
DÉTAIL TYPIQUE

INSTALLATION D'UN PONCEAU
DANS UN CHEMIN EXISTANT
PASSAGE DE CONDUITES DE POMPAGE
Échelle : Aucune



DÉTAIL TYPIQUE

FOSSÉ COLLECTEUR IMPERMÉABILISÉ
INFÉRIEUR À L'ASSISE DE LA HALDE
Échelle : Aucune



À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURES SONT EN MILLIMÈTRES.

NOTE 1 :
REMBLAI : MATÉRIAU GRANULAIRE COMPACTABLE NON GÉNÉRATEUR D'ACIDE, EXEMPT DE MATIÈRE ORGANIQUE ET DE PARTICULES SUPÉRIEURES À 200mm DE DIAMÈTRE MIS EN PLACE PAR COUCHE SUCCESSIVE DE 300mm D'ÉPAISSEUR ET COMPACTÉ À 95 % DU P.M. LE DERNIER 150mm ADJACENT AUX GÉOSYNTHÉTIQUES DOIT ÊTRE EXEMPT DE PARTICULES SUPÉRIEURES À 20mm DE DIAMÈTRE.

NOTE 2 :
LE NIVELLEMENT DE LA BASE DE L'ASSISE DE LA HALDE À STÉRILES DOIT ÊTRE FAIT DE FAÇON À REJOINDRE LE NIVEAU DE LA MEMBRANE DE LA HALDE EXISTANTE ET CE, EN SUIVANT UNE PENTE MAXIMALE DE 3H-1V DE FAÇON À FACILITER LE RACCORDEMENT DES DEUX MEMBRANES.

NOTE 3 : PONCEAUX EN TUYAU DE TÔLE ONDULÉE. ÉPAISSEUR DE 1,6mm. ONDULATION DE 68x13mm.

«CES DOCUMENTS NE DOIVENT PAS ÊTRE UTILISÉS À DES FINS DE CONSTRUCTION»

REV	DATE	DESCRIPTION	DES.	VÉR.	APP.
ZB	2023-03-24	FINAL	G.G.	K.B.	F.C.
ZA	2023-03-23	POUR COMMENTAIRES	G.G.	K.B.	F.C.

SCEAU & SIGNATURE

wsp

1075, 3^e AVENUE E
VAL-D'OR (QUÉBEC) CANADA J9P 6M1
PROJET : 201-11330-08 TEL : 1-819-825-4711 | WWW.WSP.COM

OSISKO
MINIÈRE OSISKO

CONÇU :	Stéphane Tremblay, CPI.	2023-03-24
DESSINÉ :	Gail Godmaire, tech.	2023-03-24
VÉRIFIÉ :	Kristina Bondy, ing., Ming.	2023-03-24
APPROUVÉ :	Frederic Choquet, ing. MScA, PMP	2023-03-24
CLIENT :	Kim-Quyen Nguyen, ing. MBA	2023-03-24
ÉCHELLE :	Indiquée	DATE

ÉTUDE DE FAISABILITÉ

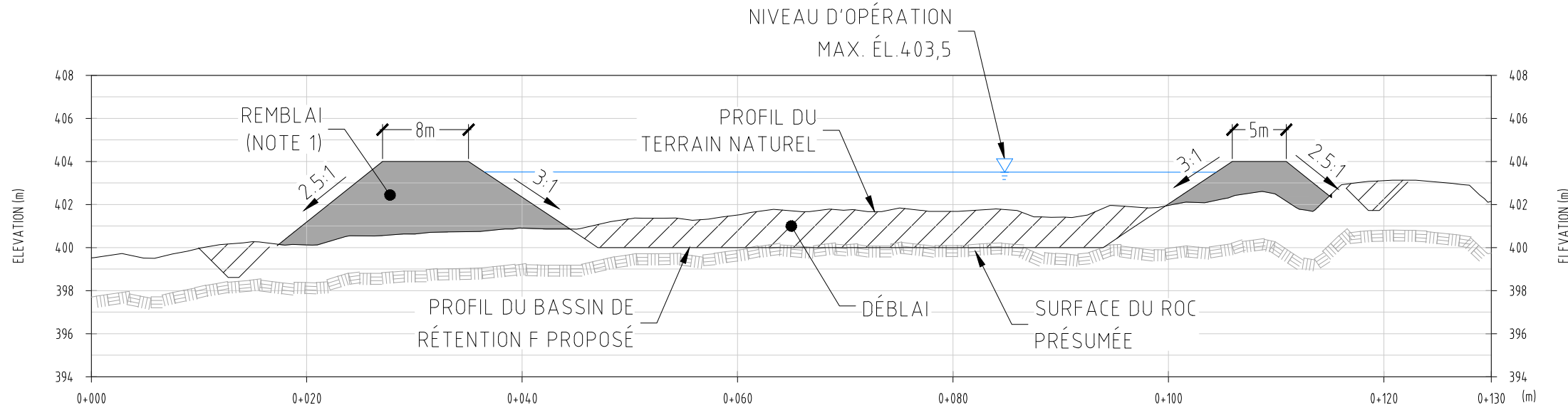
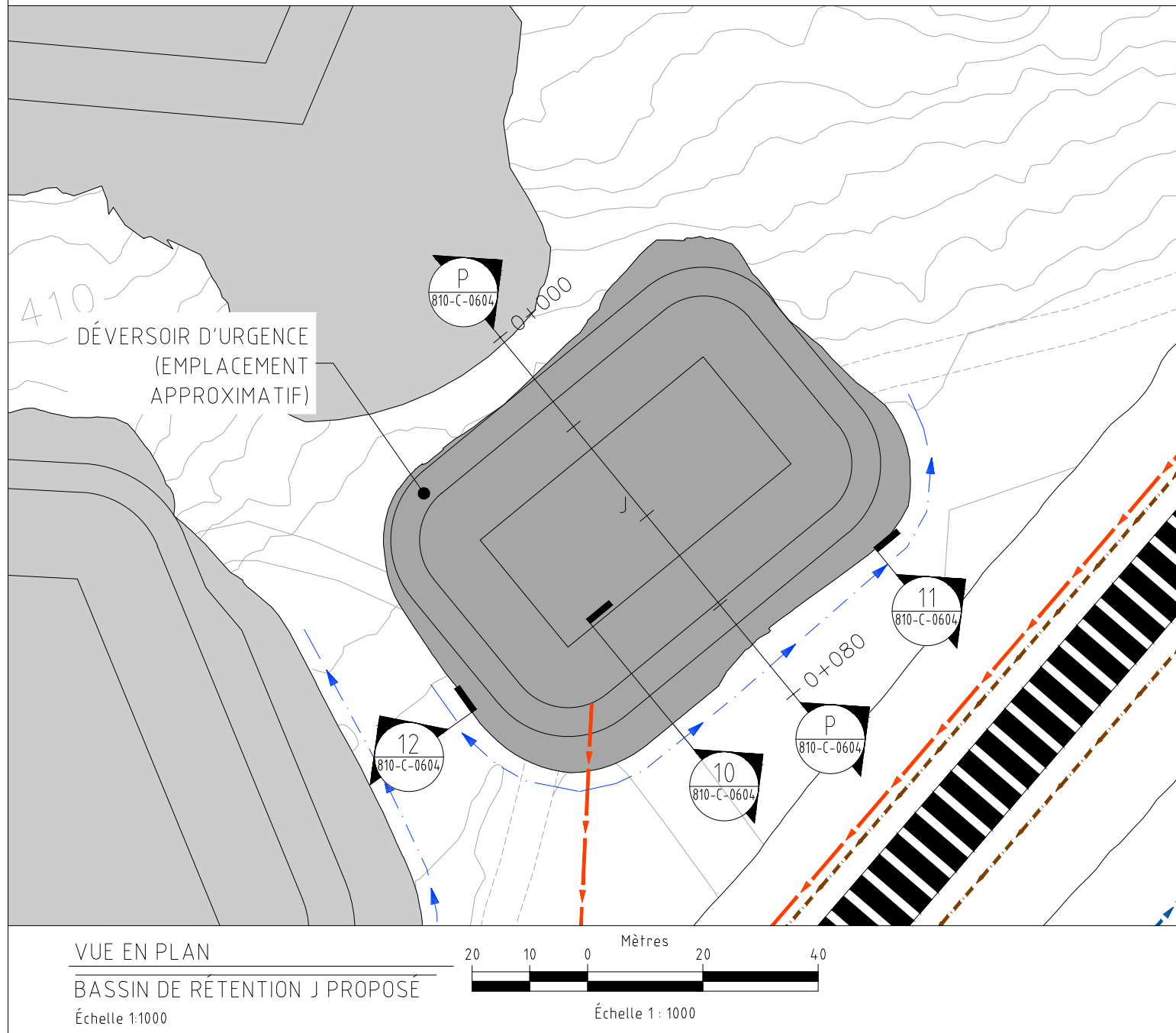
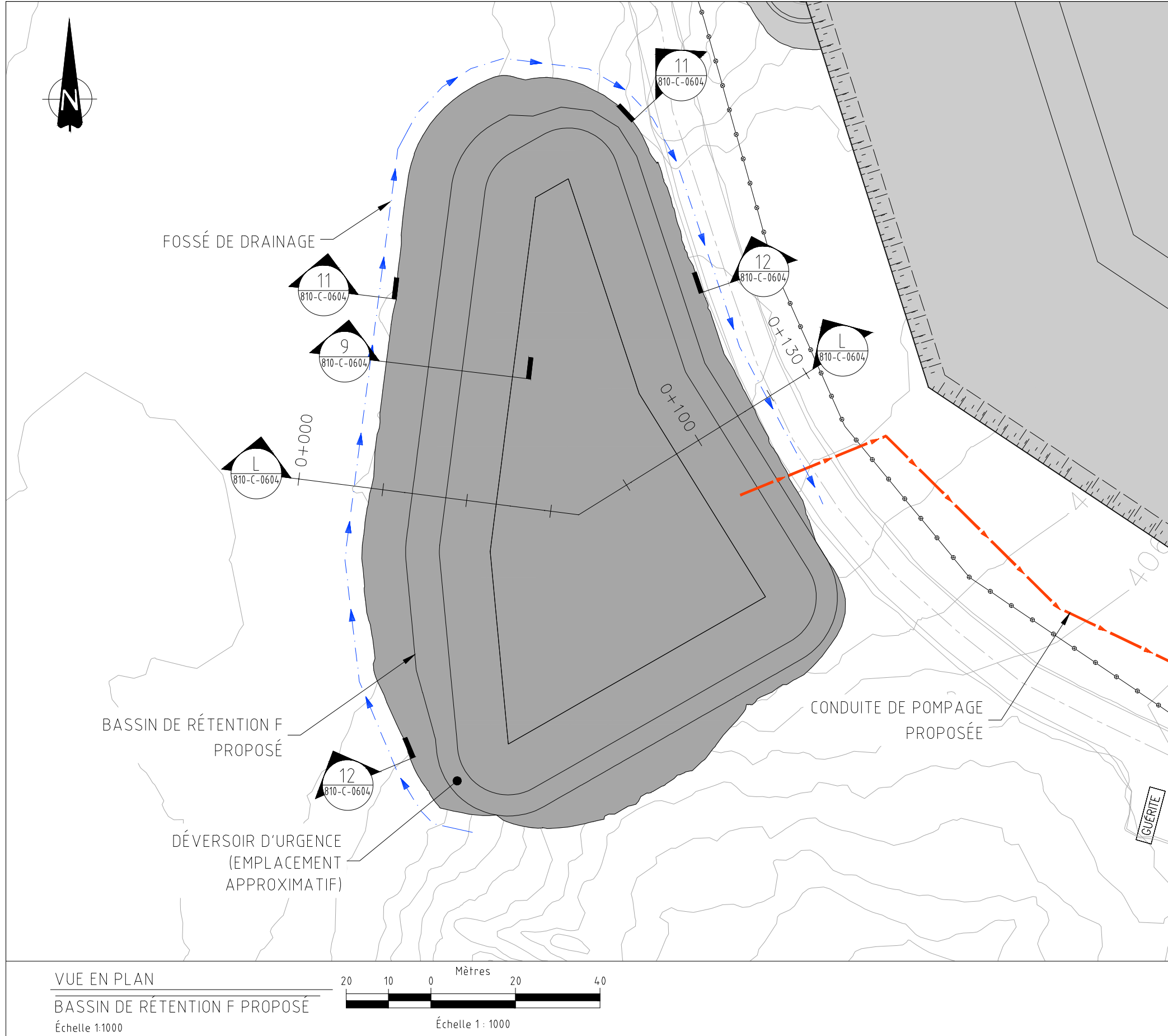
SOUS-PROJET :
CONCEPTION DES HALDES ET
DES INFRASTRUCTURES DE GESTION DES EAUX

TITRE :

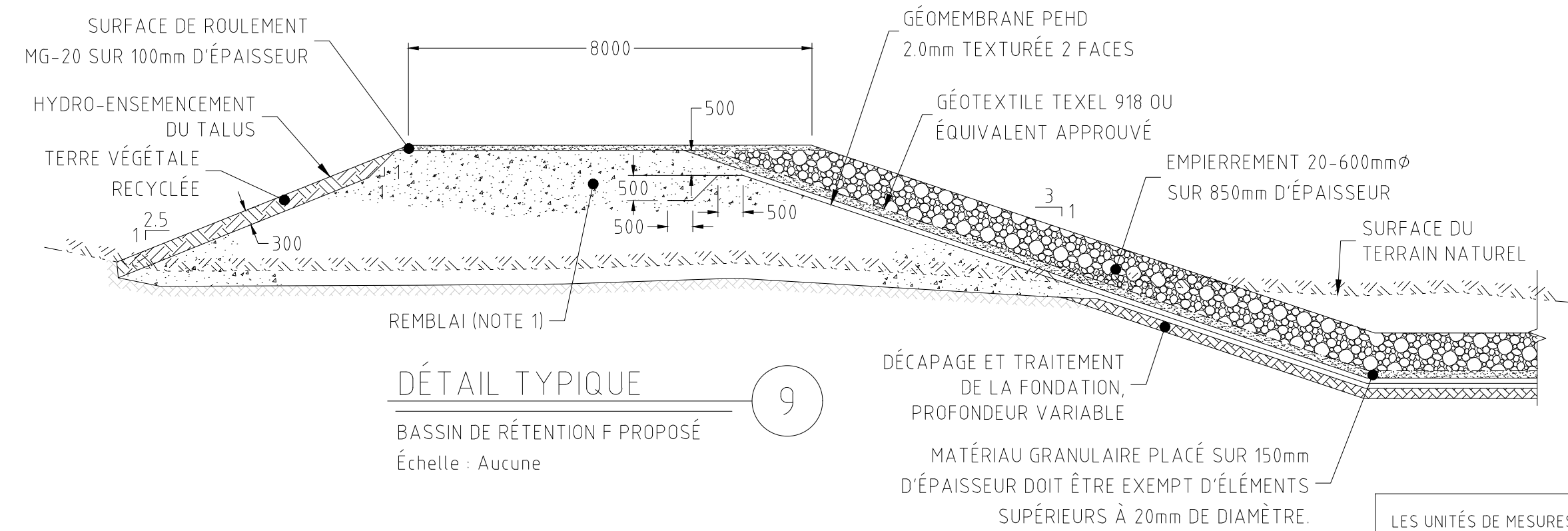
COUPES ET DÉTAILS TYPIQUES

NUMÉRO DE DESSIN
810-C-0603-ZB

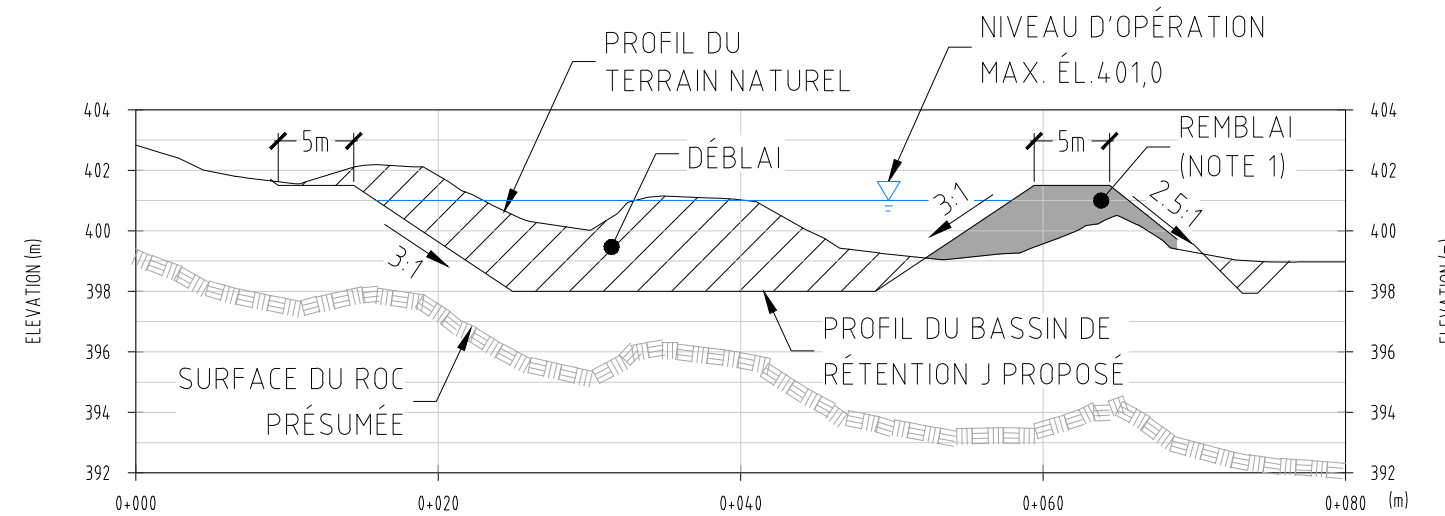
SECTEUR - DISCIPLINE - NO. SÉQUENTIEL - RÉVISION



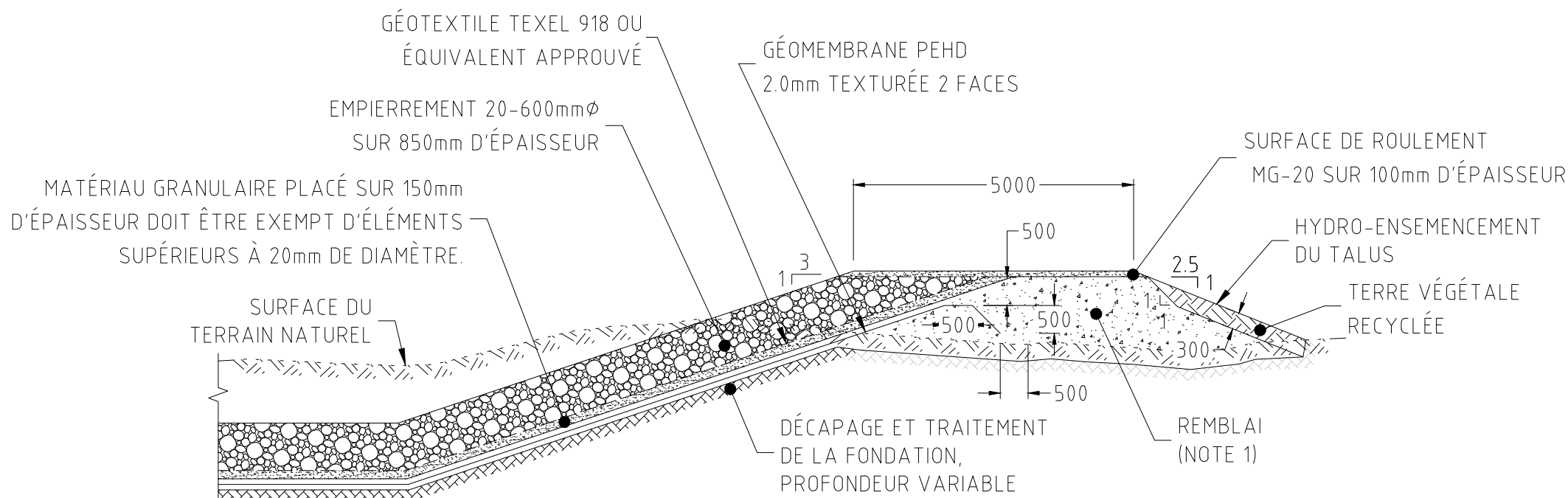
PROFIL LONGITUDINAL
BASSIN DE RÉTENTION F PROPOSÉ
Échelle H:1500 / V:1250



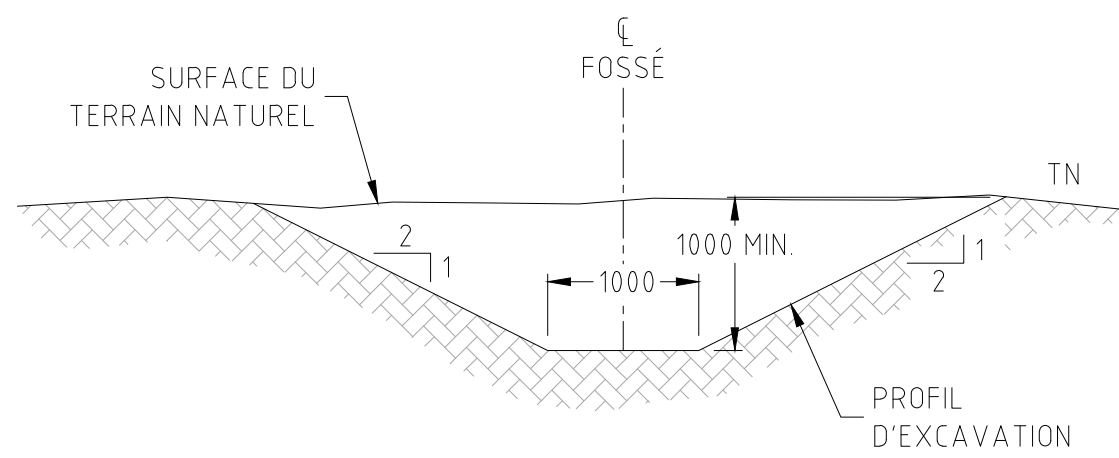
LES UNITÉS DE MESURES DES DÉTAILS SONT EN MILLIMÈTRES
POUR DES FINS DE REPRÉSENTATION CLAIRES DES DIFFÉRENTES COUCHES DES GÉOSYNTHÉTIQUES, LA PROPORTION VERTICALE DE CERTAINS DÉTAILS A ÉTÉ FORTEMENT EXAGÉRÉ.



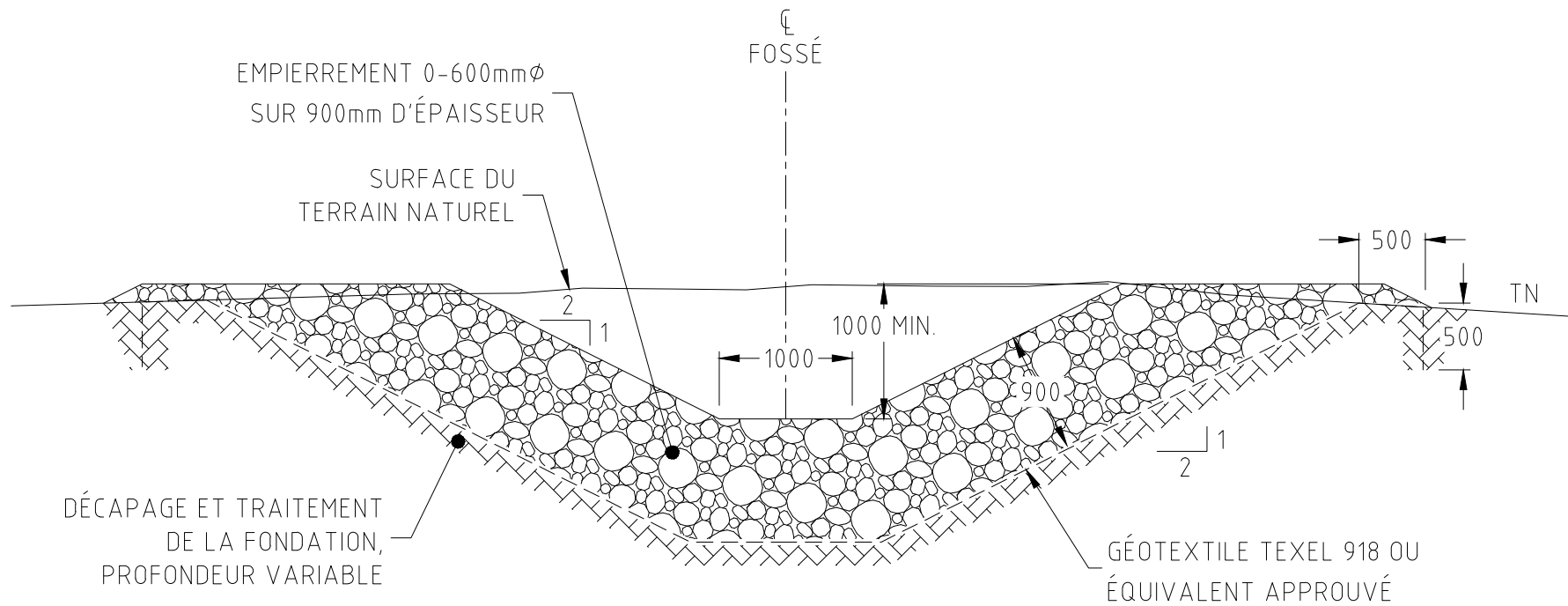
PROFIL LONGITUDINAL
BASSIN DE RÉTENTION J PROPOSÉ
Échelle H:1500 / V:1250



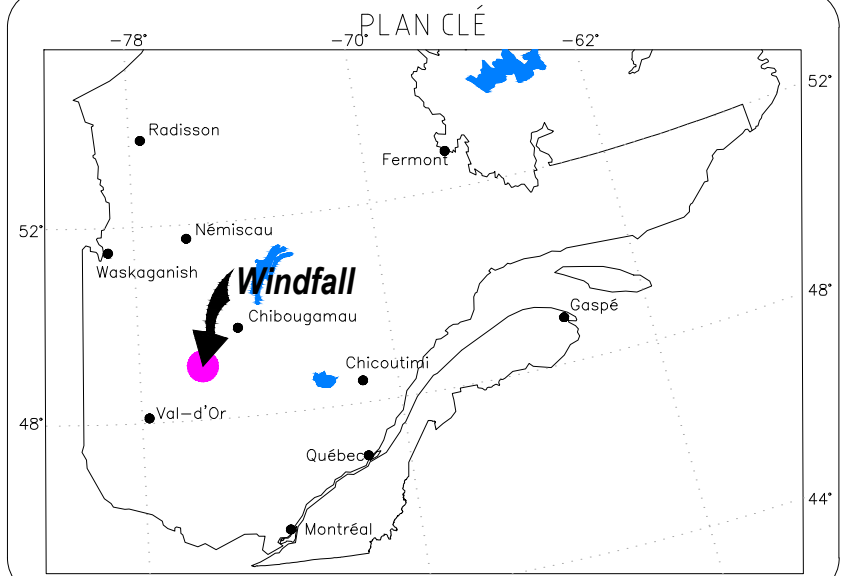
DÉTAIL TIPIQUE
BASSIN DE RÉTENTION J PROPOSÉ
Échelle : Aucune



DÉTAIL TIPIQUE
FOSSÉ DE DRAINAGE
POUR PENTE D'ÉCOULEMENT < 3%
Échelle : Aucune



DÉTAIL TIPIQUE
FOSSÉ DE DRAINAGE
POUR PENTE D'ÉCOULEMENT > 3%
Échelle : Aucune



NOTES GÉNÉRALES

À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURES SONT EN MÈTRES.

SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE UTILISÉ : UTMnad83 zone18

FICHIERS SOURCES

- COURBES TOPOGRAPHIQUES, REPRÉSENTATION AU MÈTRE, DU RELÈVÉ LIDAR EN DATE DU 01-04-2022
- RELÈVÉ DE LA HALDE À STÉRILES EXISTANTES EN DATE DU 02-09-2022
- INFRASTRUCTURES EXISTANTES EN DATE DU 04-10-2020, PLAN DE SURFACE dwg, TRANSMIS PAR LE CLIENT; MISE À JOUR REÇUE EN DATE D'AOUT 2022.

NOTE 1:

REMBLAI : MATÉRIAU GRANULAIRE COMPACTABLE NON GÉNÉRATEUR D'ACIDE, EXEMPT DE MATIÈRE ORGANIQUE ET DE PARTICULES SUPÉRIEURES À 200mm DE DIAMÈTRE MIS EN PLACE PAR COUCHE SUCCESSIVE DE 300mm D'ÉPAISSEUR ET COMPACTÉ À 95% DU P.M. LE DERNIER 150mm ADJACENT AUX GÉOSYNTHÉTIQUES DOIT ÊTRE EXEMPT DE PARTICULES SUPÉRIEURES À 20mm DE DIAMÈTRE.

«CES DOCUMENTS NE DOIVENT PAS ÊTRE UTILISÉS À DES FINS DE CONSTRUCTION»

RÉV	DATE	DESCRIPTION	DES	VÉR	APP
ZB	2023-03-24	FINAL	G.G.	K.B.	F.C.
ZA	2023-03-23	POUR COMMENTAIRES	G.G.	K.B.	F.C.

SCEAU & SIGNATURE

wsp

1075, 3e AVENUE E
VAL-D'OR (QUÉBEC) CANADA J9P 6M1
PROJET: 201-11330-08 TEL: 1-819-825-4711 | WWW.WSP.COM

OSISKO
MINIÈRE OSISKO

CONÇU :	Stéphane Tremblay, CPI	2023-03-24
DESSINÉ :	Gail Godmaire, tech.	2023-03-24
VÉRIFIÉ :	Kristina Bondy, ing., Ming	2023-03-24
APPROUVÉ :	Frederic Choquet, ing. MScA, PMP	2023-03-24
CLIENT :	Kim-Quên Nguyễn, ing. MBA	2023-03-24
ÉCHELLE :	Indiquée	DATE

ÉTUDE DE FAISABILITÉ

SOUS-PROJET :
CONCEPTION DES HALDES ET
DES INFRASTRUCTURES DE GESTION DES EAUX

TITRE :
VUE EN PLAN, PROFILS ET DÉTAILS
TIPIQUES DES BASSINS
DE RÉTENSION F ET J PROPOSÉS

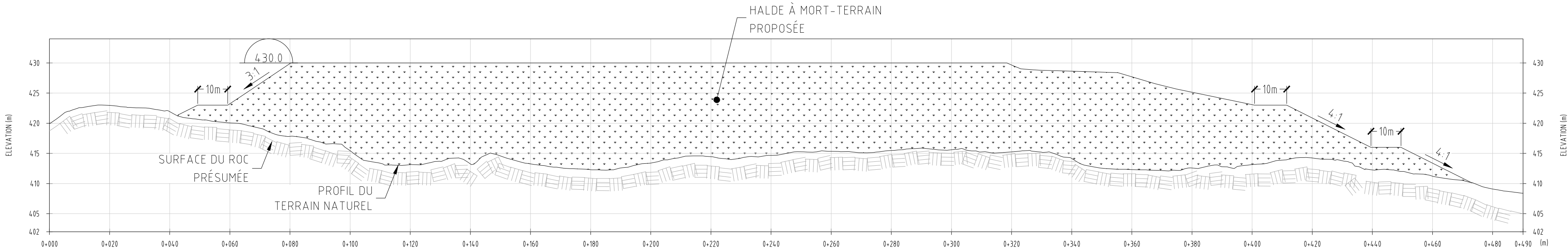
NUMÉRO DE DESSIN

810-C-0604-ZB

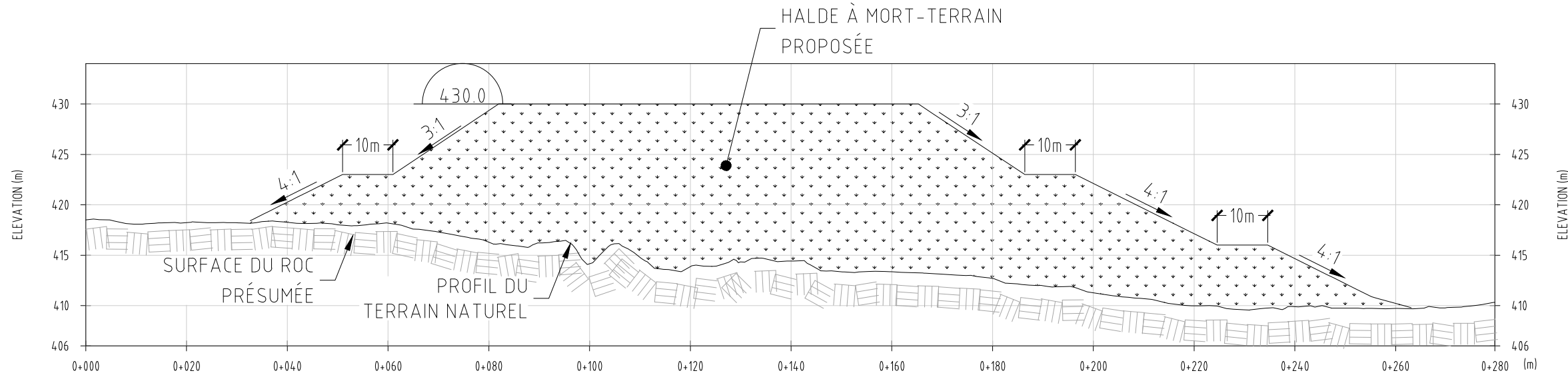
SECTEUR - DISCIPLINE - NO. SÉQUENTIEL - RÉVISION



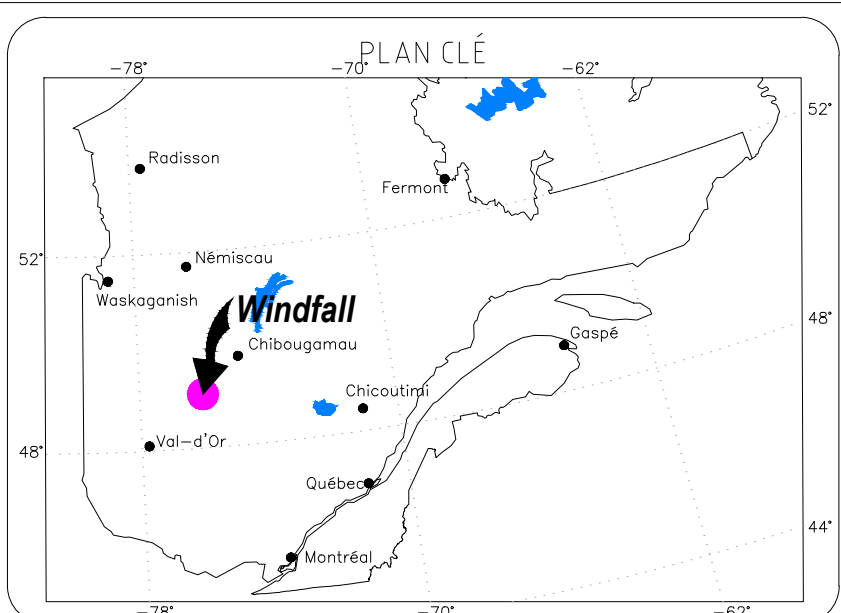
VUE EN PLAN
Échelle: 1:1500



PROFIL LONGITUDINAL
Échelle 1:1000 (Exagération verticale 2x)



PROFIL TRANSVERSAL
Échelle 1:750 (Exagération verticale 2x)



NOTES GÉNÉRALES

À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURES SONT EN MÈTRES.

SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE UTILISÉ : UTMnad83 zone18

FICHIERS SOURCES:

- COURBES TOPOGRAPHIQUES, REPRÉSENTATION AU MÈTRE, DU RELEVÉ LIDAR EN DATE DU 01-04-2022
- RELEVÉ DE LA HALDE À STÉRILES EXISTANTES EN DATE DU 02-09-2022
- INFRASTRUCTURES EXISTANTES EN DATE DU 04-10-2020, PLAN DE SURFACE dwg, TRANSMIS PAR LE CLIENT; MISE À JOUR REÇUE EN DATE D'AOUT 2022.

«CES DOCUMENTS NE DOIVENT PAS ÊTRE UTILISÉS À DES FINS DE CONSTRUCTION»

ZB	2023-03-24	FINAL	G.G.	K.B.	F.C.
ZA	2023-03-23	POUR COMMENTAIRES	G.G.	K.B.	F.C.
RÉV	DATE	DESCRIPTION	DES	VÉR	APP

SCEAU & SIGNATURE

wsp

1075, 3e AVENUE E
VAL-D'OR (QUÉBEC) CANADA J9P 6M1
PROJET: 201-11330-08 TEL: 1-819-825-4711 | WWW.WSP.COM



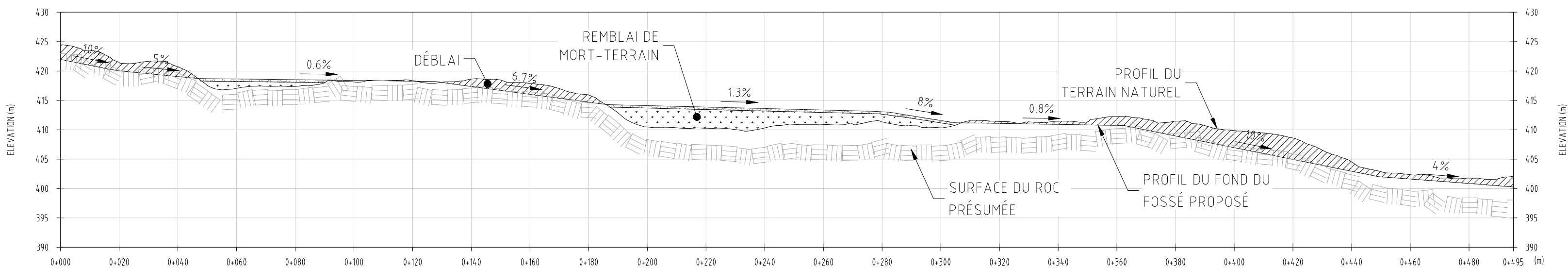
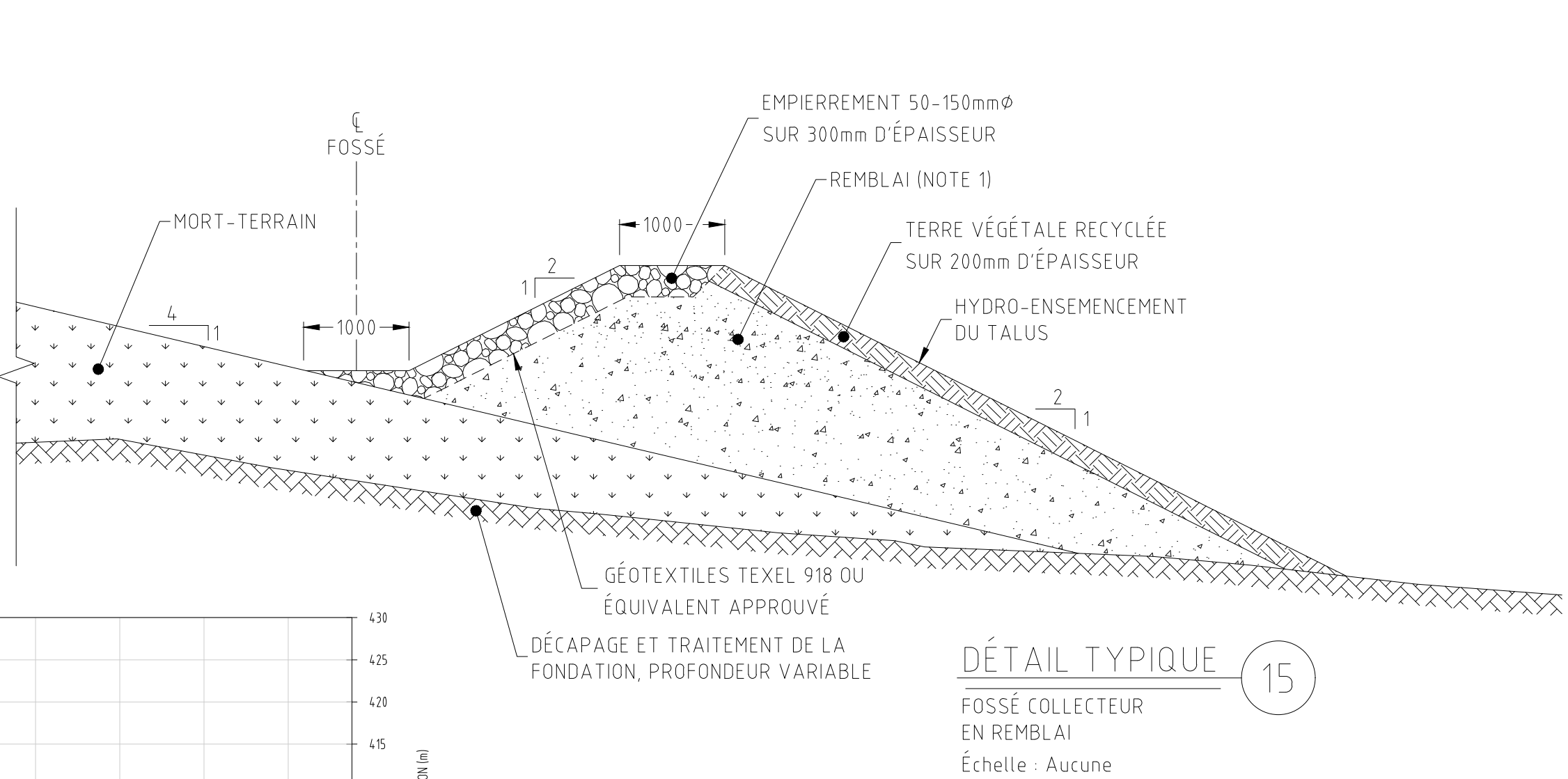
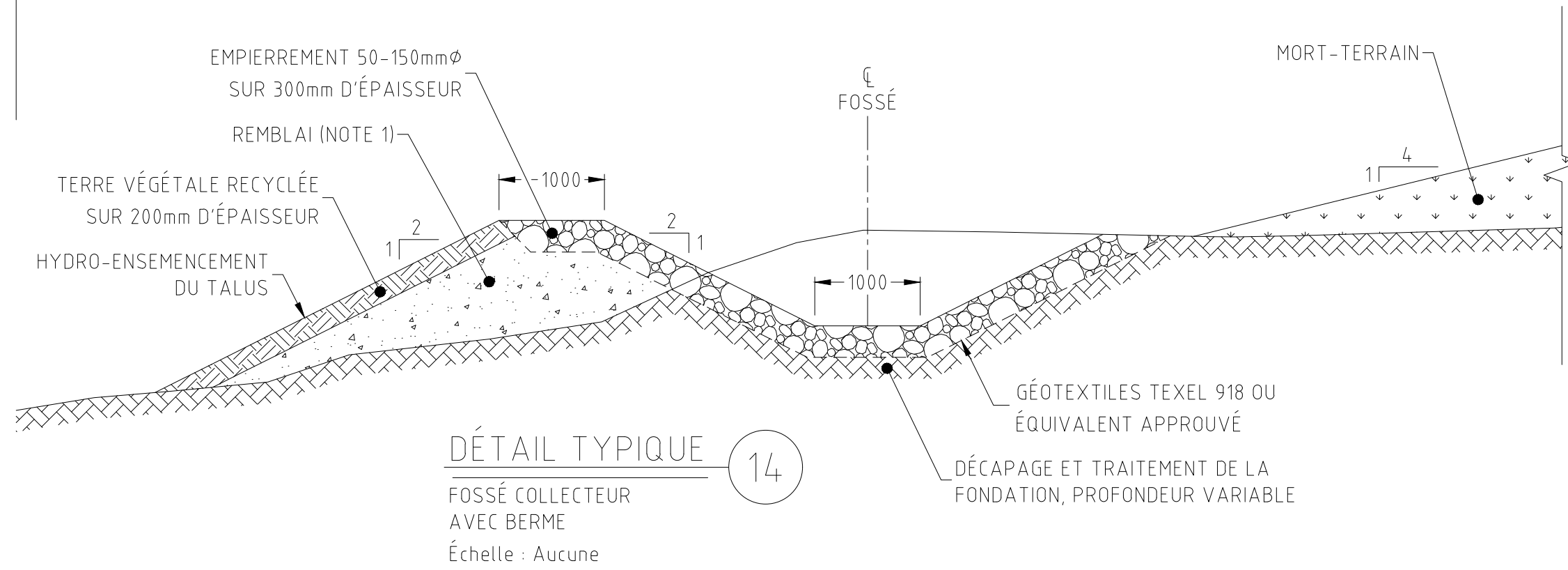
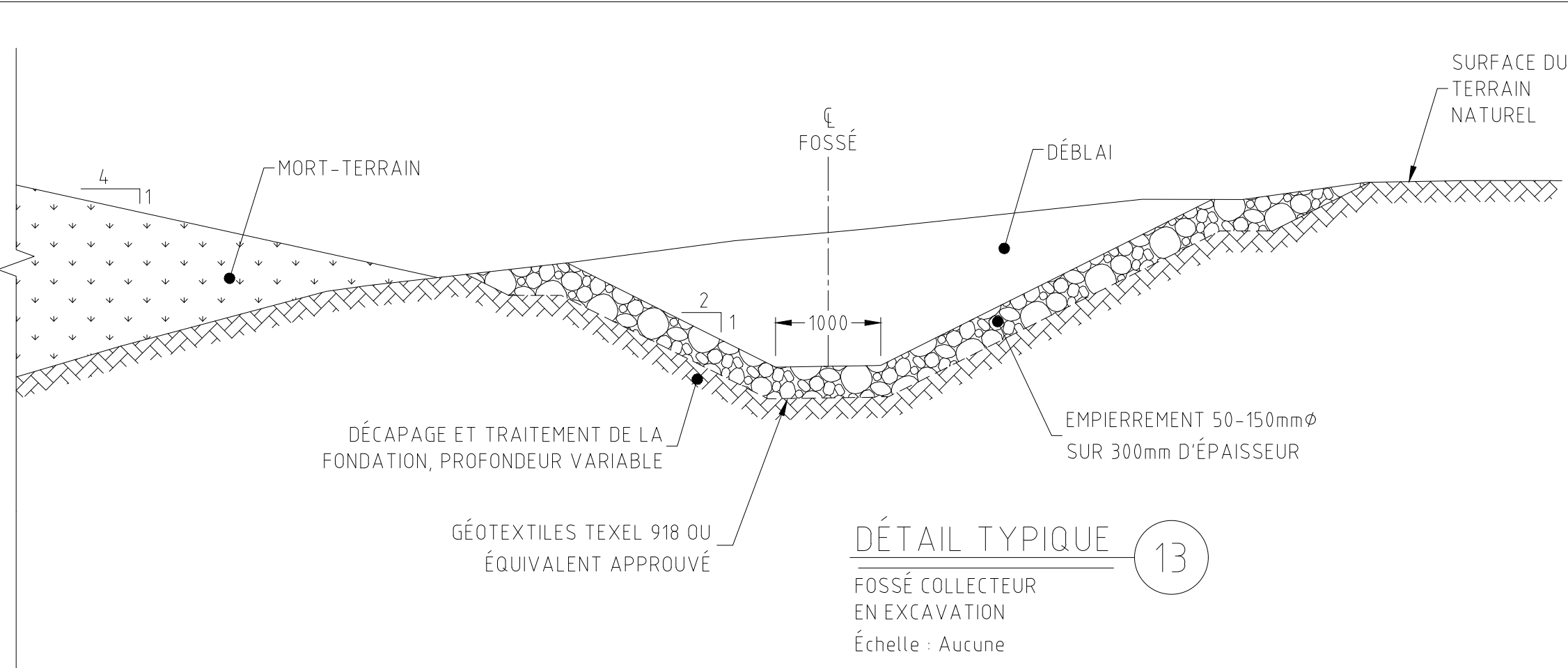
CONÇU :	Stéphane Tremblay, CPI	2023-03-24
DESSINÉ :	Gail Godmaire, tech.	2023-03-24
VÉRIFIÉ :	Kristina Bondy, ing., Ming	2023-03-24
APPROUVÉ :	Frederic Choquet, ing. MScA, PMP	2023-03-24
CLIENT :	Kim-Quyen Nguyen, ing. MBA	2023-03-24
ÉCHELLE :	Indiquée	DATE

PROJET : ÉTUDE DE FAISABILITÉ

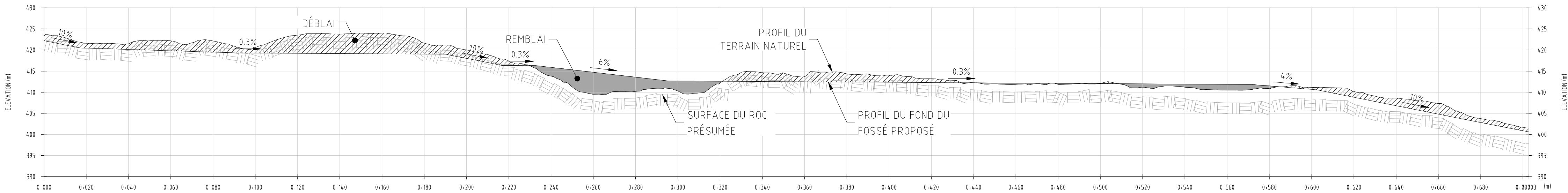
SOUS-PROJET : CONCEPTION DES HALDES ET DES INFRASTRUCTURES DE GESTION DES EAUX

TITRE : VUE EN PLAN, PROFILS LONGITUDINAL ET TRANSVERSAL HALDE À MORT-TERRAIN PROPOSÉE

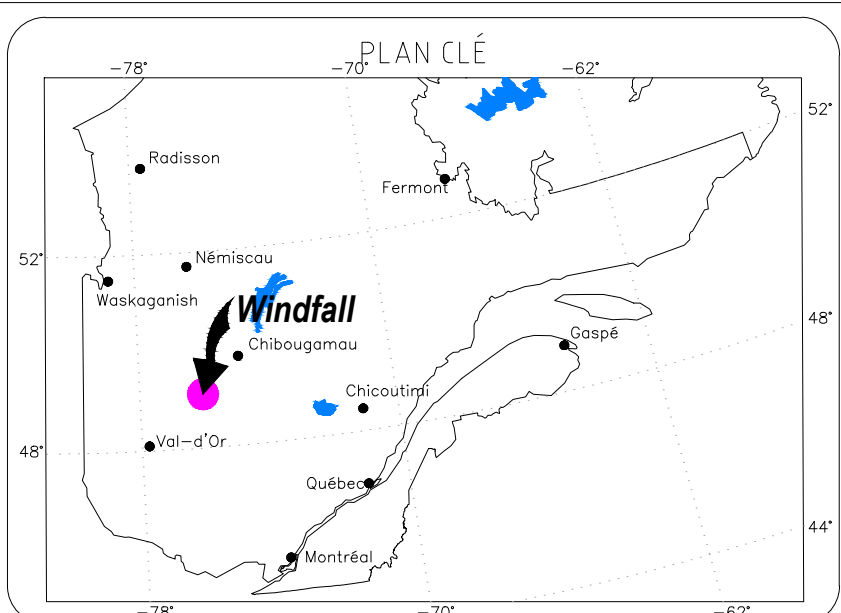
NUMÉRO DE DESSIN
810-C-0605-ZB
SECTEUR - DISCIPLINE - NO. SÉQUENTIEL - RÉVISION



PROFIL TRANSVERSAL F1
Échelle 1:250 (Exagération verticale 2x)



PROFIL TRANSVERSAL F2
Échelle 1:250 (Exagération verticale 2x)



NOTES GÉNÉRALES

À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURES SONT EN MÈTRES.

SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE UTILISÉ : UTMnad83 zone18

FICHIERS SOURCES :

- COURBES TOPOGRAPHIQUES, REPRÉSENTATION AU MÈTRE, DU RELÈVÉ LIDAR EN DATE DU 01-04-2022
- RELÈVÉ DE LA HALDE À STÉRILES EXISTANTES EN DATE DU 02-09-2022
- INFRASTRUCTURES EXISTANTES EN DATE DU 04-10-2020, PLAN DE SURFACE dwg, TRANSMIS PAR LE CLIENT; MISE À JOUR REÇUE EN DATE D'AOUT 2022.

NOTE 1 :
REMBLAI : MATÉRIAU GRANULAIRE COMPACTABLE NON GÉNÉRATEUR D'ACIDE, EXEMPT DE MATIÈRE ORGANIQUE ET DE PARTICULES SUPÉRIEURES À 200mm DE DIAMÈTRE MIS EN PLACE PAR COUCHE SUCCESSIVE DE 300mm D'ÉPAISSEUR ET COMPACTÉ À 95 % DU P.M LE DERNIER 150mm ADJACENT AUX GÉOSYNTHÉTIQUES DOIT ÊTRE EXEMPT DE PARTICULES SUPÉRIEURES À 20mm DE DIAMÈTRE.

«CES DOCUMENTS NE DOIVENT PAS ÊTRE UTILISÉS À DES FINS DE CONSTRUCTION»

ZB	2023-03-24	FINAL	G.G.	K.B.	F.C.
ZA	2023-03-23	POUR COMMENTAIRES	G.G.	K.B.	F.C.
RÉV	DATE	DESCRIPTION	DES.	VÉR.	APP.

SCEAU & SIGNATURE

wsp

1075, 3^e AVENUE E
VAL-D'OR (QUÉBEC) CANADA J9P 6M1
PROJET : 201-11330-08 TEL : 1-819-825-4711 | WWW.WSP.COM

OSISKO
MINIÈRE OSISKO

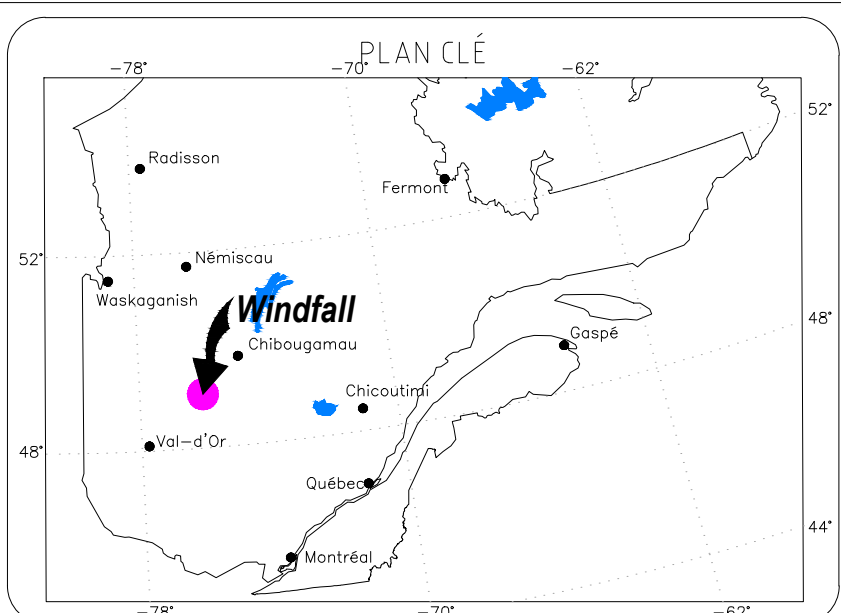
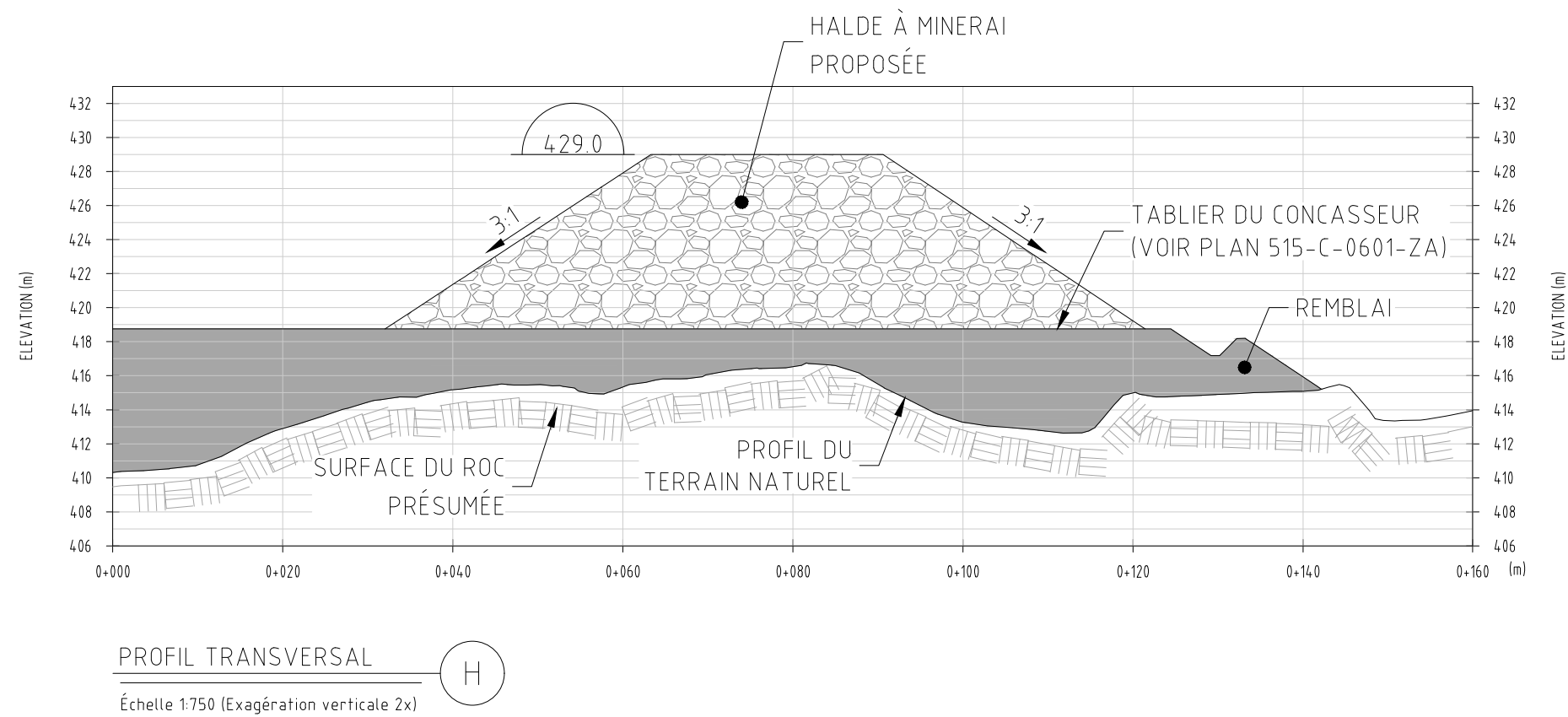
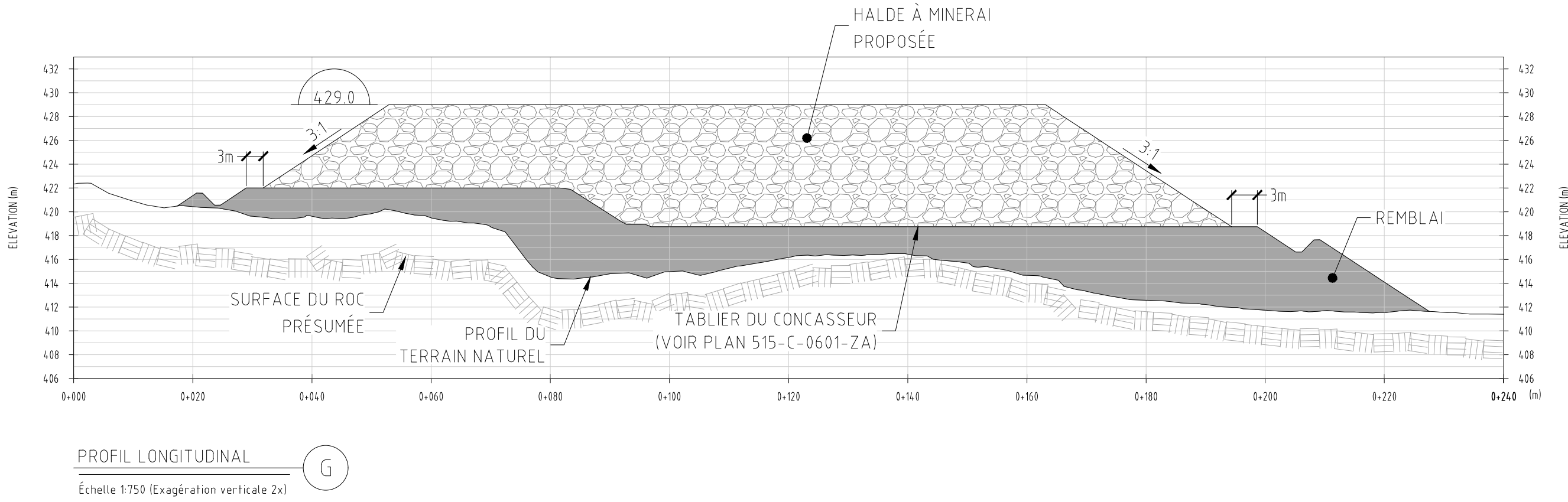
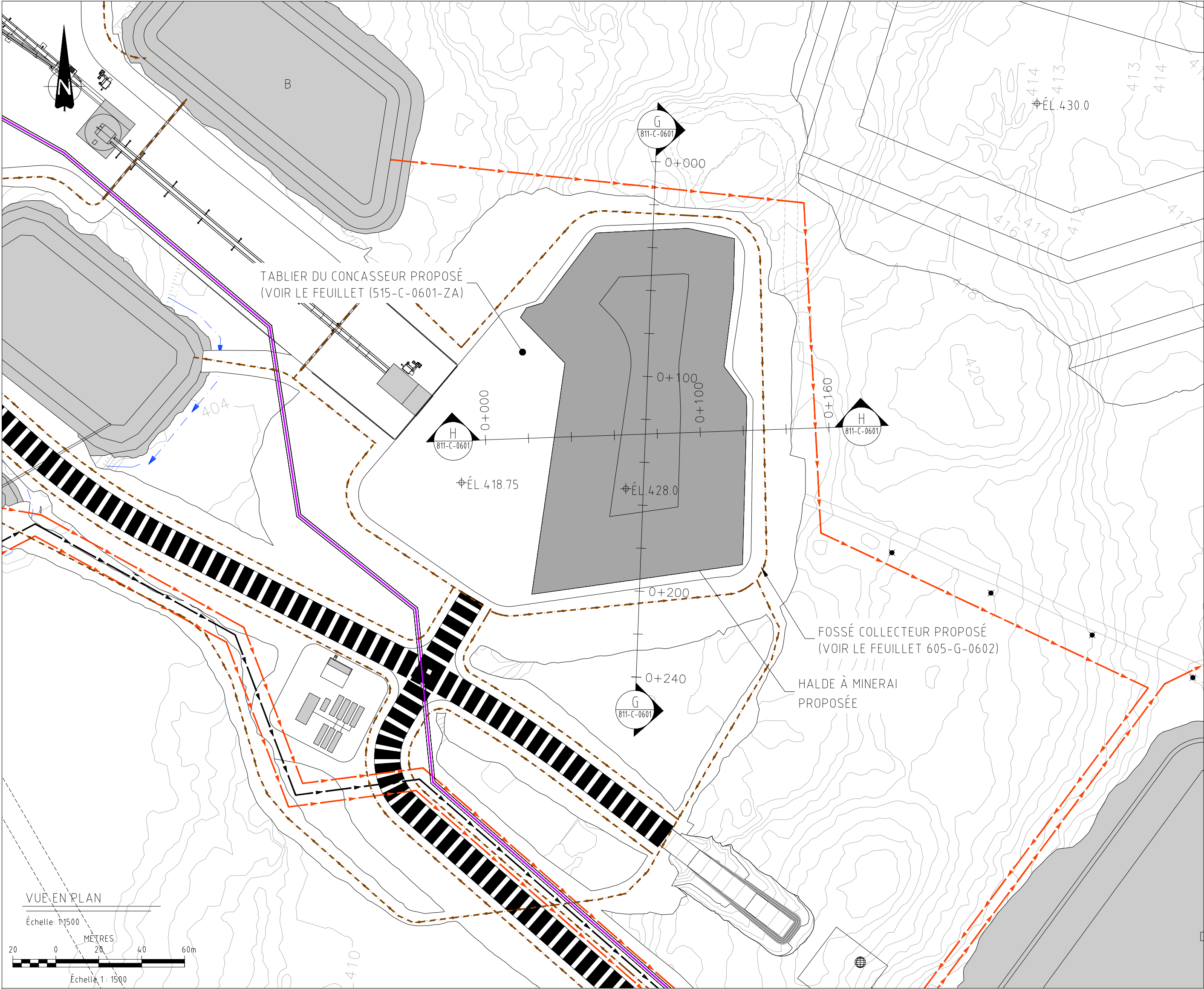
CONÇU :	Stéphane Tremblay, CPI	2023-03-24
DESSINÉ :	Gail Godmaire, tech.	2023-03-24
VÉRIFIÉ :	Kristina Bondy, ing., Ming.	2023-03-24
APPROUVÉ :	Frederic Choquet, ing. MScA, PMP	2023-03-24
CLIENT :	Kim-Quynh Nguyễn, ing. MBA	2023-03-24
ÉCHELLE :	Indiquée	DATE

PROJET : ÉTUDE DE FAISABILITÉ

SOUS-PROJET : CONCEPTION DES HALDES ET DES INFRASTRUCTURES DE GESTION DES EAUX

TITRE : VUE EN PLAN ET PROFILS DES FOSSÉS COLLECTEURS DE LA HALDE À MORT-TERRAIN

NUMÉRO DE DESSIN
810-C-0606-ZB
SECTEUR - DISCIPLINE - NO. SÉQUENTIEL - RÉVISION



NOTES GÉNÉRALES

À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURES SONT EN MÈTRES.

SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE UTILISÉ : UTMnad83 zone18

FICHIERS SOURCES

- COURBES TOPOGRAPHIQUES, REPRÉSENTATION AU MÈTRE, DU RELEVÉ LIDAR EN DATE DU 01-04-2022
- RELEVÉ DE LA HALDE À STÉRILES EXISTANTES EN DATE DU 02-09-2022
- INFRASTRUCTURES EXISTANTES EN DATE DU 04-10-2020, PLAN DE SURFACE dwg, TRANSMIS PAR LE CLIENT; MISE À JOUR REÇUE EN DATE D'AOUT 2022.

«CES DOCUMENTS NE DOIVENT PAS ÊTRE UTILISÉS À DES FINS DE CONSTRUCTION»

RÉV	DATE	DESCRIPTION	DES	VÉR	APP
ZB	2023-03-24	FINAL	G.G.	K.B.	F.C.
ZA	2023-03-23	POUR COMMENTAIRES	G.G.	K.B.	F.C.

SCEAU & SIGNATURE

wsp

1075, 3e AVENUE E
VAL-D'OR (QUÉBEC) CANADA J9P 6M1
PROJET : 201-11330-08 TEL : 1-819-825-4711 | WWW.WSP.COM

OSISKO
MINIÈRE OSISKO

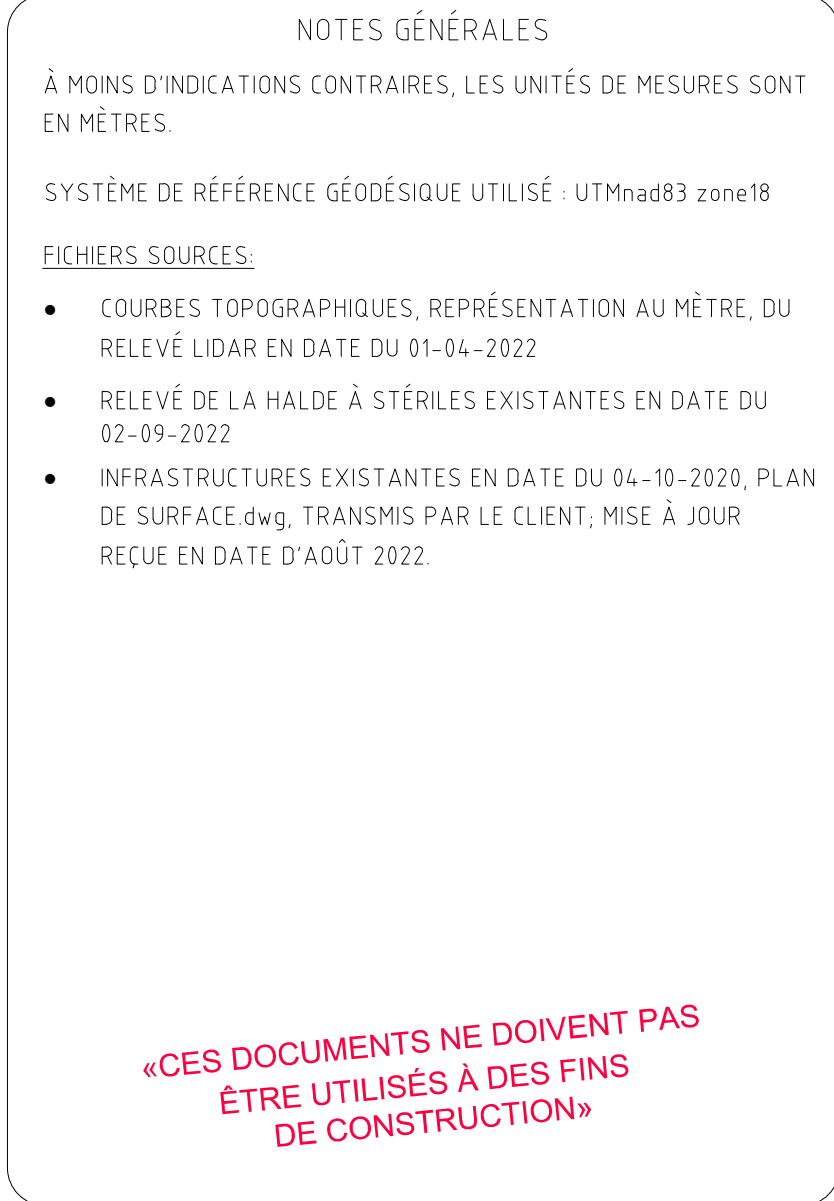
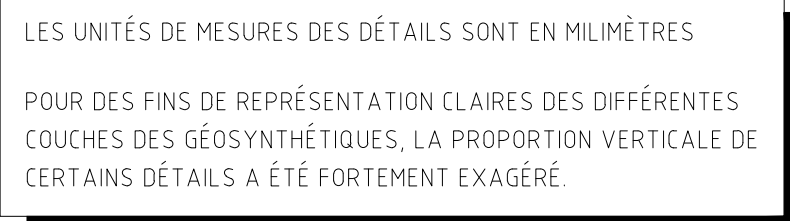
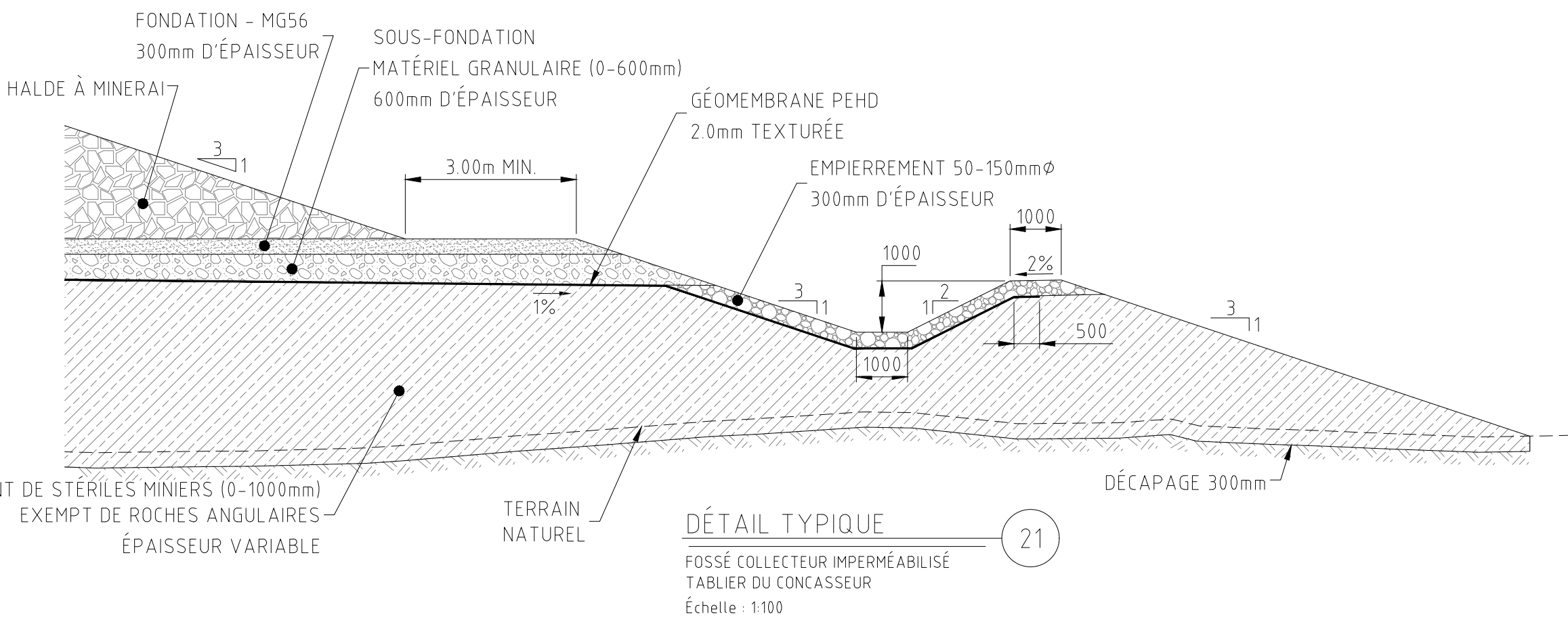
CONÇU :	Stéphane Tremblay, CPI	2023-03-24
DESSINÉ :	Gail Godmaire, tech	2023-03-24
VÉRIFIÉ :	Kristina Bondy, ing., Ming	2023-03-24
APPROUVÉ :	Frederic Choquet, ing. MScA, PMP	2023-03-24
CLIENT :	Kim-Quyen Nguyen, ing. MBA	2023-03-24
ÉCHELLE :	Indiquée	DATE

PROJET : ÉTUDE DE FAISABILITÉ

SOUS-PROJET : CONCEPTION DES HALDES ET DES INFRASTRUCTURES DE GESTION DES EAUX

TITRE : VUE EN PLAN, PROFILS LONGITUDINAL ET TRANSVERSAL HALDE À MINÉRAI PROPOSÉE

NUMÉRO DE DESSIN
811-C-0601-ZB
SECTEUR - DISCIPLINE - NO. SÉQUENTIEL - RÉVISION



ZB	2023-03-24	FINAL	GG	K B F.C.
ZA	2023-03-23	POUR COMMENTAIRES	GG	K B F.C.
RÉV	DATE	DESCRIPTION	DÉS	VÉR APP

SCEAU & SIGNATURE



1075, 3e AVENUE E
VAL-D'OR (QUÉBEC) CANADA J9P 6M1
TÉL. : 1-819-825-4711 | WWW.WSP.COM



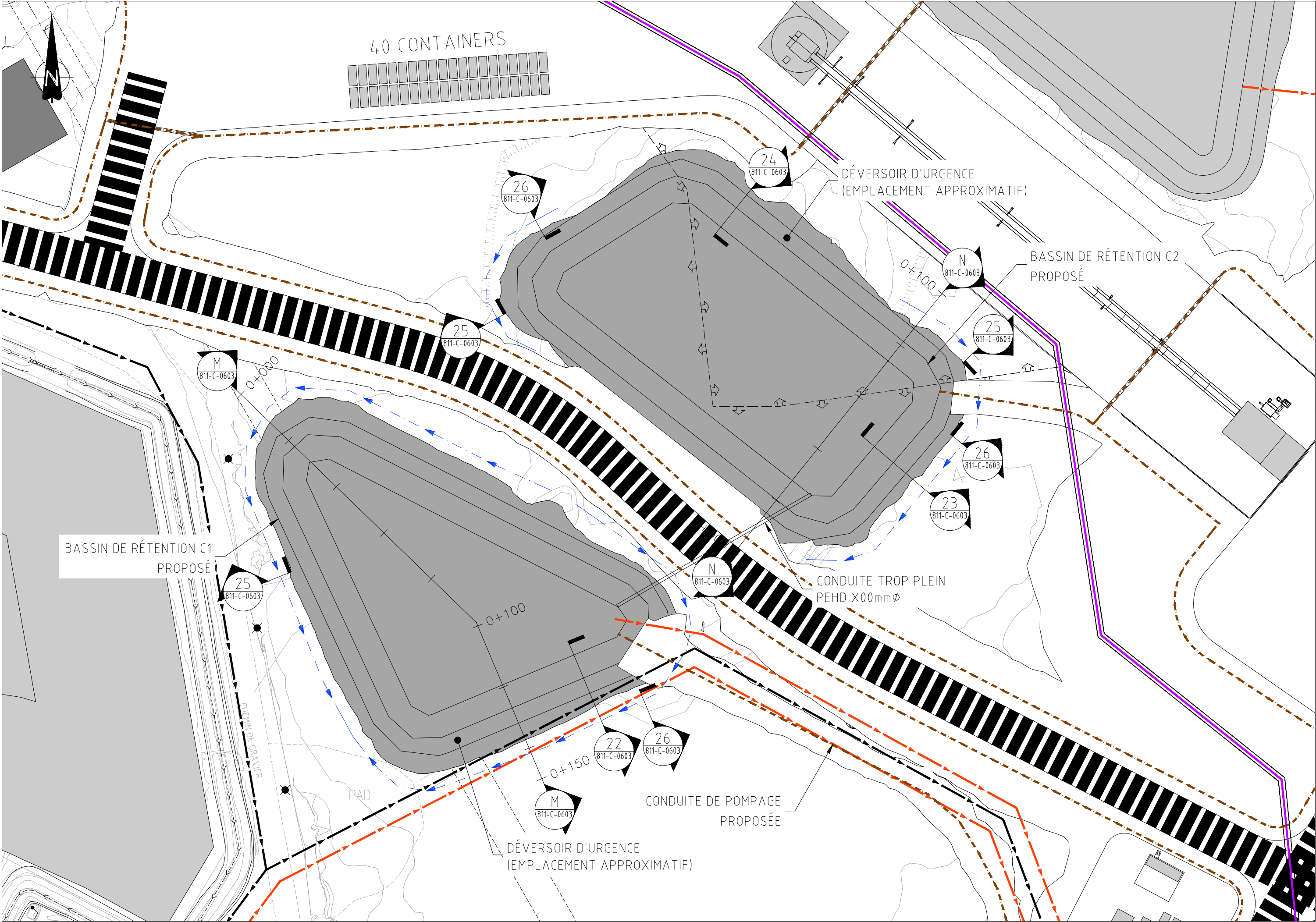
CONÇU :	Stéphane Tremblay, CPI.	2023-03-24
DESSINÉ :	Gail Godmaire, tech.	2023-03-24
VÉRIFIÉ :	Kristina Bondy, ing. M.ing.	2023-03-24
APPROUVÉ :	Frederic Choquet, ing. MScA, PMP	2023-03-24
CLIENT :	Kim-Quyen Nguyen, ing. MBA	2023-03-24
ÉCHELLE :	Indiquée	DATE

PROJET : ÉTUDE DE FAISABILITÉ

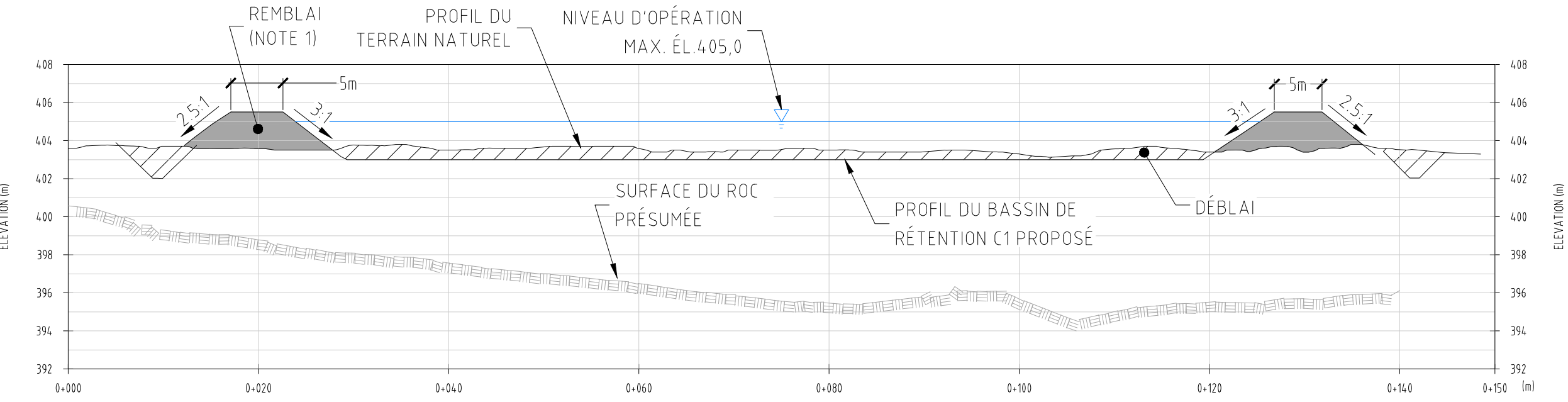
SOUS-PROJET :
CONCEPTION DES HALDES ET
DES INFRASTRUCTURES DE GESTION DES EAUX

TITRE : VUE EN PLAN ET PROFILS
DU FOSSÉ COLLECTEUR
DE LA HALDE À MINÉRAI

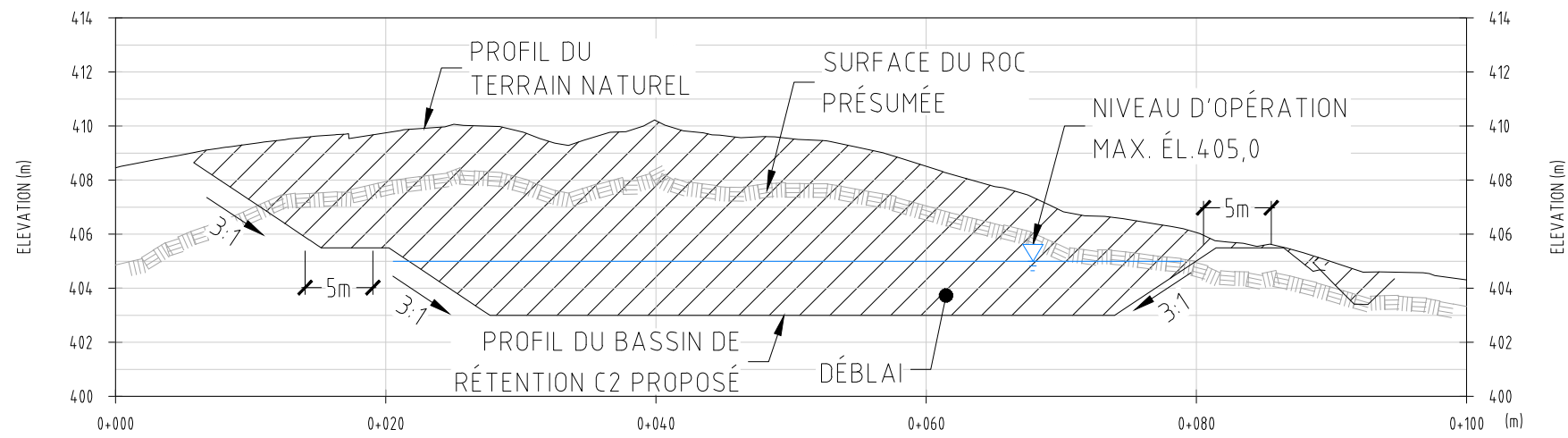
NUMÉRO DE DESSIN
811-C-0602-ZB
SECTEUR - DISCIPLINE - NO. SÉQUENTIEL - RÉVISION



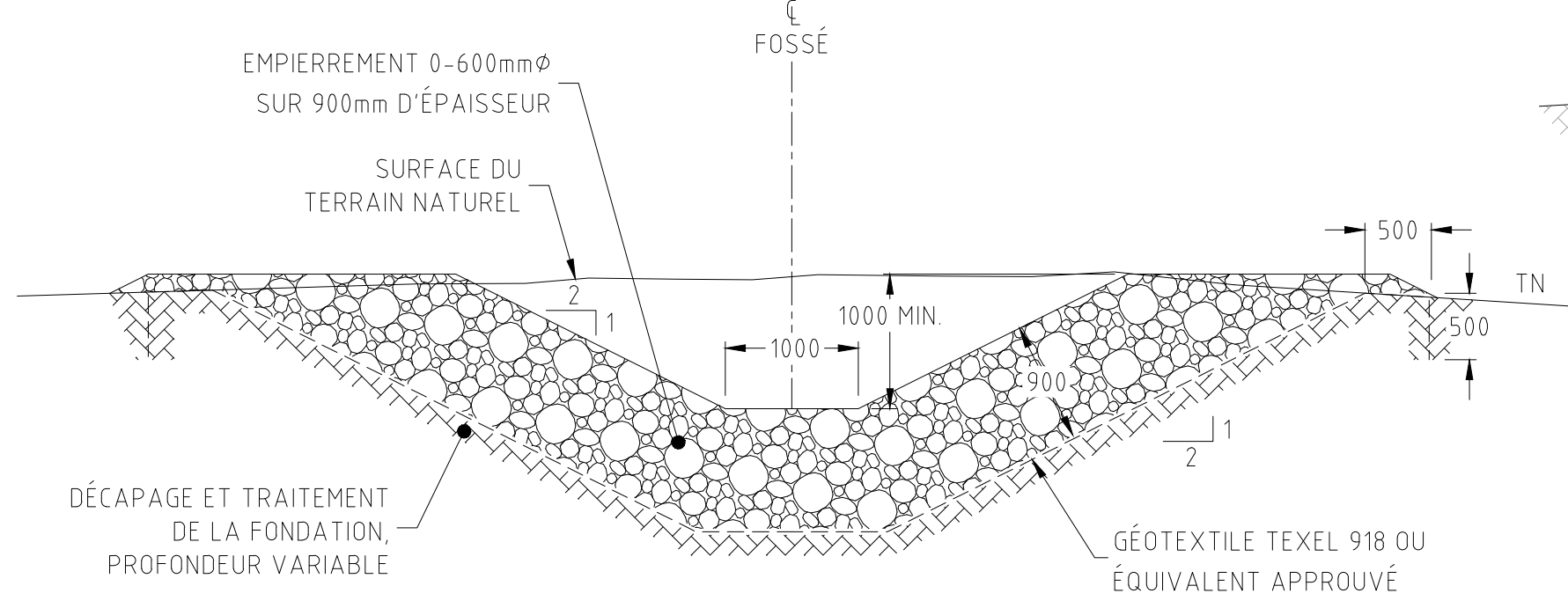
VUE EN PLAN
BASSIN DE RÉTENTION C1 ET C2 PROPOSÉS
Échelle 1:1000



PROFIL LONGITUDINAL
BASSIN DE RÉTENTION C1 PROPOSÉ
Échelle H=1500 / V=1250

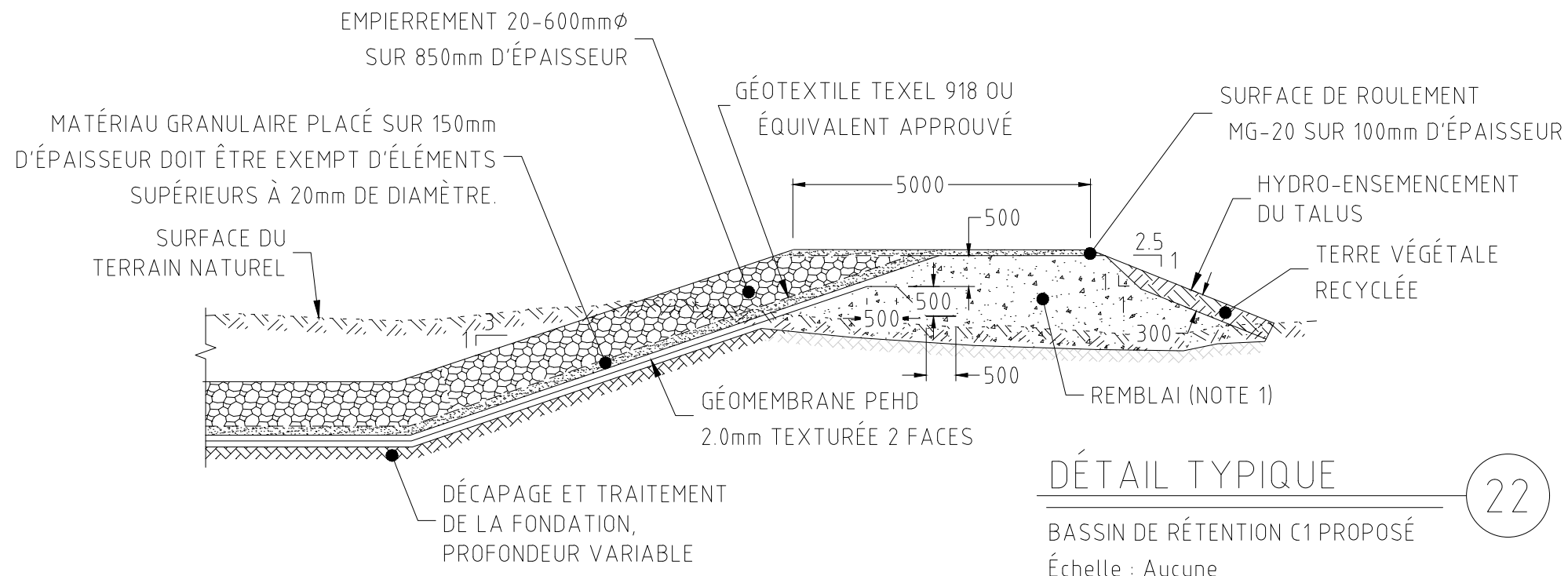


PROFIL LONGITUDINAL
BASSIN DE RÉTENTION C2 PROPOSÉ
Échelle H=1500 / V=1250



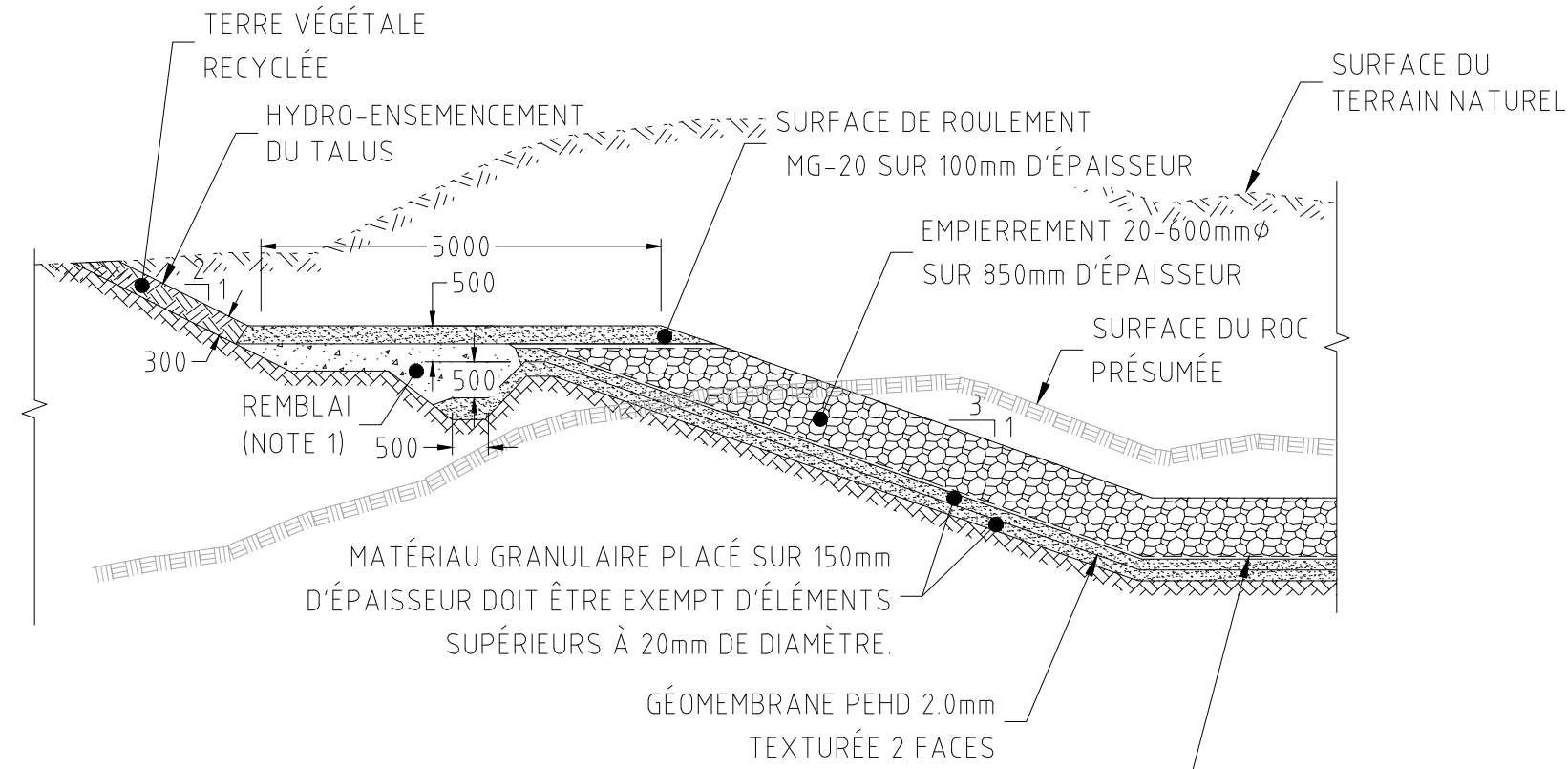
DÉTAIL TYPIQUE

FOSSÉ DE DRAINAGE
POUR PENTE D'ÉCOULEMENT > 3%
Échelle : Aucune



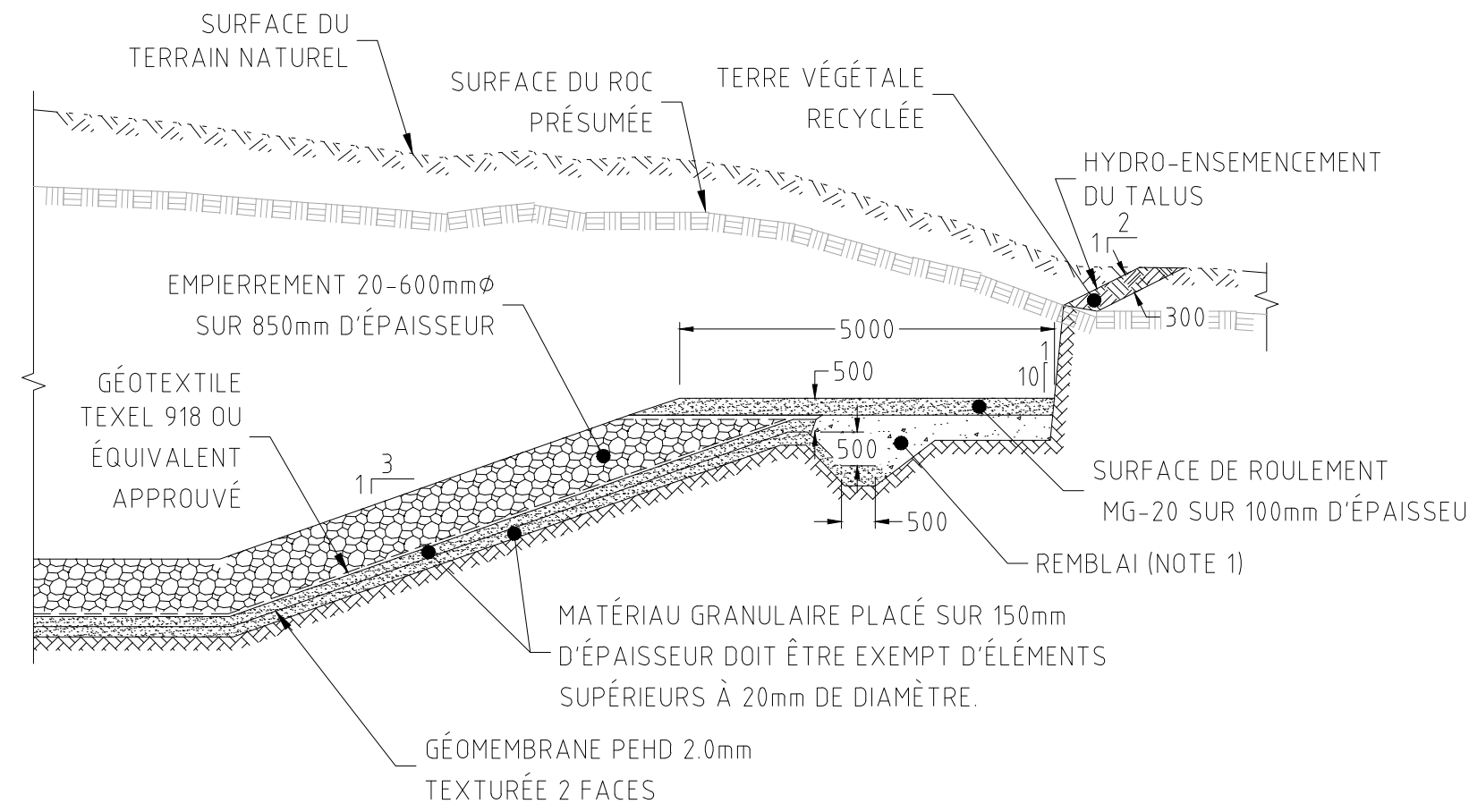
DÉTAIL TYPIQUE

BASSIN DE RÉTENTION C1 PROPOSÉ
Échelle : Aucune



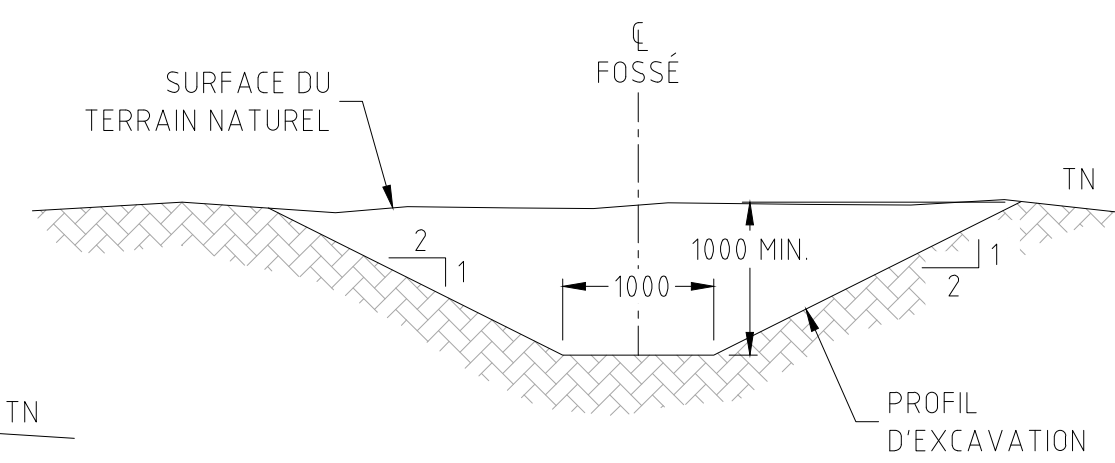
DÉTAIL TYPIQUE

BASSIN DE RÉTENTION C2 PROPOSÉ
Échelle : Aucune



DÉTAIL TYPIQUE

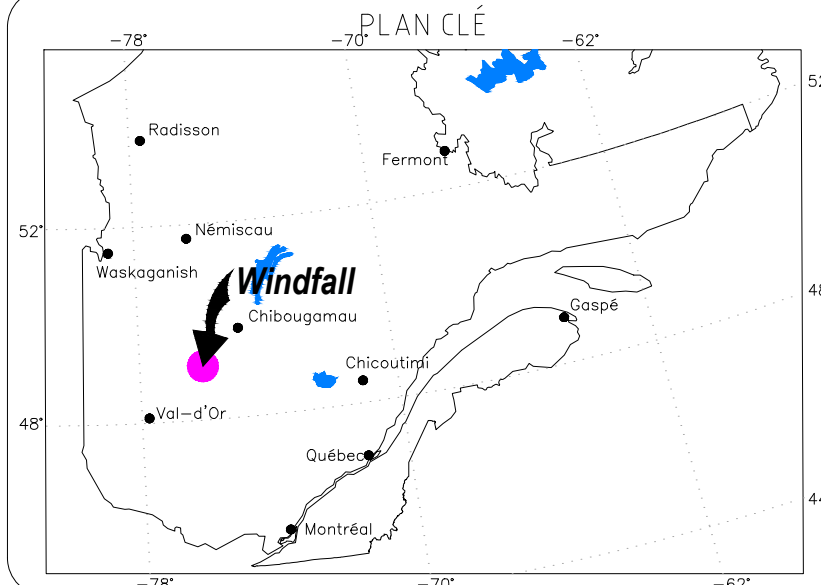
BASSIN DE RÉTENTION C2 PROPOSÉ
Échelle : Aucune



DÉTAIL TYPIQUE

FOSSÉ DE DRAINAGE
POUR PENTE D'ÉCOULEMENT < 3%
Échelle : Aucune

LES UNITÉS DE MESURES DES DÉTAILS SONT EN MILLIMÈTRES
POUR DES FINS DE REPRÉSENTATION CLAIRES DES DIFFÉRENTES
COUCHES DES GÉOSYNTHÉTIQUES, LA PROPORTION VERTICALE DE
CERTAINS DÉTAILS A ÉTÉ FORTEMENT EXAGÉRÉ.



NOTES GÉNÉRALES

À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURES SONT EN MÈTRES.

SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE UTILISÉ : UTMnad83 zone18

FICHIERS SOURCES :

- COURBES TOPOGRAPHIQUES, REPRÉSENTATION AU MÈTRE, DU RELÈVÉ LIDAR EN DATE DU 01-04-2022
- RELÈVÉ DE LA HALDE À STÉRILES EXISTANTES EN DATE DU 02-09-2022
- INFRASTRUCTURES EXISTANTES EN DATE DU 04-10-2020, PLAN DE SURFACE dwg, TRANSMIS PAR LE CLIENT; MISE À JOUR REÇUE EN DATE D'AOUT 2022.

NOTE 1 :

REMBLAI : MATÉRIAU GRANULAIRE COMPACTABLE NON GÉNÉRATEUR D'ACIDE, EXEMPT DE MATIÈRE ORGANIQUE ET DE PARTICULES SUPÉRIEURES À 200mm DE DIAMÈTRE MIS EN PLACE PAR COUCHE SUCCESSIVE DE 300mm D'ÉPAISSEUR ET COMPACTÉ À 95% DU P.M. LE DERNIER 150mm ADJACENT AUX GÉOSYNTHÉTIQUES DOIT ÊTRE EXEMPT DE PARTICULES SUPÉRIEURES À 20mm DE DIAMÈTRE.

«CES DOCUMENTS NE DOIVENT PAS ÊTRE UTILISÉS À DES FINS DE CONSTRUCTION»

REVISION	DATE	DESCRIPTION	DES.	VÉR.	APP.
ZB	2023-03-24	FINAL	G.G.	K.B.	F.C.
ZA	2023-03-23	POUR COMMENTAIRES	G.G.	K.B.	F.C.

SCEAU & SIGNATURE

wsp

1075, 3e AVENUE E
VAL-D'OR (QUÉBEC) CANADA J9P 6M1
PROJET : 201-11330-08 TÈL : 1-819-825-4711 | WWW.WSP.COM

OSISKO
MINIÈRE OSISKO

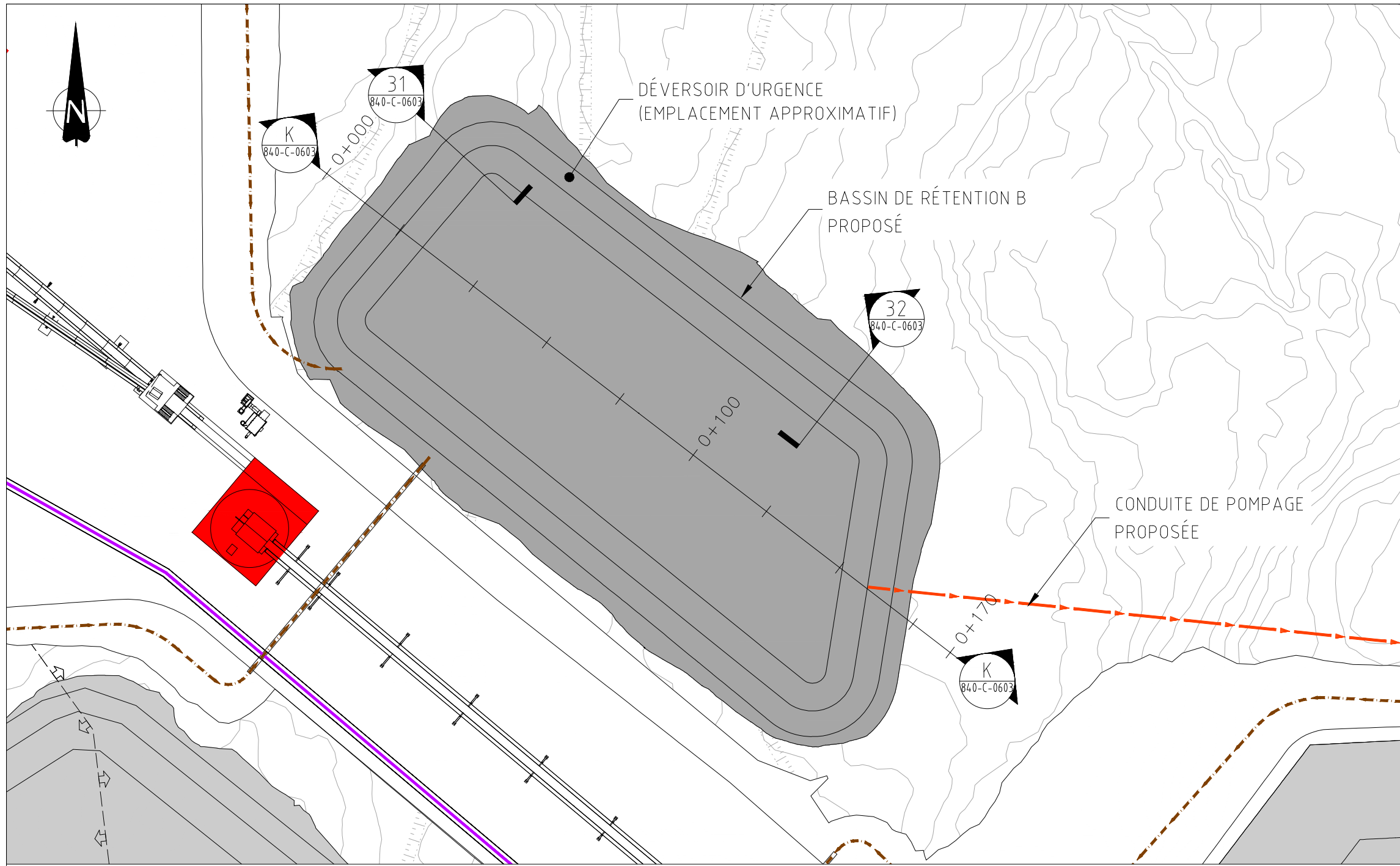
CONÇU :	Stéphane Tremblay, CPI	2023-03-24
DESSINÉ :	Gail Godmaire, tech.	2023-03-24
VÉRIFIÉ :	Kristina Bondy, ing., Ming	2023-03-24
APPROUVÉ :	Frederic Choquet, ing. MScA, PMP	2023-03-24
CLIENT :	Kim-Quyen Nguyen, ing. MBA	2023-03-24
ÉCHELLE :	Indiquée	DATE

ÉTUDE DE FAISABILITÉ

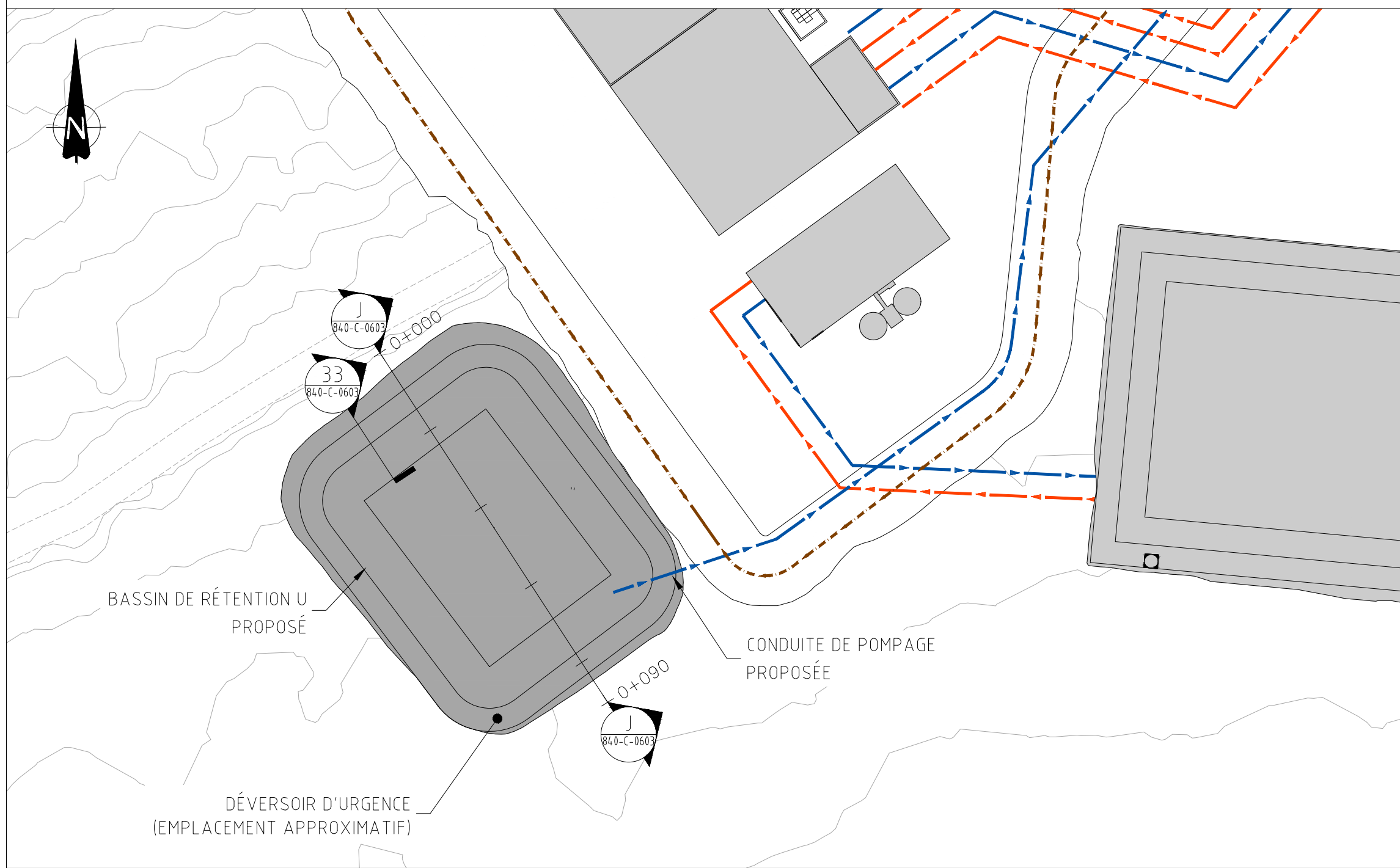
SOUS-PROJET :
CONCEPTION DES HALDES ET
DES INFRASTRUCTURES DE GESTION DES EAUX

TITRE :
VUE EN PLAN, PROFILS ET DÉTAILS
TYPIQUES DES BASSINS
DE RÉTENSION C1 ET C2 PROPOSÉS

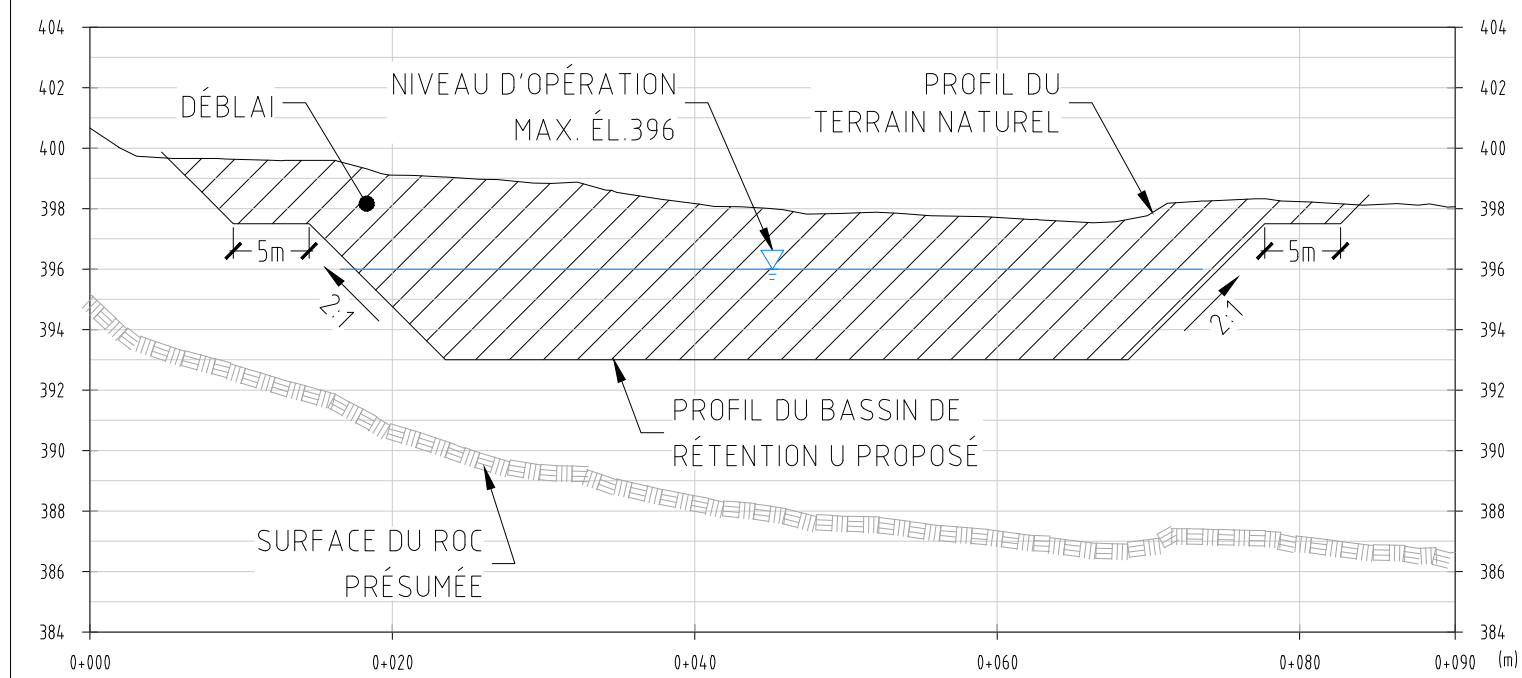
NUMÉRO DE DESSIN
811-C-0603-ZB
SECTEUR - DISCIPLINE - NO. SÉQUENTIEL - RÉVISION



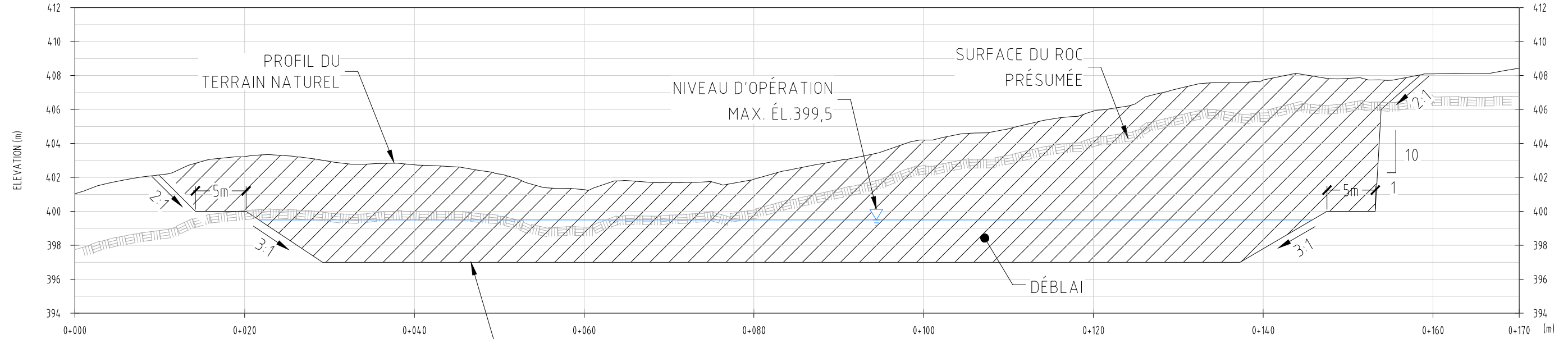
VUE EN PLAN
BASSIN DE RÉTENTION B PROPOSÉ
Échelle 1:1000



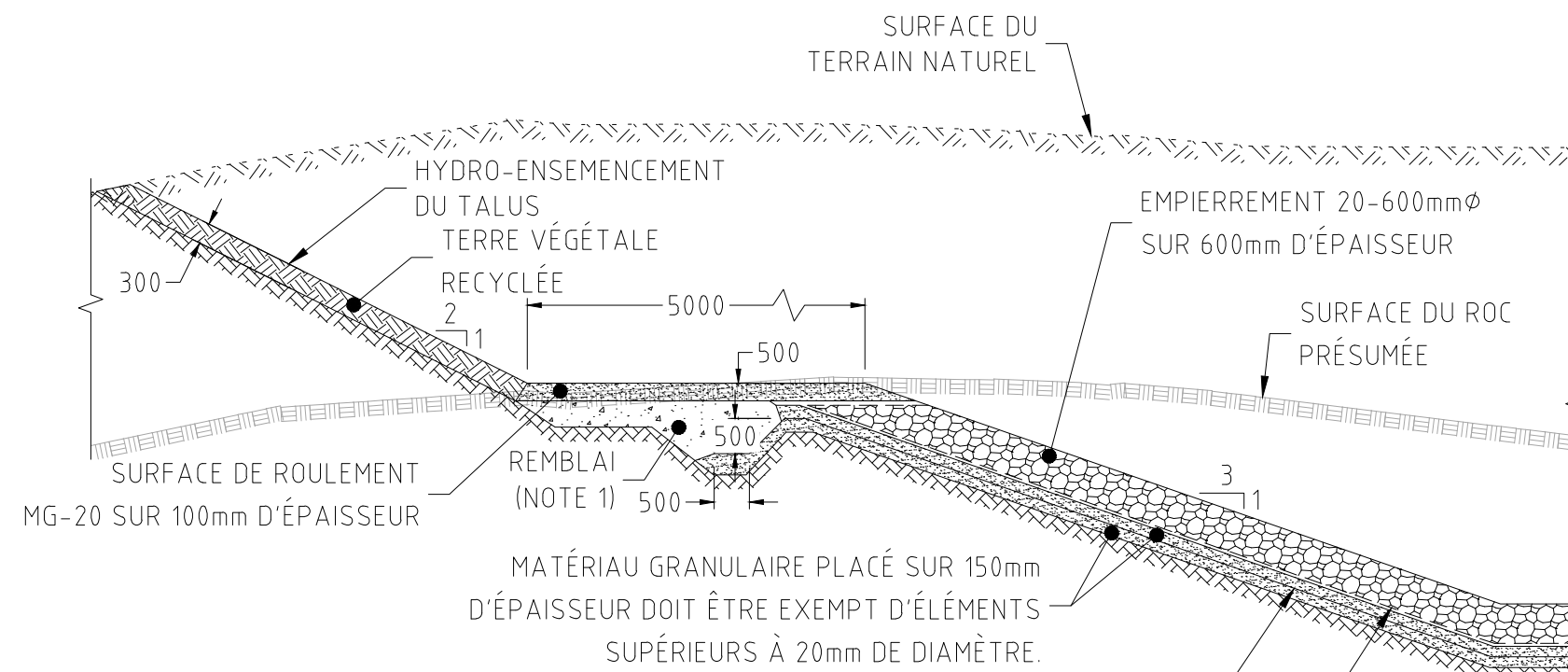
VUE EN PLAN
BASSIN DE RÉTENTION U PROPOSÉ
Échelle 1:1000



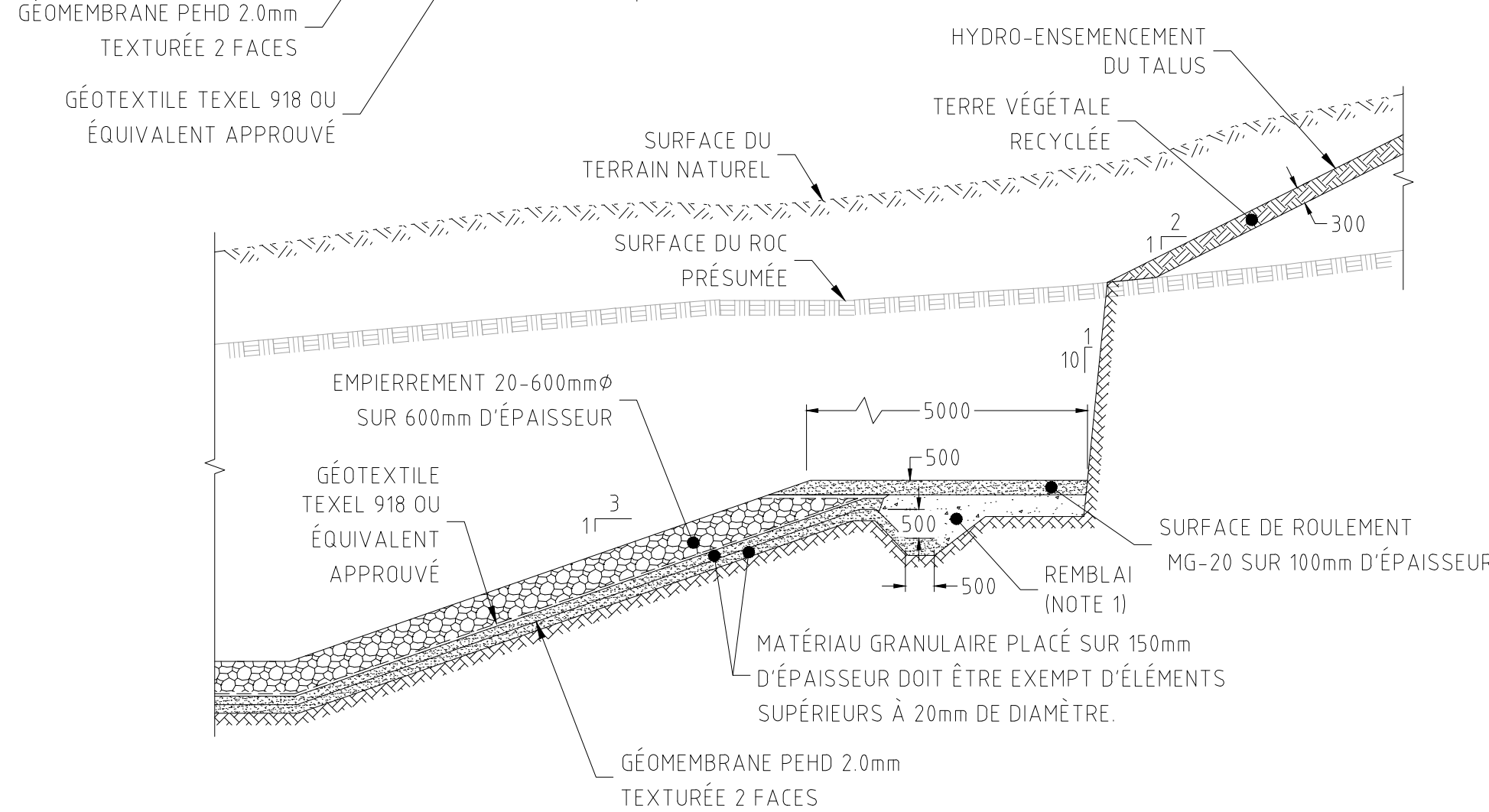
PROFIL LONGITUDINAL
BASSIN DE RÉTENTION U PROPOSÉ
Échelle H:1:500 / V:1:250



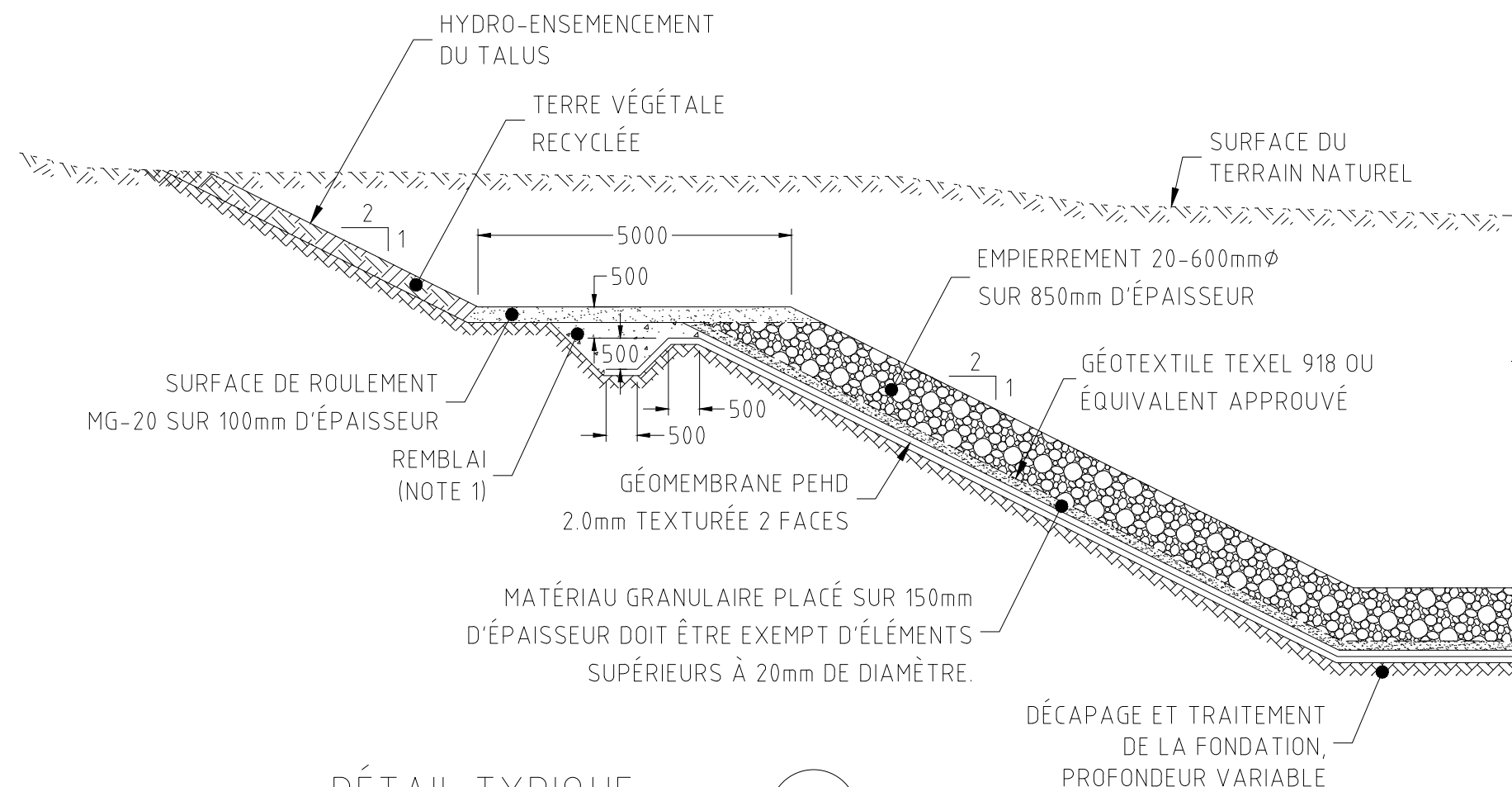
PROFIL LONGITUDINAL
BASSIN DE RÉTENTION B PROPOSÉ
Échelle H:1:500 / V:1:250



DÉTAIL TIPIQUE
BASSIN DE RÉTENTION B PROPOSÉ
Échelle : Aucune

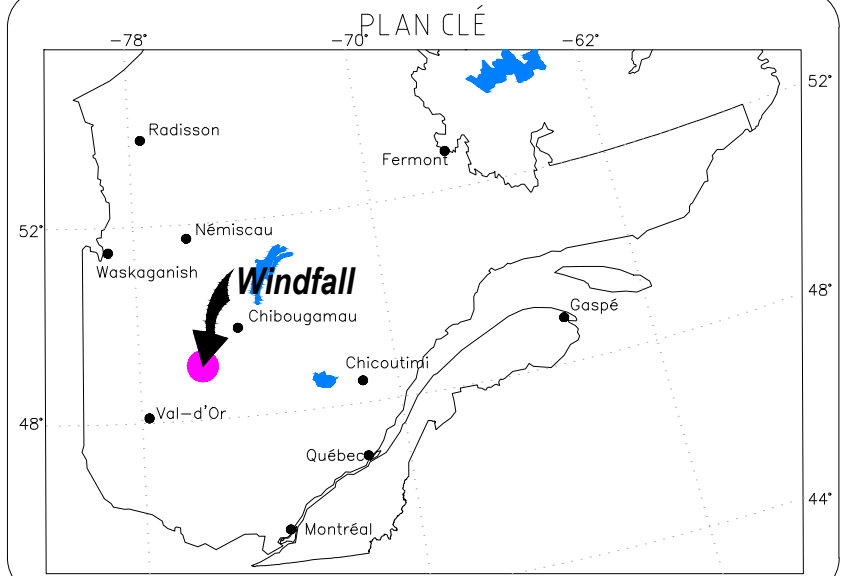


DÉTAIL TIPIQUE
BASSIN DE RÉTENTION B PROPOSÉ
Échelle : Aucune



DÉTAIL TIPIQUE
BASSIN DE RÉTENTION U PROPOSÉ
Échelle : Aucune

LES UNITÉS DE MESURES DES DÉTAILS SONT EN MILLIMÈTRES
POUR DES FINS DE REPRÉSENTATION CLAIRES DES DIFFÉRENTES COUCHES DES GÉOSYNTHÉTIQUES, LA PROPORTION VERTICALE DE CERTAINS DÉTAILS A ÉTÉ FORTEMENT EXAGÉRÉ.



NOTES GÉNÉRALES

À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURES SONT EN MÈTRES.

SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE UTILISÉ : UTMnad83 zone18

FICHIERS SOURCES

- COURBES TOPOGRAPHIQUES, REPRÉSENTATION AU MÈTRE, DU RELEVÉ LIDAR EN DATE DU 01-04-2022
- RELEVÉ DE LA HALDE À STÉRILES EXISTANTES EN DATE DU 02-09-2022
- INFRASTRUCTURES EXISTANTES EN DATE DU 04-10-2020, PLAN DE SURFACE dwg, TRANSMIS PAR LE CLIENT; MISE À JOUR REÇUE EN DATE D'AOUT 2022.

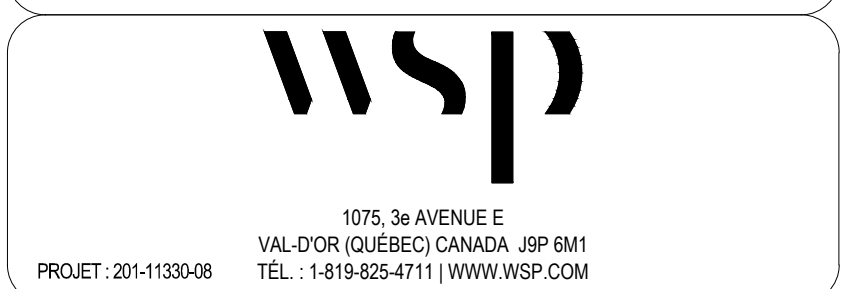
NOTE 1:

REMBLAI : MATÉRIAU GRANULAIRE COMPACTABLE NON GÉNÉRATEUR D'ACIDE, EXEMPT DE MATIÈRE ORGANIQUE ET DE PARTICULES SUPÉRIEURES À 200mm DE DIAMÈTRE MIS EN PLACE PAR COUCHE SUCCESSIVE DE 300mm D'ÉPAISSEUR ET COMPACTÉ À 95% DU P.M. LE DERNIER 150mm ADJACENT AUX GÉOSYNTHÉTIQUES DOIT ÊTRE EXEMPT DE PARTICULES SUPÉRIEURES À 20mm DE DIAMÈTRE.

«CES DOCUMENTS NE DOIVENT PAS ÊTRE UTILISÉS À DES FINS DE CONSTRUCTION»

REVISÉ	DATE	DESCRIPTION	DES.	VÉR.	APP.
ZB	2023-03-24	FINAL	G.G.	K.B.	F.C.
ZA	2023-03-23	POUR COMMENTAIRES	G.G.	K.B.	F.C.

SCEAU & SIGNATURE



CONÇU :	Stéphane Tremblay, CPI	2023-03-24
DESSINÉ :	Gail Godmaire, tech.	2023-03-24
VÉRIFIÉ :	Kristina Bondy, ing., Ming	2023-03-24
APPROUVÉ :	Frederic Choquet, ing. MScA, PMP	2023-03-24
CLIENT :	Kim-Quyen Nguyen, ing. MBA	2023-03-24
ÉCHELLE :	Indiquée	DATE

ÉTUDE DE FAISABILITÉ

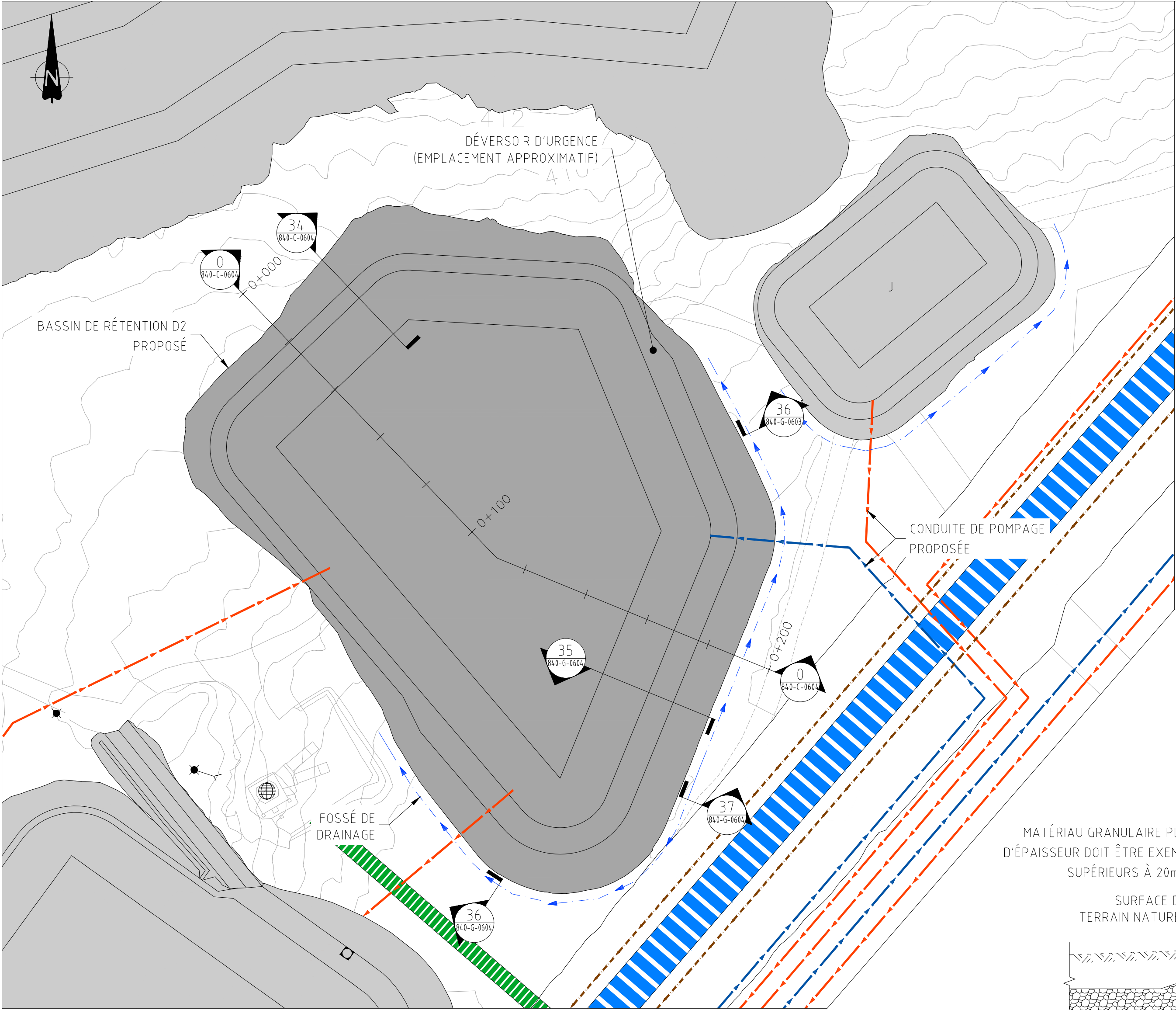
SOUS-PROJET : CONCEPTION DES HALDES ET DES INFRASTRUCTURES DE GESTION DES EAUX

TITRE : VUE EN PLAN, PROFILS ET DÉTAILS TIPIQUES DES BASSINS DE RÉTENSION B ET U PROPOSÉS

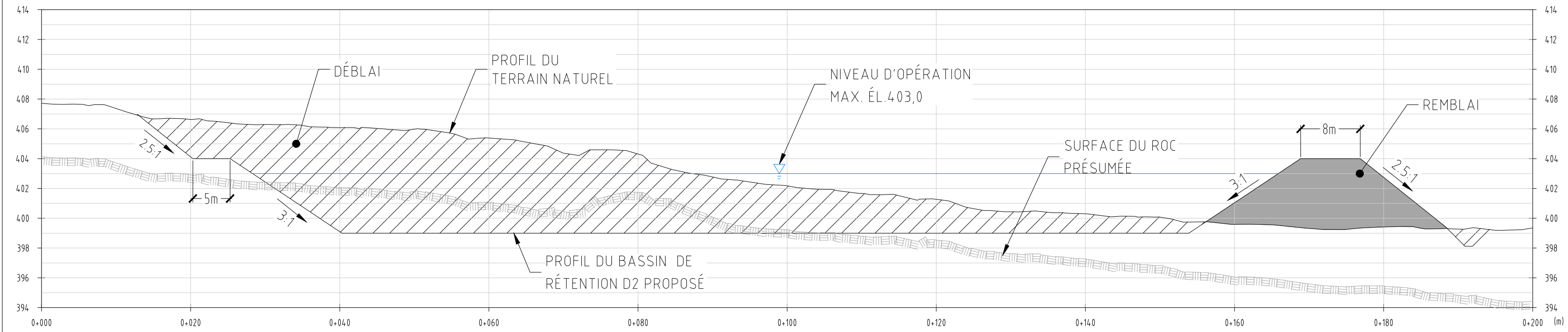
NUMÉRO DE DESSIN

840-C-0603-ZB

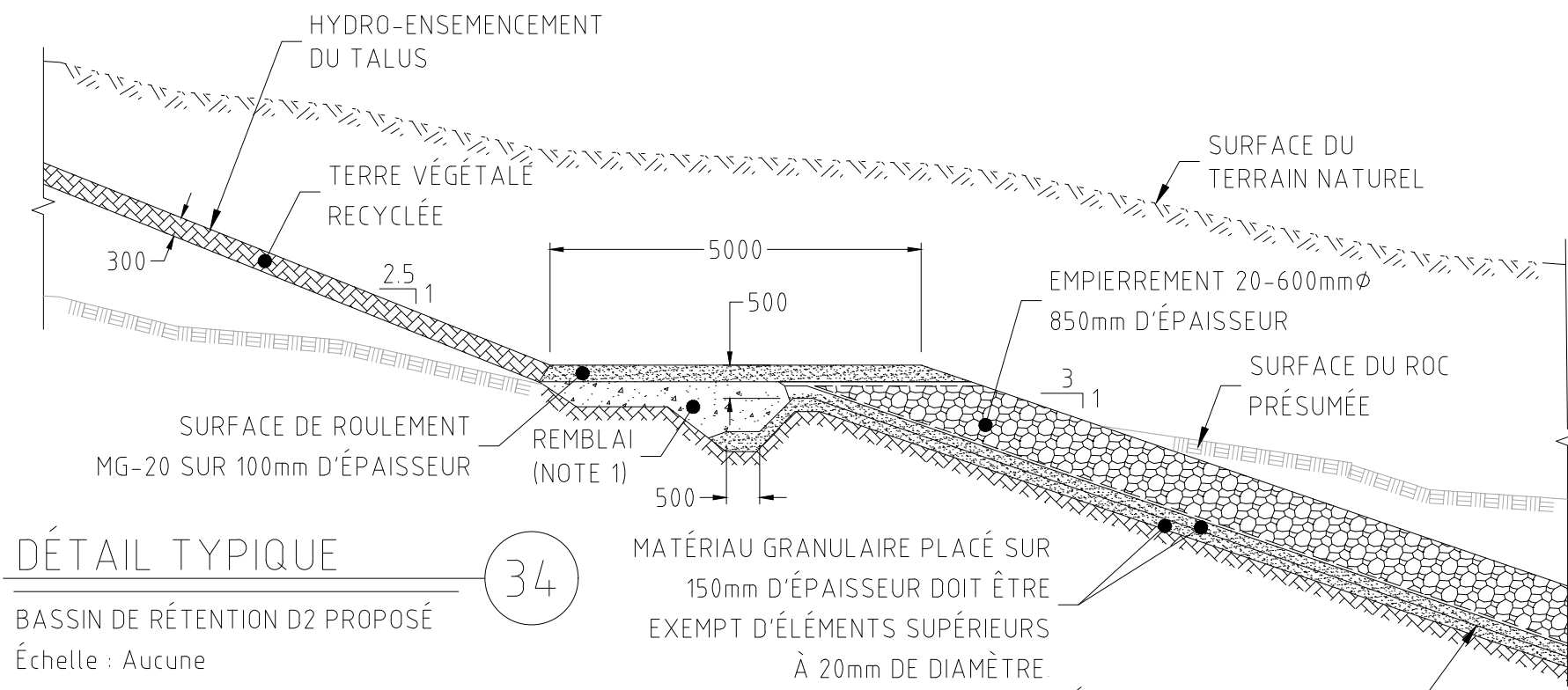
SECTEUR - DISCIPLINE - NO. SÉQUENTIEL - RÉVISION



VUE EN PLAN
BASSIN DE RÉTENTION D2 PROPOSÉ
Échelle 1:1000



PROFIL LONGITUDINAL
BASSIN DE RÉTENTION D2 PROPOSÉ
Échelle H=1:500 / V=1:250



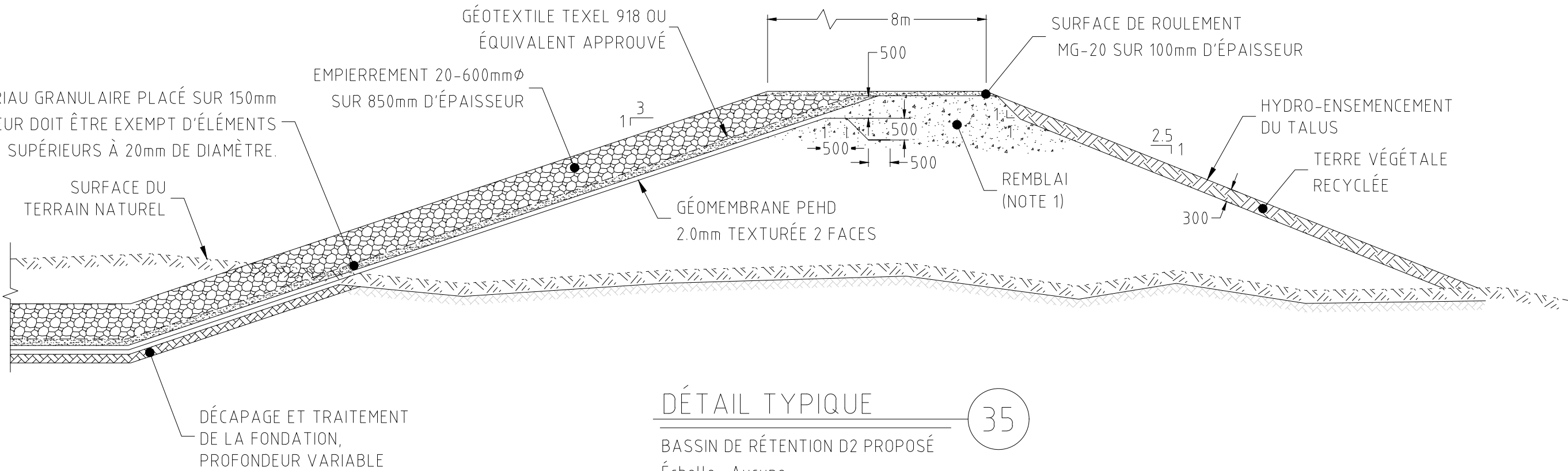
DÉTAIL TYPIQUE

BASSIN DE RÉTENTION D2 PROPOSÉ
Échelle : Aucune

34

MATÉRIAU GRANULAIRE PLACÉ SUR 150mm D'ÉPAISSEUR DOIT ÊTRE EXEMPT D'ÉLÉMENTS SUPÉRIEURS À 20mm DE DIAMÈTRE

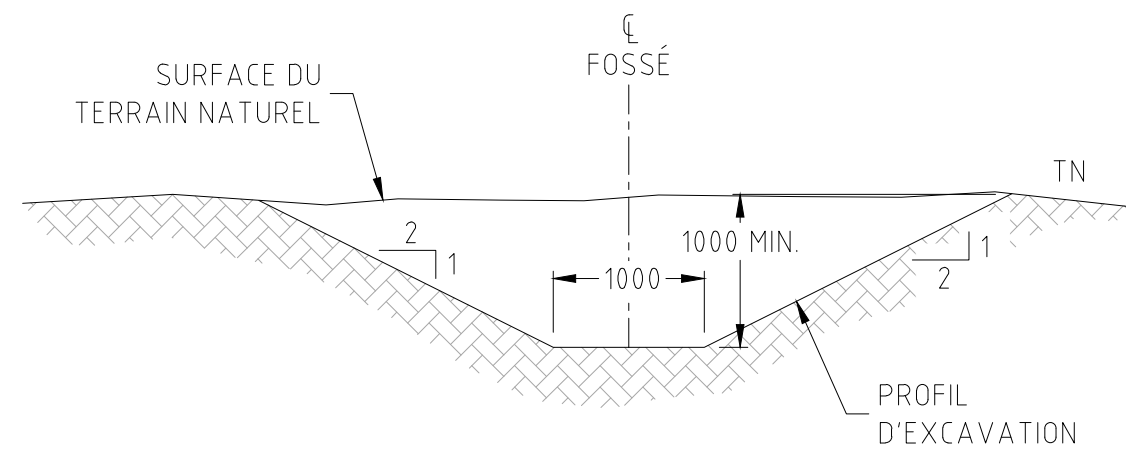
LES UNITÉS DE MESURES DES DÉTAILS SONT EN MILLIMÈTRES
POUR DES FINS DE REPRÉSENTATION CLAIRES DES DIFFÉRENTES COUCHES DES GÉOSYNTHÉTIQUES, LA PROPORTION VERTICALE DE CERTAINS DÉTAILS A ÉTÉ FORTEMENT EXAGÉRÉ.



DÉTAIL TYPIQUE

BASSIN DE RÉTENTION D2 PROPOSÉ
Échelle : Aucune

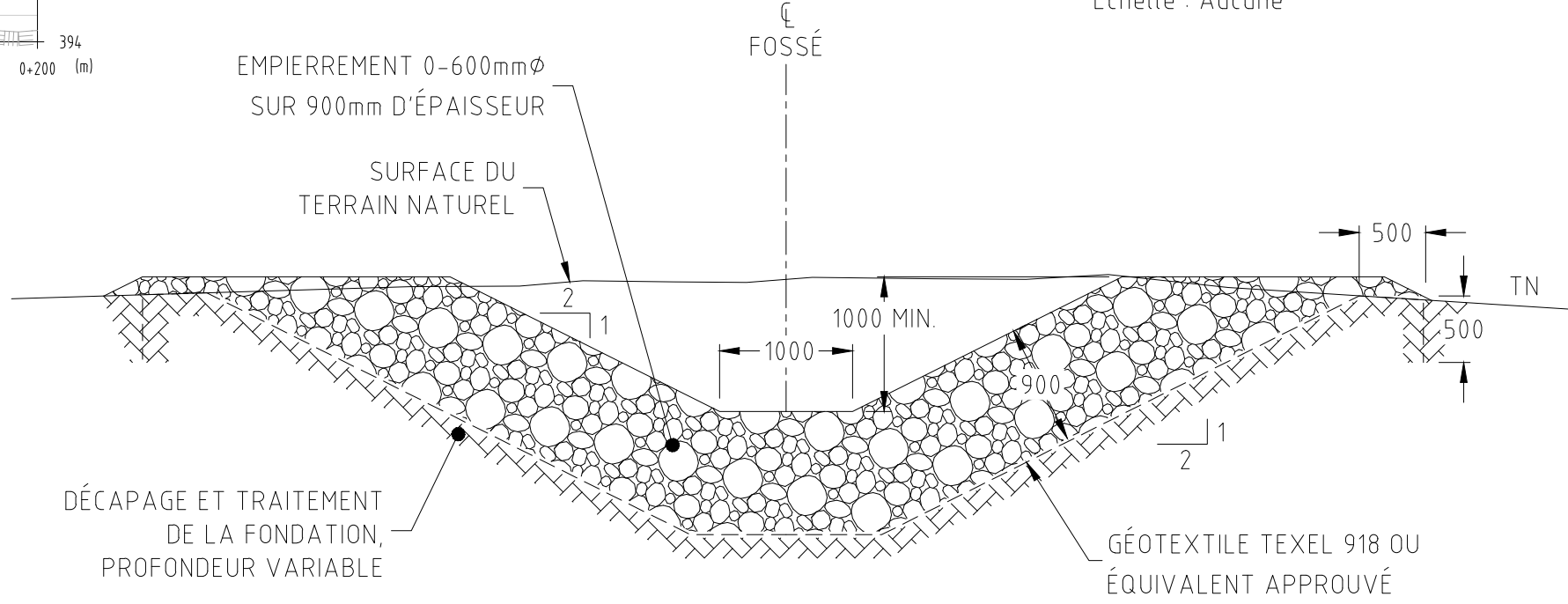
35



DÉTAIL TYPIQUE

FOSSÉ DE DRAINAGE
POUR PENTE D'ÉCOULEMENT < 3%
Échelle : Aucune

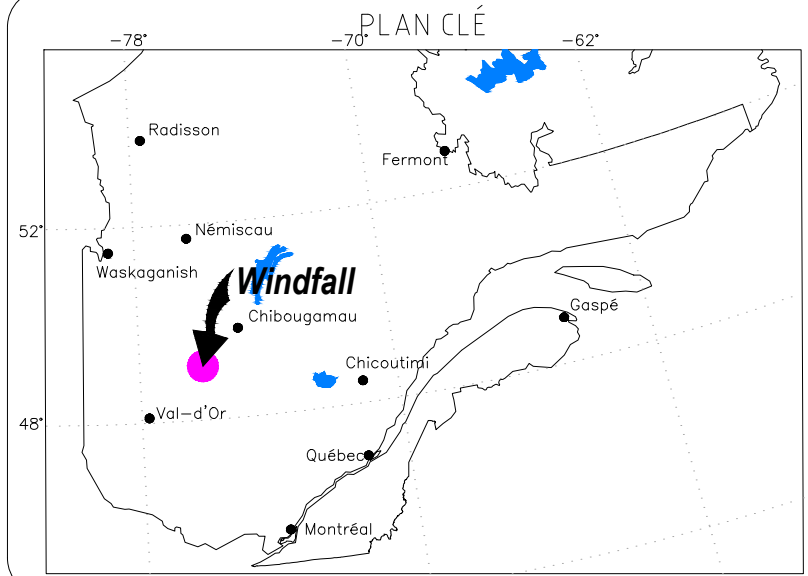
36



DÉTAIL TYPIQUE

FOSSÉ DE DRAINAGE
POUR PENTE D'ÉCOULEMENT > 3%
Échelle : Aucune

37



NOTES GÉNÉRALES

À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURES SONT EN MÈTRES.

SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE UTILISÉ : UTMnad83 zone18

FICHIERS SOURCES

- COURBES TOPOGRAPHIQUES, REPRÉSENTATION AU MÈTRE, DU RELÈVÉ LIDAR EN DATE DU 01-04-2022
- RELÈVÉ DE LA HALDE À STÉRILES EXISTANTES EN DATE DU 02-09-2022
- INFRASTRUCTURES EXISTANTES EN DATE DU 04-10-2020, PLAN DE SURFACE dwg, TRANSMIS PAR LE CLIENT; MISE À JOUR REÇUE EN DATE D'AOUT 2022.

NOTE 1:
REMBLAI : MATÉRIAU GRANULAIRE COMPACTABLE NON GÉNÉRATEUR D'ACIDE, EXEMPT DE MATIÈRE ORGANIQUE ET DE PARTICULES SUPÉRIEURES À 200mm DE DIAMÈTRE MIS EN PLACE PAR COUCHE SUCCESSIVE DE 300mm D'ÉPAISSEUR ET COMPACTÉ À 95% DU P.M. LE DERNIER 150mm ADJACENT AUX GÉOSYNTHÉTIQUES DOIT ÊTRE EXEMPT DE PARTICULES SUPÉRIEURES À 20mm DE DIAMÈTRE.

«CES DOCUMENTS NE DOIVENT PAS ÊTRE UTILISÉS À DES FINS DE CONSTRUCTION»

RÉV	DATE	DESCRIPTION	DES	VÉR	APP
ZB	2023-03-24	FINAL	G.G.	K.B.	F.C.
ZA	2023-03-23	POUR COMMENTAIRES	G.G.	K.B.	F.C.

SCEAU & SIGNATURE



CONÇU :	Stéphane Tremblay, CPI	2023-03-24
DESSINÉ :	Gail Godmaire, tech.	2023-03-24
VÉRIFIÉ :	Kristina Bondy, ing., Ming	2023-03-24
APPROUVÉ :	Frederic Choquet, ing. MScA, PMP	2023-03-24
CLIENT :	Kim-Quyen Nguyen, ing. MBA	2023-03-24
ÉCHELLE :	Indiquée	DATE

ÉTUDE DE FAISABILITÉ

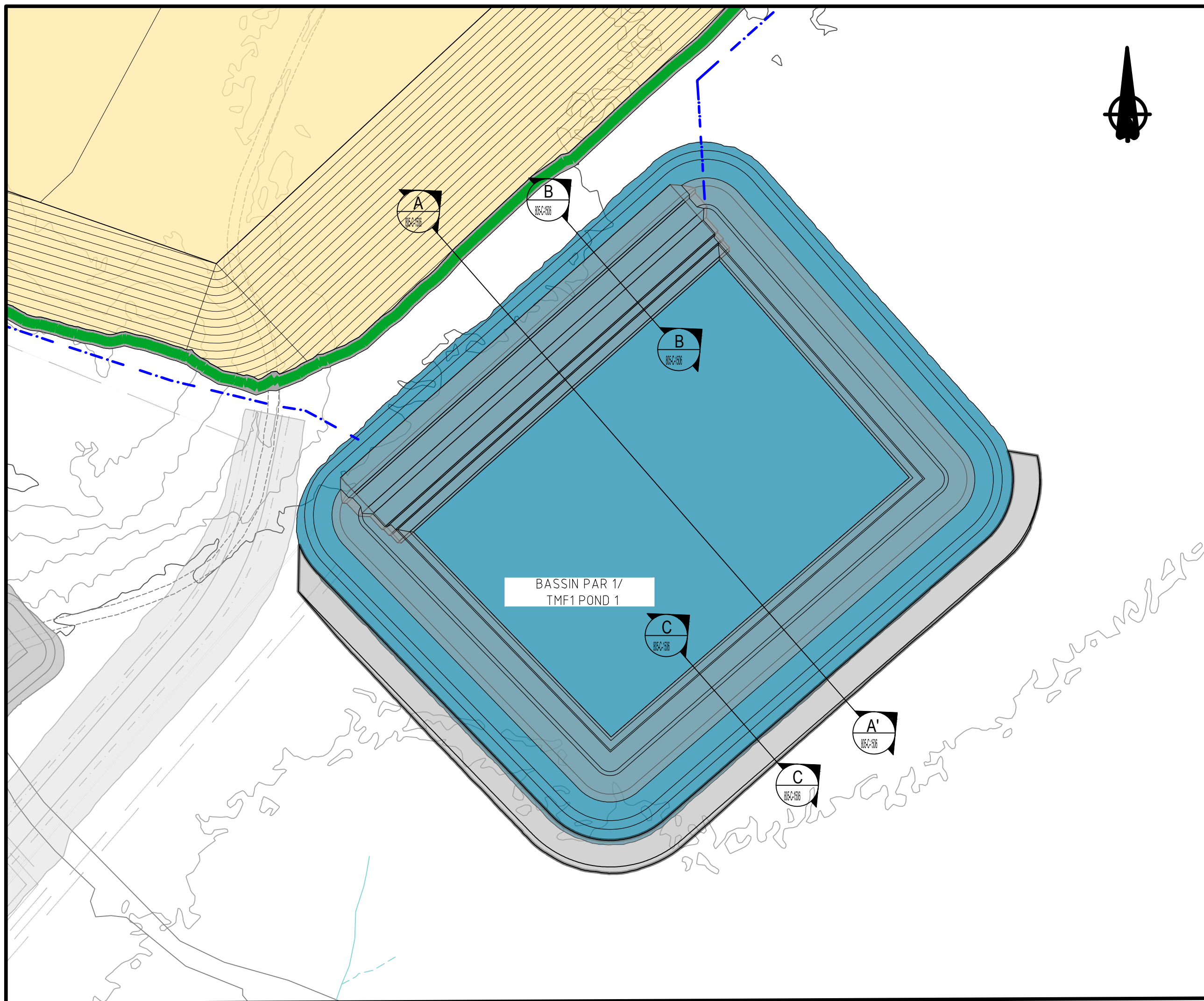
SOUS-PROJET :
CONCEPTION DES HALDES ET
DES INFRASTRUCTURES DE GESTION DES EAUX

TITRE :
VUE EN PLAN, PROFILS ET DÉTAILS
TYPIQUES DES BASSINS
DE RÉTENSION D2 ET J PROPOSÉS

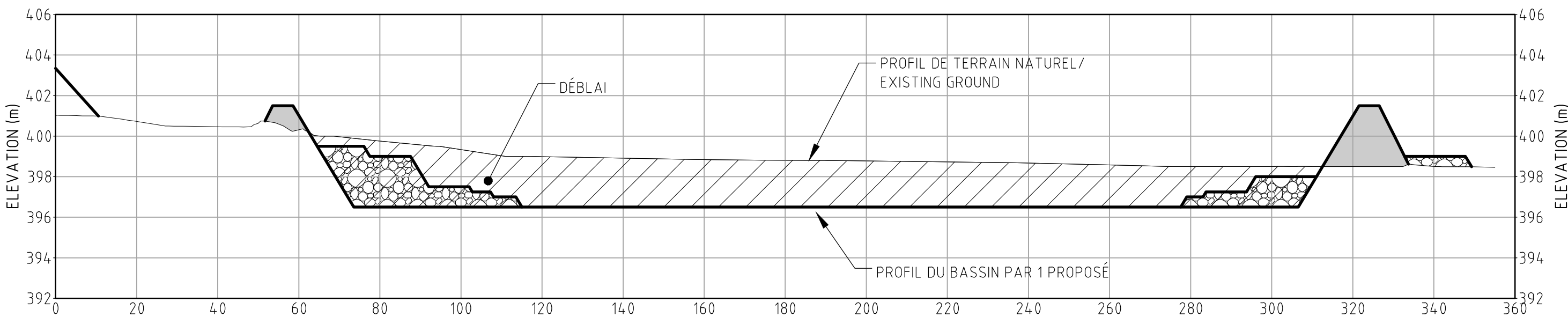
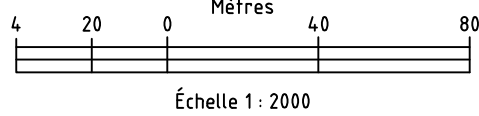
NUMÉRO DE DESSIN

840-C-0604-ZB

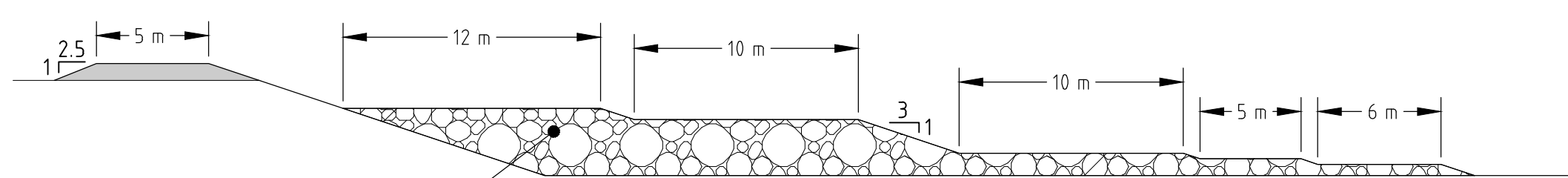
SECTEUR - DISCIPLINE - NO. SÉQUENTIEL - RÉVISION



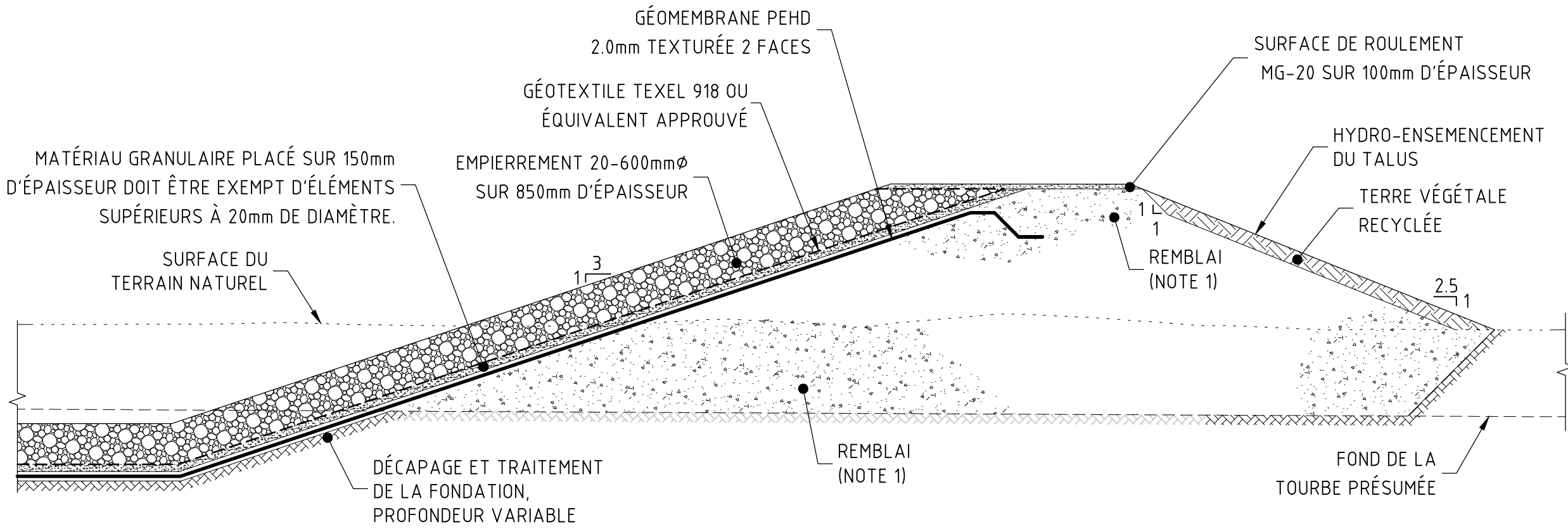
VUE EN PLAN
BASSIN DE TMF1 PROPOSÉ
Échelle 1:2000



PROFIL LONGITUDINAL
BASSIN PAR 1 PROPOSÉ
Échelle H=1:1000 / v=200

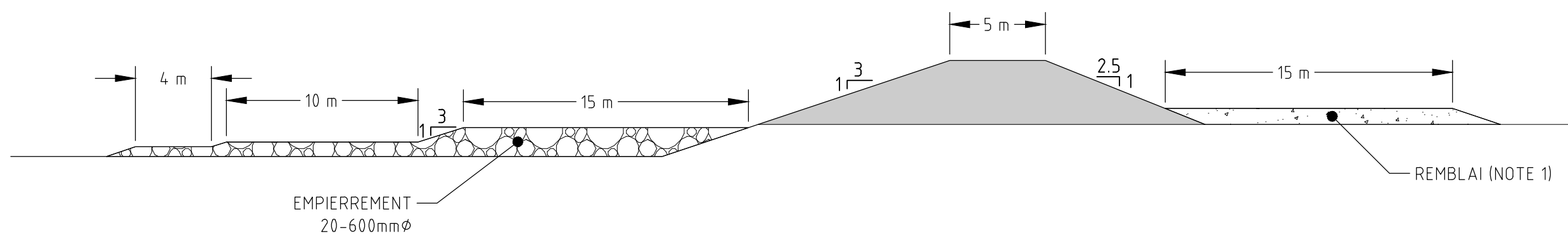


DÉTAIL DES BERMES
BASSIN PAR 1 PROPOSÉ
Échelle 1:250

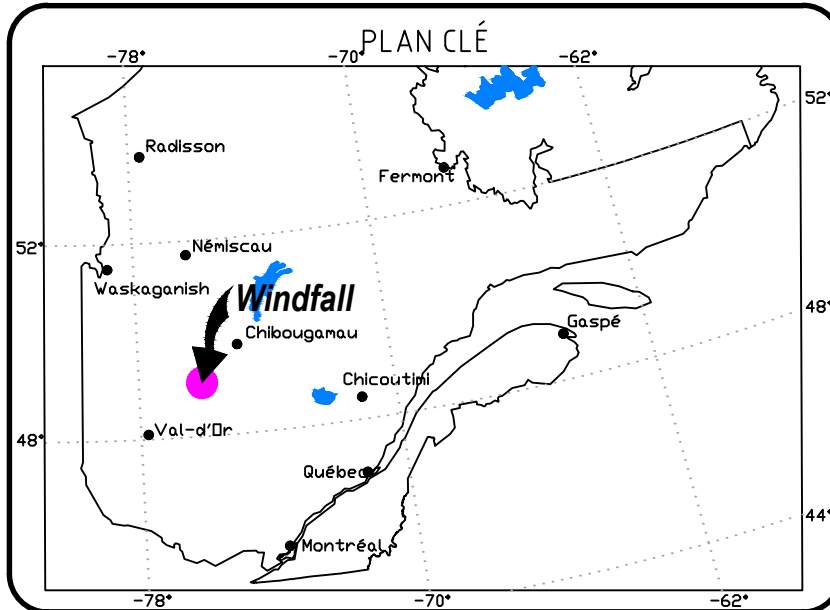


DÉTAIL TYPIQUE

BASSIN PAR 1 PROPOSÉ
Échelle : Aucune



DÉTAIL DES BERMES
BASSIN PAR 1 PROPOSÉ
Échelle 1:250



NOTES GÉNÉRALES

À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURES SONT EN MÈTRE.

SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE UTILISÉ : UTMnad83 zone18

FICHIERS SOURCES:

- COURBES TOPOGRAPHIQUES, REPRÉSENTATION AU MÈTRE, DU RELEVÉ LIDAR EN DATE DE 2020.

NOTE 1 :

REMBLAI : MATÉRIAU GRANULAIRE COMPACTABLE NON GÉNÉRATEUR D'ACIDE, EXEMPT DE MATIÈRE ORGANIQUE ET DE PARTICULES SUPÉRIEURES À 200mm DE DIAMÈTRE MIS EN PLACE PAR COUCHE SUCCESSIVE DE 300mm D'ÉPAISSEUR ET COMPACTÉ À 95% DU P.M. LE DERNIER 150mm ADJACENT AUX GÉOSYNTHÉTIQUES DOIT ÊTRE EXEMPT DE PARTICULES SUPÉRIEURES À 20mm DE DIAMÈTRE.

«CES DOCUMENTS NE DOIVENT PAS ÊTRE UTILISÉS À DES FINS DE CONSTRUCTION»

RÉV	DATE	DESCRIPTION	DES	VÉR	APP
ZO	2023-03-24	FINAL	R.G.K.B.	F.C.	
ZA	2023-03-02	PRÉLIMINAIRE	R.G.K.B.	F.C.	

SCEAU & SIGNATURE

PAS POUR CONSTRUCTION
NOT FOR CONSTRUCTION

wsp

7255, rue du Mile End, 3e étage
MONTRÉAL QUÉBEC CANADA H3B 1A4
TÉL. 1-514-383-9990 | WWW.WSP.COM

OSISKO
MINIÈRE OSISKO

CONÇU :	Stéphane Tremblay, CPI	2022-12-XX
DESSINÉ :	Rémi Gravel, tech.	2023-01-XX
VÉRIFIÉ :	Kristina Bondy, ing., M.ing	2023-01-XX
APPROUVÉ :	Frederic Choquet, ing. MScA. PMP	2023-01-XX
CLIENT :	Kim-Quyen Nguyen, ing. MBA	2023-02-XX
ÉCHELLE :	INDIQUÉE	DATE

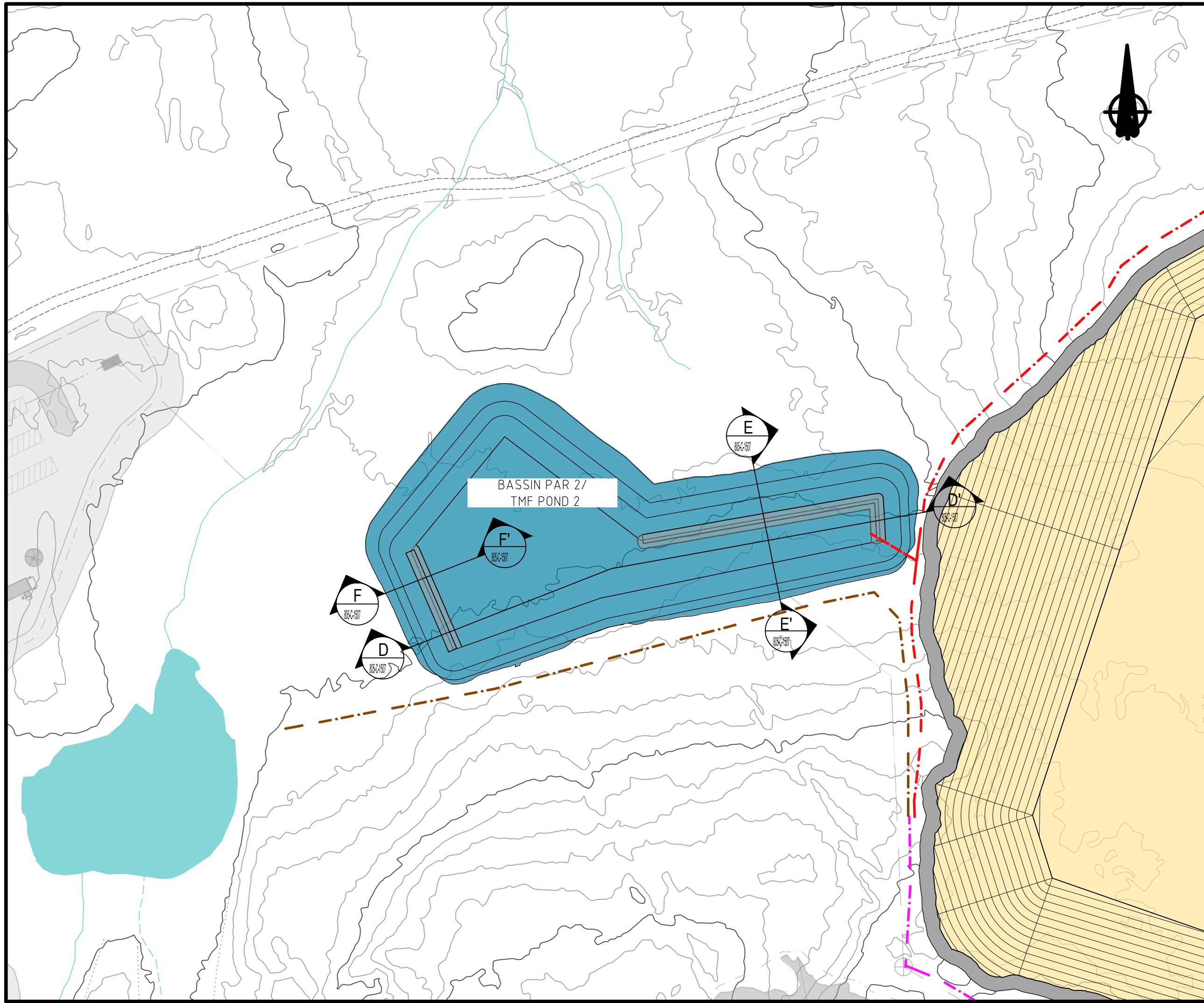
PROJET : ÉTUDE DE FAISABILITÉ/
FEASIBILITY STUDY

SOUS PROJET :
CONCEPTION DES INFRASTRUCTURES DE GESTION DES RÉSIDUS MINERS
TAILINGS MANAGEMENT INFRASTRUCTURE DESIGN

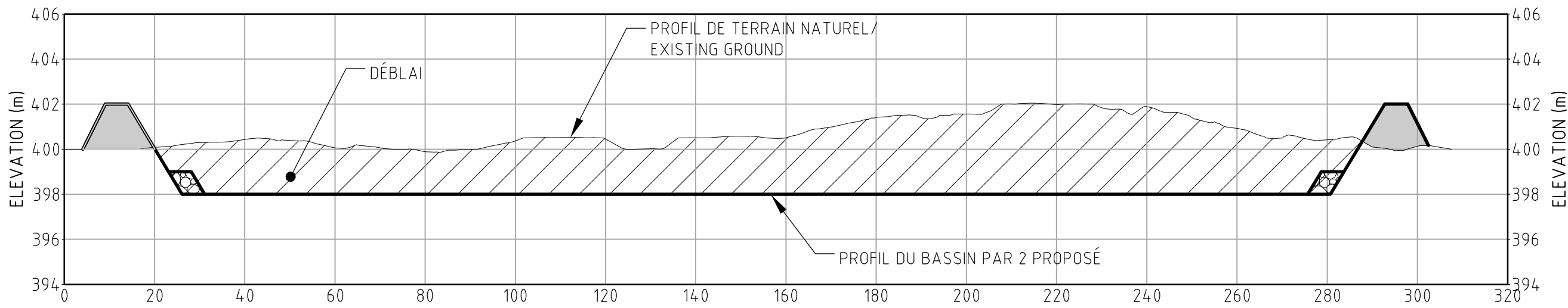
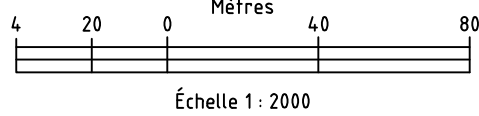
TITRE :

BASSIN PAR 1 PROPOSÉ
PROPOSED TMF POND 1

NUMÉRO DE DESSIN
805-C-1506-Z0
SECTEUR - DISCIPLINE - NO. SÉQUENTIEL - RÉVISION



VUE EN PLAN
BASSIN TMF2 PROPOSÉ
Échelle 1:2000



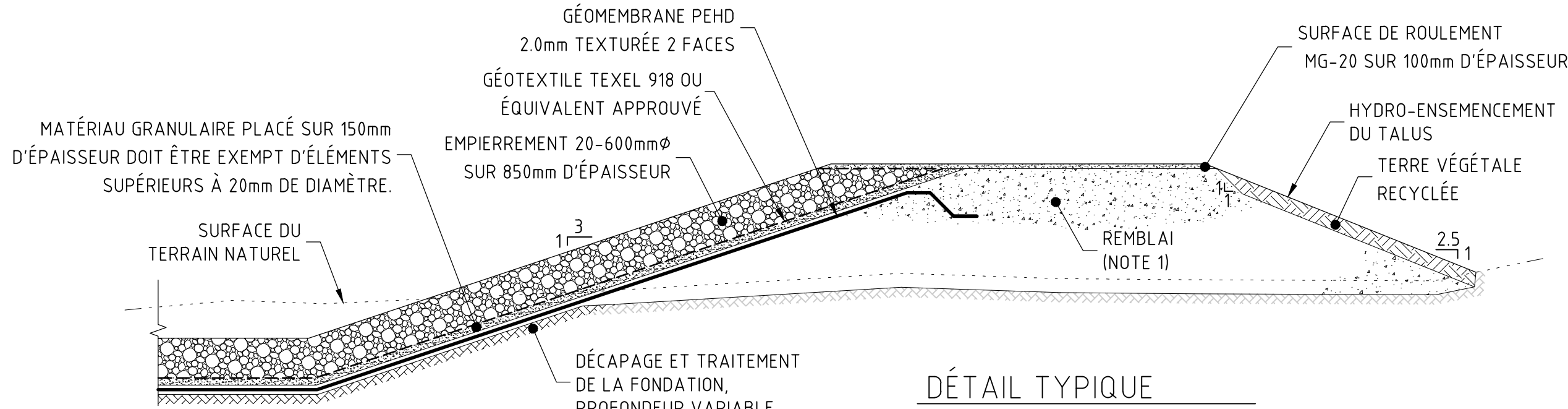
PROFIL LONGITUDINAL
BASSIN PAR 2 PROPOSÉ
Échelle H=1:1000 / V=200

D



DÉTAIL DES BERMES
BASSIN PAR 2 PROPOSÉ
Échelle 1:200

E

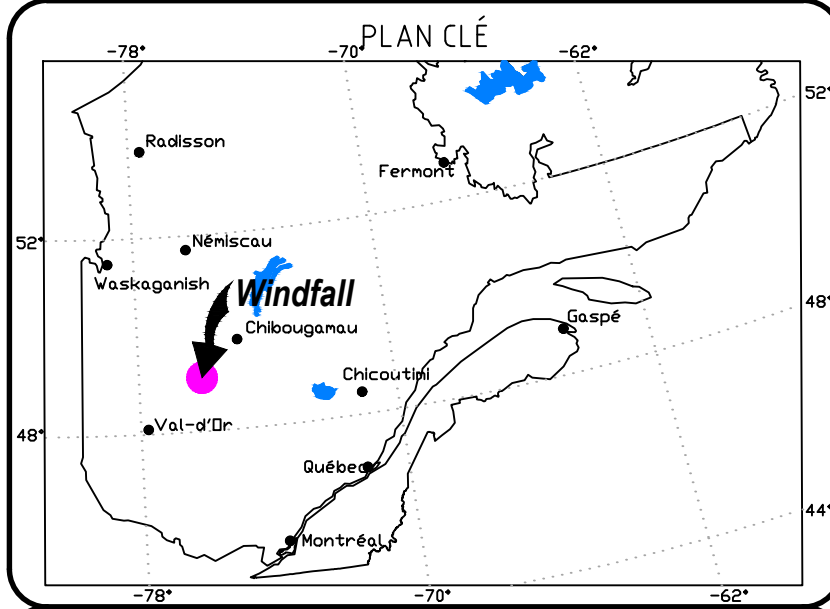


DÉTAIL TYPIQUE

BASSIN PAR 2 PROPOSÉ
Échelle : Aucune

F

DÉTAIL DES BERMES
BASSIN PAR 2 PROPOSÉ
Échelle 1:200



NOTES GÉNÉRALES

À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURES SONT EN MÈTRE.

SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE UTILISÉ : UTMnad83 zone18

FICHIERS SOURCES:

- COURBES TOPOGRAPHIQUES, REPRÉSENTATION AU MÈTRE, DU RELÈVÉ LIDAR EN DATE DE 2020.

NOTE 1 :
REMBLAI : MATÉRIAU GRANULAIRE COMPACTABLE NON GÉNÉRATEUR D'ACIDE, EXEMPT DE MATIÈRE ORGANIQUE ET DE PARTICULES SUPÉRIEURES À 200mm DE DIAMÈTRE MIS EN PLACE PAR COUCHE SUCCESSIVE DE 300mm D'ÉPAISSEUR ET COMPACTÉ À 95% DU P.M. LE DERNIER 150mm ADJACENT AUX GÉOSYNTHÉTIQUES DOIT ÊTRE EXEMPT DE PARTICULES SUPÉRIEURES À 20mm DE DIAMÈTRE.

«CES DOCUMENTS NE DOIVENT PAS ÊTRE UTILISÉS À DES FINS DE CONSTRUCTION»

RÉV	DATE	DESCRIPTION	DES	VÉR	APP
ZO	2023-03-24	FINAL	R.G.K.B.	F.C.	
ZA	2023-03-02	PRÉLIMINAIRE	R.G.K.B.	F.C.	

SCEAU & SIGNATURE

PAS POUR CONSTRUCTION
NOT FOR CONSTRUCTION

wsp

7250, rue du Mile End, 3e étage
MONTRÉAL QUÉBEC CANADA H3T 1A4
TÉL. 1-514-383-9990 | WWW.WSP.COM

OSISKO
MINIÈRE OSISKO

CONÇU :	Stéphane Tremblay, CPI	2022-12-XX
DESSINÉ :	Rémi Gravel, tech.	2023-01-XX
VÉRIFIÉ :	Kristina Bondy, ing., M.ing	2023-01-XX
APPROUVÉ :	Frederic Choquet, ing. MScA, PMP	2023-01-XX
CLIENT :	Kim-Quyen Nguyen, ing. MBA	2023-02-XX
ÉCHELLE :	INDIQUÉE	DATE

PROJET : ÉTUDE DE FAISABILITÉ/
FEASIBILITY STUDY

SOUS PROJET :
CONCEPTION DES INFRASTRUCTURES DE GESTION DES RÉSIDUS MINERS
TAILINGS MANAGEMENT INFRASTRUCTURE DESIGN

TITRE :

BASSIN PAR 2 PROPOSÉ
PROPOSED TMF POND 2

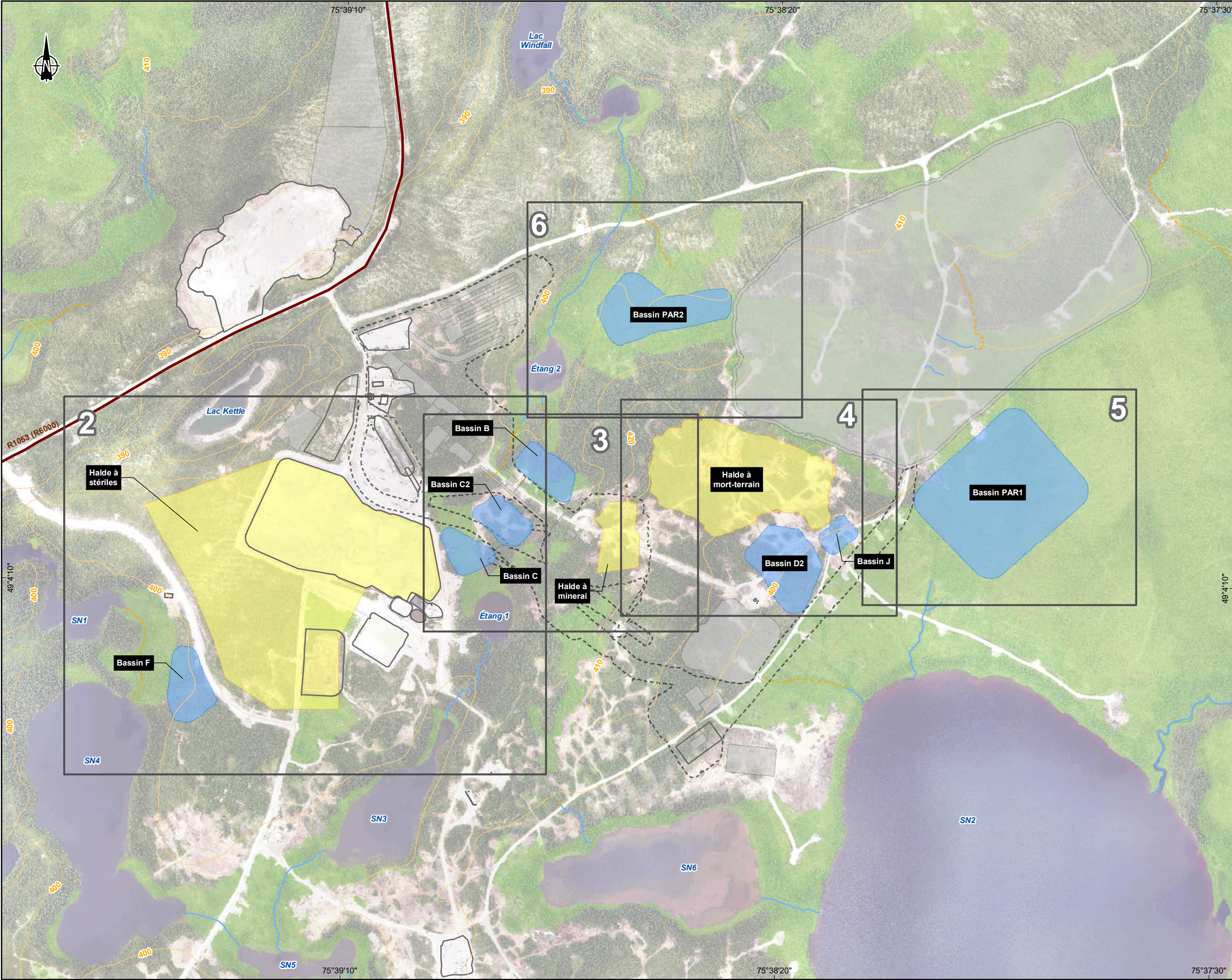
NUMÉRO DE DESSIN
805-C-1507-Z0
SECTEUR - DISCIPLINE - NO. SÉQUENTIEL - RÉVISION

ANNEXE

B

CARTES





- Routes**
- Route forestière secondaire
- Projet**
- Infrastructure existante
- Infrastructures projetées**
- Bassin
 - Halde
- Hypsométrie**
- Courbe de niveau (10 m)
- Hydrographie**
- Cours d'eau
 - Cours d'eau souterrain
- Végétation**
- Milieu humide

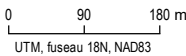


OSISKO
MINIÈRE OSISKO

Étude de faisabilité - Conception des haldes et des infrastructures
de gestion des eaux
Site minier Windfall, Eeyou Istchee Baie-James (Québec)

Carte 1
Secteurs d'étude

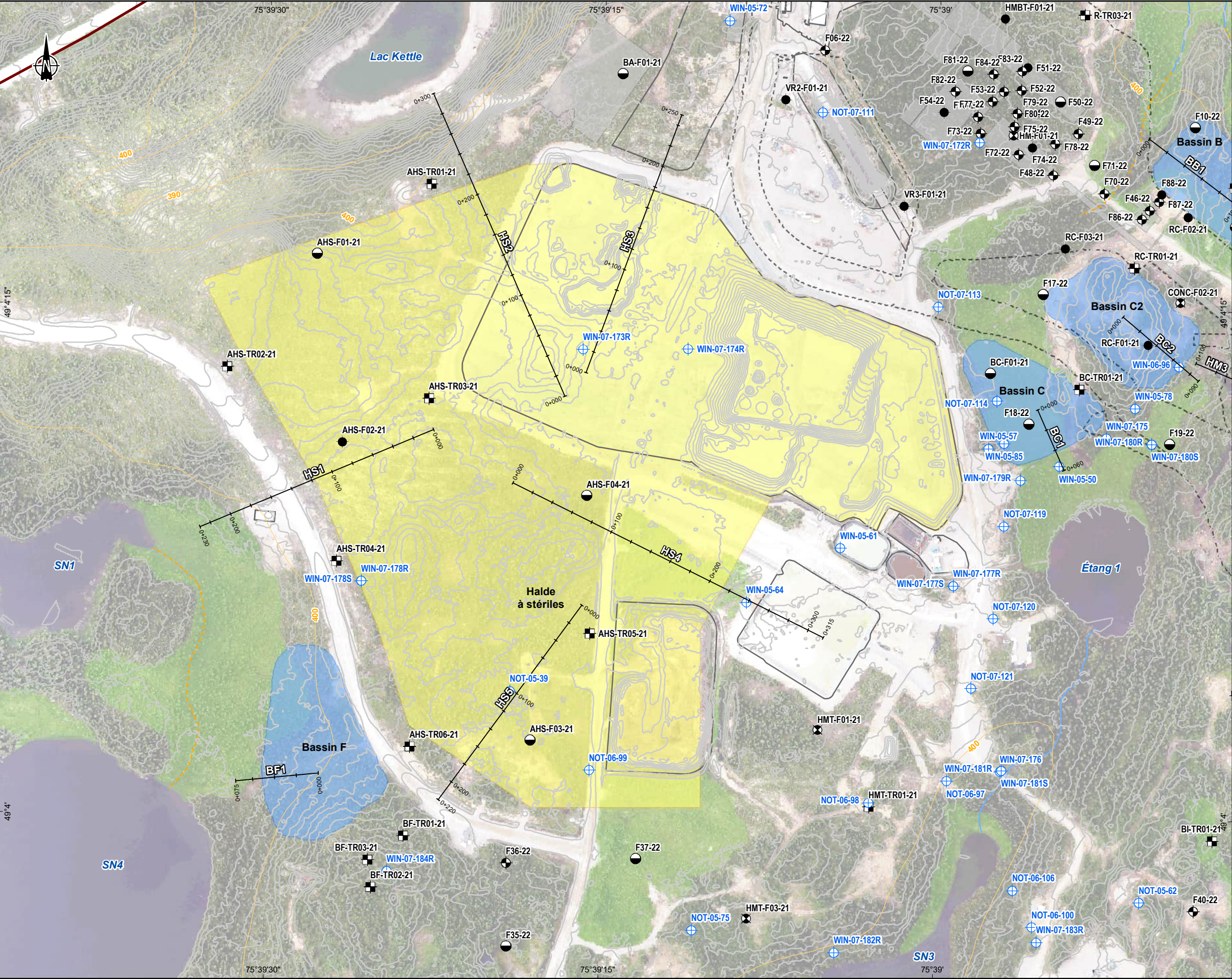
Sources :
BDAT, 1/250 000, MRN Québec, 2002
BDTQ, 1/20 000, MRNF Québec, 2007
CanVec Plus, 1/50 000, RNCAN, 2015
SDA, 1/20 000, MERN Québec, 2020
Orthophoto, résolution 80 cm, Osisko Mining Inc., 2020-07
Osisko, Infrastructures CAWL-301-G-0602-ZJ, 2022-12-01



2023-03-23

Préparée par / Preparation : J.-A. Douville
Dessinée par / Drawing : J. Roy
Vérifiée par / Verification : K. Bondy
_201_11330_08_etc1_170_PlanIndex_230323.mxd





Routes

Route forestière secondaire

Coupe de profil

Coupe analysée

Sondages

WSP-Golder

- Forage, 2022
- Puits d'observation, 2022

Qualitas

- Puits d'observation, 2007

WSP

- Forage, 2021
- Forage et puits d'observation, 2", 2021
- Forage et puits d'observation, 3/4", 2021
- Tranchée d'exploration, 2021
- Forage, 2022

Projet

Infrastructure existante

Infrastructures projetées

- Bassin
- Halde
- Autres infrastructures

Hydrographie

- Cours d'eau
- Cours d'eau souterrain

Végétation

- Milieu humide

Hypsométrie

- Courbe de niveau (10 m)
- Courbe de niveau (1 m)



Étude de faisabilité - Conception des haldes et des infrastructures de gestion des eaux

Site minier Windfall, Eeyou Istchee Baie-James (Québec)

Carte 2
Zone halde à stériles et bassin F

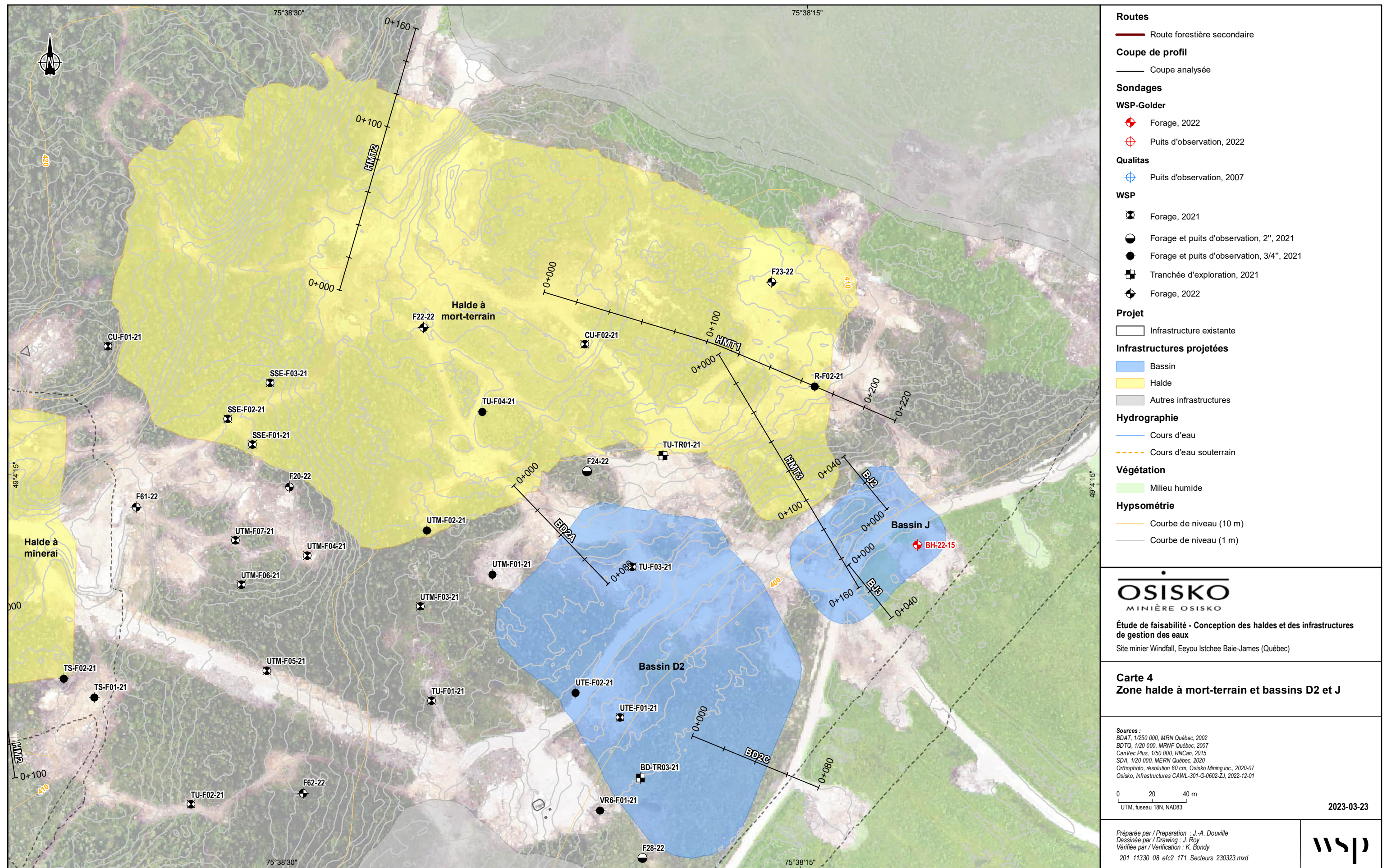
Sources :
BDAT, 1/250 000, MRN Québec, 2002
BDTQ, 1/20 000, MRN Québec, 2007
CanVec Plus, 1/50 000, RNCAN, 2015
SDA, 1/20 000, MERN Québec, 2020
Orthophoto, résolution 80 cm, Osisko Mining inc., 2020-07
Osisko, Infrastructures CAWL-301-G-0602-ZJ, 2022-12-01

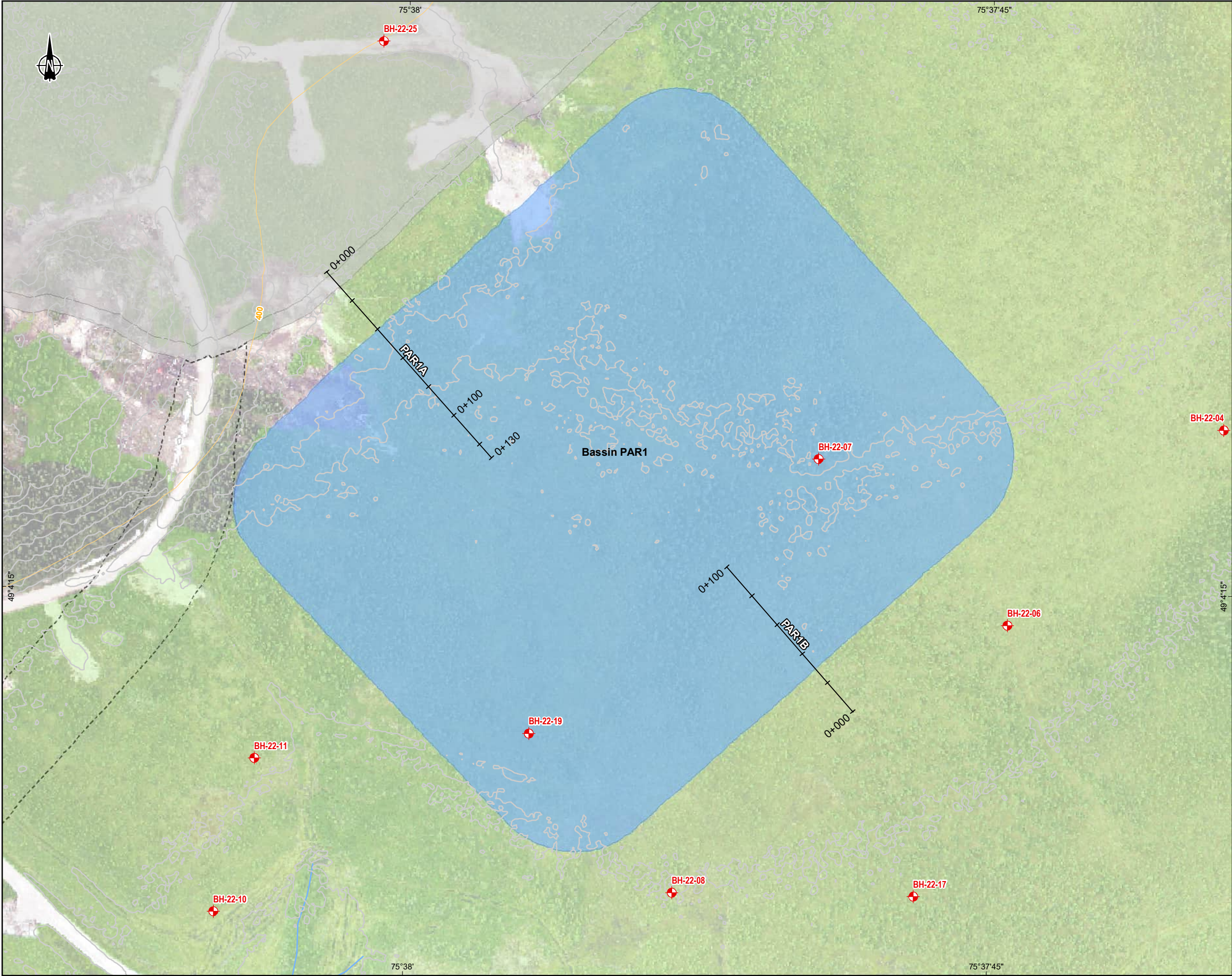
0 20 40 m
UTM, fuseau 18N, NAD83

2023-03-23

Préparée par / Preparation : J.-A. Douville
Dessinée par / Drawing : J. Roy
Vérifiée par / Verification : K. Bondy
_201_11330_08_etc2_171_Secteurs_230323.mxd







Routes

- Route forestière secondaire

Coupe de profil

- Coupe analysée

Sondages

WSP-Golder

- Forage, 2022
- Puits d'observation, 2022

Qualitas

- Puits d'observation, 2007

WSP

- Forage, 2021
- Forage et puits d'observation, 2", 2021
- Forage et puits d'observation, 3/4", 2021
- Tranchée d'exploration, 2021
- Forage, 2022

Projet

- Infrastructure existante

Infrastructures projetées

- Bassin
- Halde
- Autres infrastructures

Hydrographie

- Cours d'eau
- Cours d'eau souterrain

Végétation

- Milieu humide

Hypsométrie

- Courbe de niveau (10 m)
- Courbe de niveau (1 m)



OSISKO
MINIÈRE OSISKO

Étude de faisabilité - Conception des haldes et des infrastructures de gestion des eaux

Site minier Windfall, Eeyou Istchee Baie-James (Québec)

Carte 5
Zone bassin PAR1


Sources :
BDAT, 1/250 000, MRN Québec, 2002
BDTQ, 1/20 000, MRNF Québec, 2007
CanVec Plus, 1/50 000, RNCan, 2015
SDA, 1/20 000, MERN Québec, 2020
Orthophoto, résolution 80 cm, Osisko Mining inc., 2020-07
Osisko, Infrastructures CAWL-301-G-0602-ZJ, 2022-12-01

0 20 40 m

UTM, fuseau 18N, NAD83

2023-03-23

Préparée par / Preparation : J.-A. Douville
Dessinée par / Drawing : J. Roy
Vérifiée par / Verification : K. Bondy
_201_11330_08_efc2_171_Secteurs_230323.mxd



ANNEXE

C

ALÉA SISMIQUE



2015 National Building Code Seismic Hazard Calculation

INFORMATION: Eastern Canada English (613) 995-5548 français (613) 995-0600 Facsimile (613) 992-8836
Western Canada English (250) 363-6500 Facsimile (250) 363-6565

Site: 49.075N 75.652W

2021-09-28 15:38 UT

Probability of exceedance per annum	0.000404	0.001	0.0021	0.01
Probability of exceedance in 50 years	2 %	5 %	10 %	40 %
Sa (0.05)	0.063	0.040	0.027	0.011
Sa (0.1)	0.089	0.058	0.041	0.017
Sa (0.2)	0.090	0.063	0.045	0.020
Sa (0.3)	0.081	0.058	0.043	0.019
Sa (0.5)	0.072	0.052	0.038	0.016
Sa (1.0)	0.048	0.034	0.024	0.009
Sa (2.0)	0.027	0.018	0.012	0.004
Sa (5.0)	0.007	0.004	0.003	0.001
Sa (10.0)	0.003	0.002	0.001	0.001
PGA (g)	0.052	0.035	0.024	0.010
PGV (m/s)	0.063	0.042	0.029	0.010

Notes: Spectral ($S_a(T)$, where T is the period in seconds) and peak ground acceleration (PGA) values are given in units of g (9.81 m/s^2). Peak ground velocity is given in m/s . Values are for "firm ground" (NBCC2015 Site Class C, average shear wave velocity 450 m/s). NBCC2015 and CSAS6-14 values are highlighted in yellow. Three additional periods are provided - their use is discussed in the NBCC2015 Commentary. Only 2 significant figures are to be used. **These values have been interpolated from a 10-km-spaced grid of points. Depending on the gradient of the nearby points, values at this location calculated directly from the hazard program may vary. More than 95 percent of interpolated values are within 2 percent of the directly calculated values.**

References

National Building Code of Canada 2015 NRCC no. 56190; Appendix C: Table C-3, Seismic Design Data for Selected Locations in Canada

Structural Commentaries (User's Guide - NBC 2015: Part 4 of Division B)
Commentary J: Design for Seismic Effects

Geological Survey of Canada Open File 7893 Fifth Generation Seismic Hazard Model for Canada: Grid values of mean hazard to be used with the 2015 National Building Code of Canada

See the websites www.EarthquakesCanada.ca and www.nationalcodes.ca for more information



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

Canada

ANNEXE

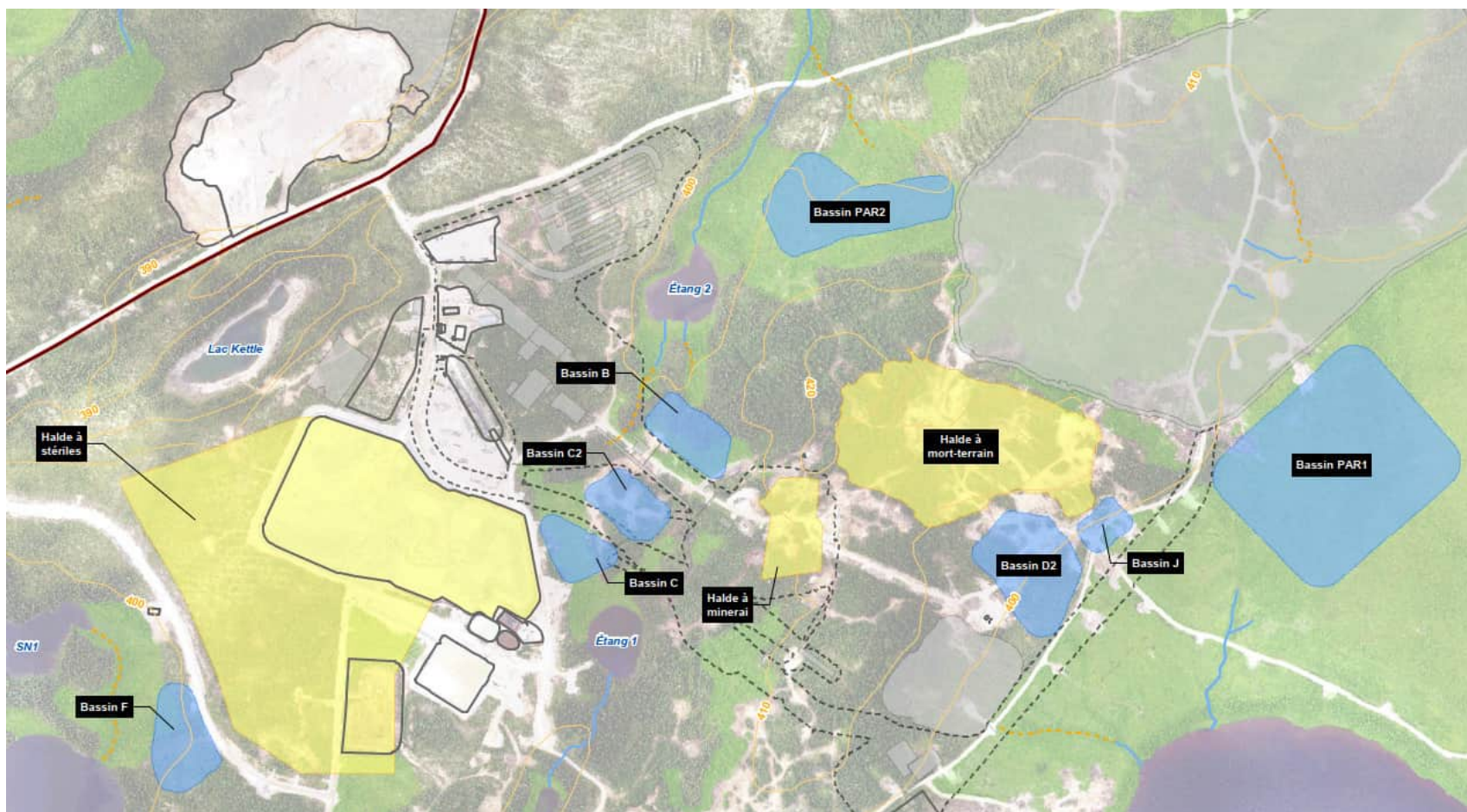
D

**RÉSULTATS DES ANALYSES
DE STABILITÉ**



Analyses de stabilité Haldes et infrastructures de gestion des eaux

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.











Vue générale actuelle de la zone à l'étude

No. Projet : 201-11330-08
ANNEXE D – Figure 1



Propriétés de résistance des matériaux

Date: 2023-03-23

Couleur	Nom	Modèle de matériau de stabilité de pente	Poids volumique (kN/m ³)	Cohésion effective (kPa)	Angle de frottement effectif (°)	Ligne piézométrique
	A.1. Terre végétale	Mohr-Coulomb	13,5	0	27	1
	B.1. Sable avec traces de silt et gravier, lâche à très lâche	Mohr-Coulomb	18	0	27	1
	B.2. Sable, un peu à traces de gravier et traces de silt, compact	Mohr-Coulomb	18,5	0	32	1
	B.3. Sable silteux à traces de silt et gravier, dense	Mohr-Coulomb	19,5	0	34	1
	B.4. Sable, un peu de gravier et traces de silt, devenant très dense	Mohr-Coulomb	19,5	0	36	1
	B.5. Sable silteux à un peu de silt, traces d'argile, compact	Mohr-Coulomb	18,5	0	32	1
	B.6. Silt sableux à sable silteux, traces de gravier, dense	Mohr-Coulomb	17,5	0	34	1
	B.7 Silt sableux, compact	Mohr-Coulomb	17,5	0	30	1
	B.8 Silt sableux à un peu de sable, lâche	Mohr-Coulomb	17,5	0	28	1
	B.9. Sable un peu de silt à sable et silt, lâche.	Mohr-Coulomb	17	0	28	1

Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception des haldes et des infrastructures de gestion des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Propriétés des matériaux – Analyse de stabilité














No. Projet : 201-11330-08
ANNEXE D – Figure 2





Propriétés de résistance des matériaux

Date: 2023-03-23

	C.1. Sable et gravier à graveleux, un peu à traces de silt, compact	Mohr-Coulomb	20	0	32	1
	C.2. Sable et gravier à graveleux, un peu à traces de silt, dense	Mohr-Coulomb	20	0	36	1
	C.3 Gravier, un peu de sable, lâche	Mohr-Coulomb	20	0	30	1
	D. Stériles miniers	Mohr-Coulomb	19	0	35	1
	E. Minerais	Mohr-Coulomb	20	0	36	1
	F.1. Système d'imperméabilisation avec PEHD lisse	Mohr-Coulomb	9,5	0	16	1
	F.2. Système d'imperméabilisation avec PEHD texturé	Mohr-Coulomb	9,5	0	24	1
	G.1. Remblai compacté	Mohr-Coulomb	20	0	34	1
	G.1. Remblai compacté digue	Mohr-Coulomb	20	0	32	1
	H. Enrochement de protection	Mohr-Coulomb	21	0	38	1
	I. Sable et gravier - Filtre	Mohr-Coulomb	21	0	34	1
	J. Mort-terrain	Mohr-Coulomb	17	0	26	1
	Roc	Substratum (impénétrable)				1



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception des haldes et des infrastructures de gestion des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

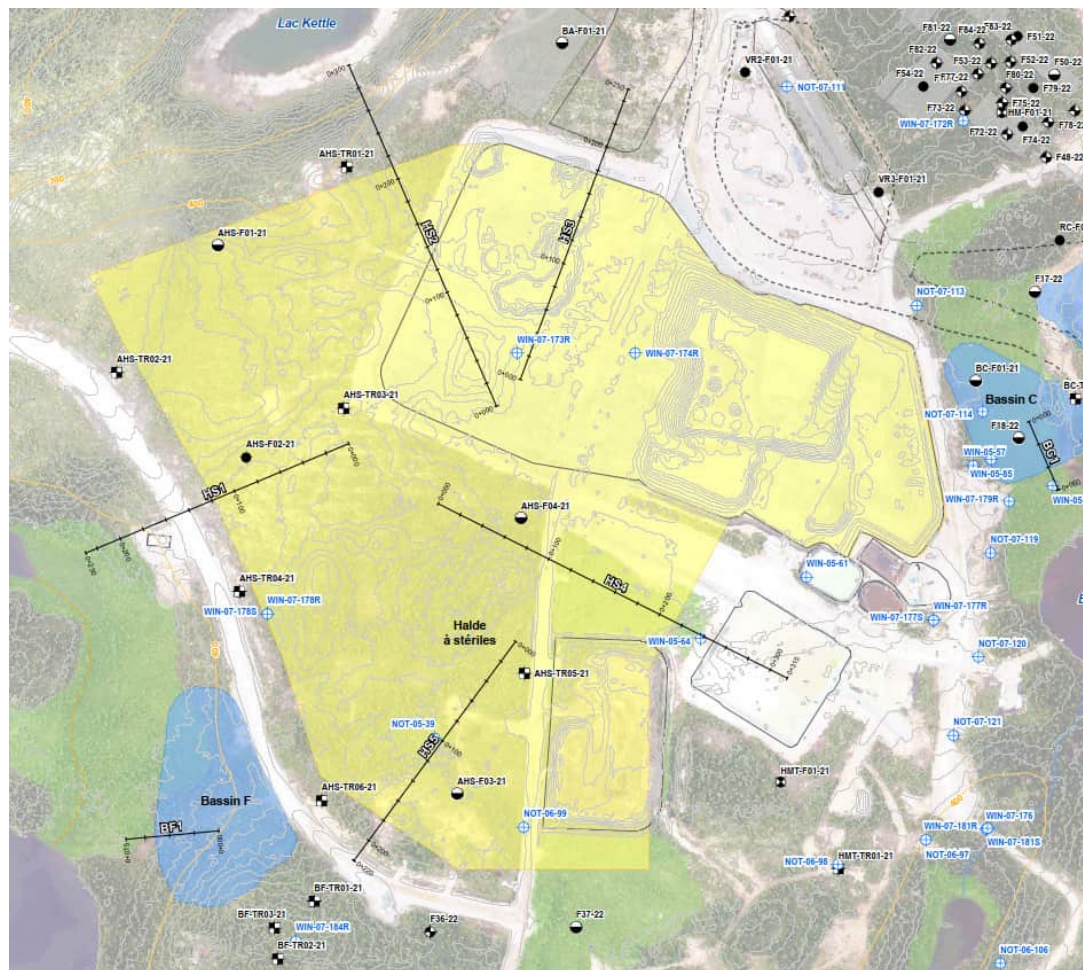
Propriétés des matériaux – Analyse de stabilité

No. Projet : 201-11330-08
ANNEXE D – Figure 3



Analyses de stabilité Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Emplacement des coupes analysées de la halde à stériles

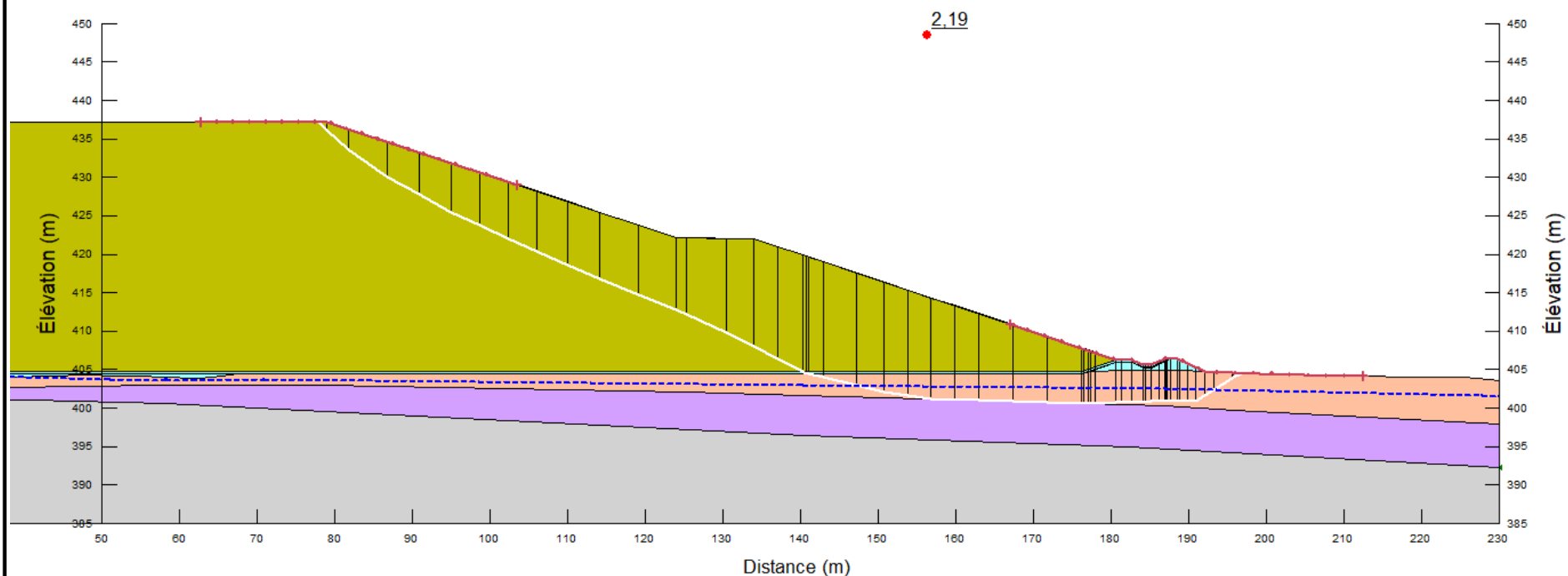
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 4



Coupe HS1 - Analyse de stabilité Statique - Rupture globale Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 2,19 FS requis : 1,50

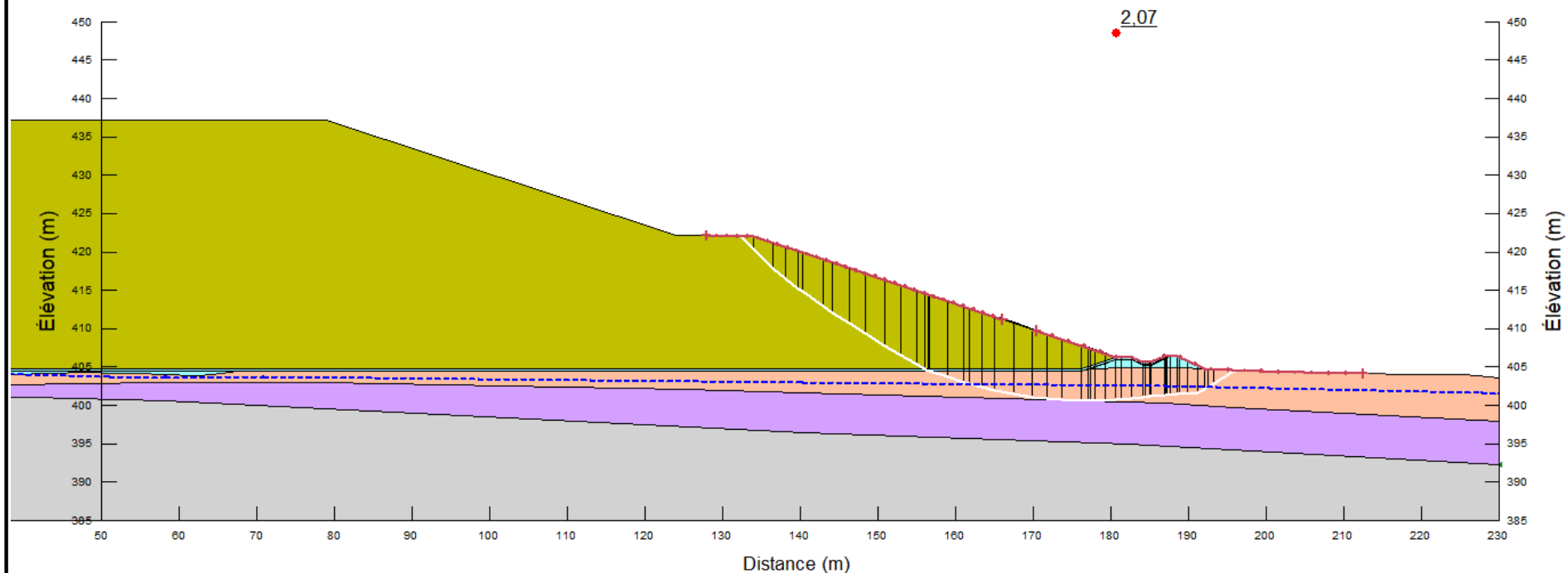
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 5



Coupe HS1 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture locale - Palier inférieur
Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 2,07 FS requis : 1,50

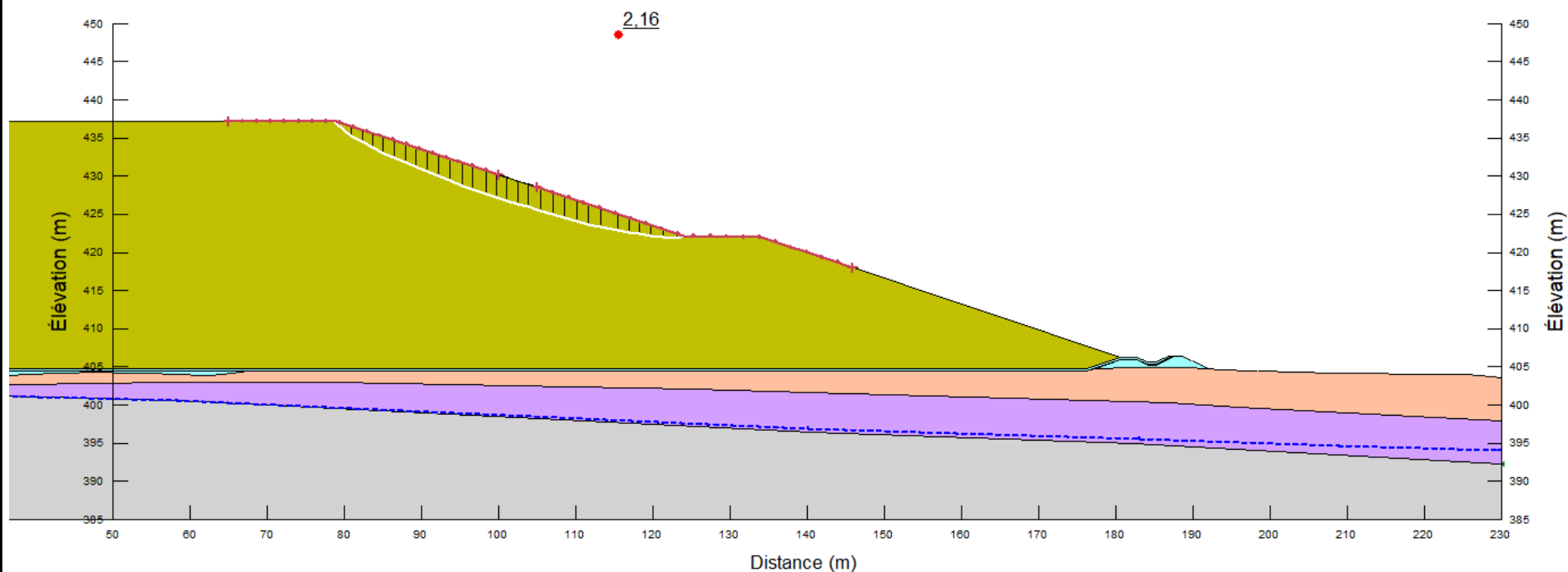
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 6



Coupe HS1 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture locale - Palier supérieur
Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 2,16 FS requis : 1,20

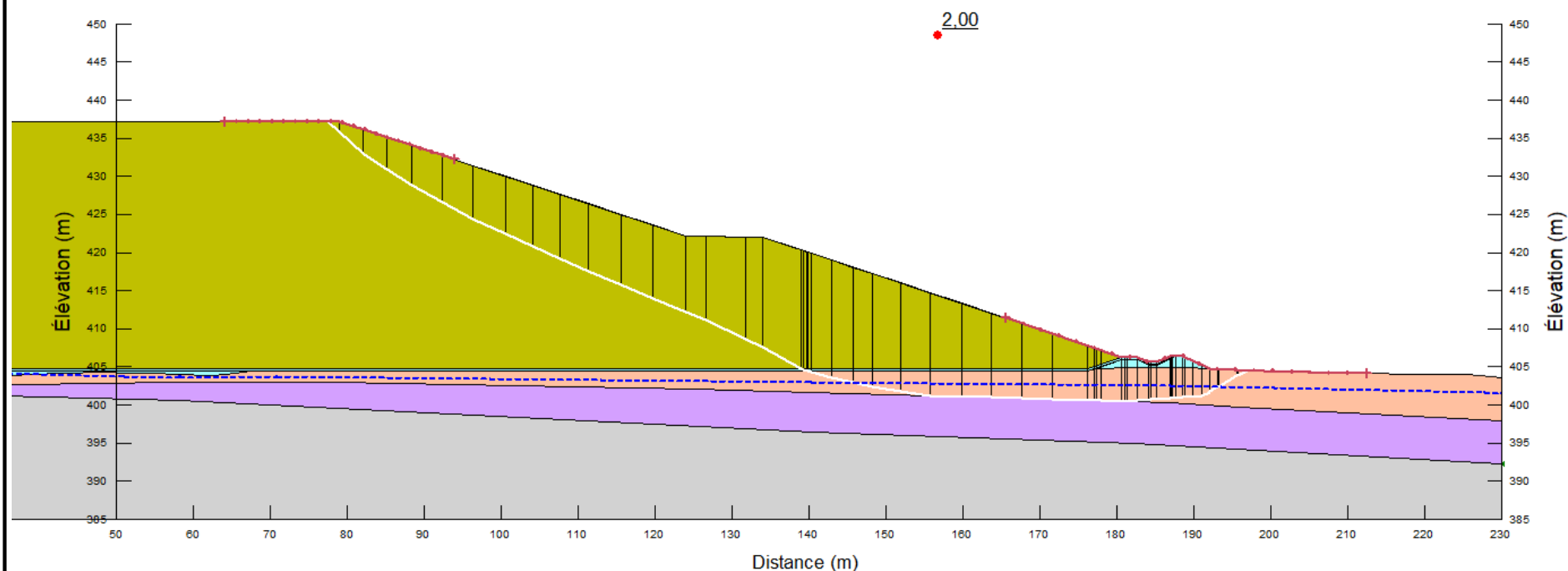
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 7



Coupe HS1 – Analyse de stabilité Pseudostatique – Rupture globale Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 2,00 FS requis : 1,10

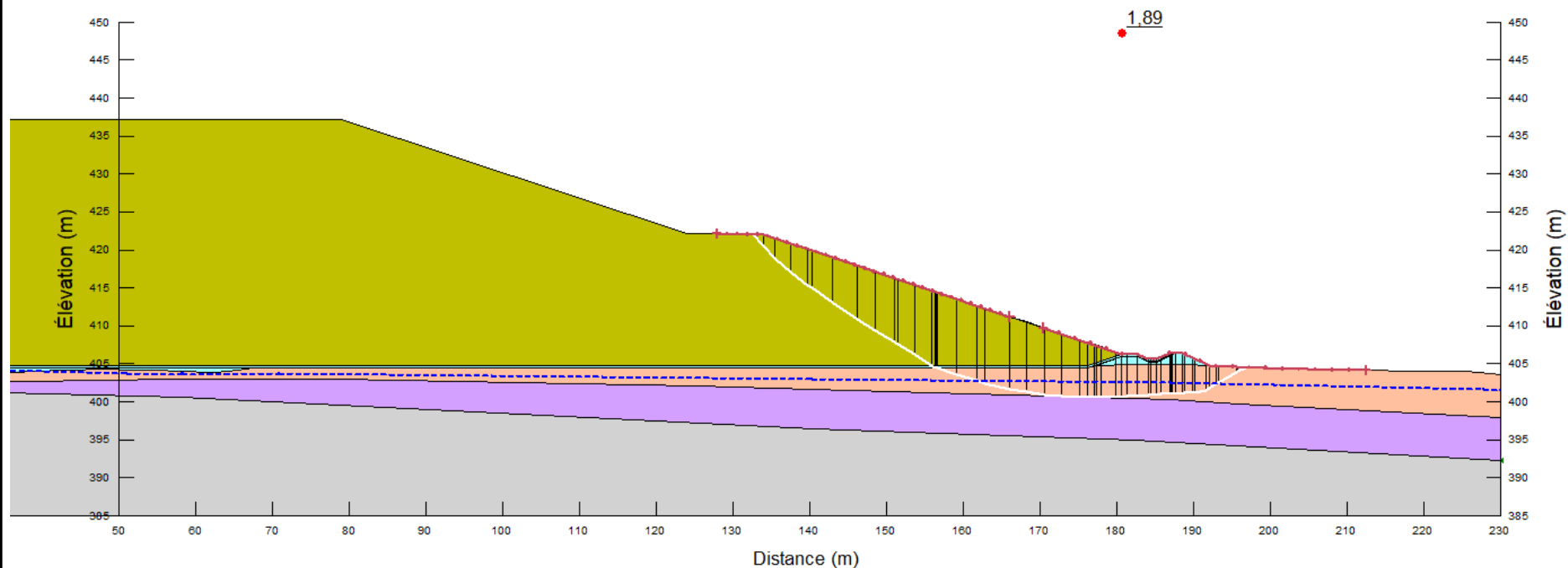
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 8



Coupe HS1 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture locale - Palier inférieur
Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,89 FS requis : 1,10

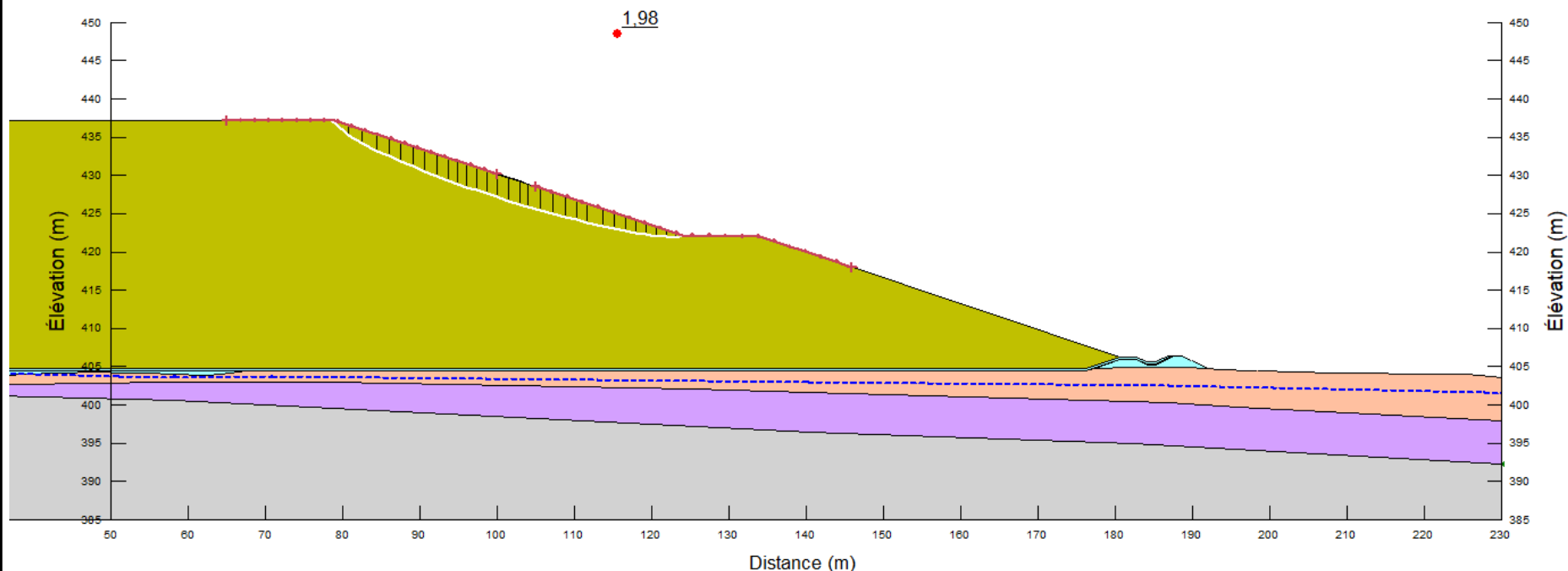
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 9



Coupe HS1 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture locale - Palier supérieur
Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,98 FS requis : 1,10

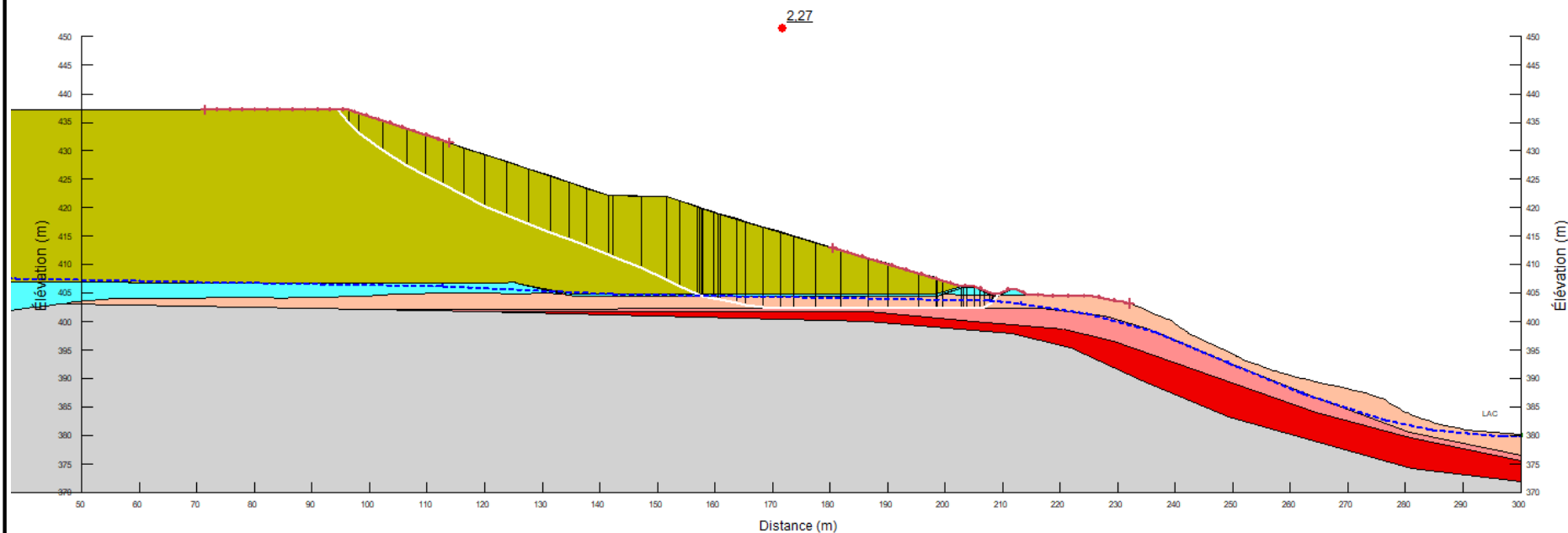
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 10



Coupe HS2 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale
Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 2,27 FS requis : 1,50

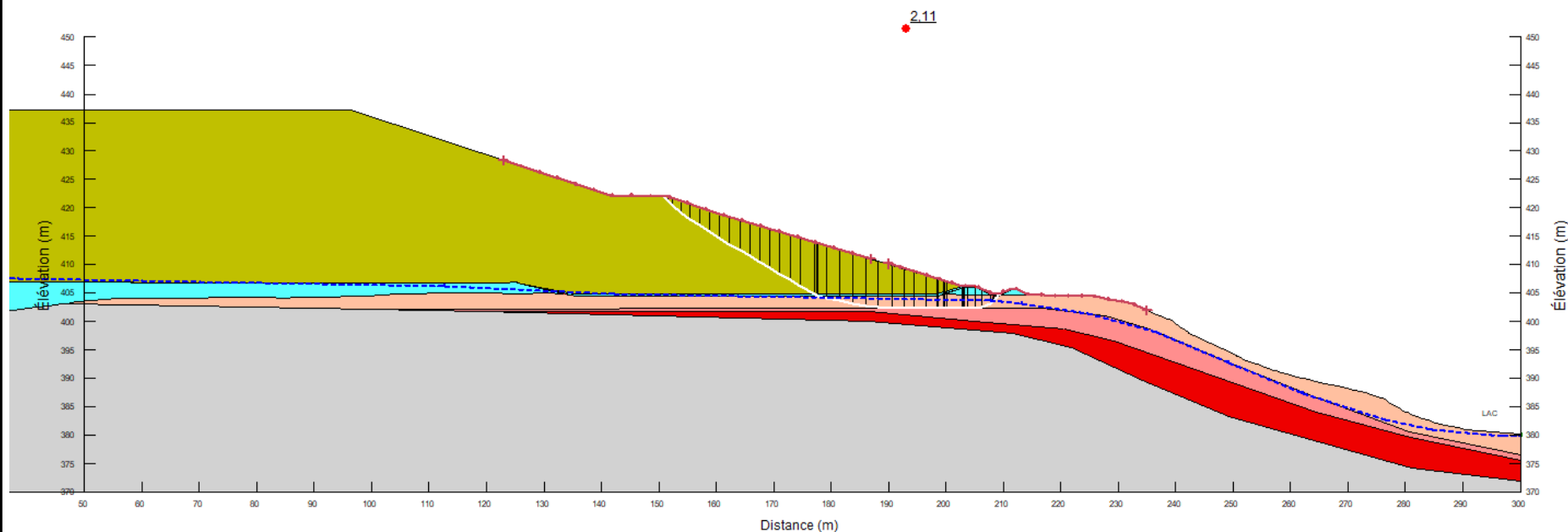
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 11



Coupe HS2 - Analyse de stabilité Statique - Rupture locale - Palier inférieur Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 2,11

FS requis : 1,50

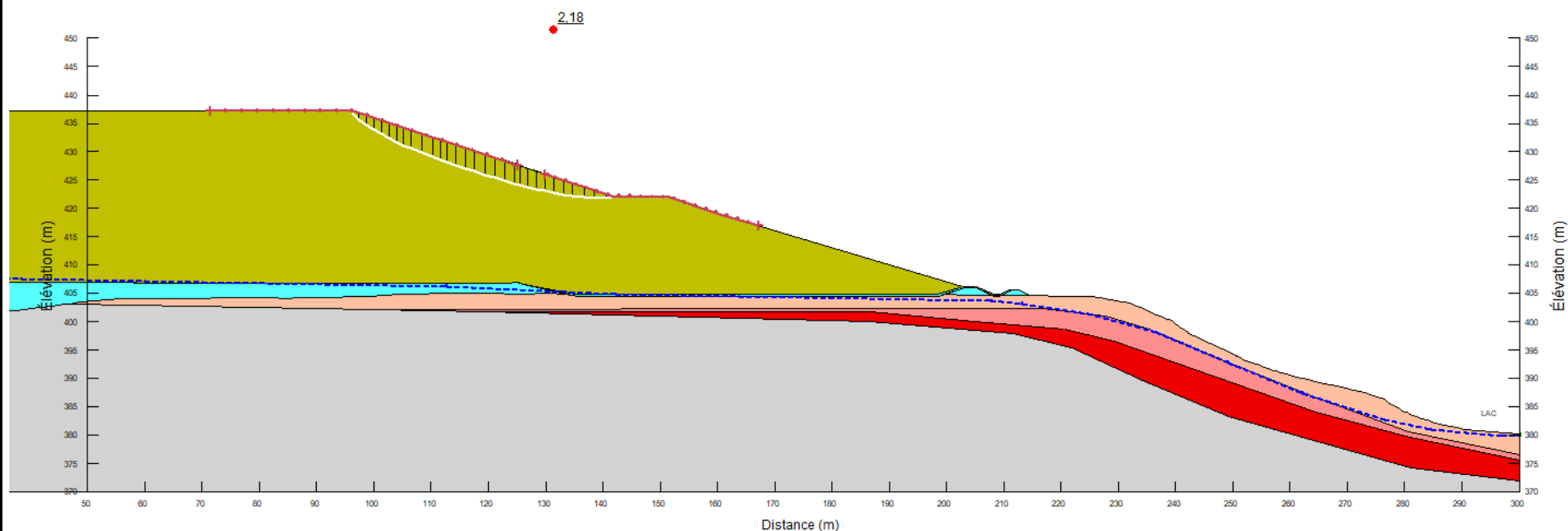
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 12



Coupe HS2 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture locale - Palier supérieur
Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 2,18 FS requis : 1,20

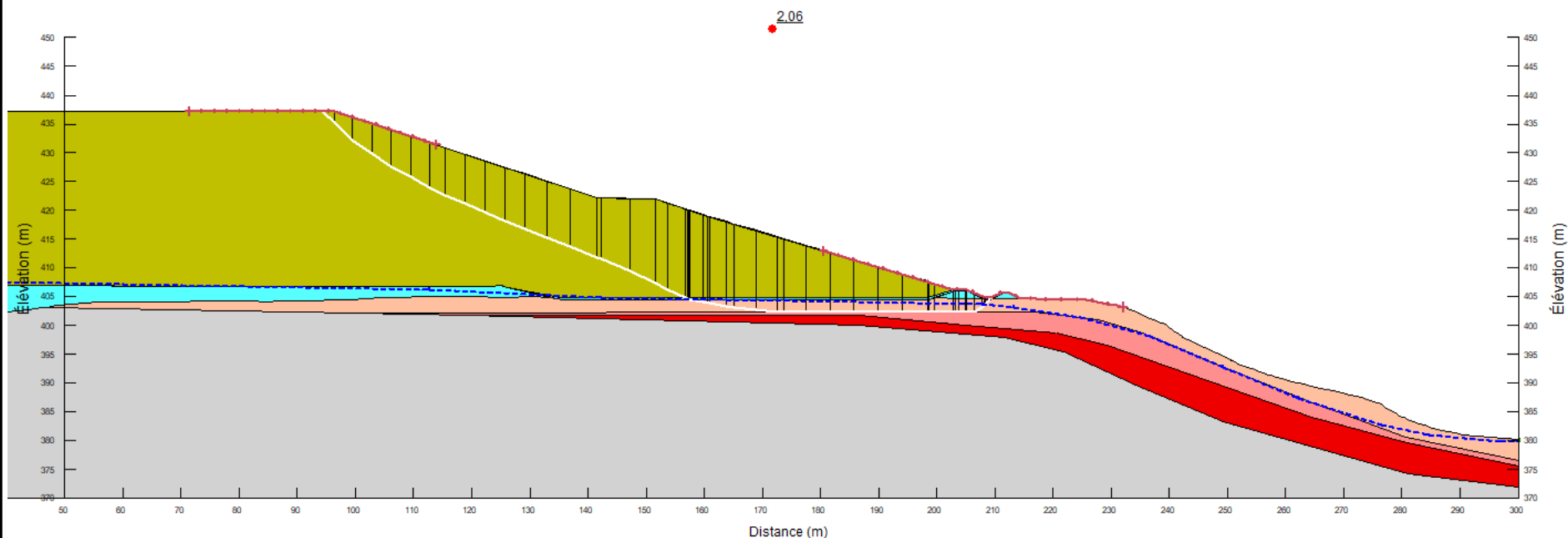
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 13



Coupe HS2 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale
Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 2,06 FS requis : 1,10

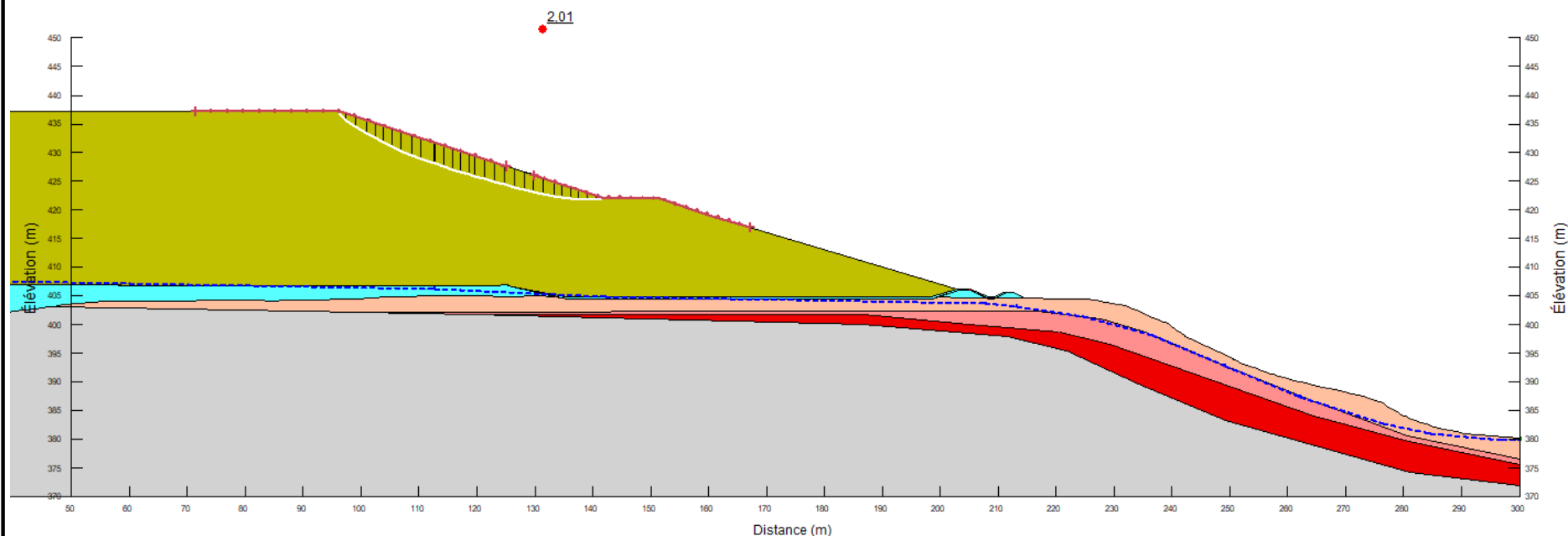
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 14



Coupe HS2 – Analyse de stabilité
Pseudostatique – Rupture locale - Palier supérieur
Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 2,01 FS requis : 1,10

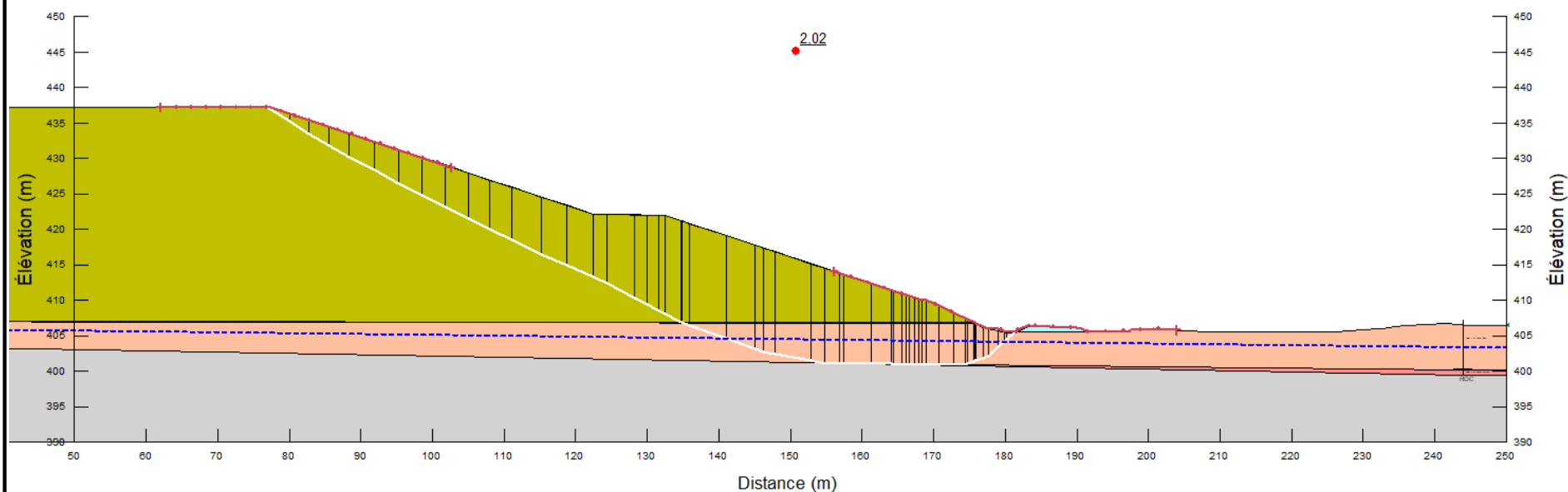
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 16



Coupe HS3- Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale
Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 2,02 FS requis : 1,50

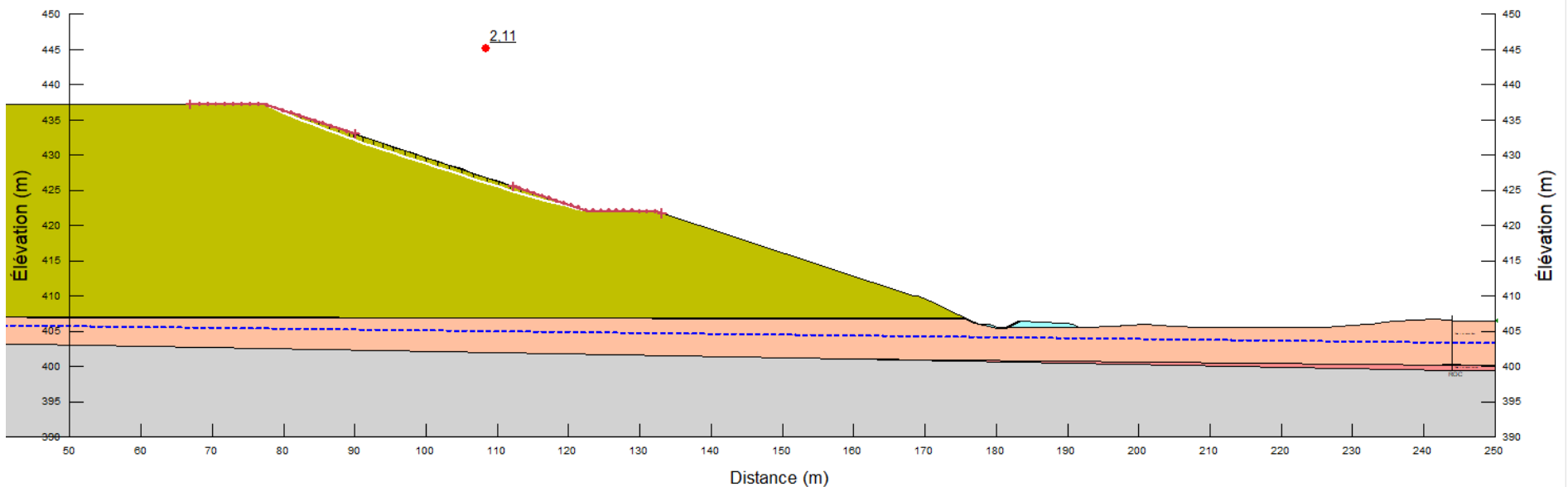
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 17



Coupe HS3 – Analyse de stabilité
Statique – Rupture locale - Palier supérieur
Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 2,11 FS requis : 1,20

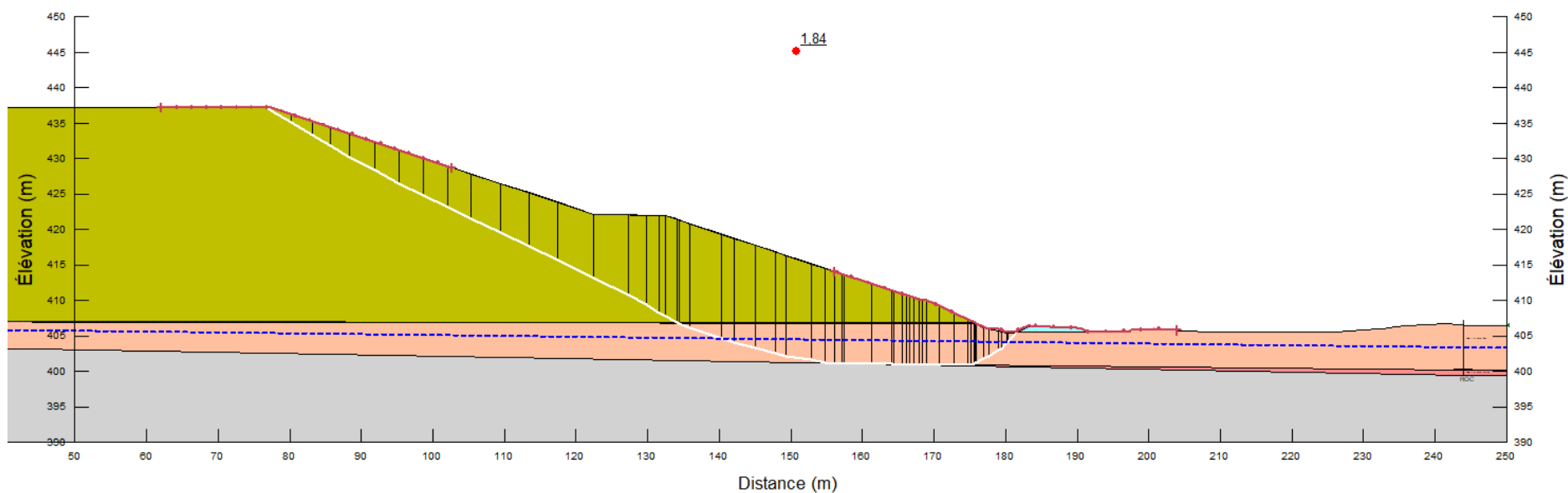
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 19



Coupe HS3 – Analyse de stabilité
Pseudostatique – Rupture globale
Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,84 FS requis : 1,10

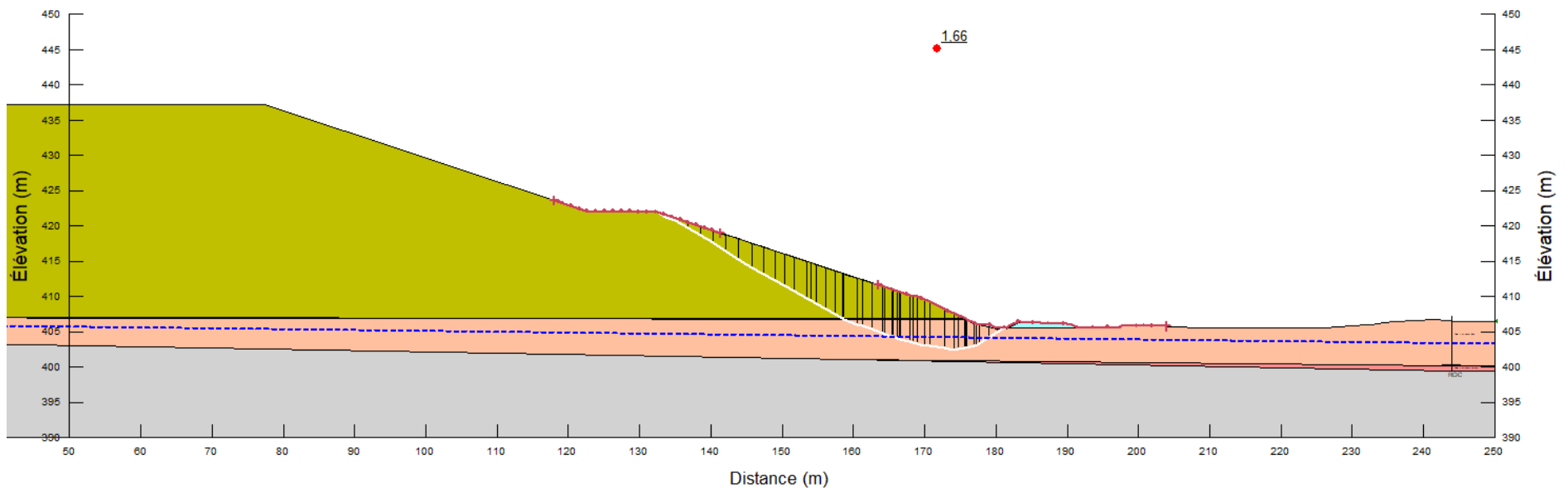
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 20



Coupe HS3 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture locale - Palier inférieur
Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,66 FS requis : 1,10

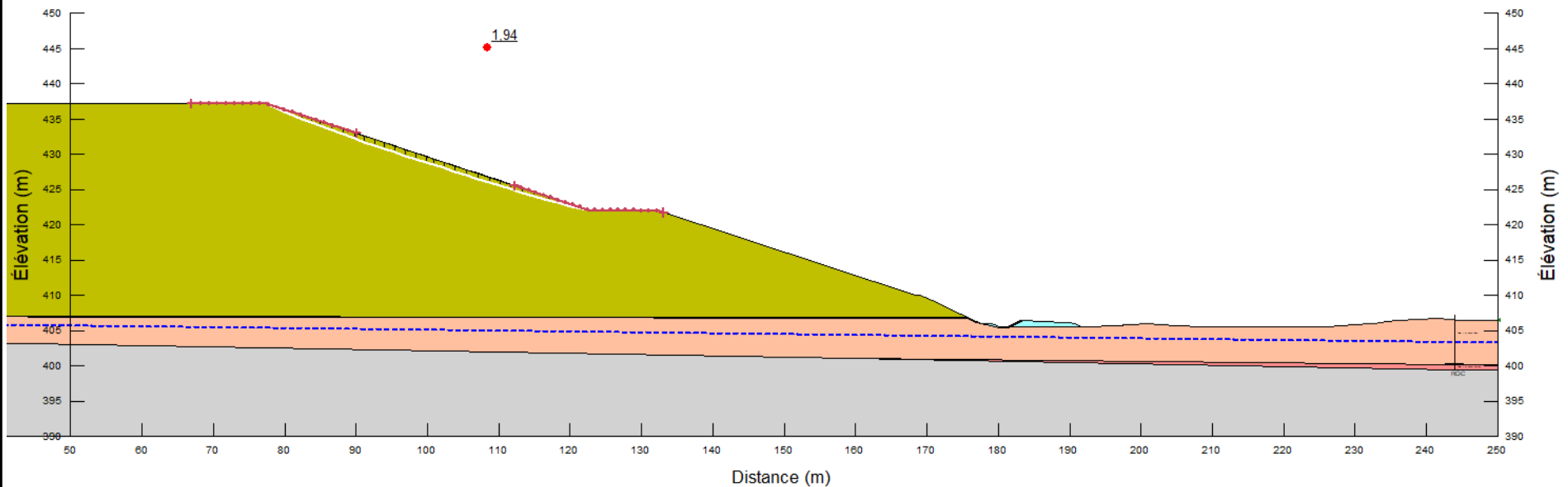
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 21



Coupe HS3 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture locale - Palier supérieur
Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,94 FS requis : 1,10

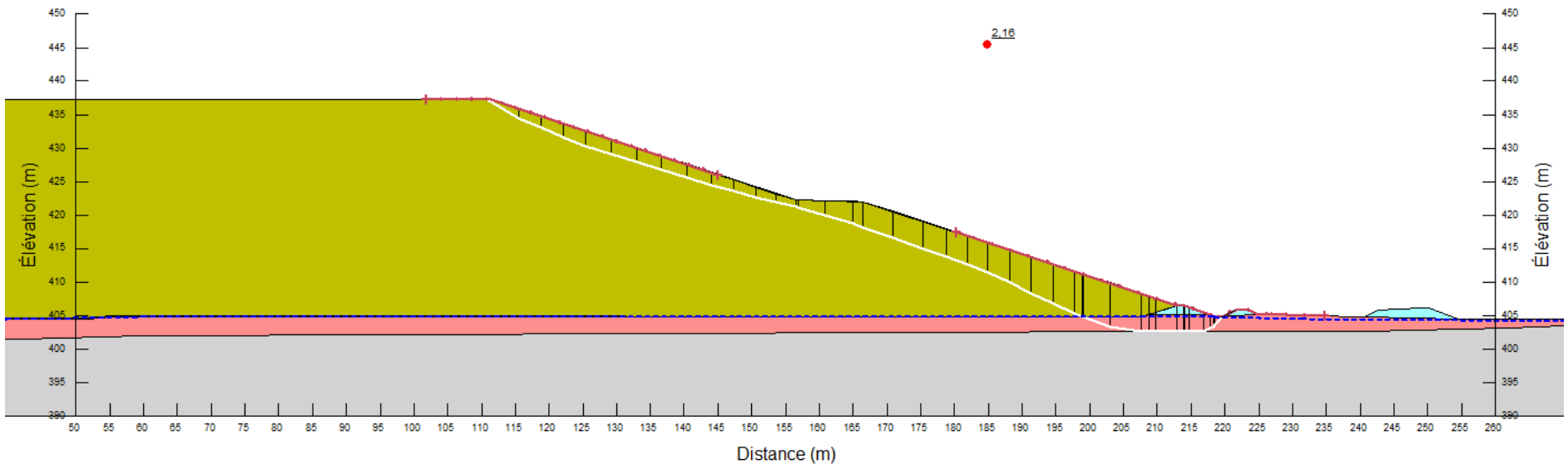
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 22



Coupe HS4 - Analyse de stabilité Statique - Rupture globale Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 2,16

FS requis : 1,50

No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 23



Coupe HS4 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture locale - Palier inférieur
Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 2,11 FS requis : 1,50

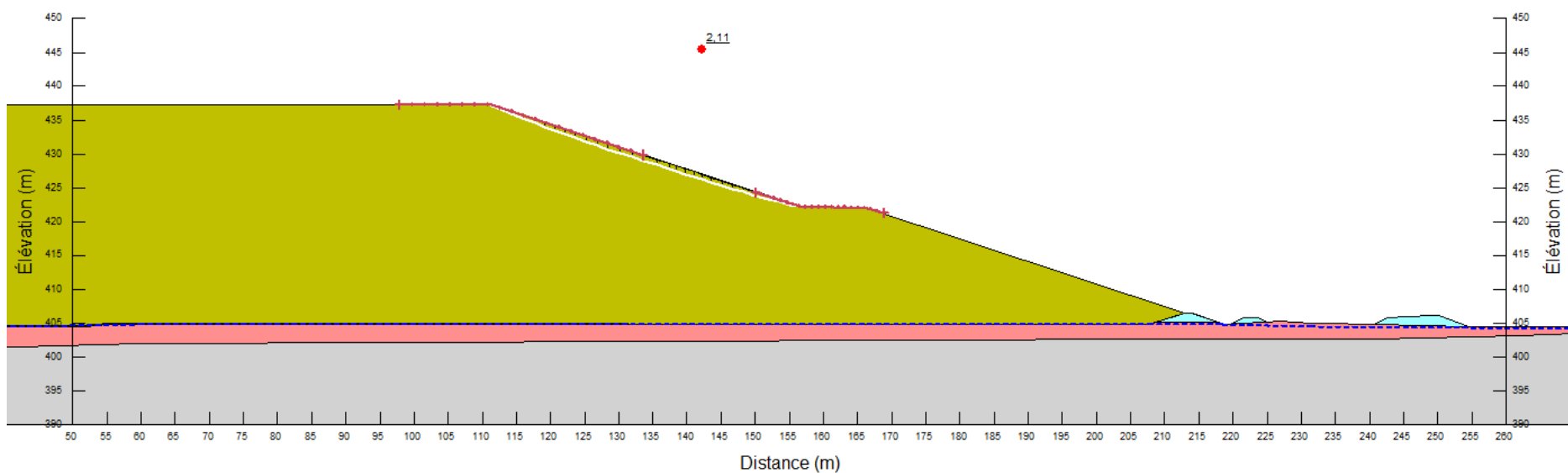
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 24



Coupe HS4 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture locale - Palier supérieur
Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 2,11 FS requis : 1,20

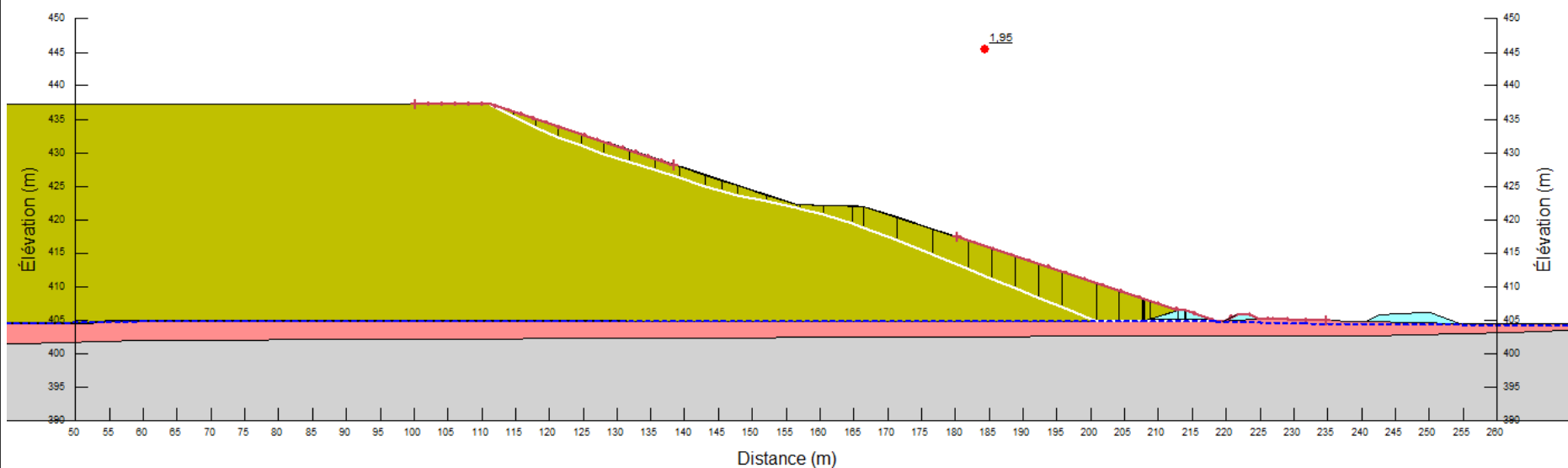
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 25



Coupe HS4 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale
Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,95 FS requis : 1,10

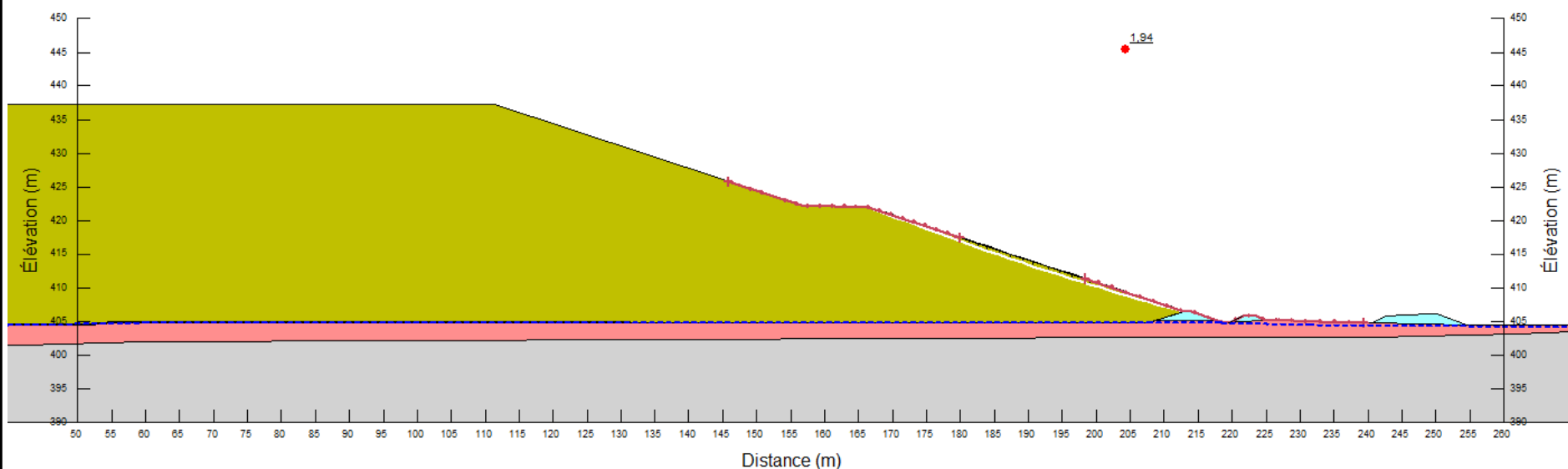
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 26



Coupe HS4 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture locale - Palier inférieur
Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,94 FS requis : 1,10

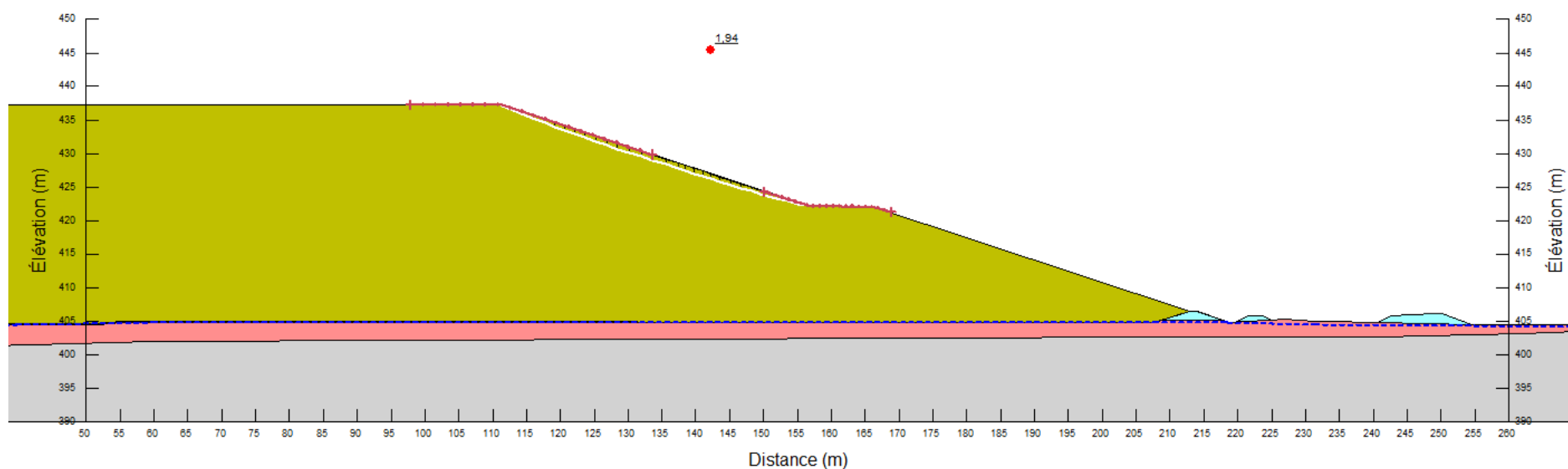
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 27



Coupe HS4 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture locale - Palier supérieur
Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,94 FS requis : 1,10

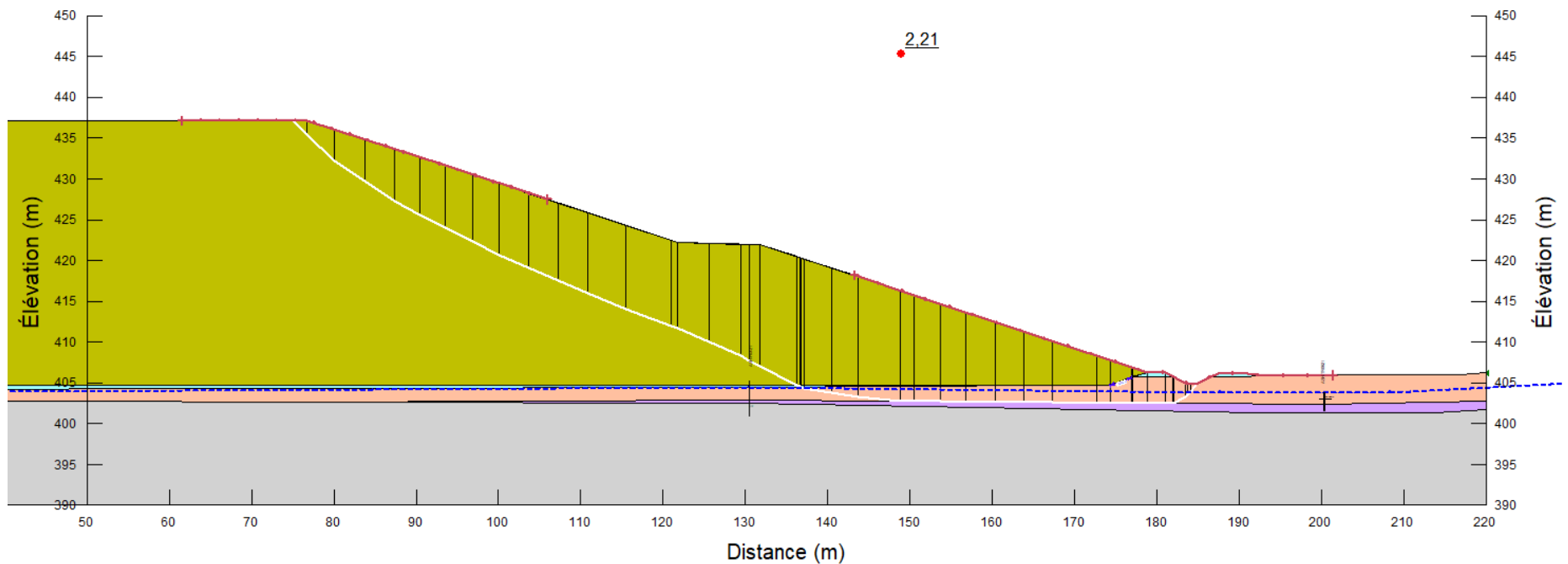
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 28



Coupe HS5 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale
Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 2,21 FS requis : 1,50

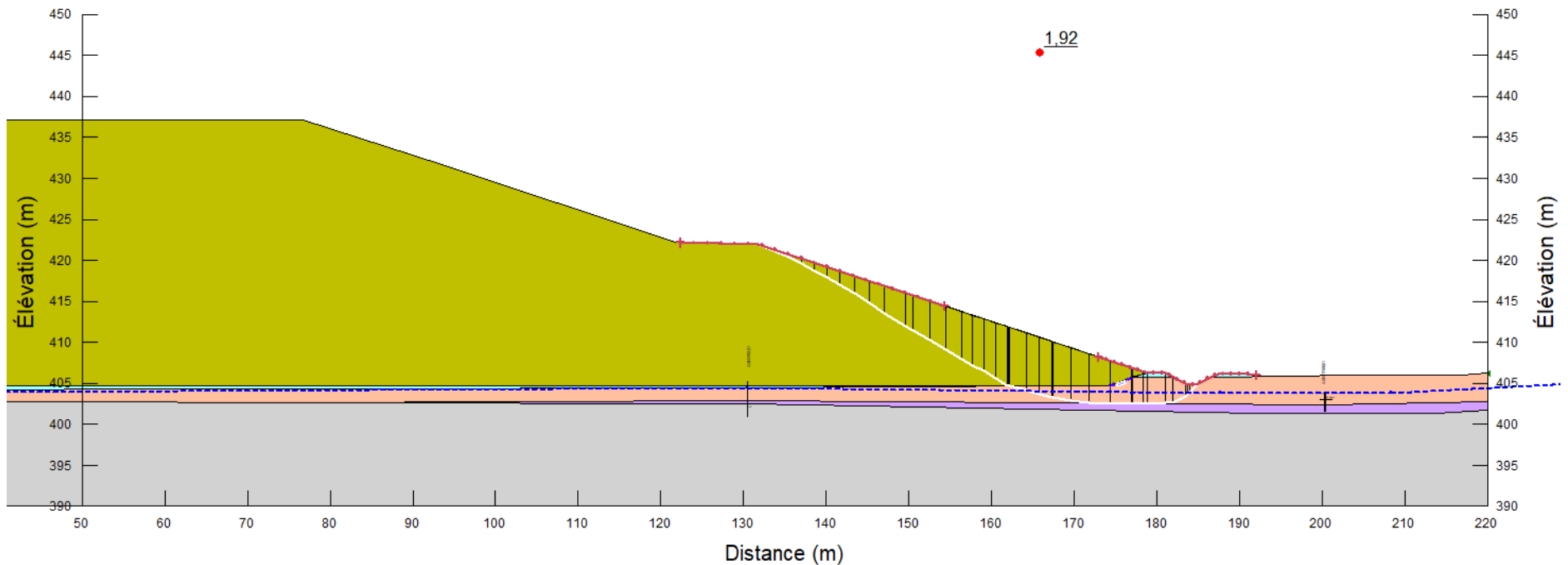
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 29



Coupe HS5 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture locale - Palier inférieur
Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,92 FS requis : 1,50

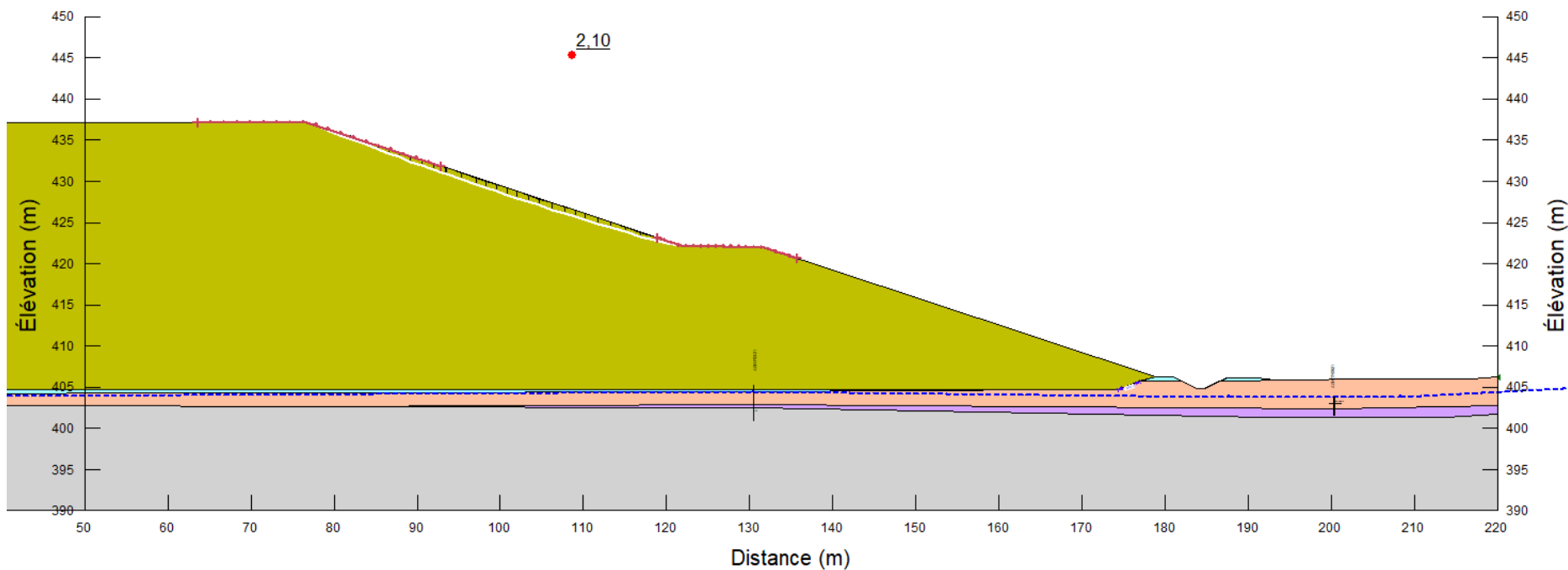
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 30



Coupe HS5 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture locale - Palier supérieur
Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 2,10 FS requis : 1,20

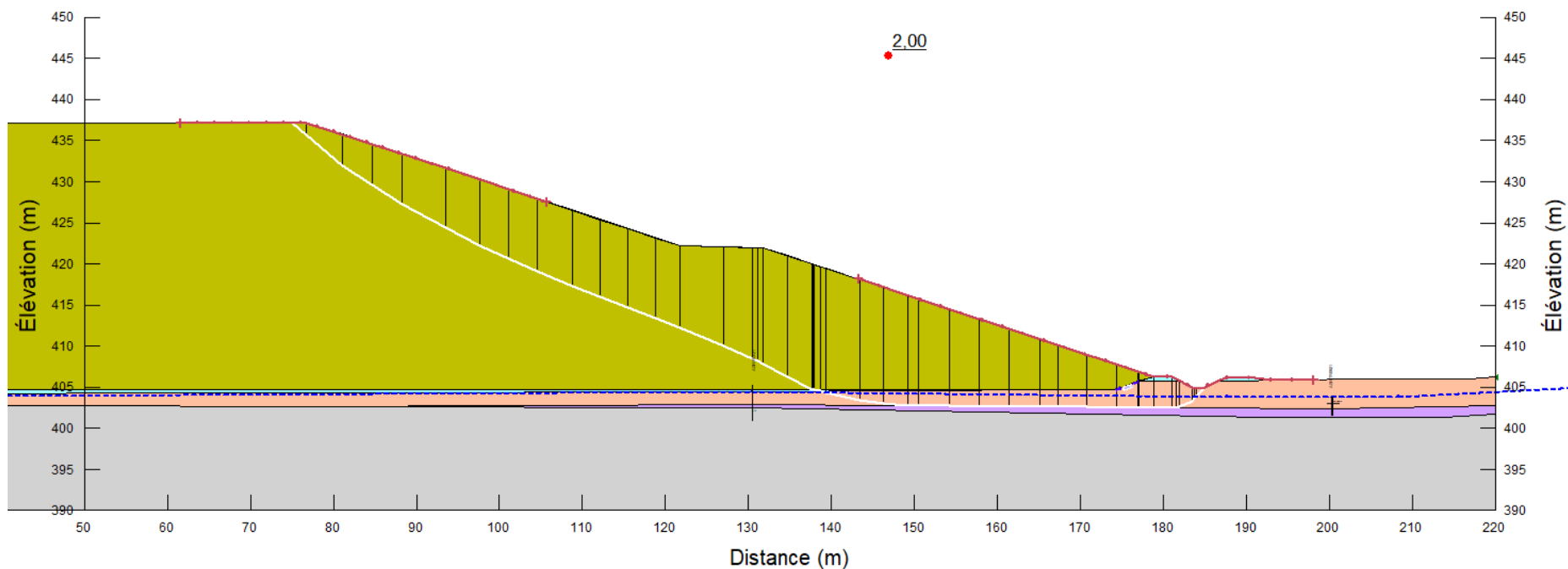
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 31



Coupe HS5 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale
Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 2,00 FS requis : 1,10

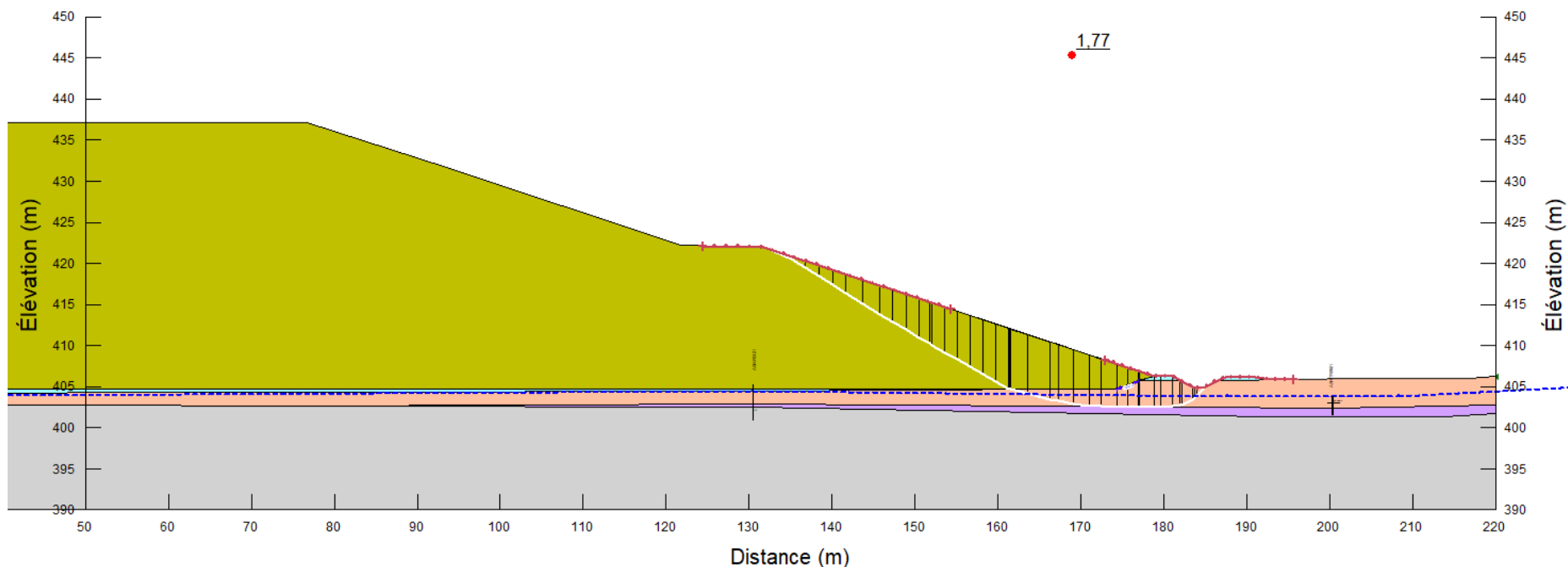
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 32



Coupe HS5 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture locale - Palier inférieur
Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,77 FS requis : 1,10

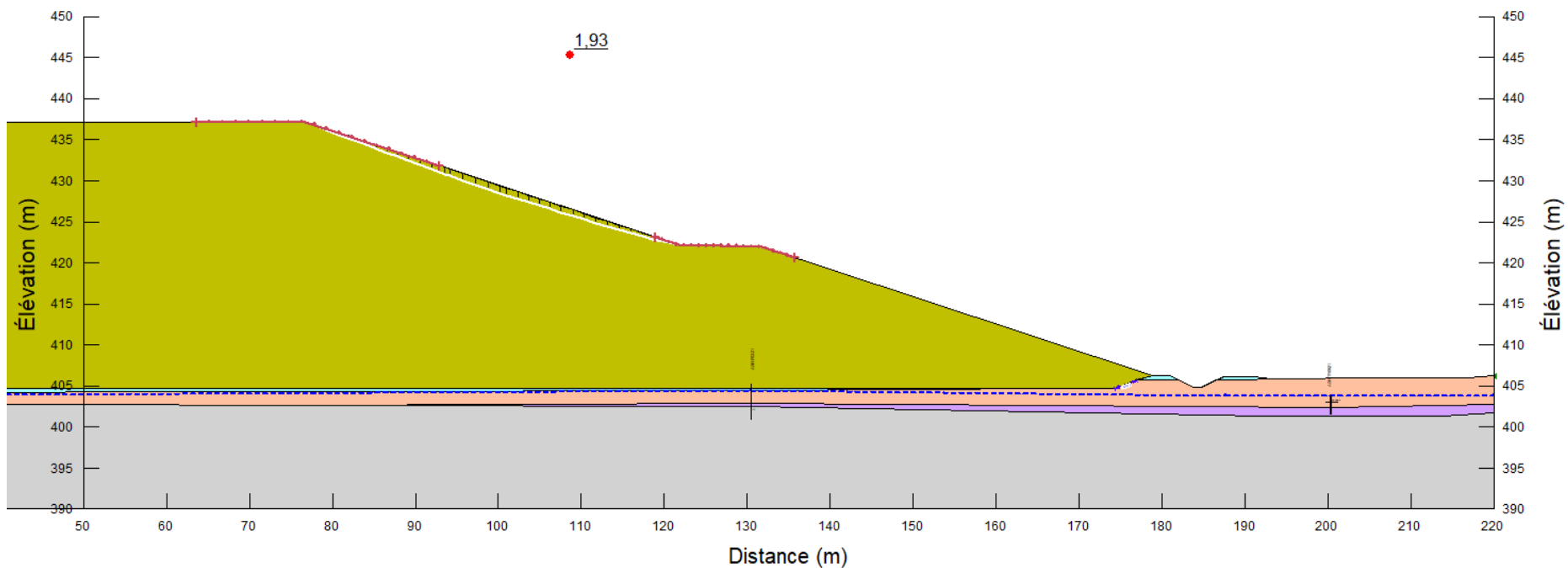
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 33



Coupe HS5 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture locale - Palier supérieur
Halde à stériles

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,93 FS requis : 1,10

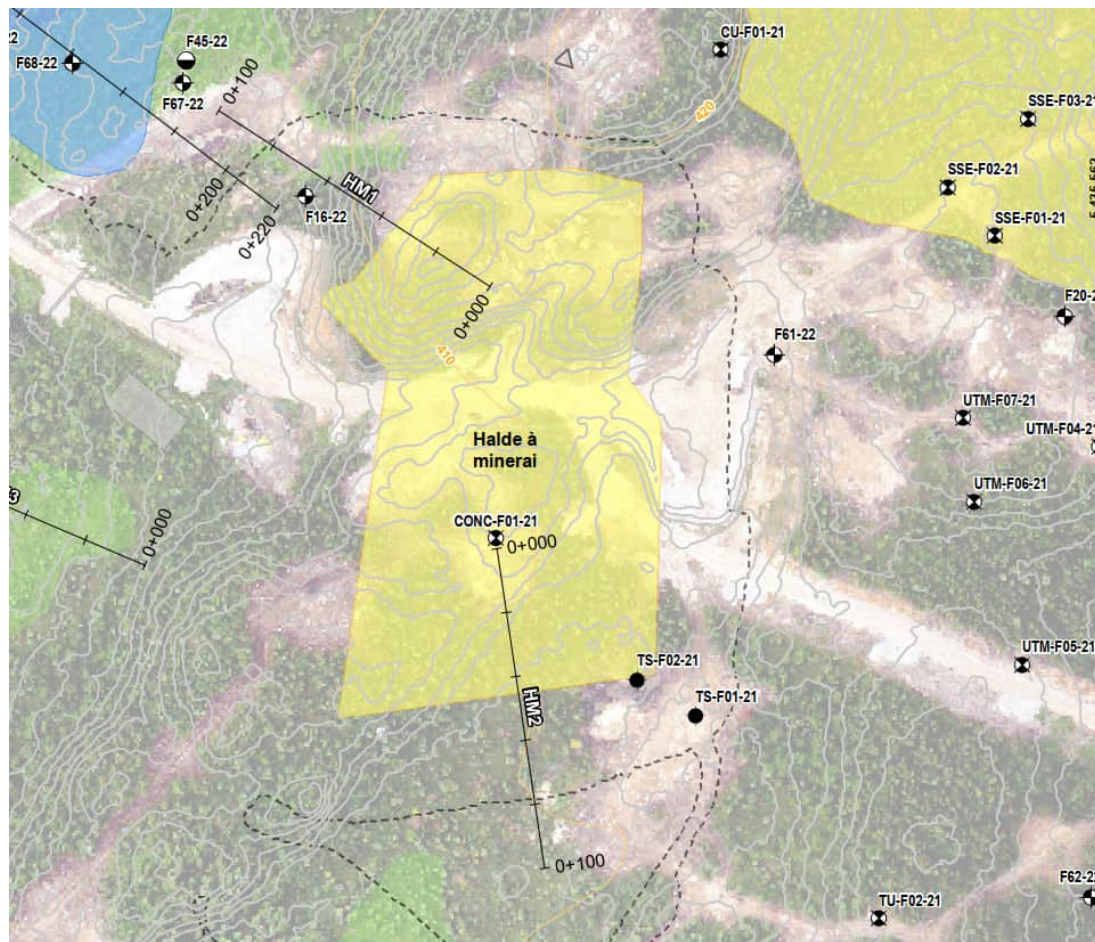
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 34



Analyses de stabilité Halde à minerais

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

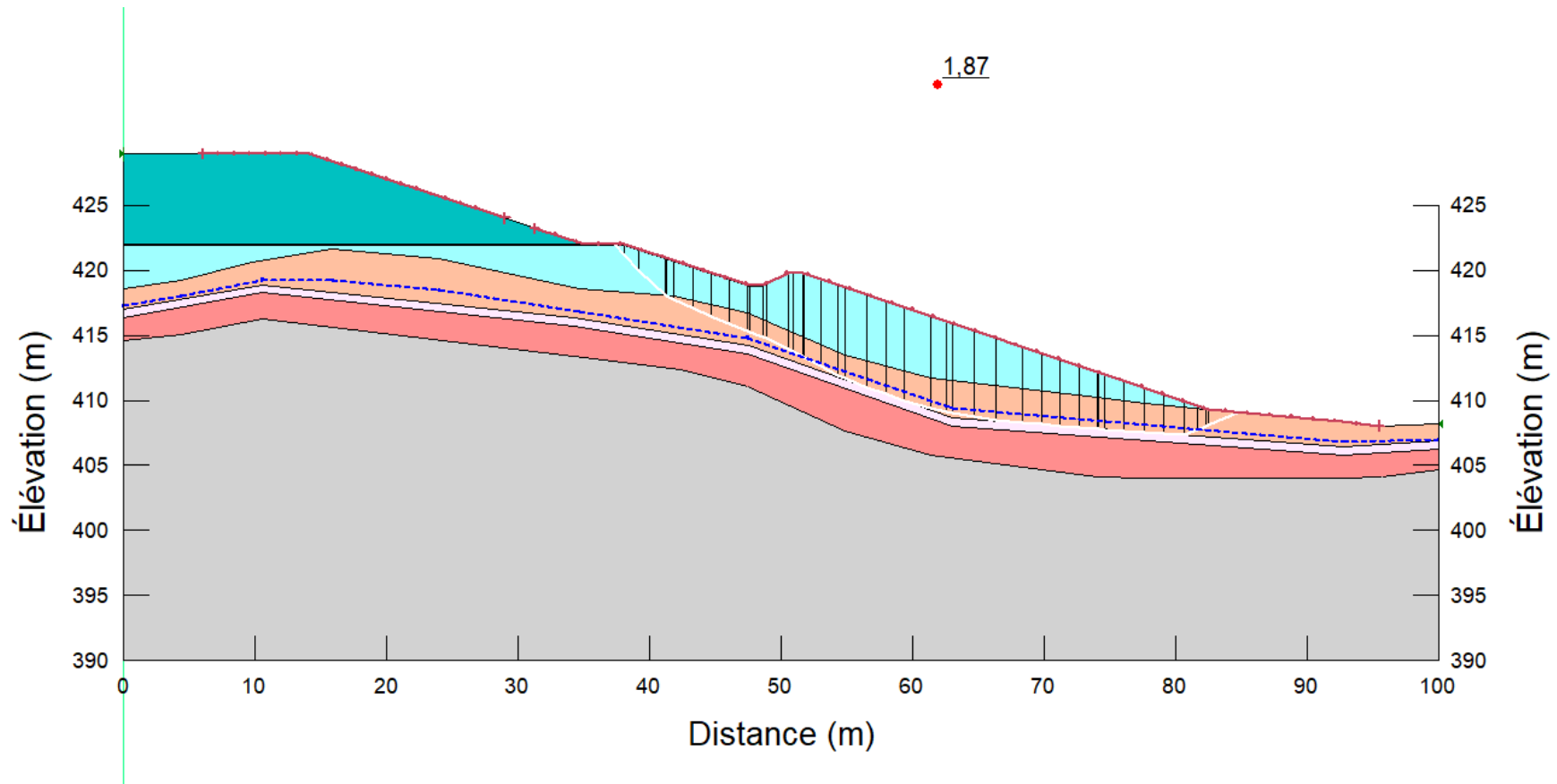
Emplacement des coupes analysées de la halde à minerais

No. Projet : 201-11330-08
ANNEXE D – Figure 35



Coupe HM1 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale
Halde à minerai

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,87 FS requis : 1,50

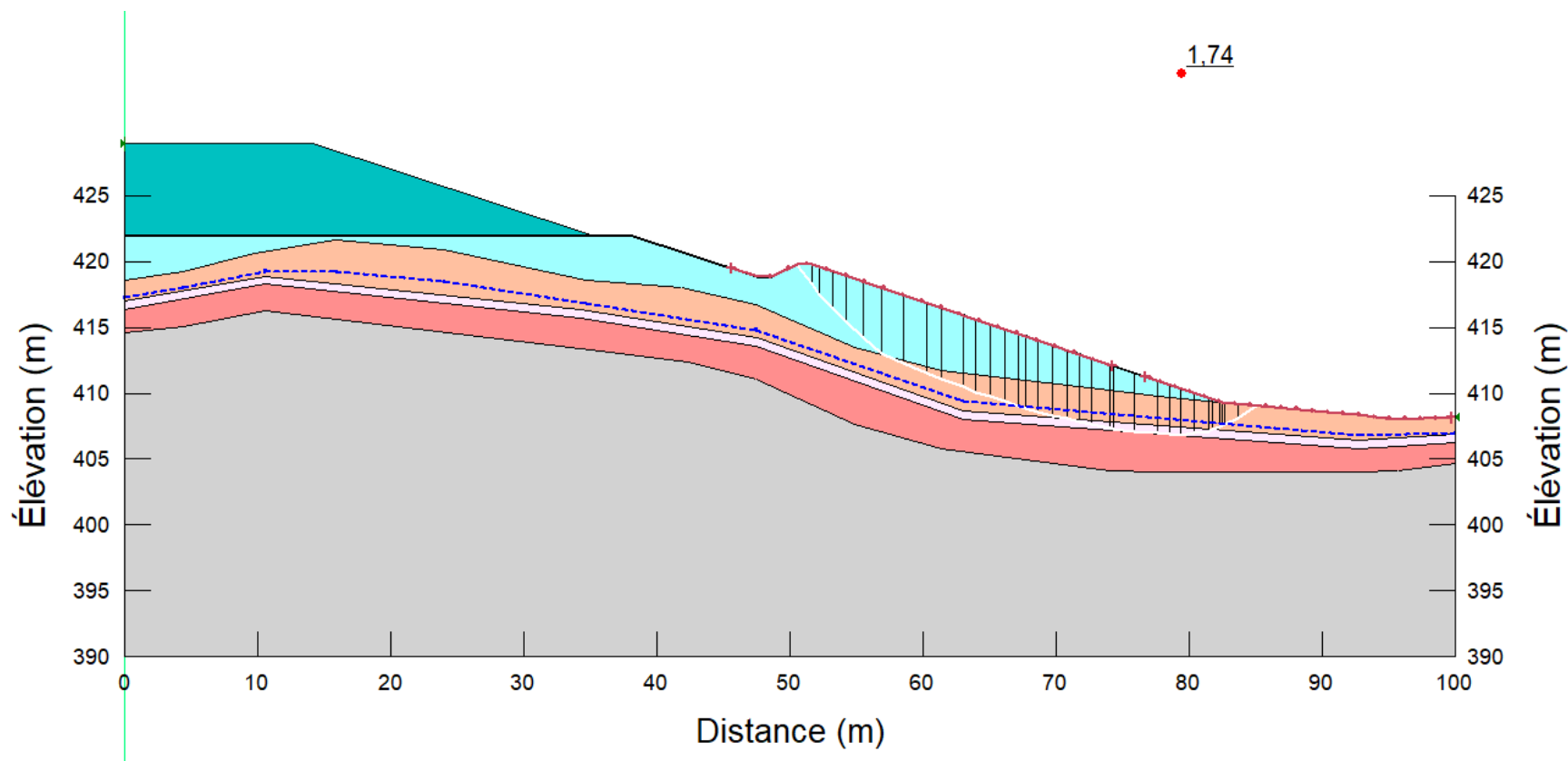
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 36



Coupe HM1 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture locale - Remblai de fondation
Halde à minerais

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,74 FS requis : 1,50

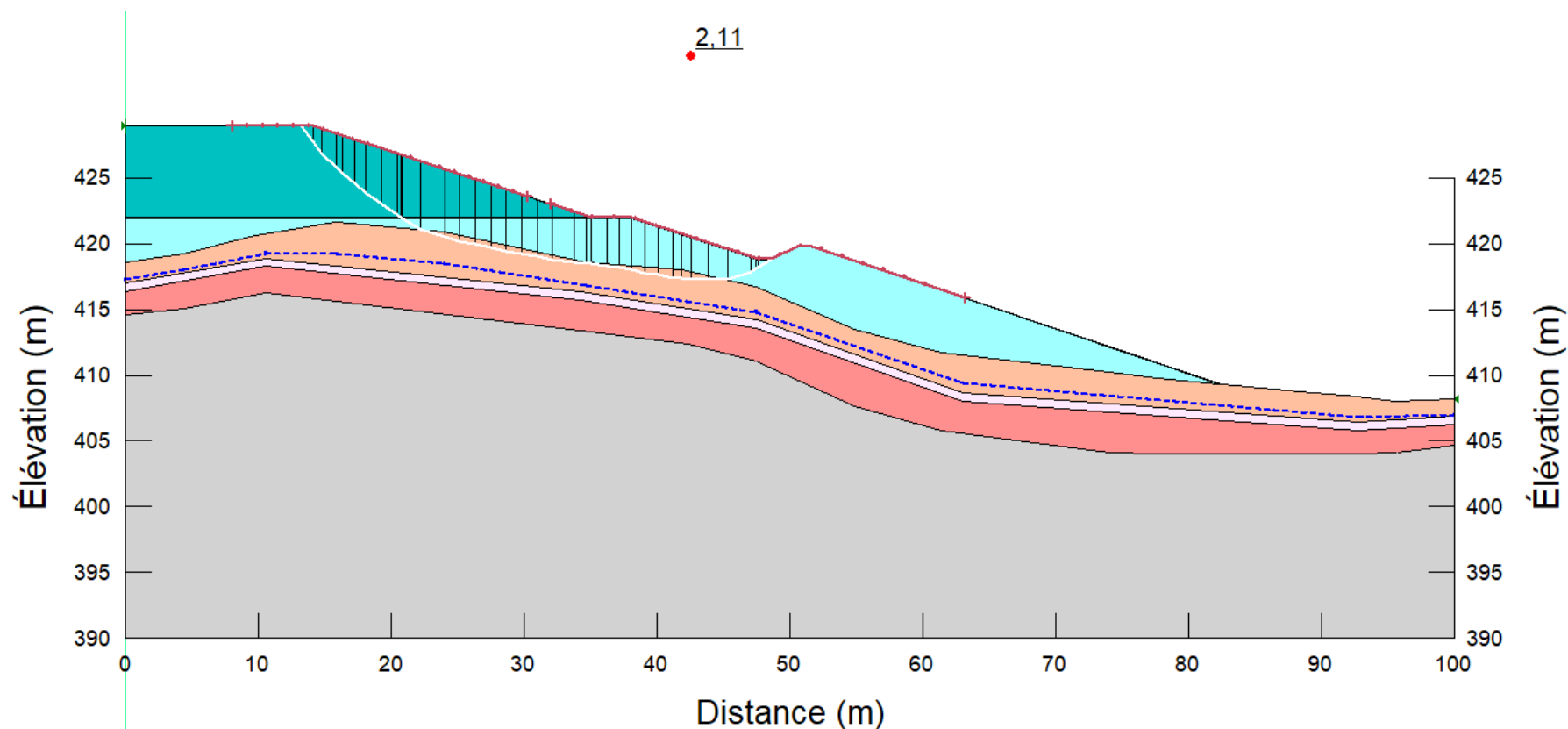
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 37



Coupe HM1 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture locale - Minéral
Halde à minéral

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 2,11

FS requis : 1,50

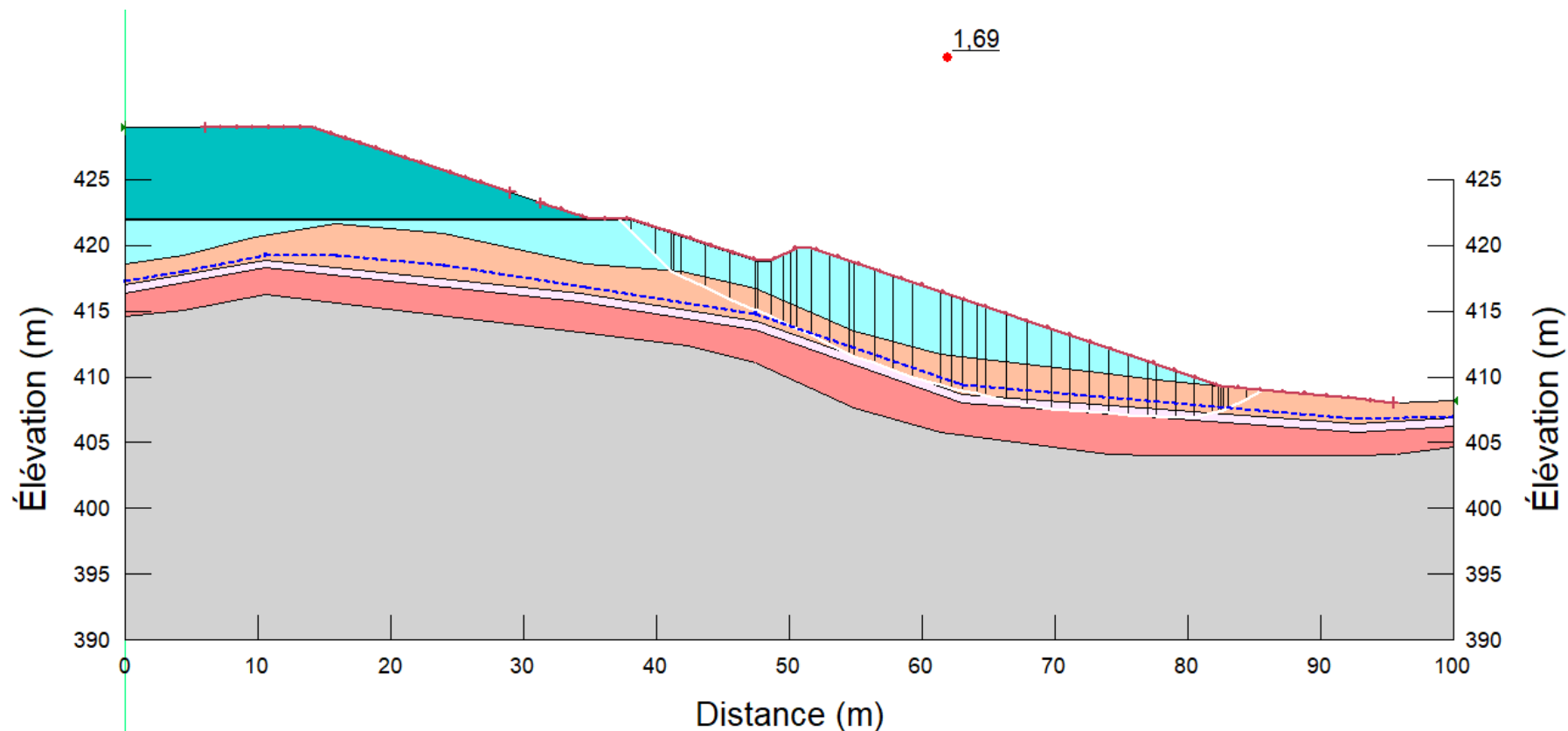
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 38



Coupe HM1 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale
Halde à minerai

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,69 FS requis : 1,10

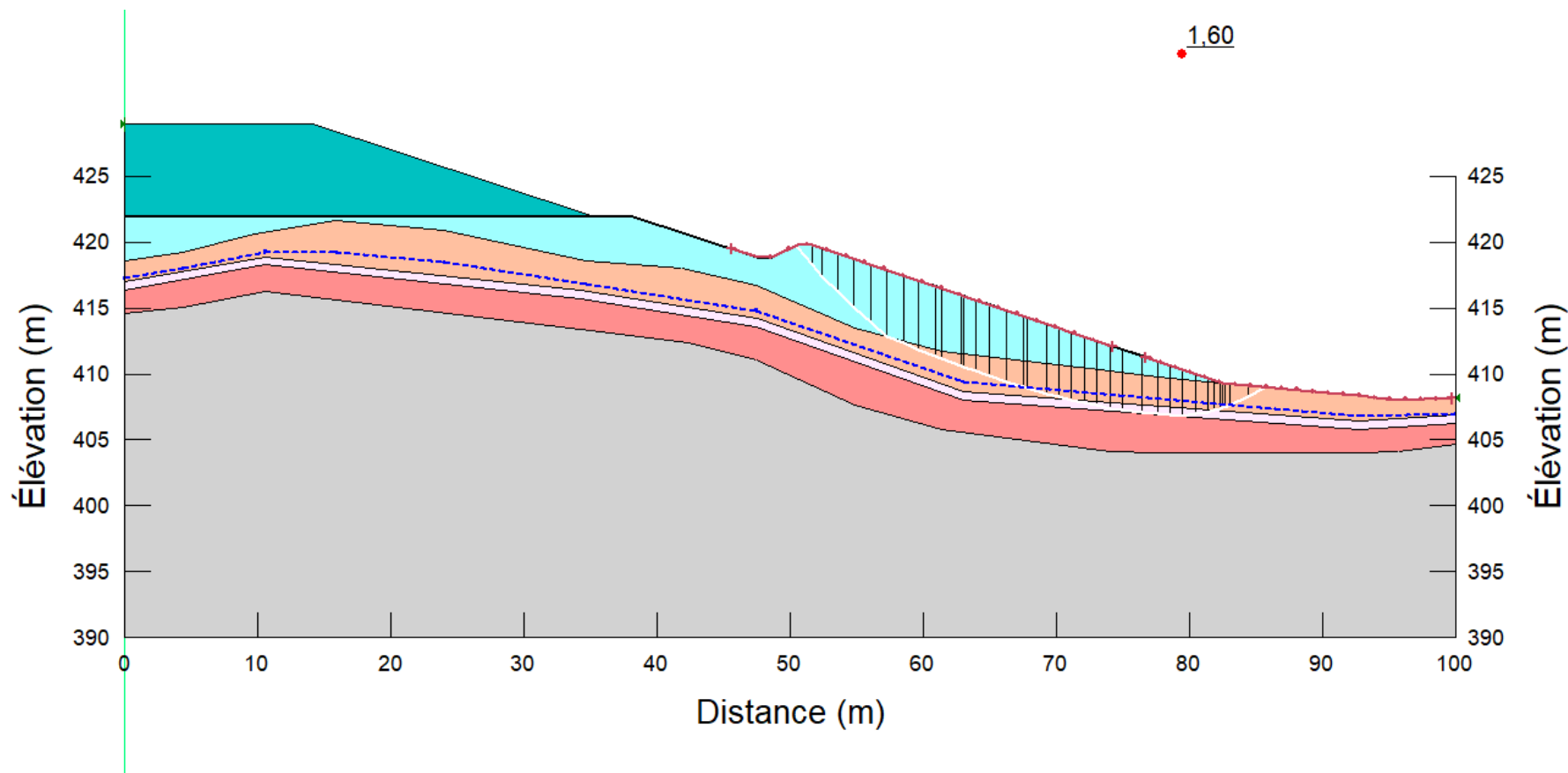
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 39



Coupe HM1 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture locale - Remblai de fondation
Halde à minerai

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,60

FS requis : 1,10

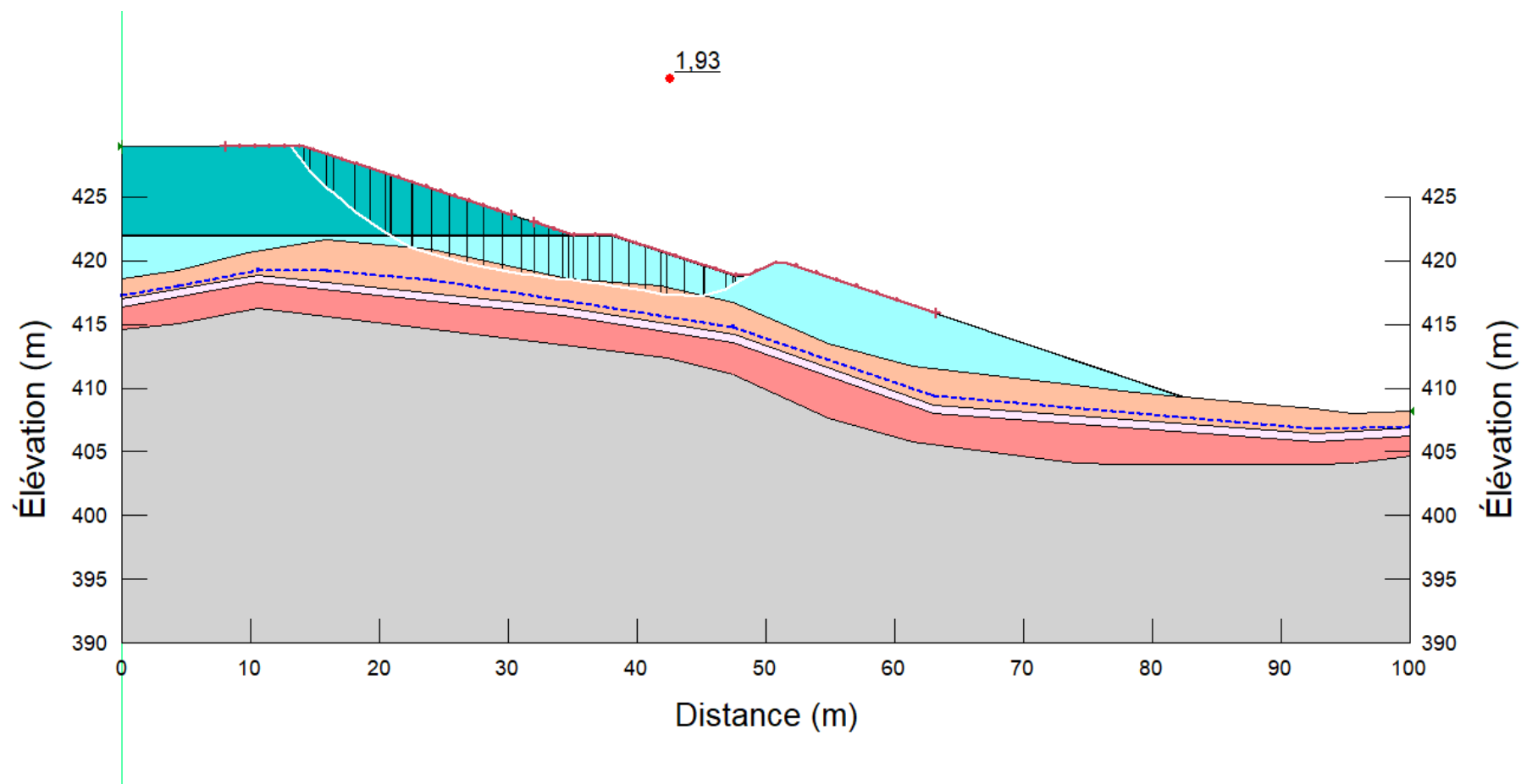
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 40



Coupe HM1 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture locale - Minerais
Halde à minerai

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,93 FS requis : 1,10

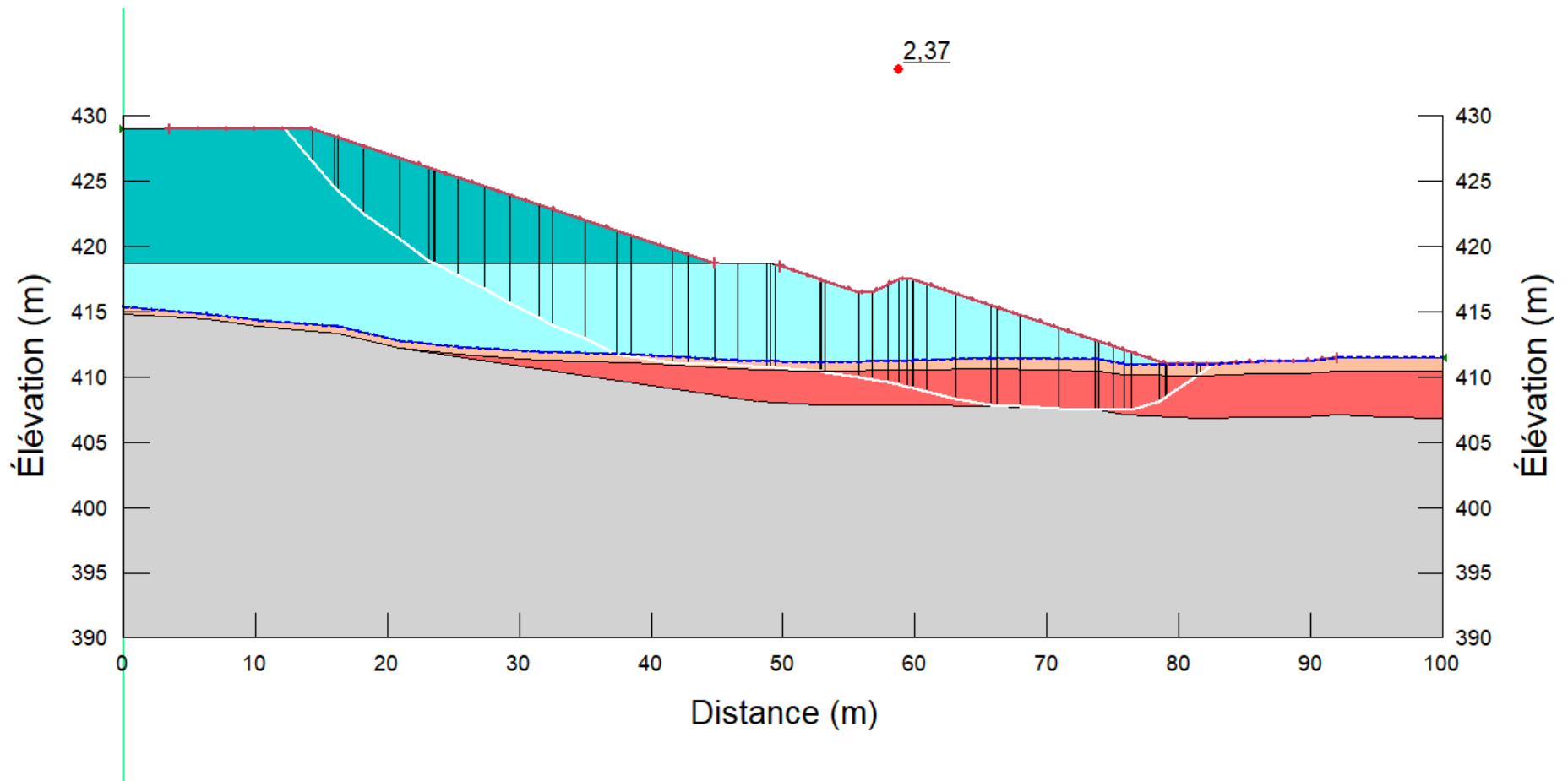
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 41



Coupe HM2 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale
Halde à minerai

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 2,37 FS requis : 1,50

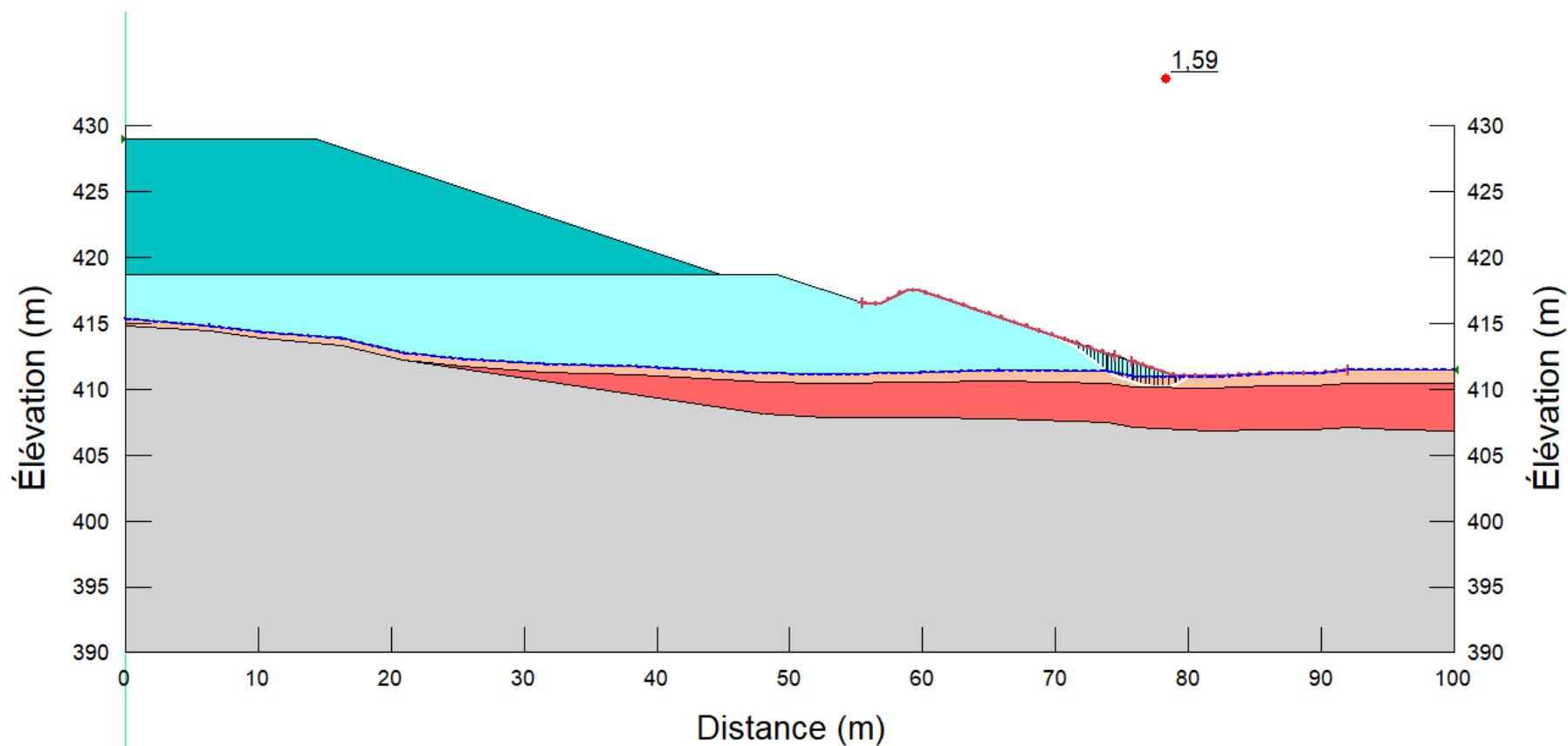
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 42



Coupe HM2 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture locale - Remblai de fondation
Halde à minerai

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,59 FS requis : 1,50

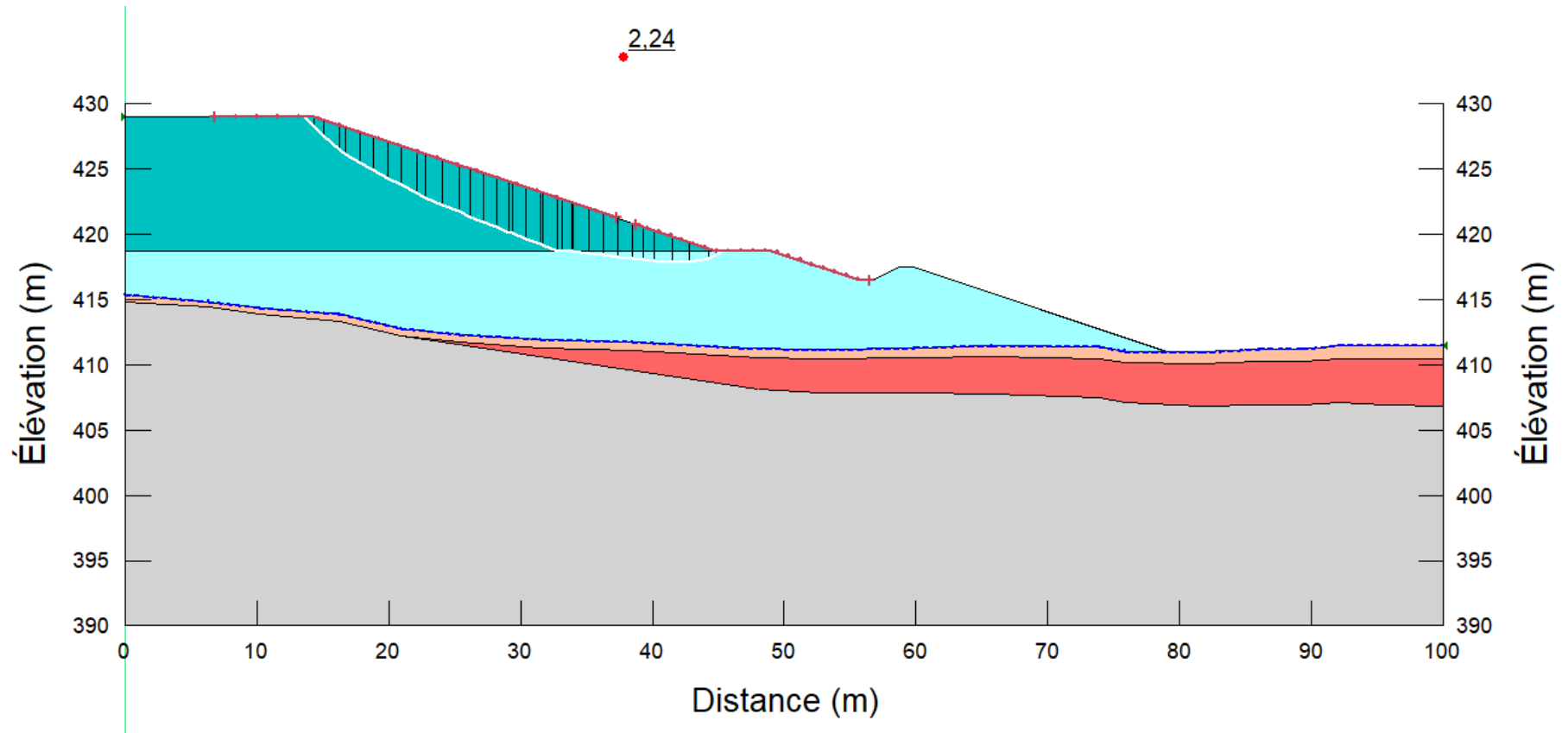
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 43



Coupe HM2 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture locale - Minerais
Halde à minerai

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 2,24 FS requis : 1,20

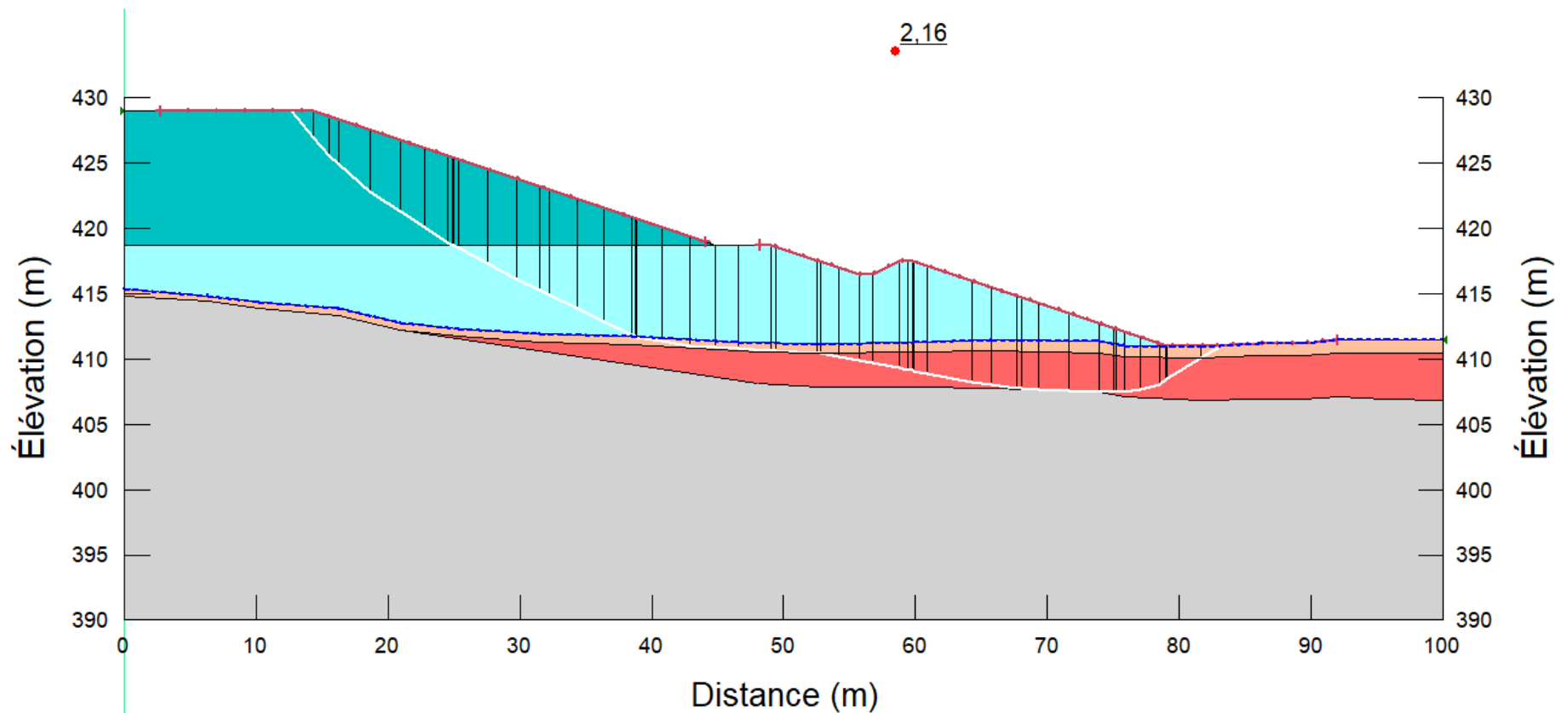
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 44



Coupe HM2 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale
Halde à minerai

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 2,16 FS requis : 1,10

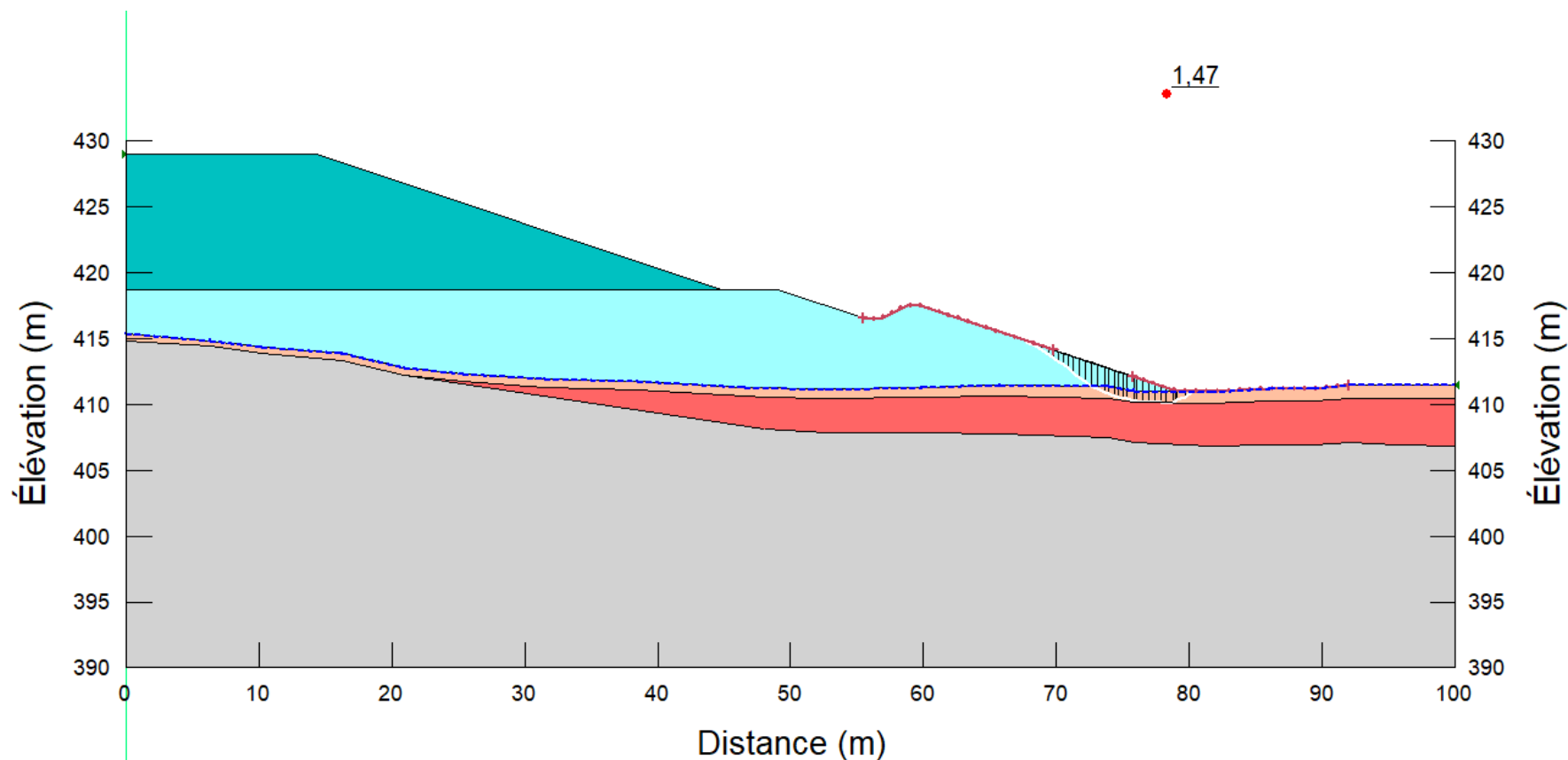
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 45



Coupe HM2 – Analyse de stabilité
Pseudostatique – Rupture locale - Remblai de fondation
Halde à minerai

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,47 FS requis : 1,10

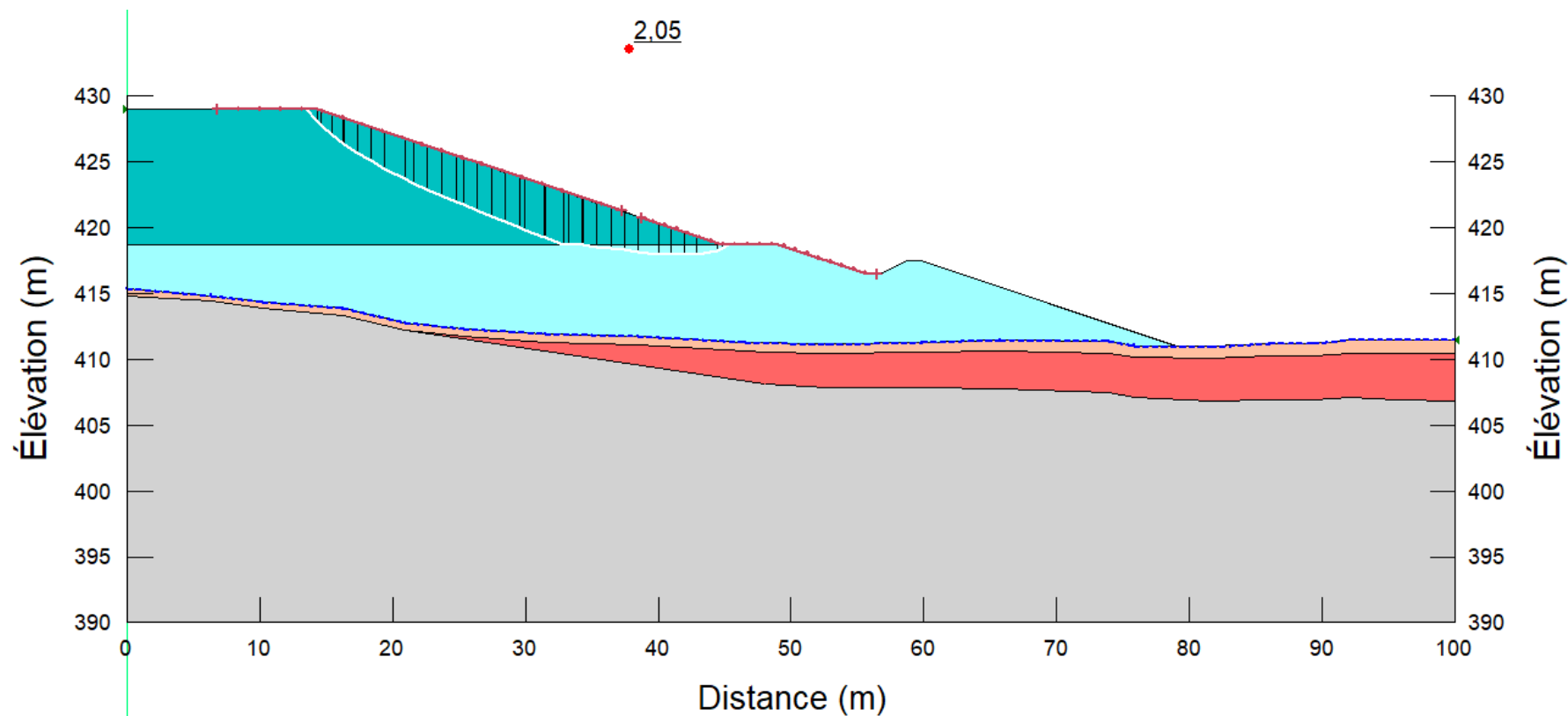
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 46



Coupe HM2 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture locale - Minerais
Halde à minerai

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 2,05 FS requis : 1,10

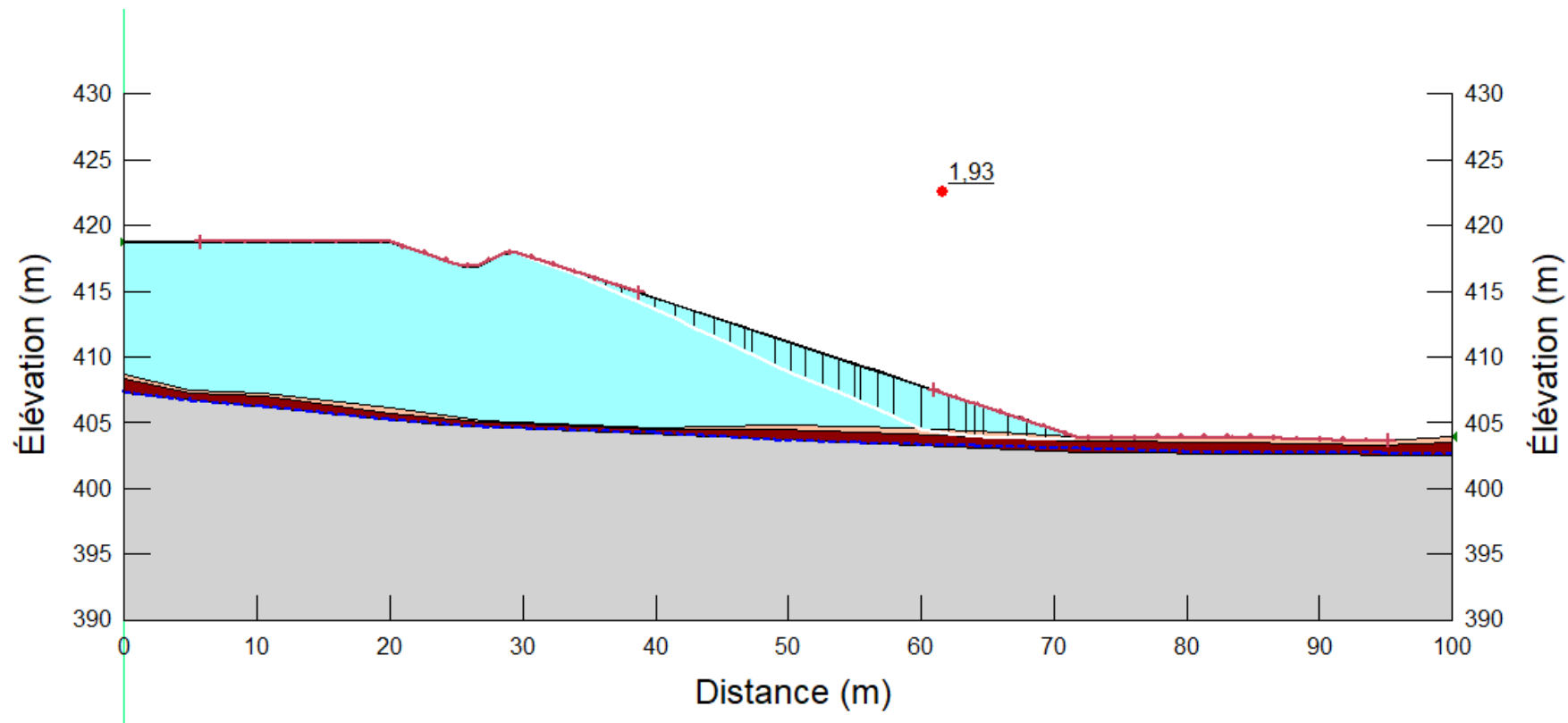
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 47



Coupe HM3 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale
Halde à minéral

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,93 FS requis : 1,50

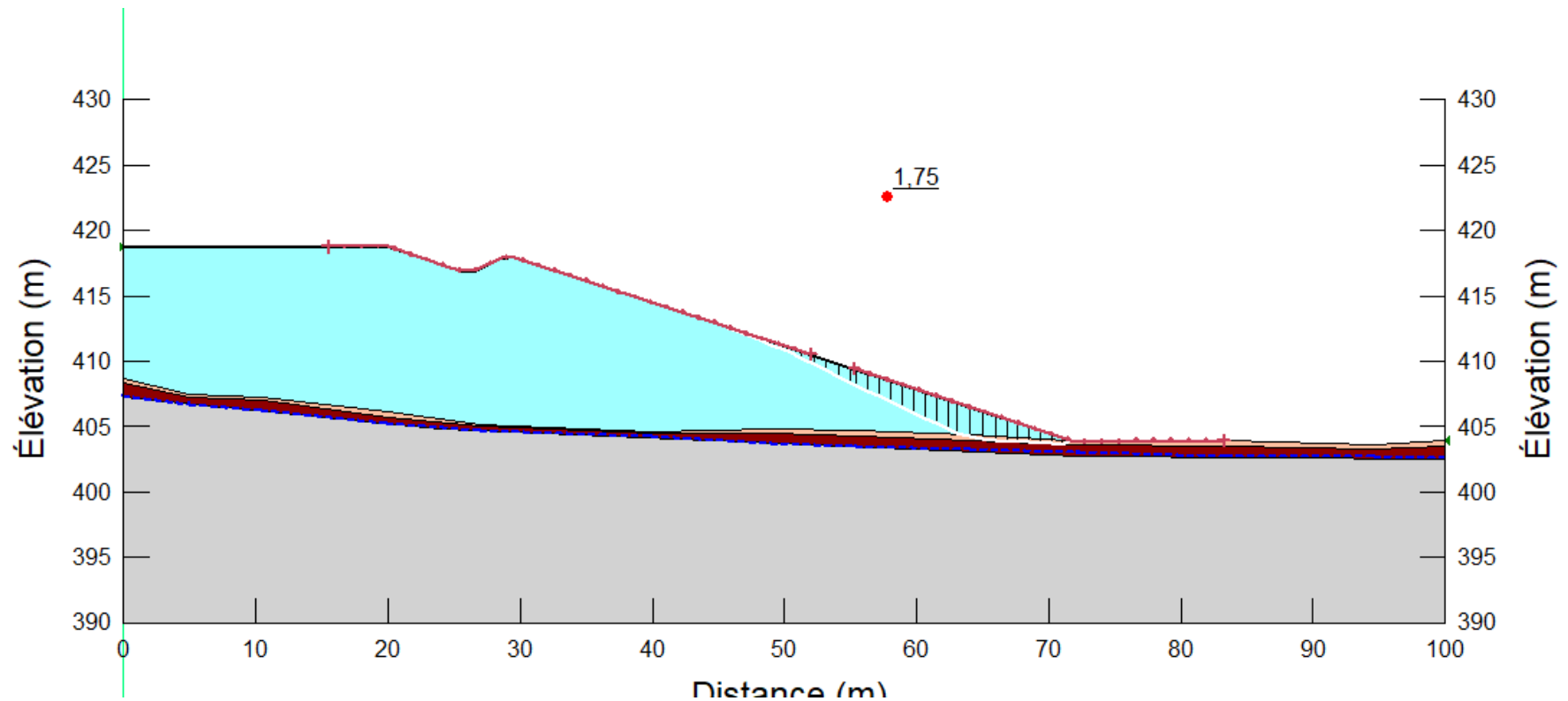
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 48



Coupe HM3 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale
Halde à minerais

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,75 FS requis : 1,10

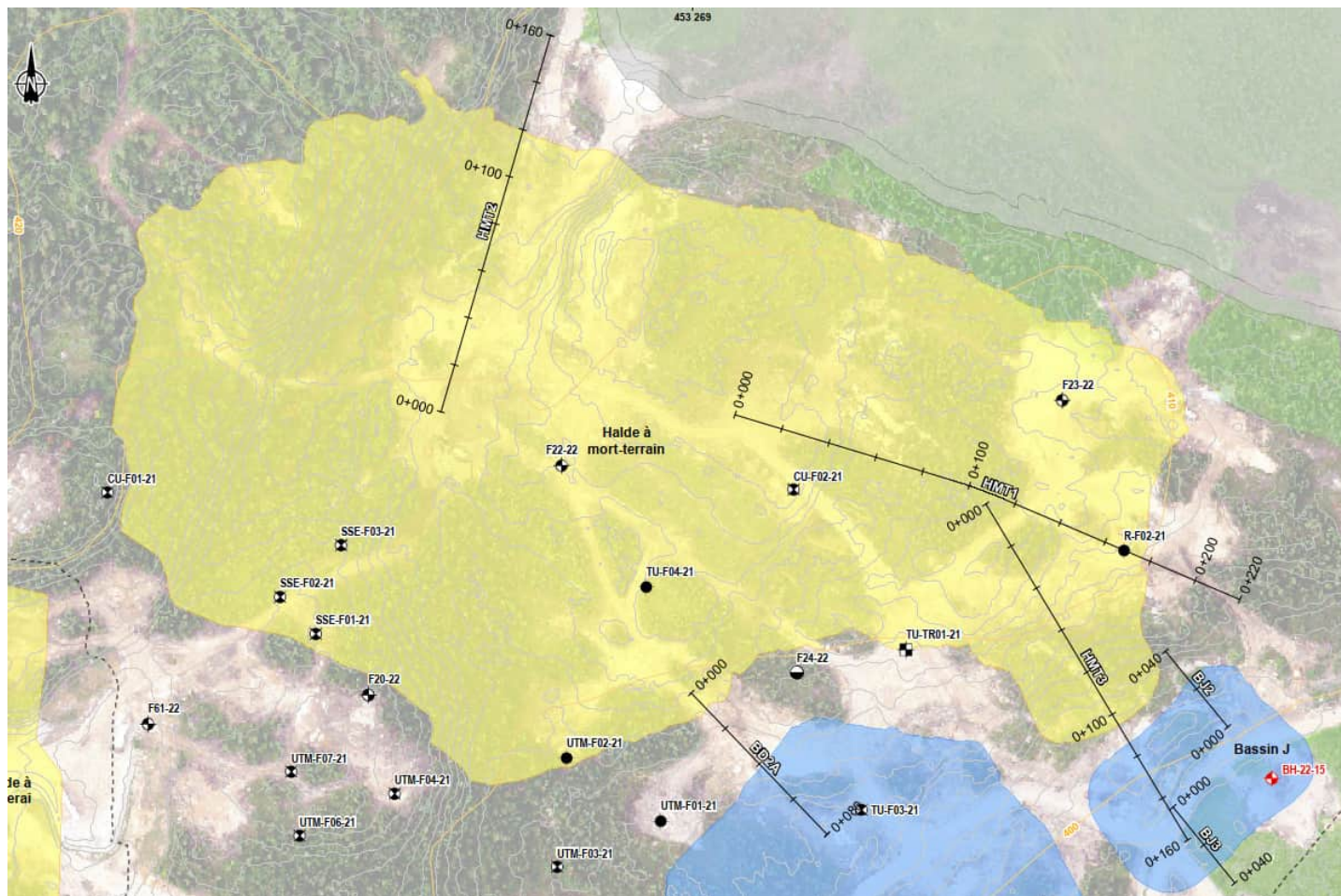
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 49



Analyses de stabilité Halde à mort-terrain

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

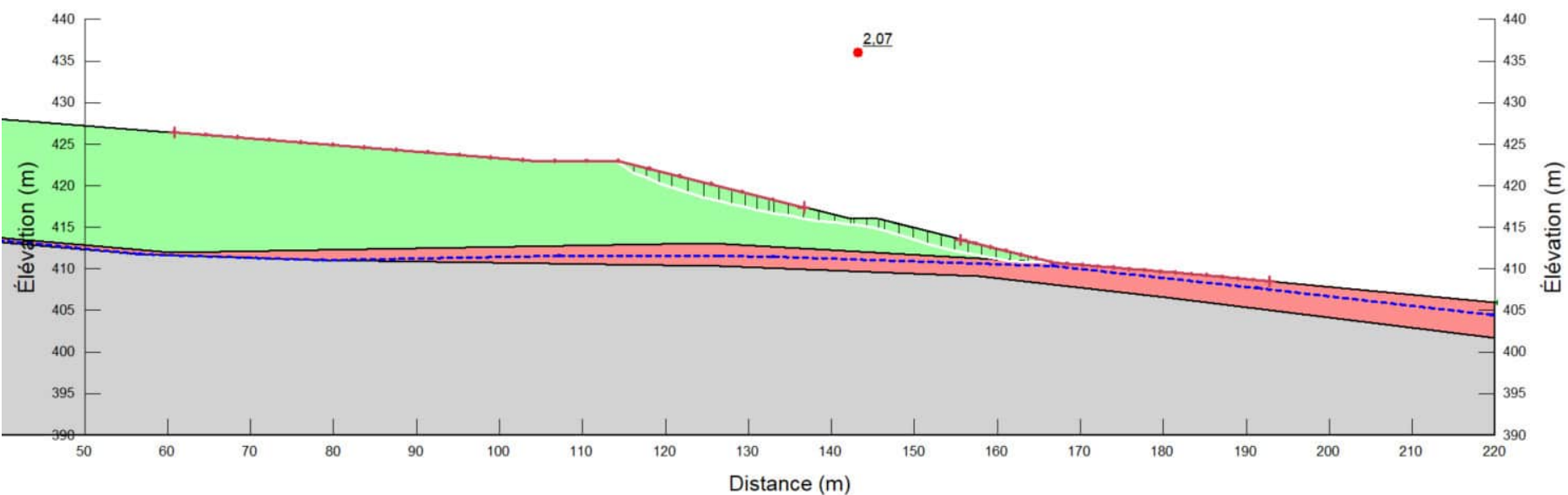
Emplacement des coupes analysées de la halde à mort-terrain

No. Projet : 201-11330-08
ANNEXE D – Figure 50



Coupe HMT1 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale
Halde à mort-terrain

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 2,07 FS requis : 1,50

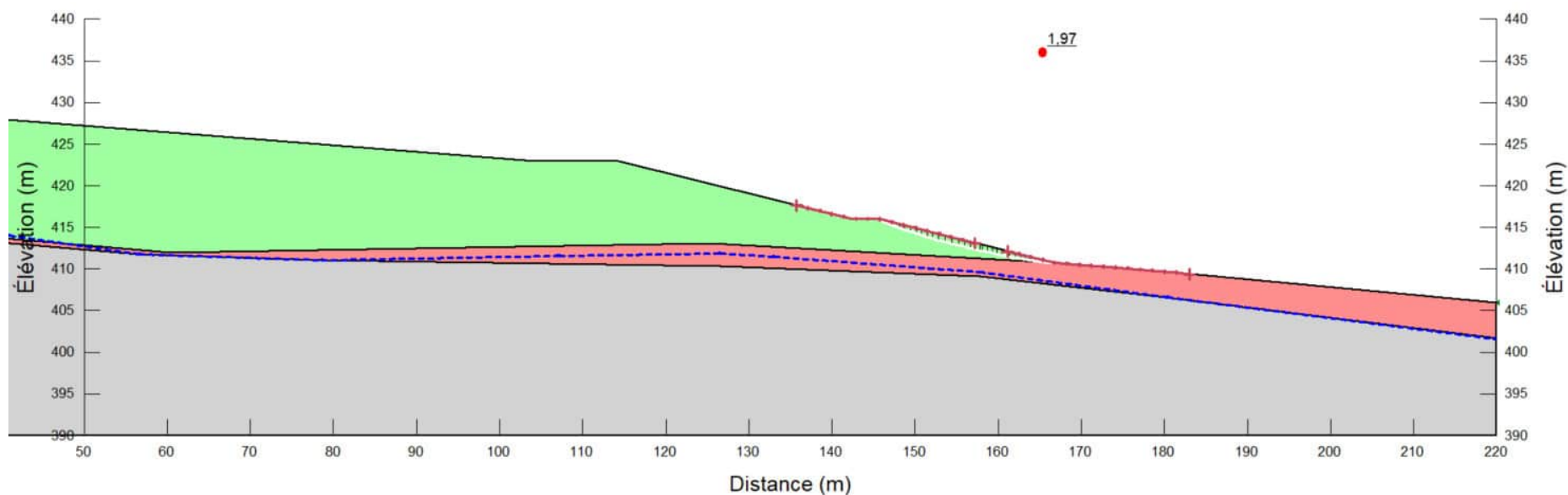
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 51



Coupe HMT1 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture locale - Sol de fondation
Halde à mort-terrain

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,97 FS requis : 1,50

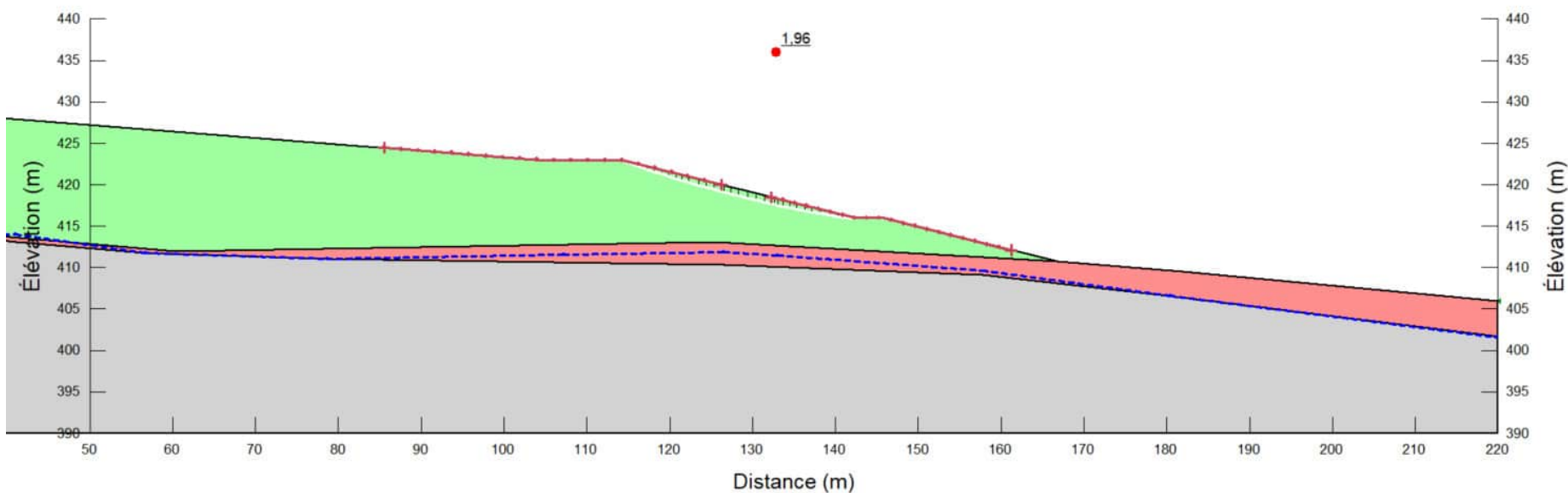
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 52



Coupe HMT1 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture locale - Mort-terrain
Halde à mort-terrain

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,96 FS requis : 1,20

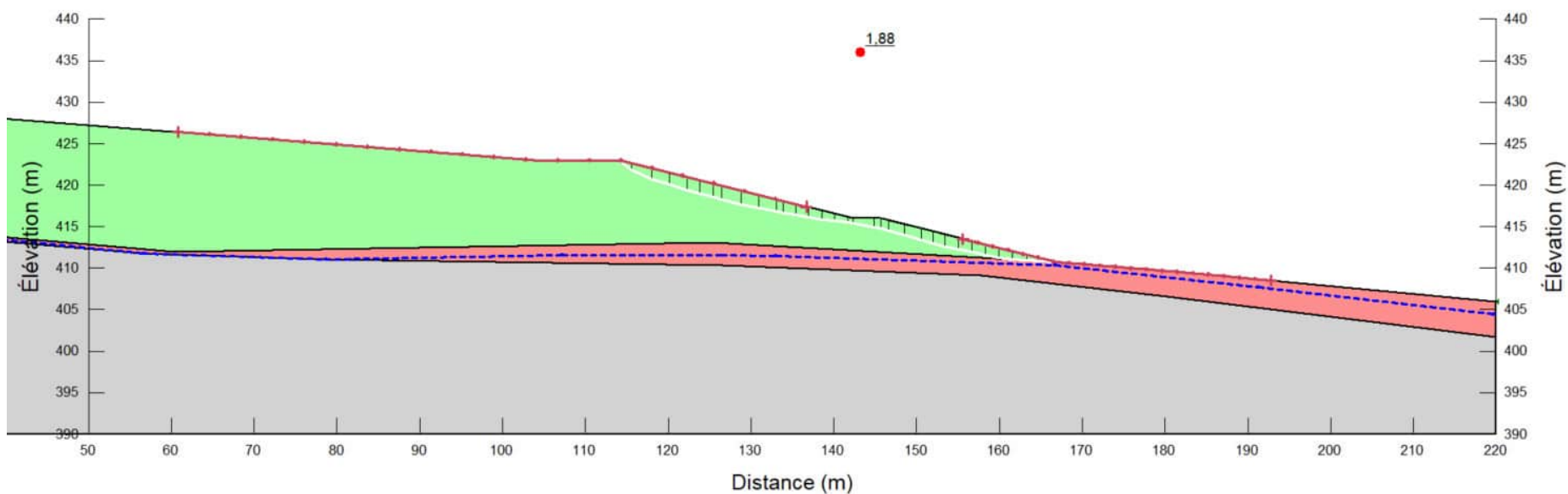
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 53



Coupe HMT1 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale
Halde à Mort-terrain

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,88 FS requis : 1,10

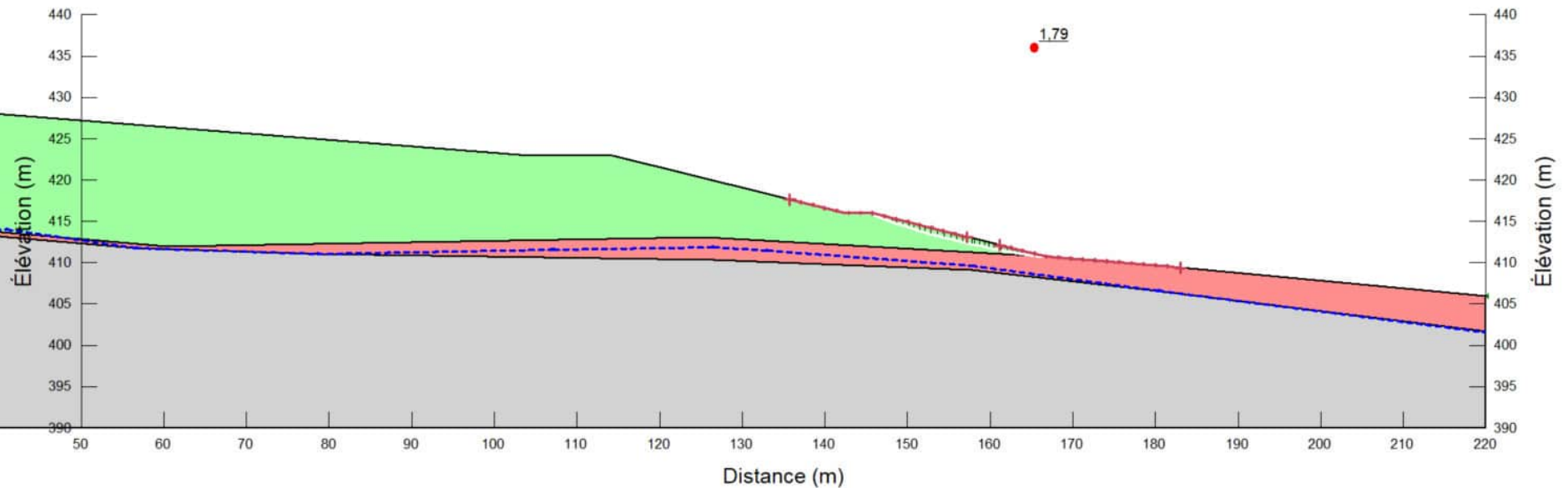
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 54



Coupe HMTI - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture locale - Sol de fondation
Halde à mort-terrain

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,79 FS requis : 1,10

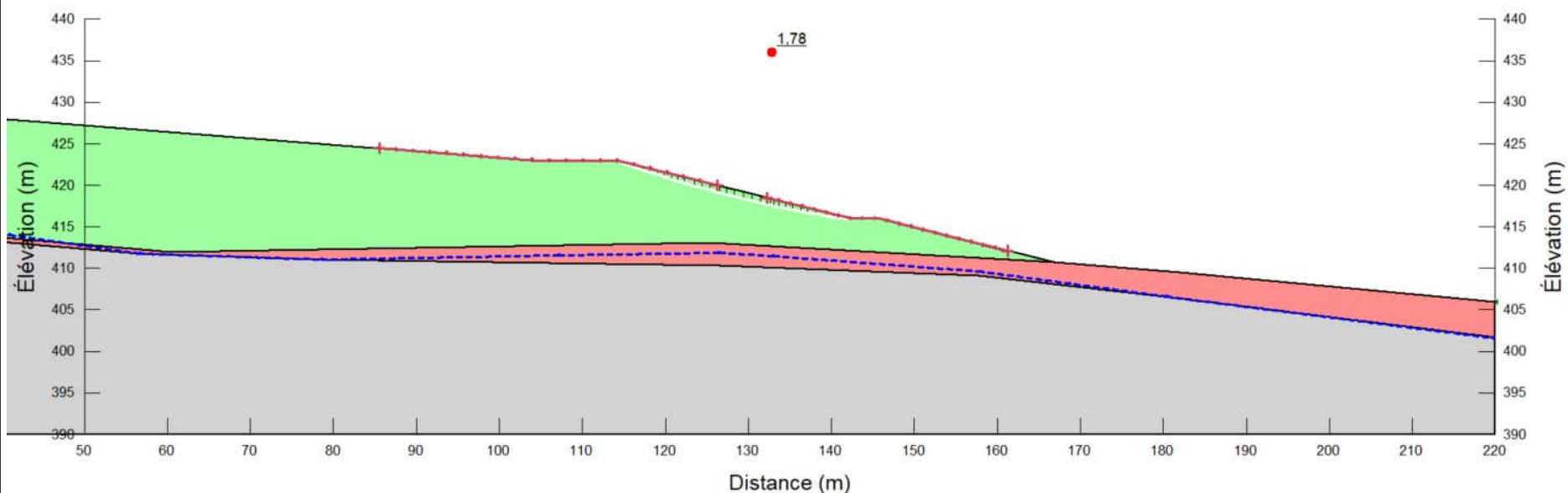
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 55



Coupe HMT1 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture locale - Mort-terrain
Halde à mort-terrain

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,78 FS requis : 1,10

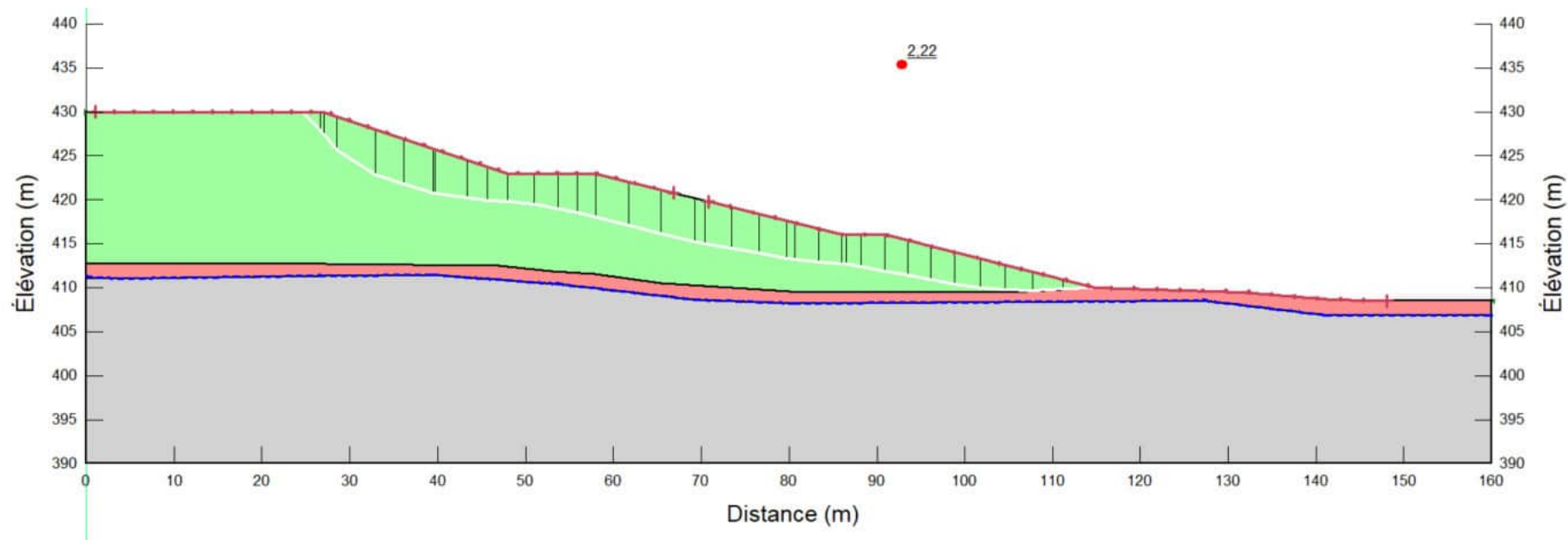
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 56



Coupe HMT2 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale
Halde à mort-terrain

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 2,22 FS requis : 1,50

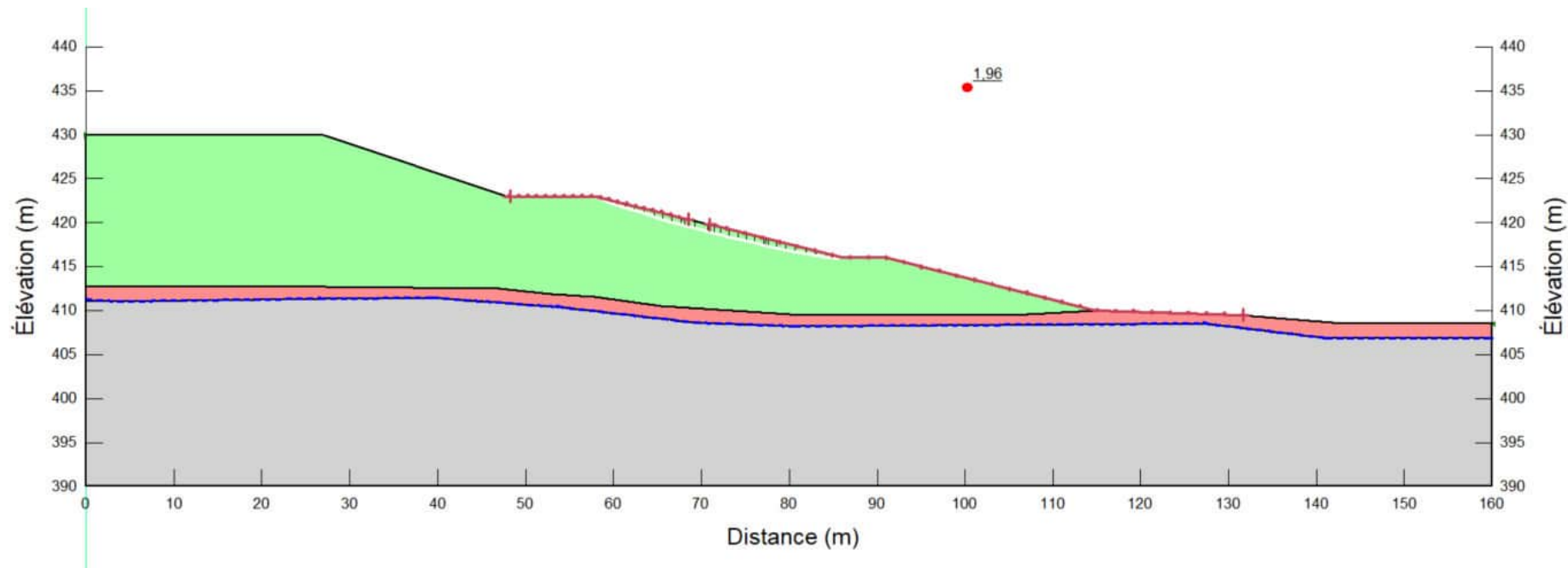
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 57



Coupe HMT2 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture locale - Sol de fondation
Halde à mort-terrain

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,96 FS requis : 1,20

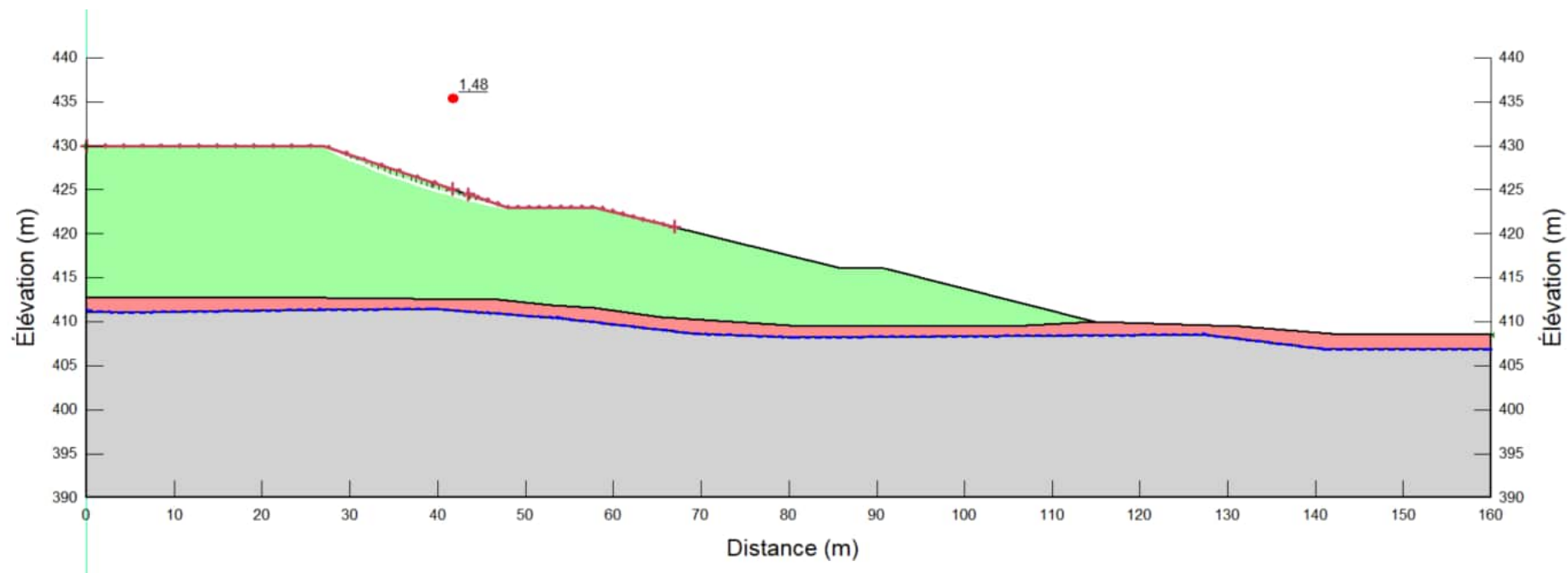
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 58



Coupe HMT2 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture locale - Mort-terrain : Haut
Halde à mort-terrain

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,48 FS requis : 1,20

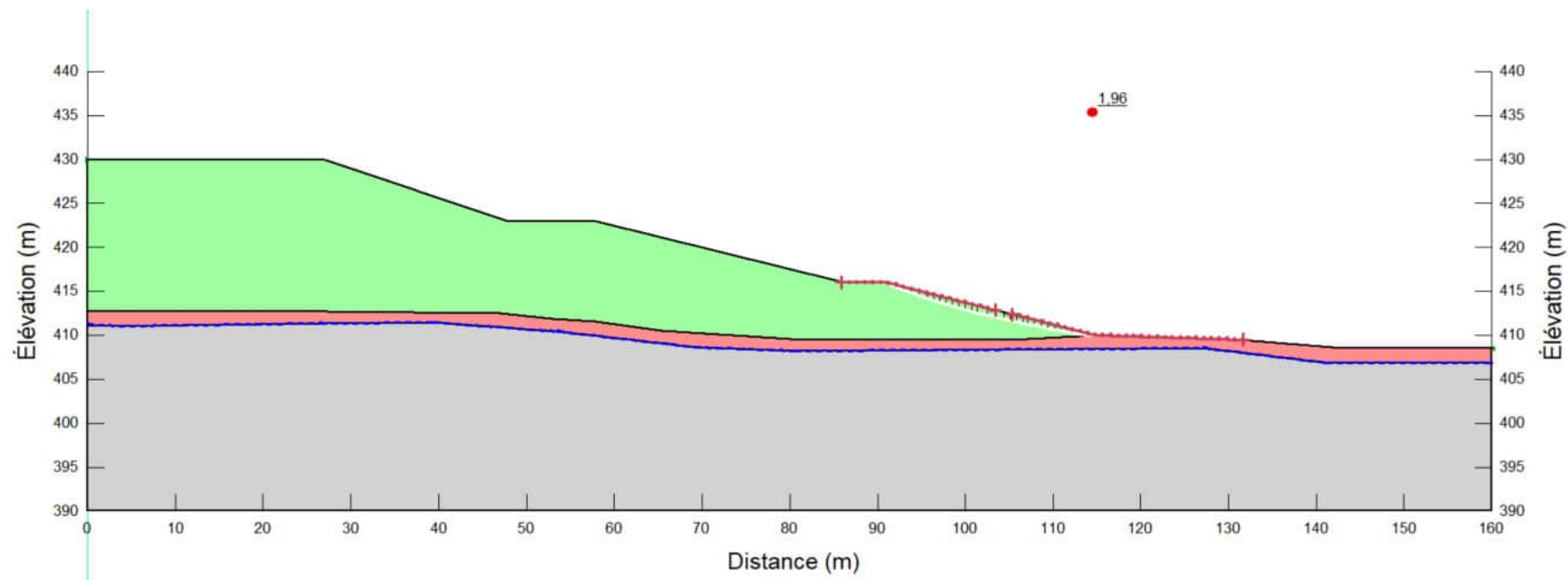
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 59



Coupe HMT2 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture locale - Mort-terrain : Bas
Halde à mort-terrain

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,96 FS requis : 1,50

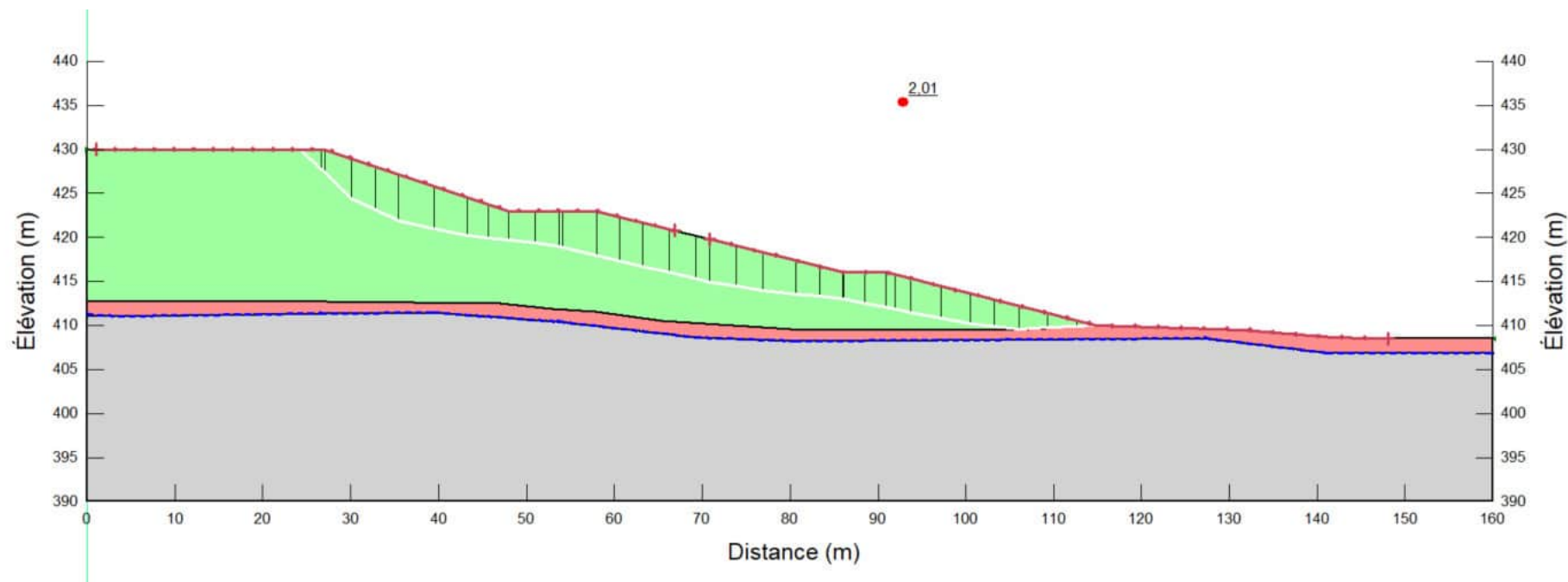
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 60



Coupe HMT2 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale
Halde à Mort-terrain

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 2,01 FS requis : 1,10

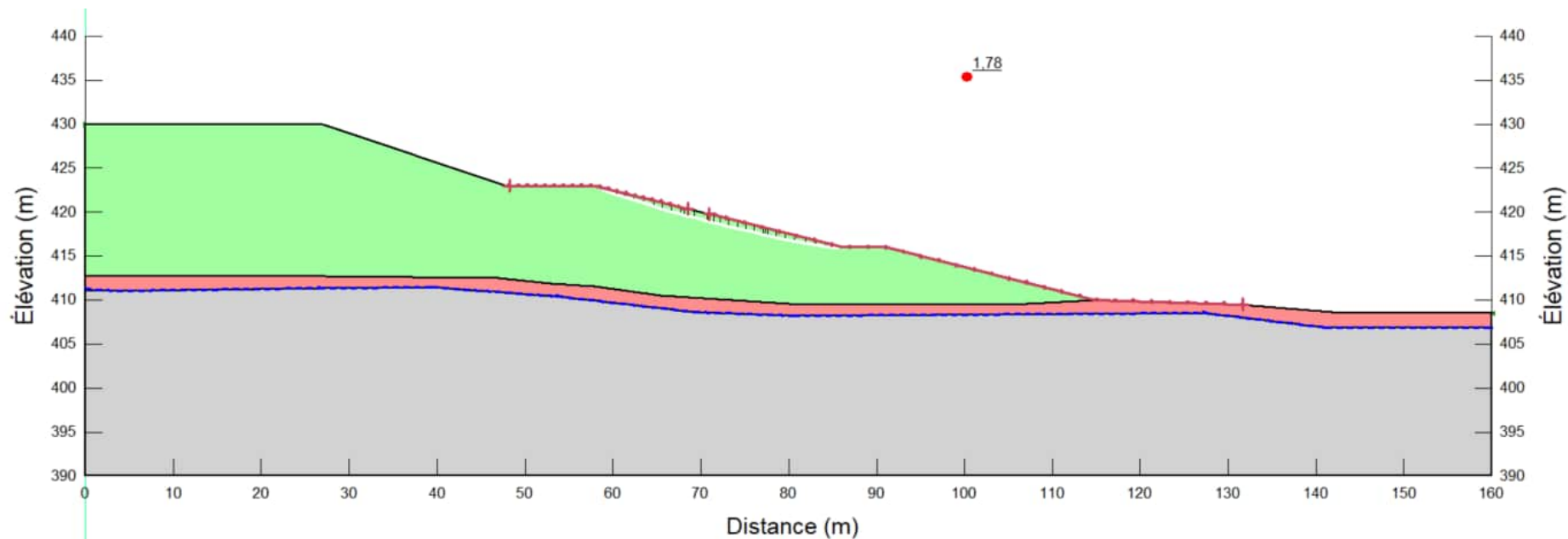
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 61



Coupe HMT2 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture locale - Sol de fondation
Halde à mort-terrain

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,78 FS requis : 1,10

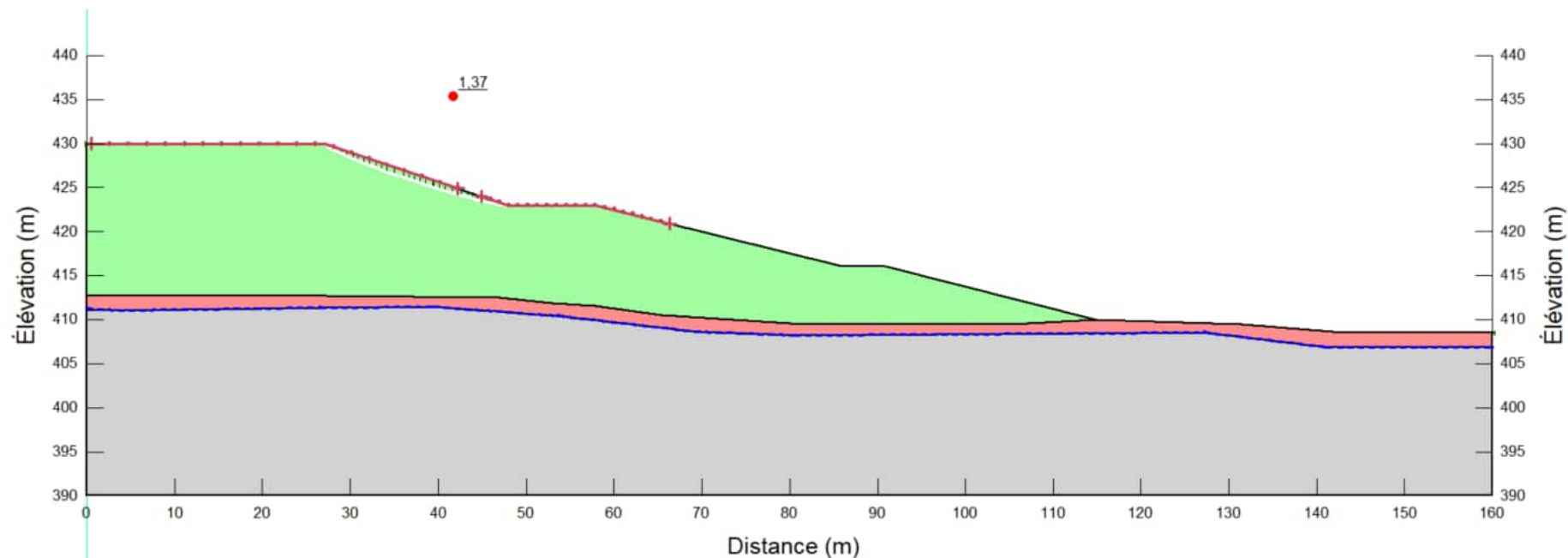
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 62



Coupe HMT2 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture locale - Mort-terrain : Haut
Halde à mort-terrain

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,37 FS requis : 1,10

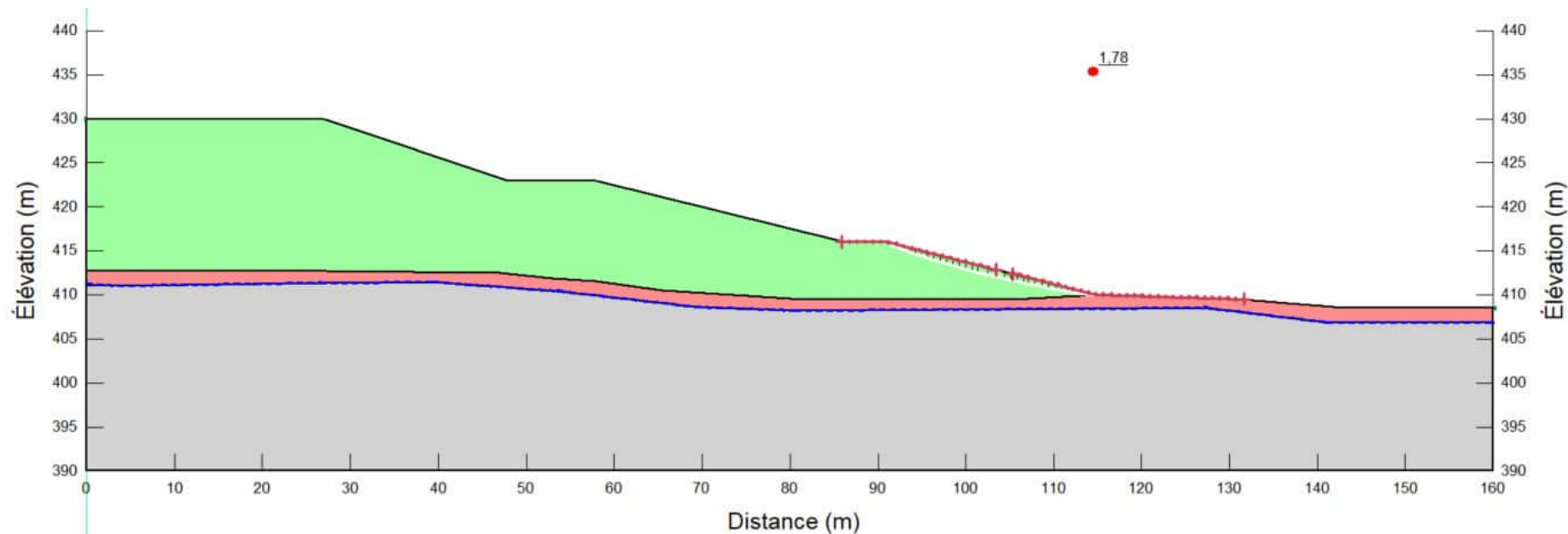
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 63



Coupe HMT2 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture locale - Mort-terrain : Bas
Halde à mort-terrain

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,78 FS requis : 1,10

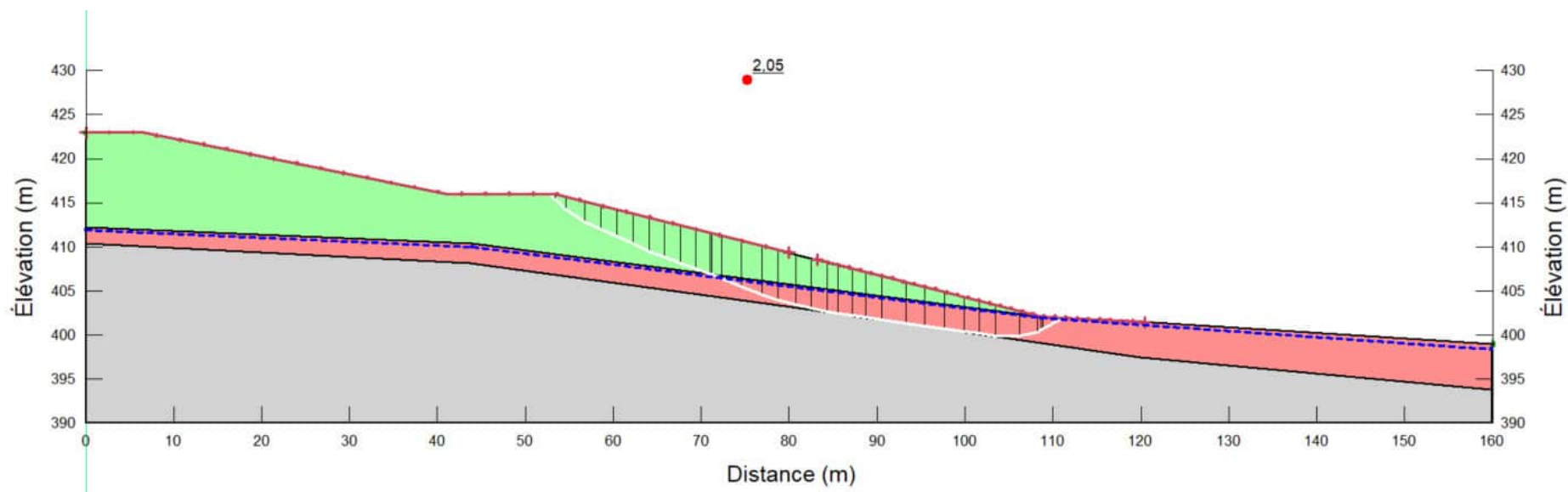
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 64



Coupe HMT3 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale
Halde à mort-terrain

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 2,05 FS requis : 1,50

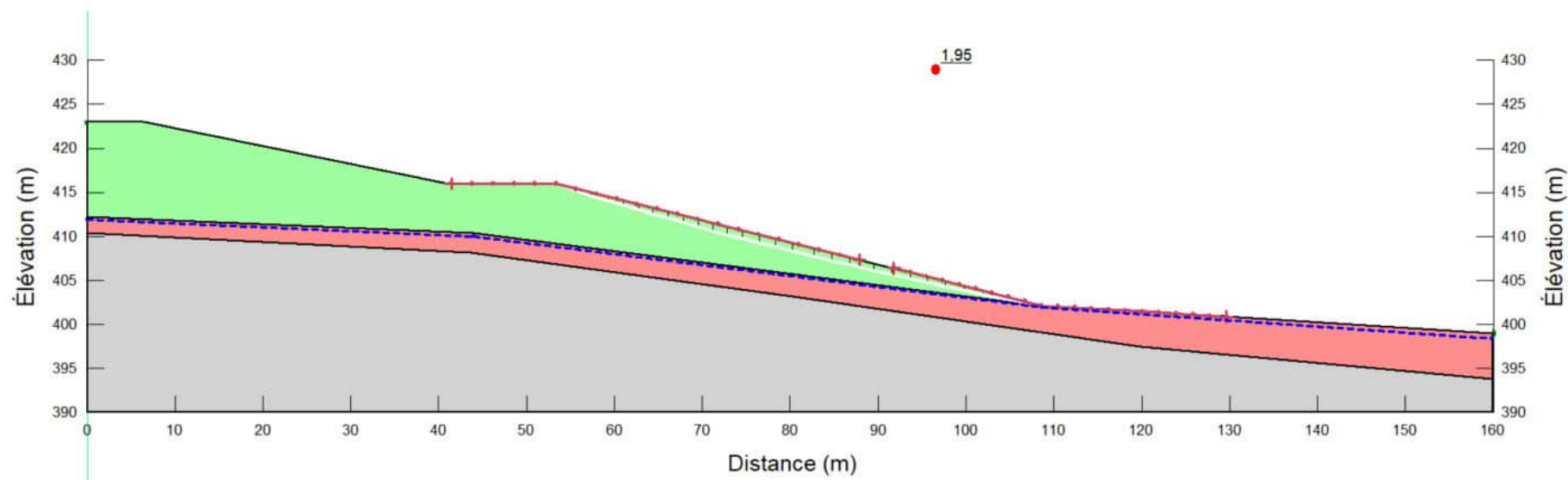
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 65



Coupe HMT3 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture locale - Sol de fondation
Halde à mort-terrain

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,95 FS requis : 1,50

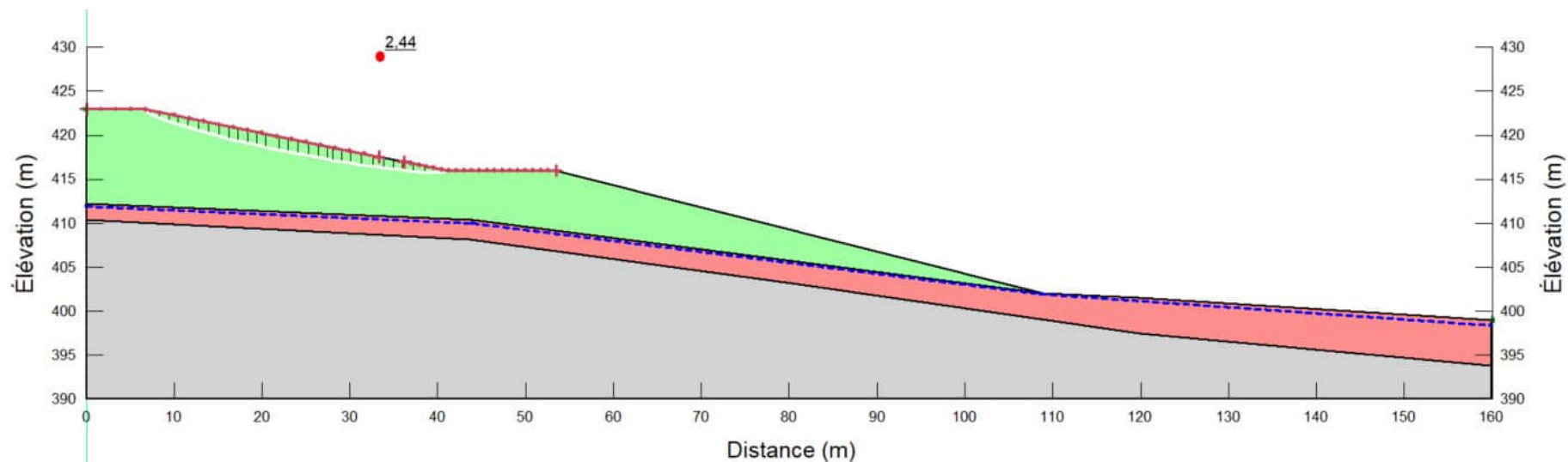
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 66



Coupe HMT3 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture locale - Mort-terrain
Halde à mort-terrain

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 2,44 FS requis : 1,20

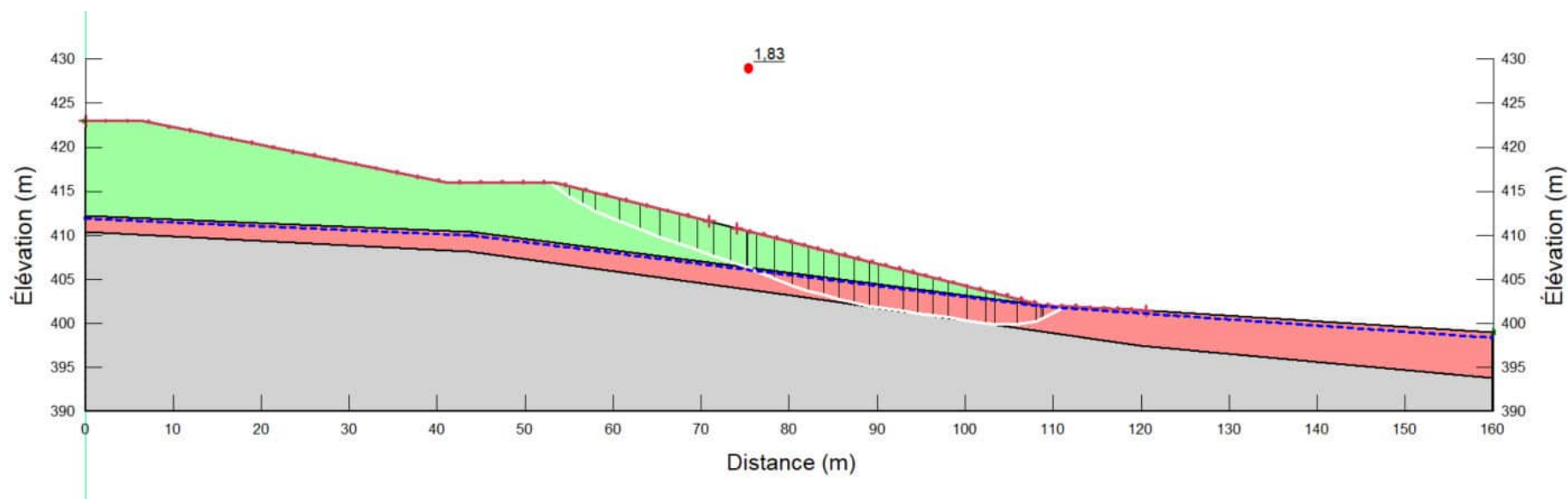
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 67



Coupe HMT3 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale
Halde à Mort-terrain

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,83 FS requis : 1,10

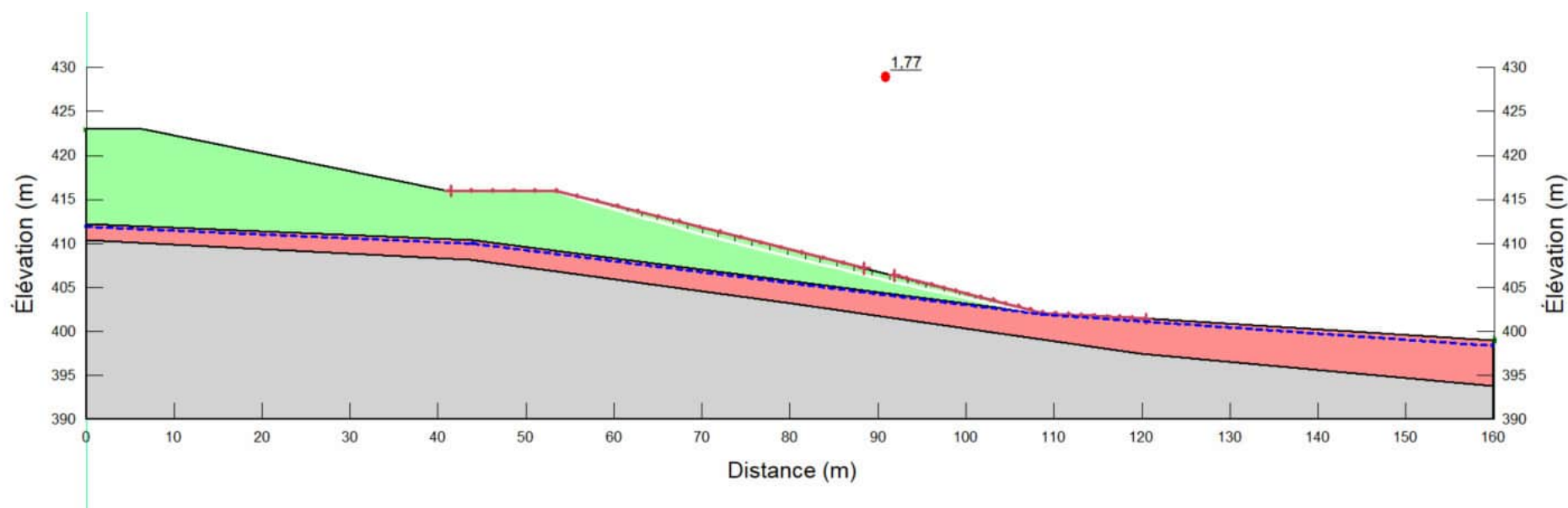
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 68



Coupe HMT3 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture locale - Sol de fondation
Halde à mort-terrain

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,77 FS requis : 1,10

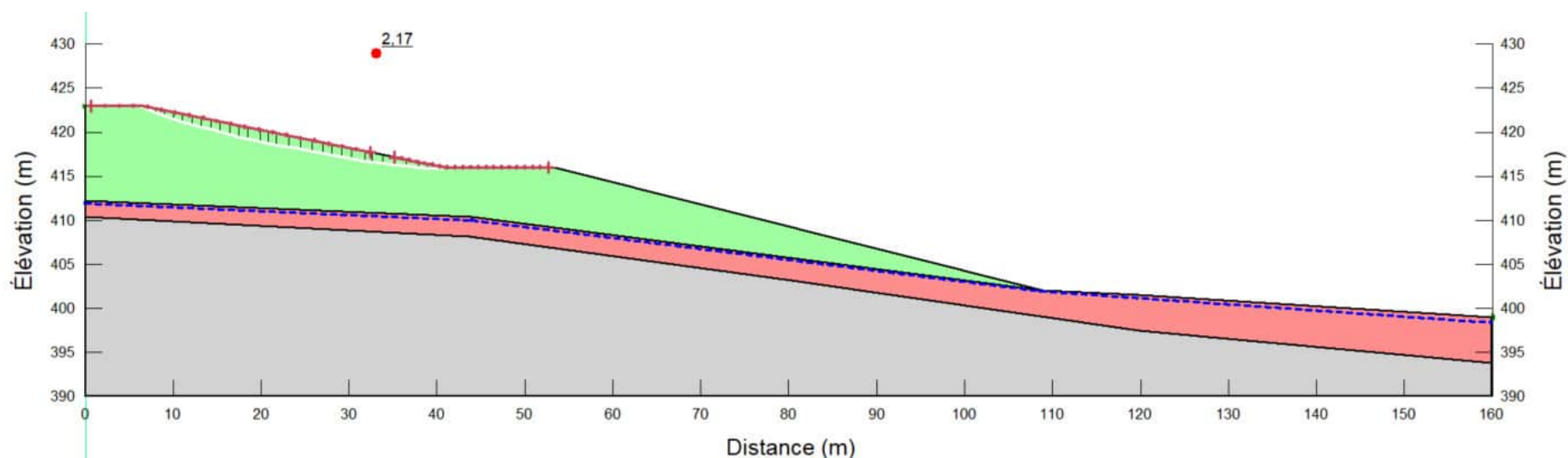
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 69



Coupe HMT3 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture locale - Mort-terrain
Halde à mort-terrain

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 2,17 FS requis : 1,10

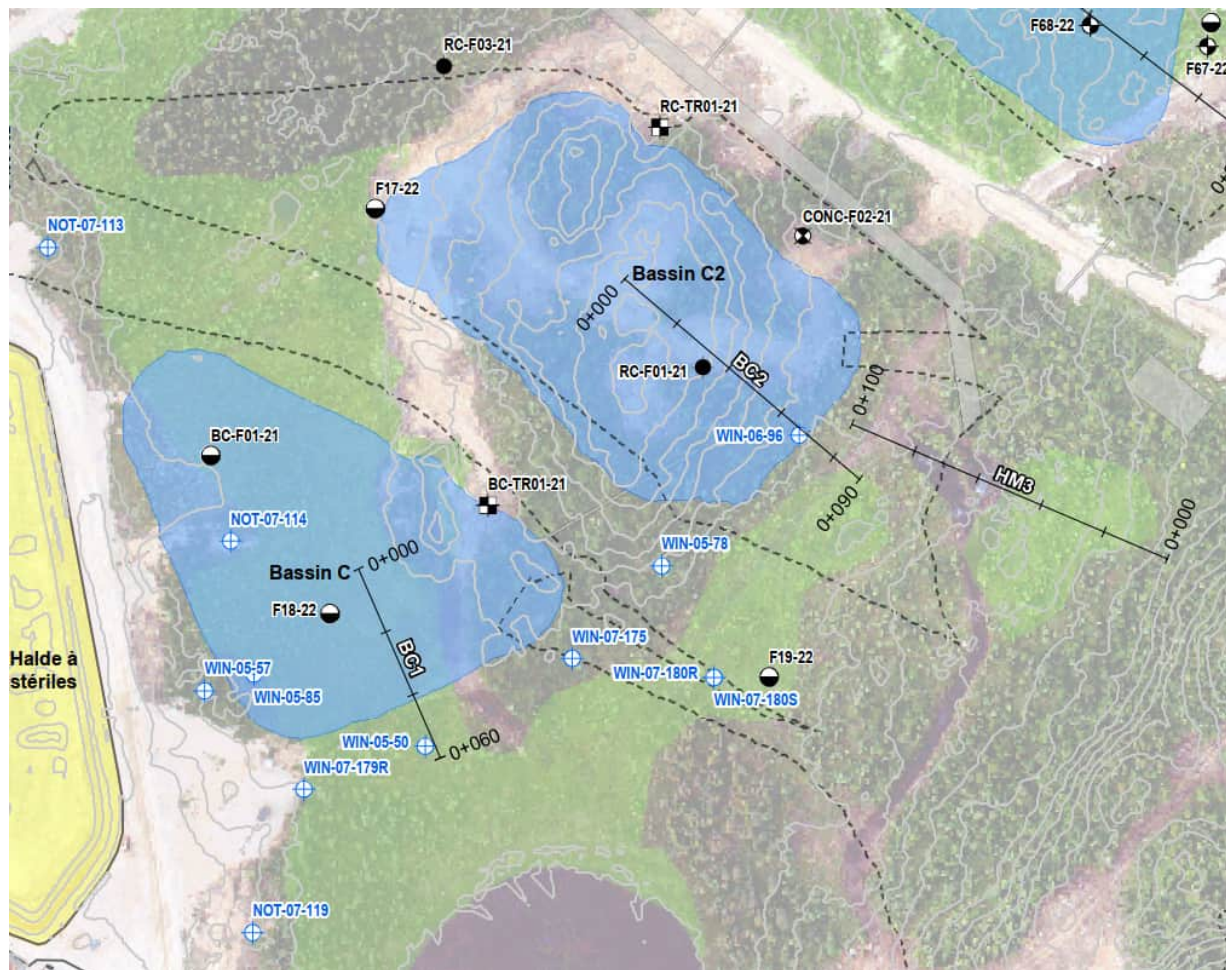
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 70



Analyses de stabilité Bassins C et C2

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Emplacement des coupes analysées du bassin C

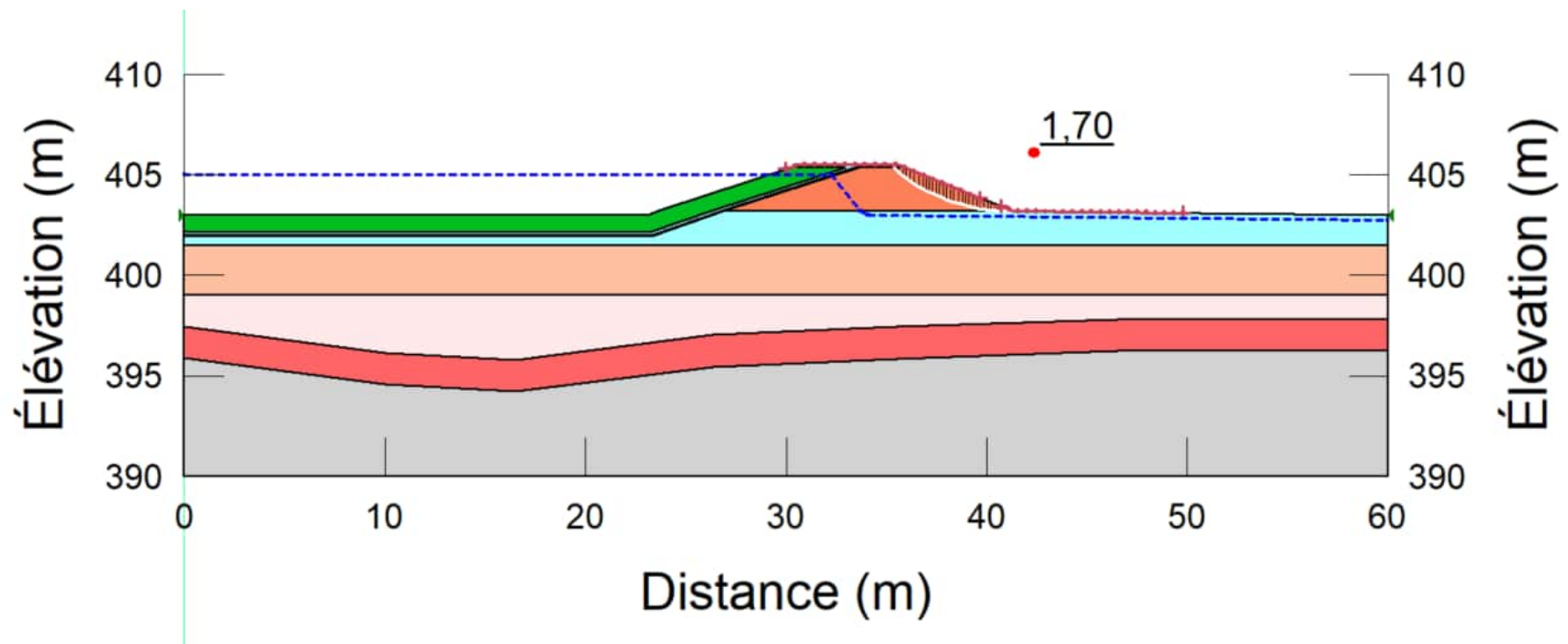
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 71



Coupe BC1 – Analyse de stabilité
Statique – Rupture globale - Pente aval
Niveau du bassin C à 405 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,70 FS requis : 1,50

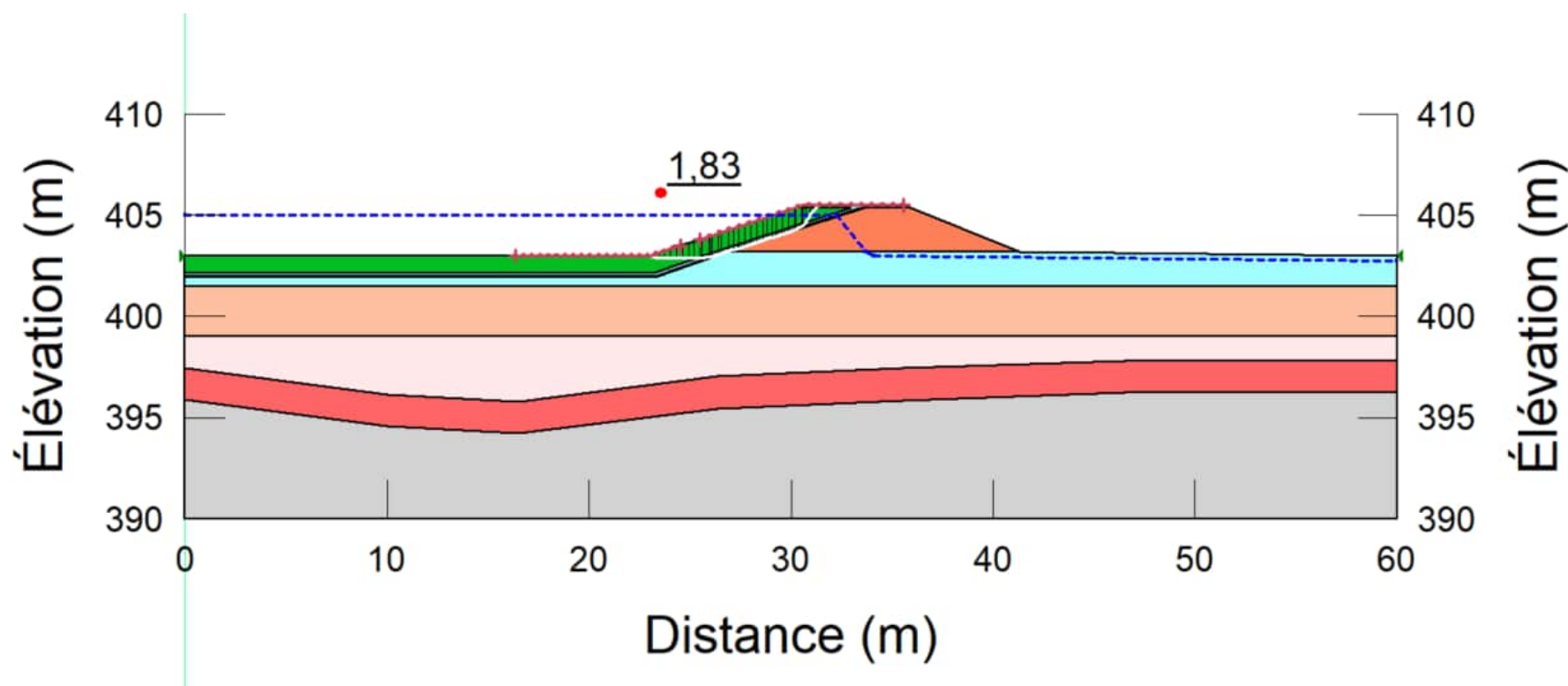
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 72



Coupe BC1 – Analyse de stabilité
Statique – Rupture globale : Pente amont
Niveau du bassin C à 405 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,83 FS requis : 1,50

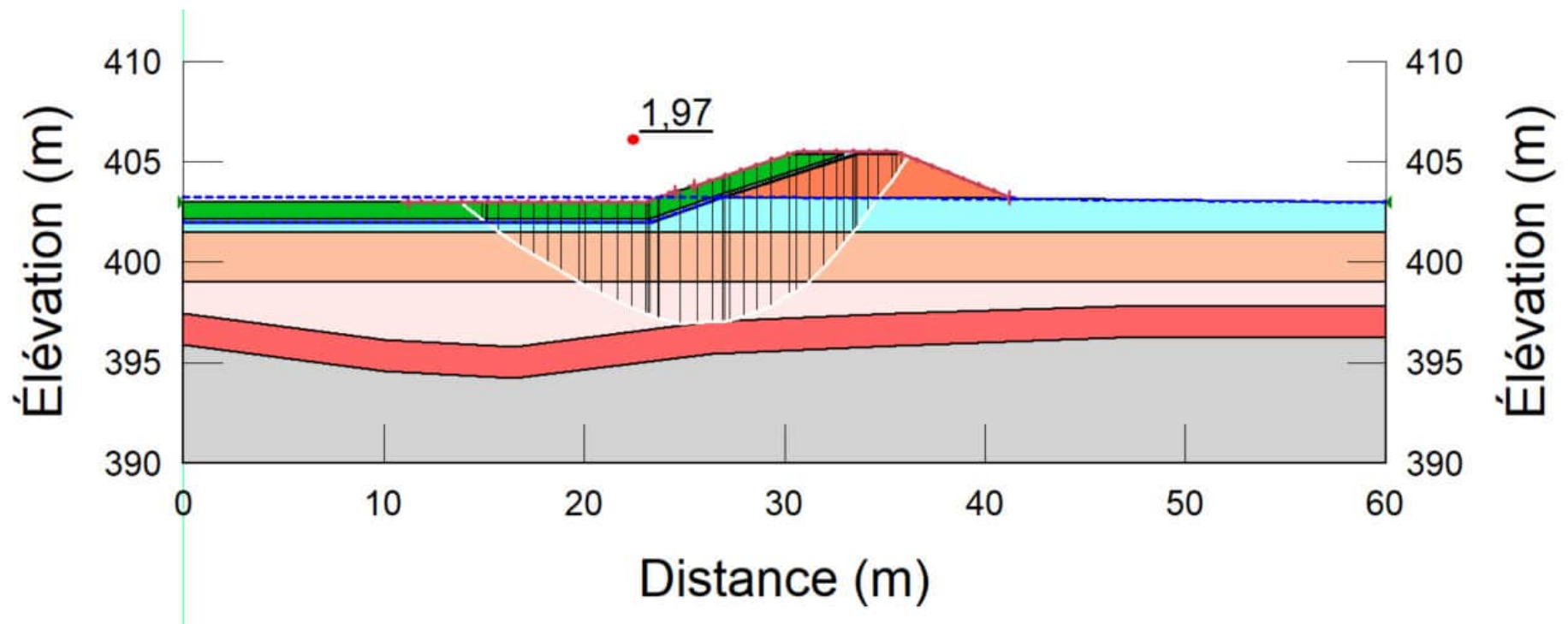
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 73



Coupe BC1 – Analyse de stabilité
Statique – Rupture globale : Pente amont
Bassin C vide

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,97 FS requis : 1,50

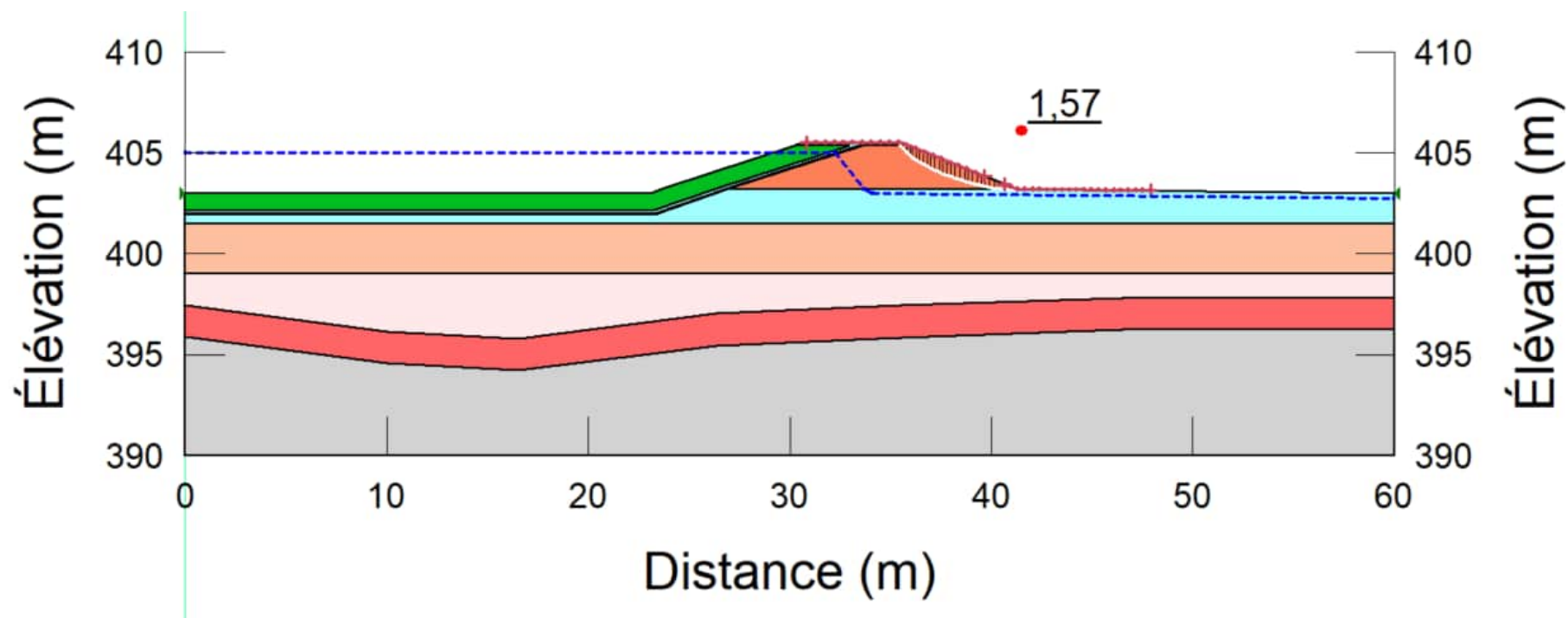
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 74



Coupe BC1 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale - Pente aval
Niveau du bassin C à 405 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,57 FS requis : 1,10

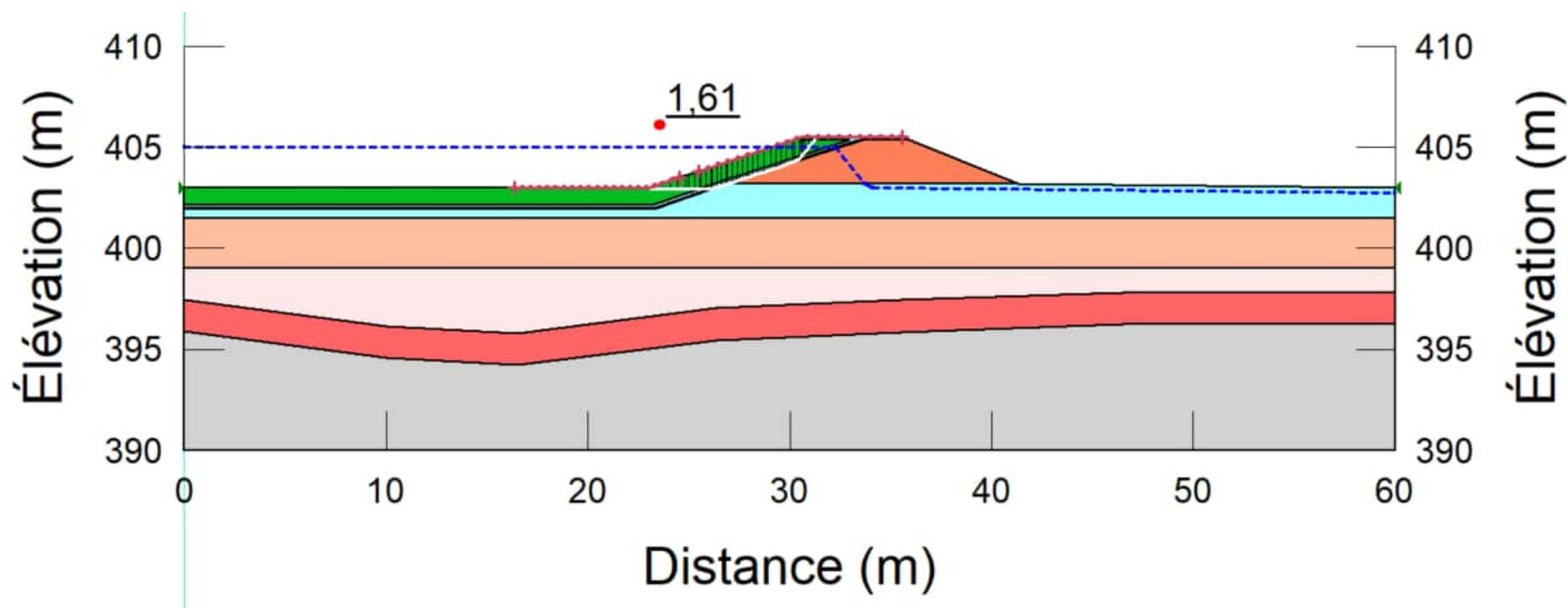
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 75



Coupe BC1 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale : Pente amont
Niveau du bassin C à 405 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,61 FS requis : 1,10

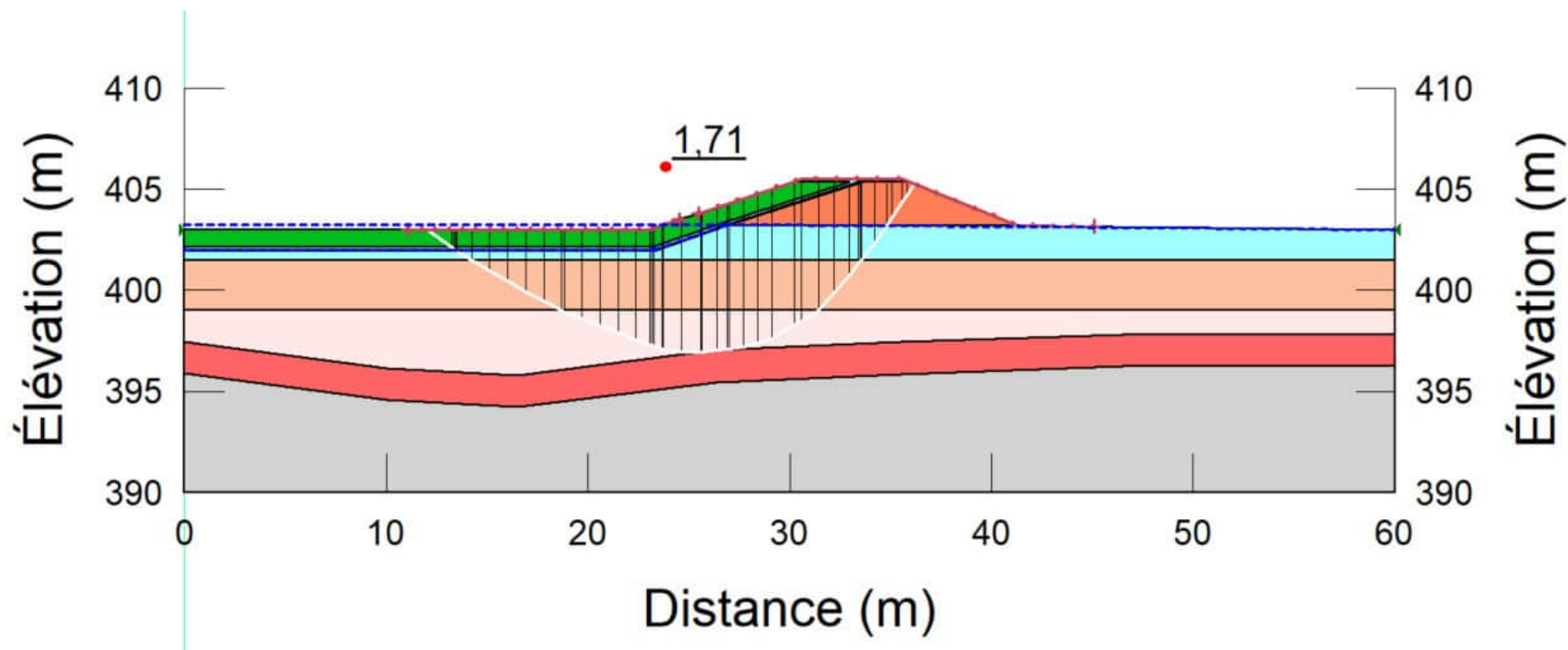
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 76



Coupe BC1 – Analyse de stabilité
Pseudostatique – Rupture globale : Pente amont
Bassin C vide

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,71 FS requis : 1,10

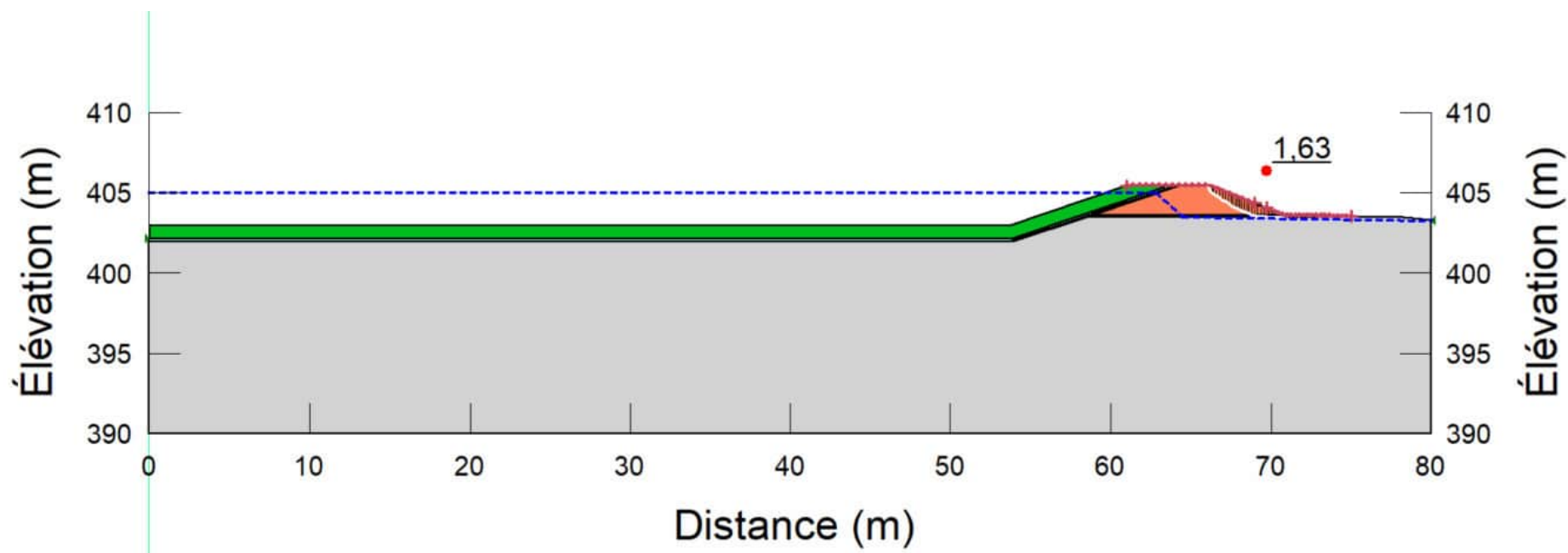
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 77



Coupe BC2 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Pente aval
Niveau du bassin C2 à 405 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,63 FS requis : 1,50

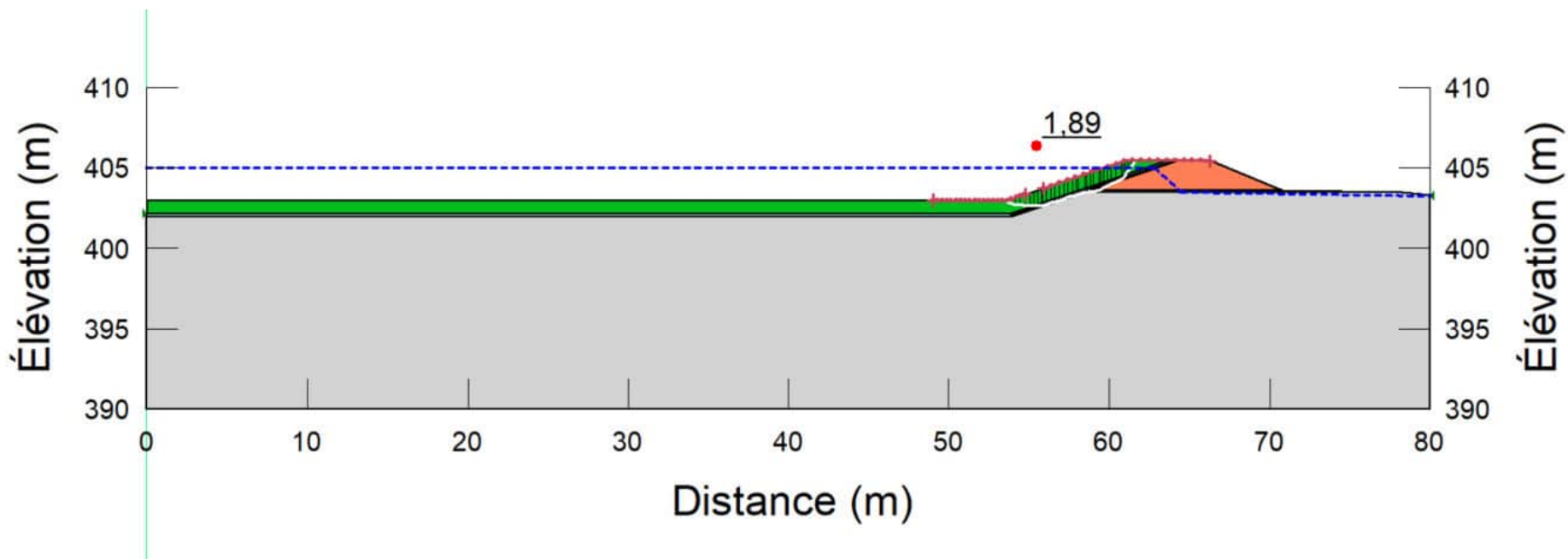
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 78



Coupe BC2 – Analyse de stabilité
Statique – Rupture globale : Pente amont
Niveau du bassin C2 à 405 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

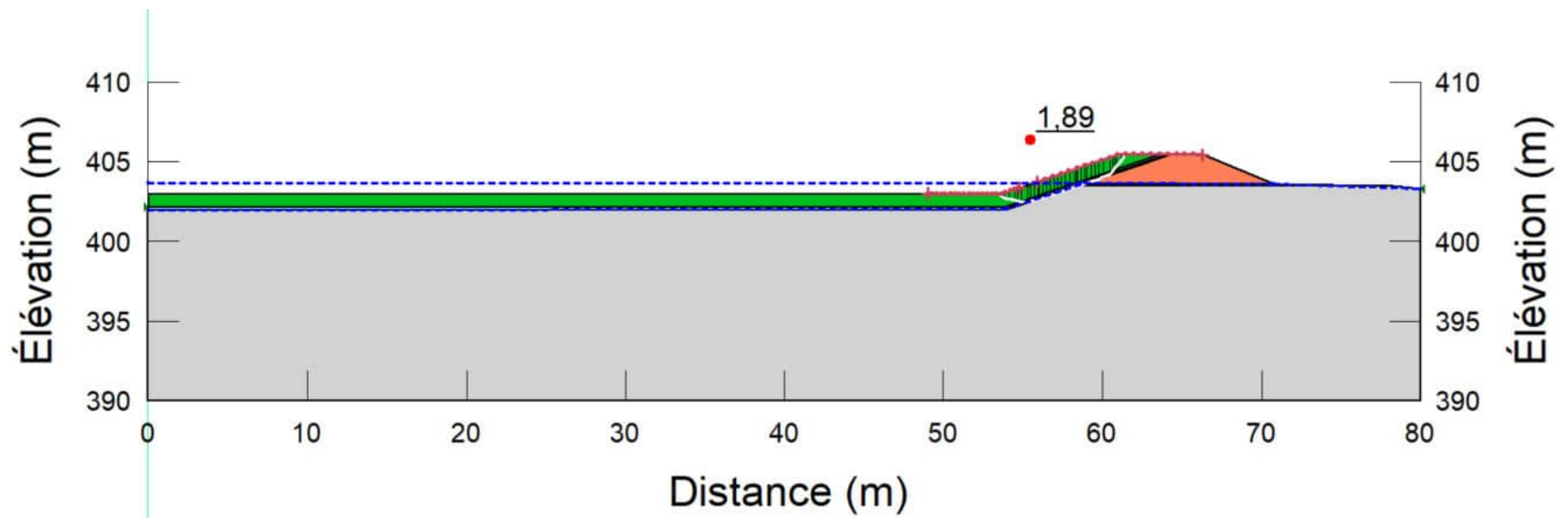
Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,89 FS requis : 1,50

No. Projet : 201-11330-08

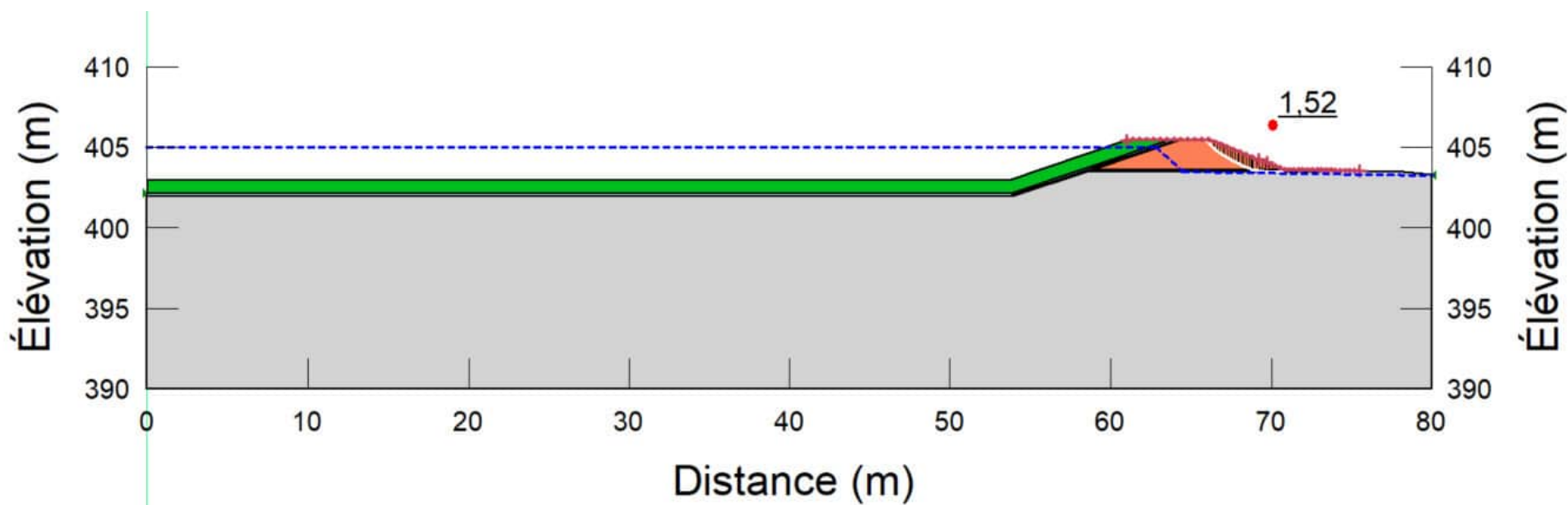
ANNEXE D – Figure 79





Coupe BC2 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale - Pente aval
Niveau du bassin C2 à 405 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,52 FS requis : 1,10

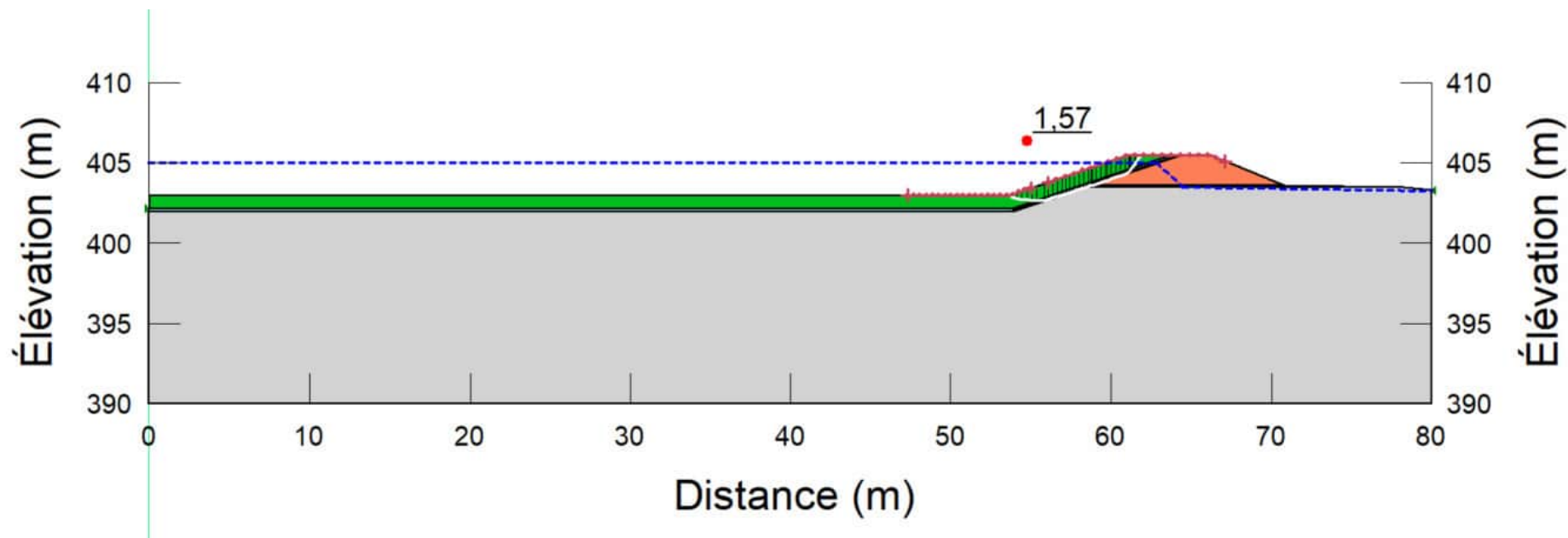
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 81



Coupe BC2 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale : Pente amont
Niveau du bassin C2 à 405 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,57 FS requis : 1,10

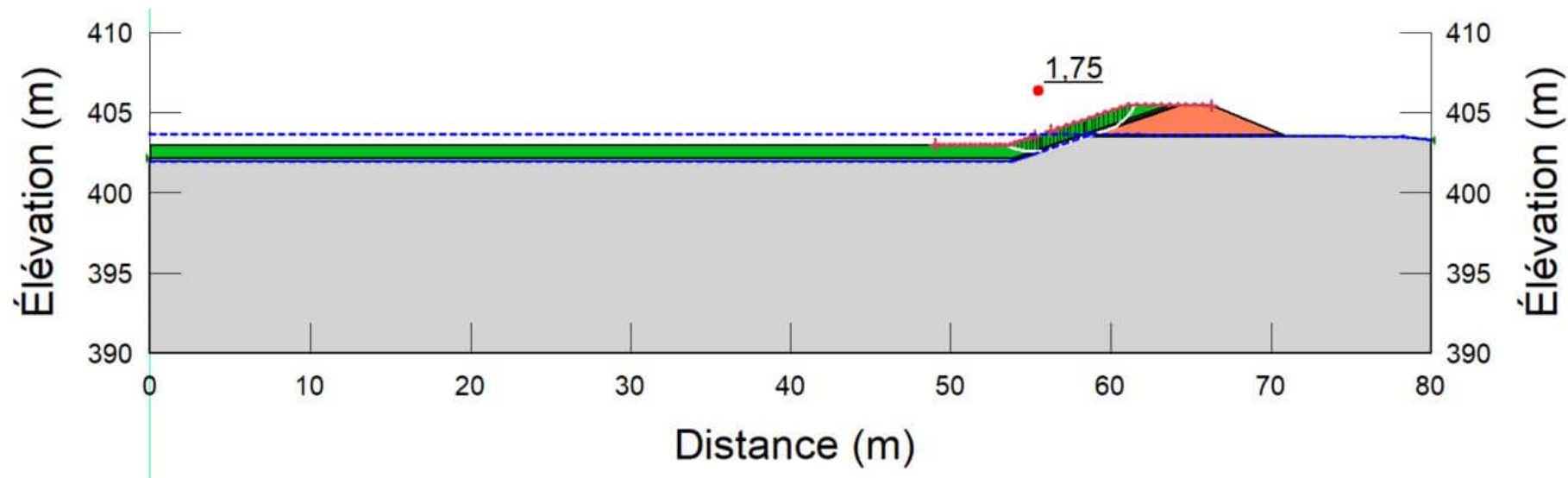
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 82



Coupe BC2 – Analyse de stabilité
Pseudostatique – Rupture globale : Pente amont
Bassin C2 vide

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,75 FS requis : 1,10

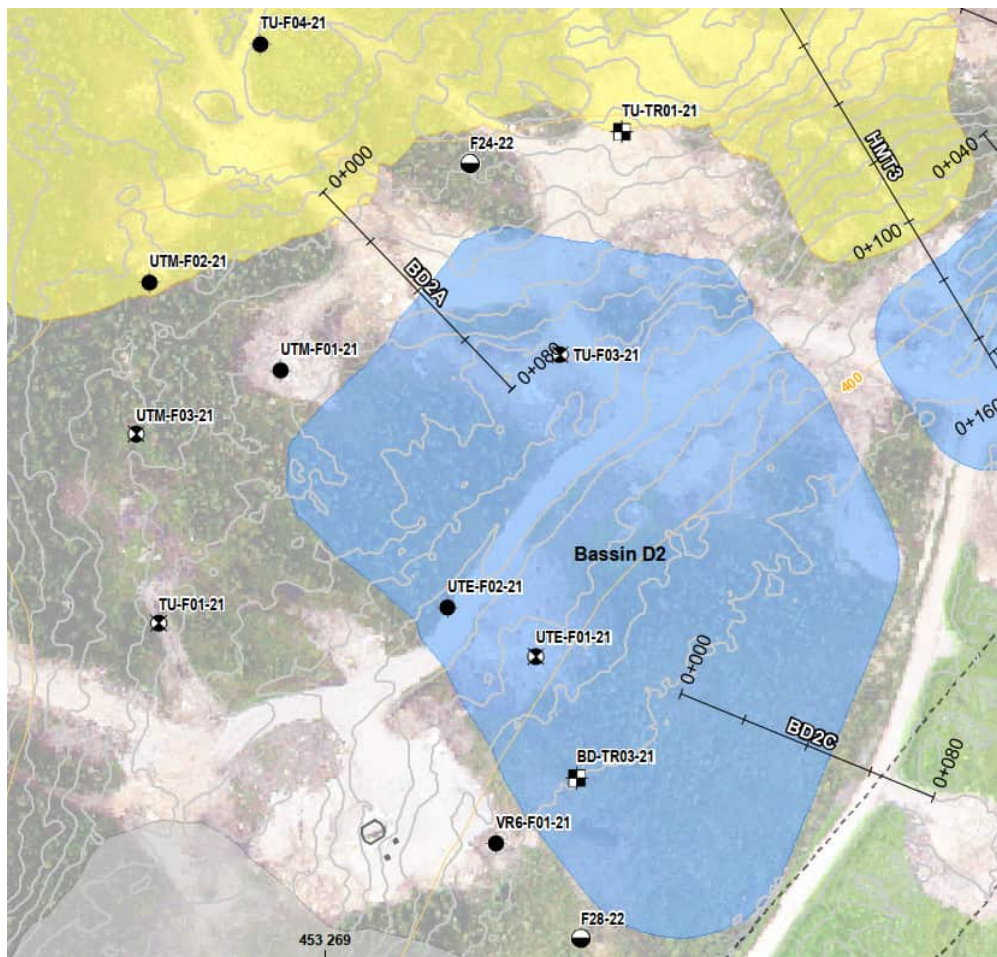
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 83



Analyses de stabilité Bassin D2

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

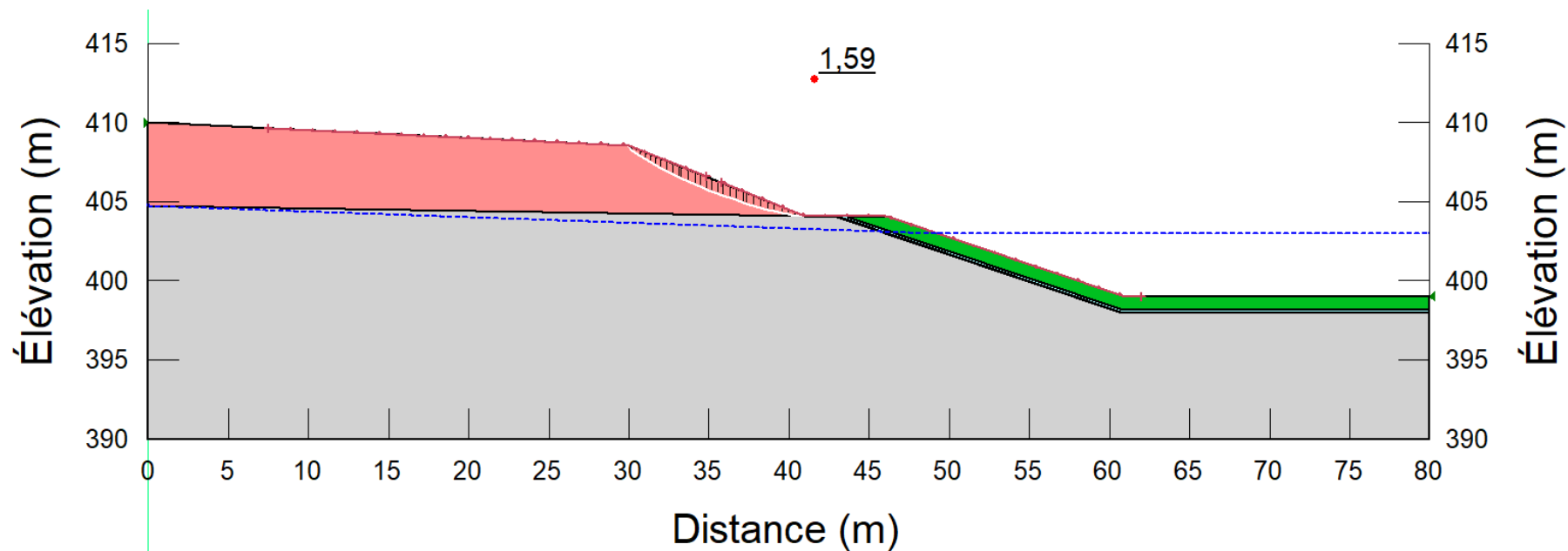
Emplacement des coupes analysées du bassin D2

No. Projet : 201-11330-08
ANNEXE D – Figure 84



Coupe BD2A – Analyse de stabilité
Statique – Rupture globale - Pente amont : Terrain naturel
Niveau du bassin D2 à 403 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,59 FS requis : 1,50

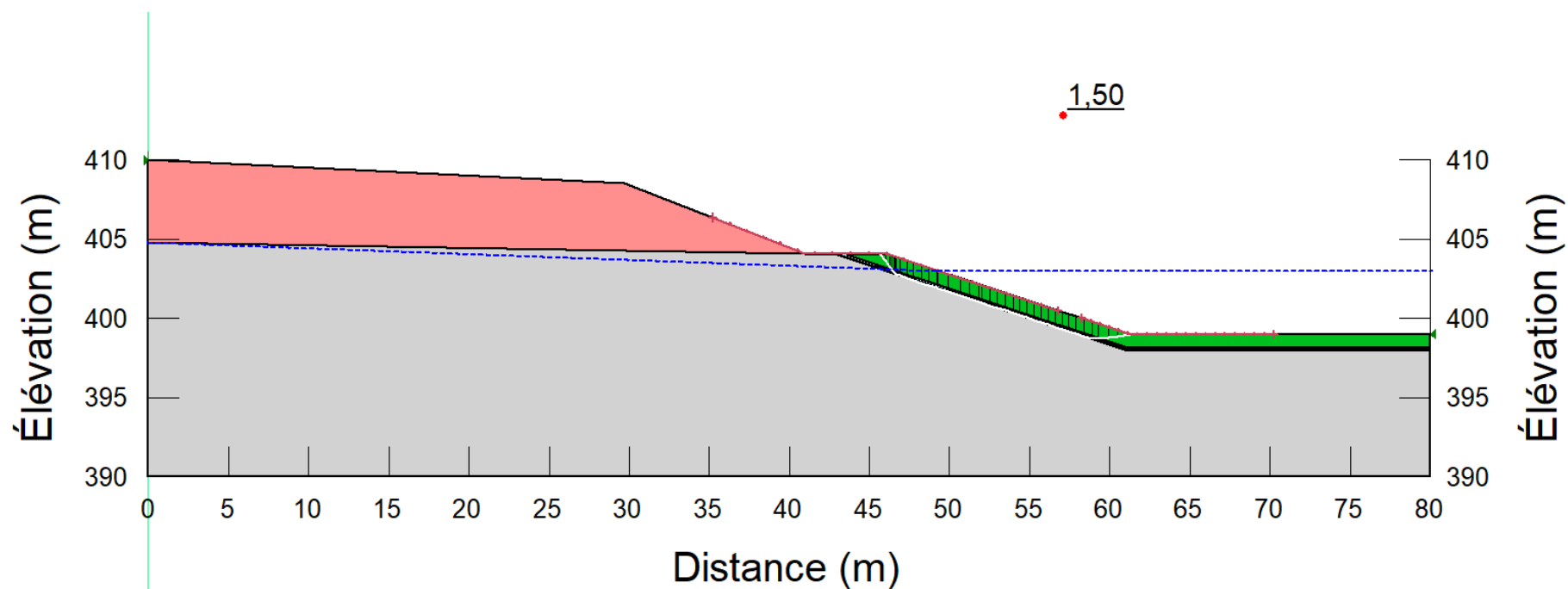
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 85



Coupe BD2A – Analyse de stabilité
Statique – Rupture globale - Pente amont
Niveau du bassin D2 à 403 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,50 FS requis : 1,50

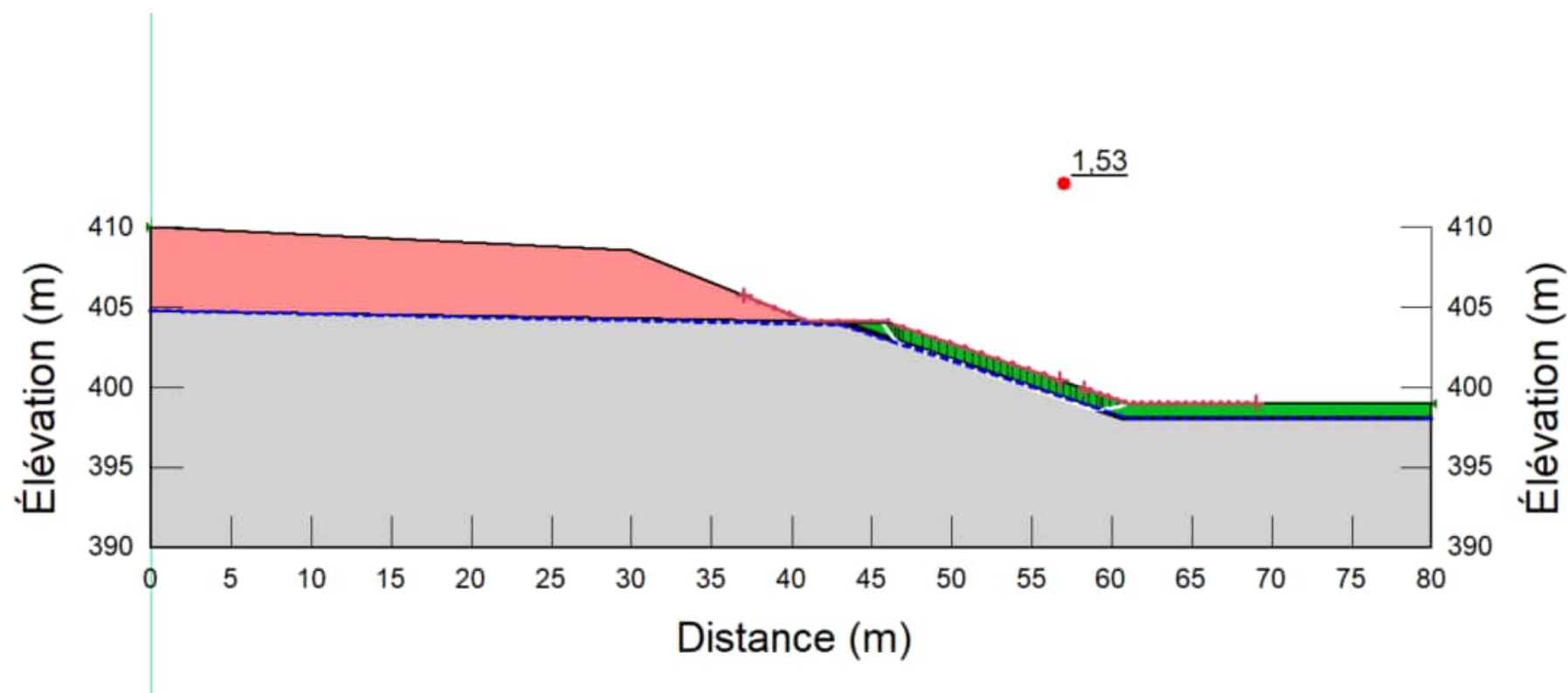
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 86



Coupe BD2A – Analyse de stabilité
Statique – Rupture globale - Pente amont
Bassin D2 vide

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,53 FS requis : 1,50

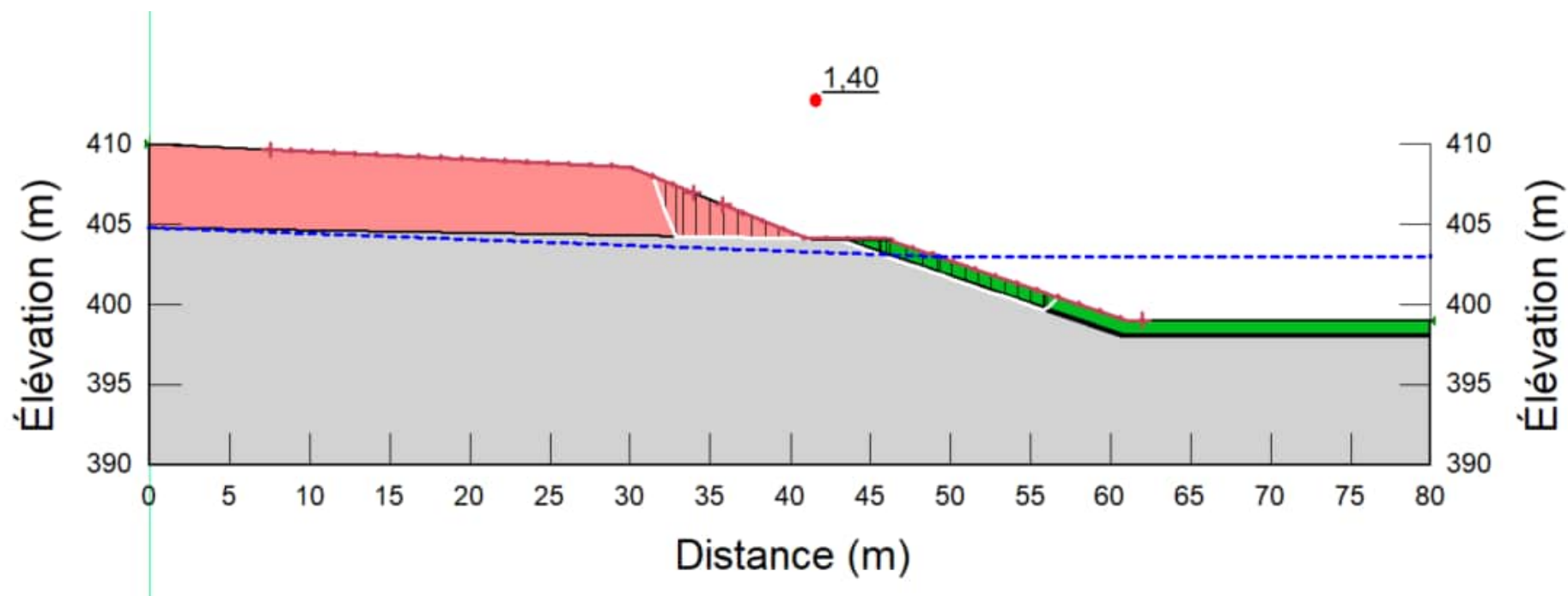
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 87



Coupe BD2A – Analyse de stabilité
Pseudostatique – Rupture globale - Pente amont : Terrain naturel
Niveau du bassin D2 à 403 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,40 FS requis : 1,10

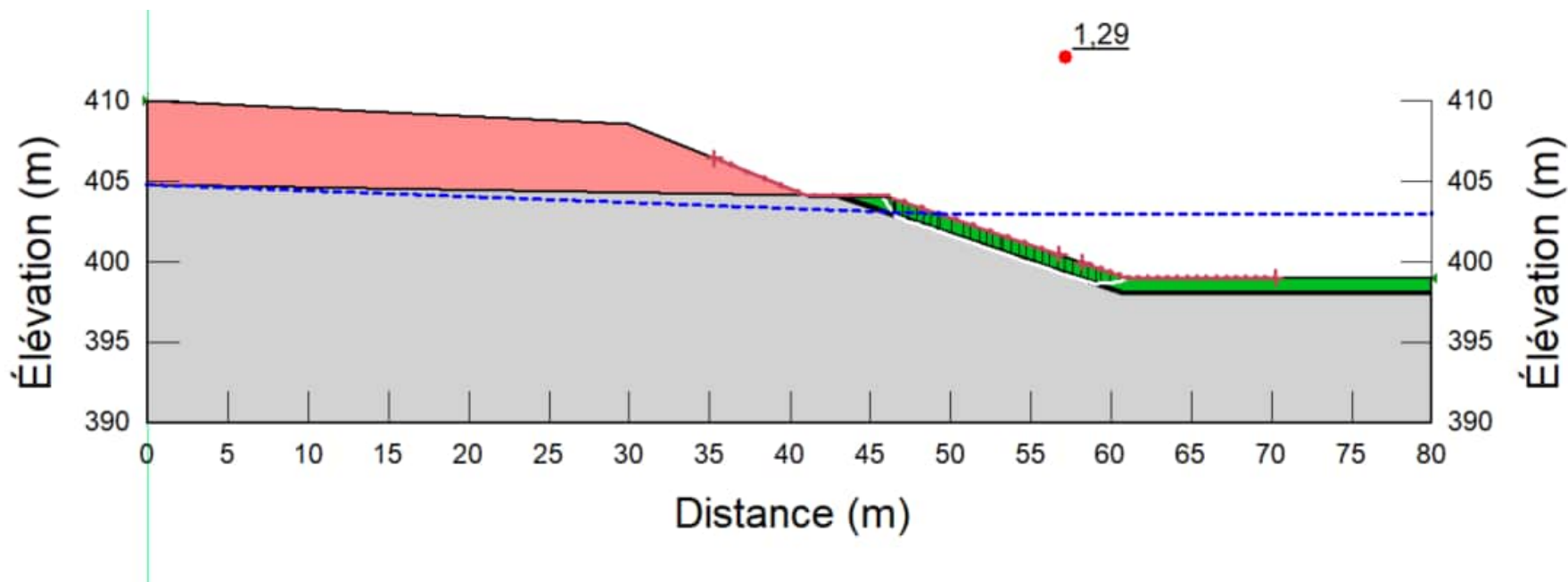
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 88



Coupe BD2A – Analyse de stabilité
Pseudostatique – Rupture globale - Pente amont
Niveau du bassin D2 à 403 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,29 FS requis : 1,10

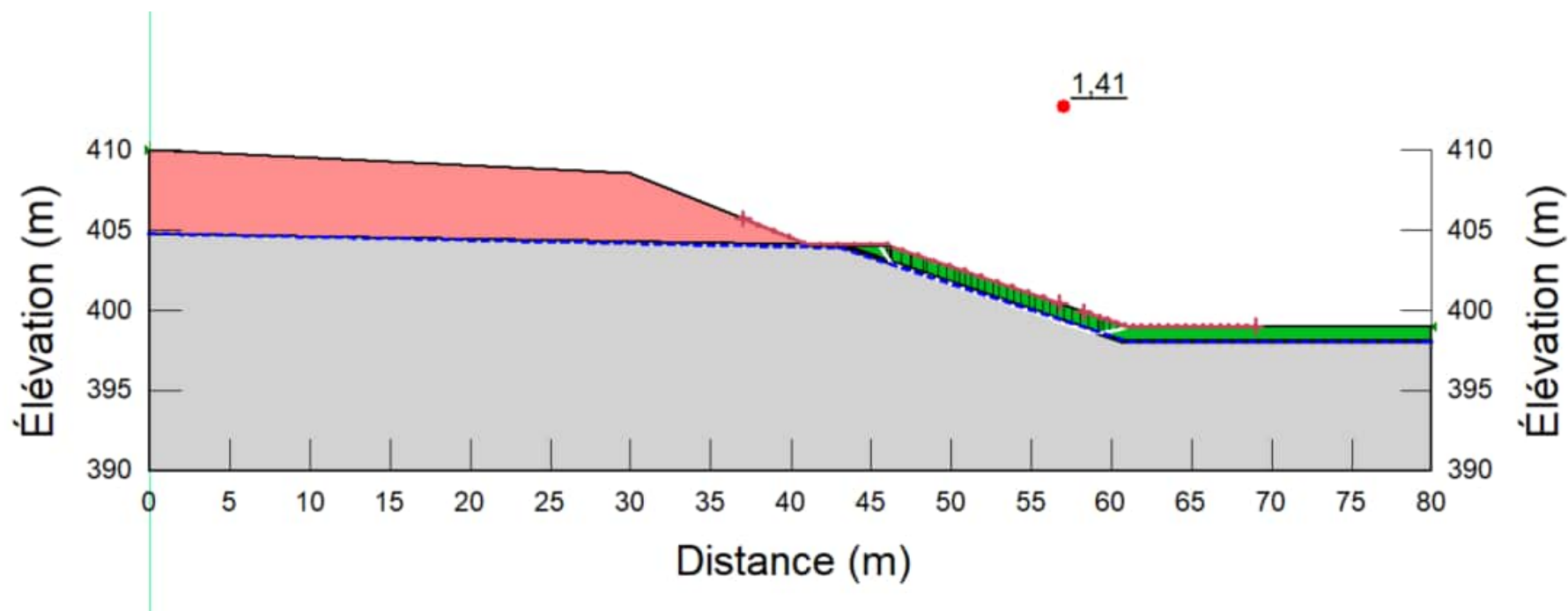
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 89



Coupe BD2A – Analyse de stabilité
Pseudostatique – Rupture globale - Pente amont
Bassin D2 vide

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,41 FS requis : 1,10

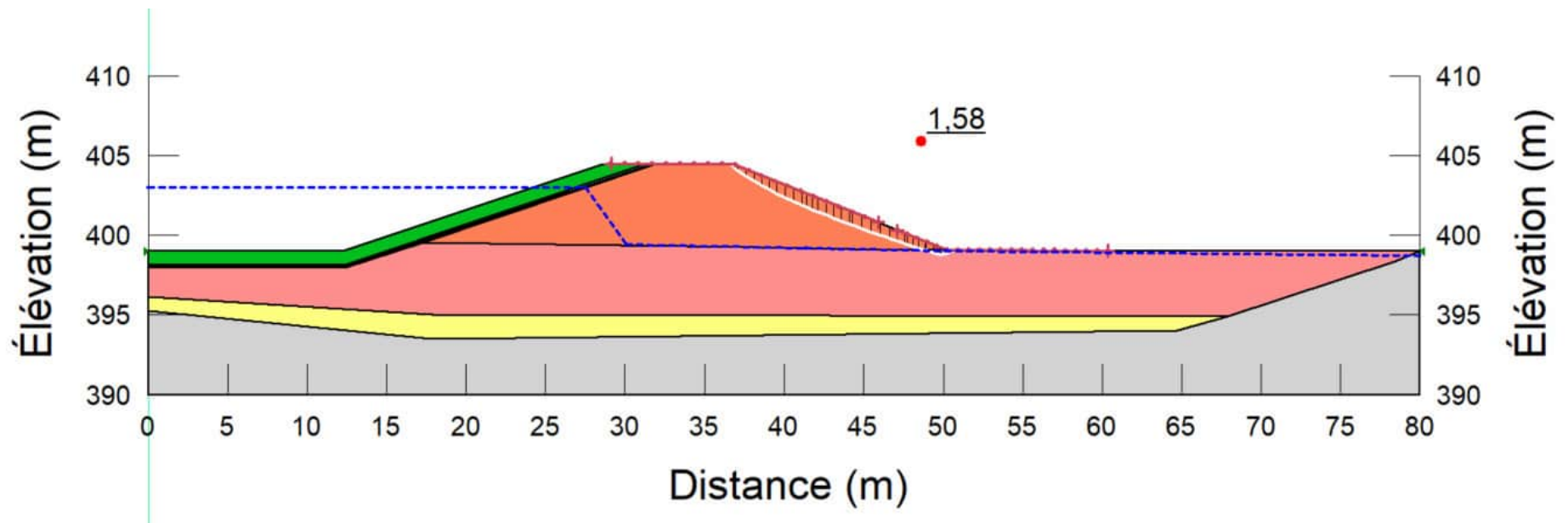
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 90



Coupe BD2C - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Pente aval
Niveau du bassin D2 à 403 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,58 FS requis : 1,50

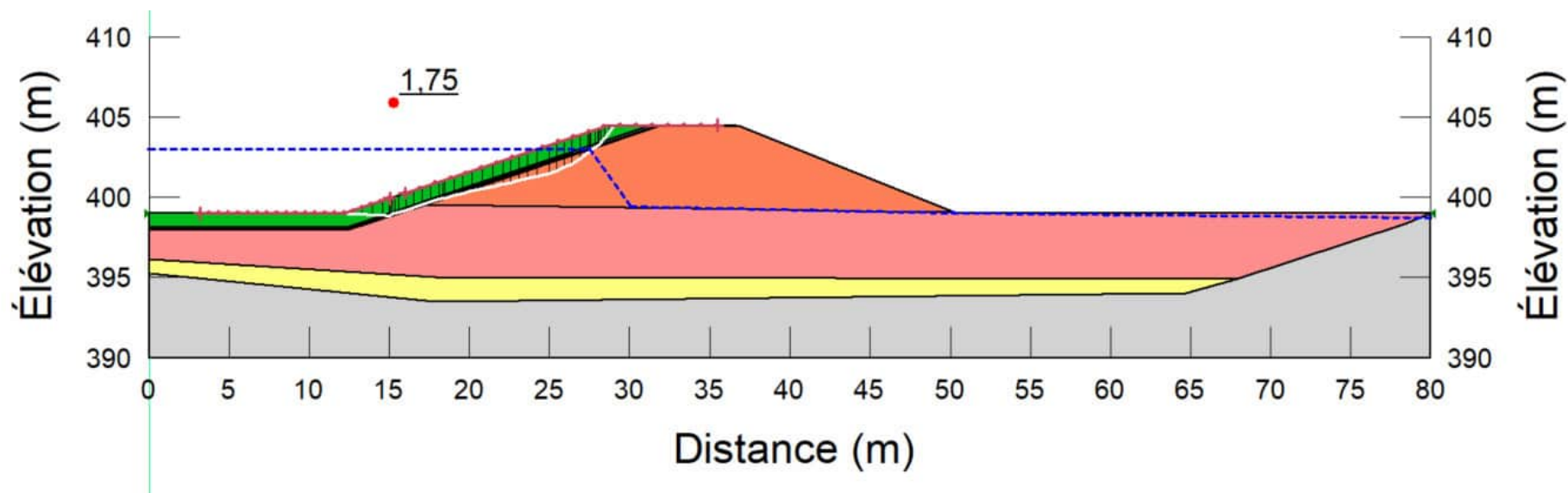
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 91



Coupe BD2C - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Pente amont
Niveau du bassin D2 à 403 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,75 FS requis : 1,50

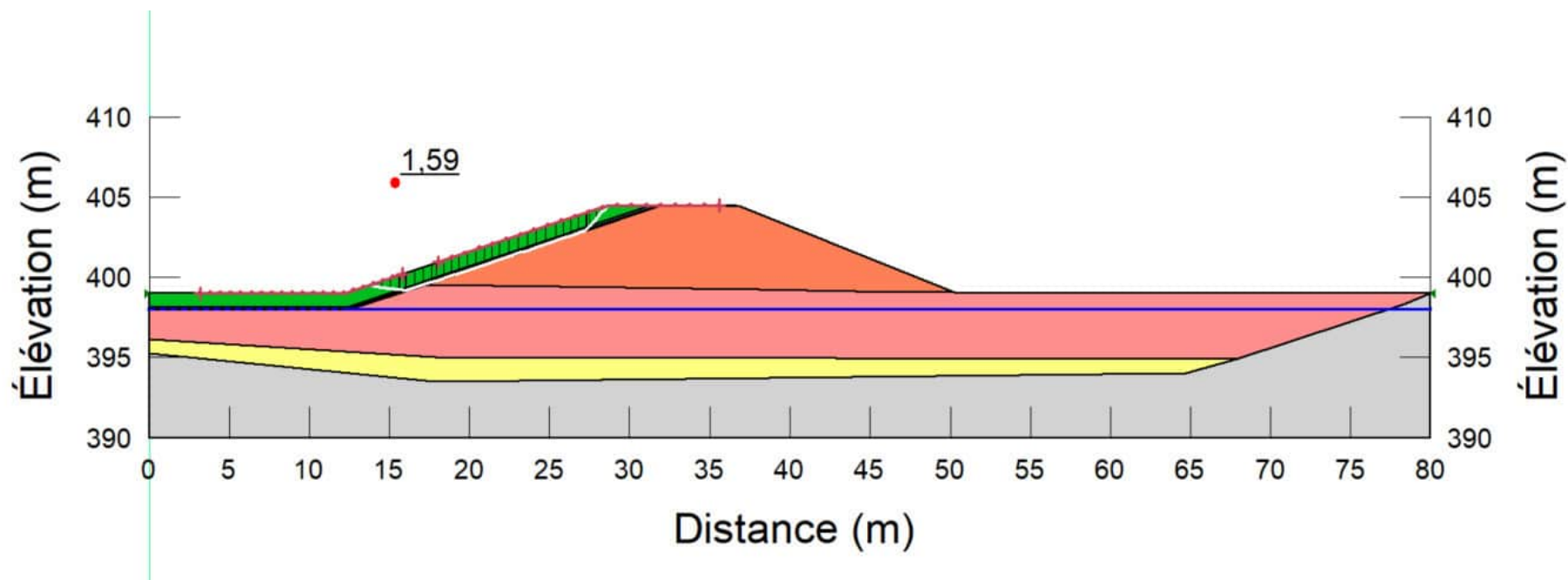
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 92



Coupe BD2C - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Pente amont
Bassin D2 vide

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,59 FS requis : 1,50

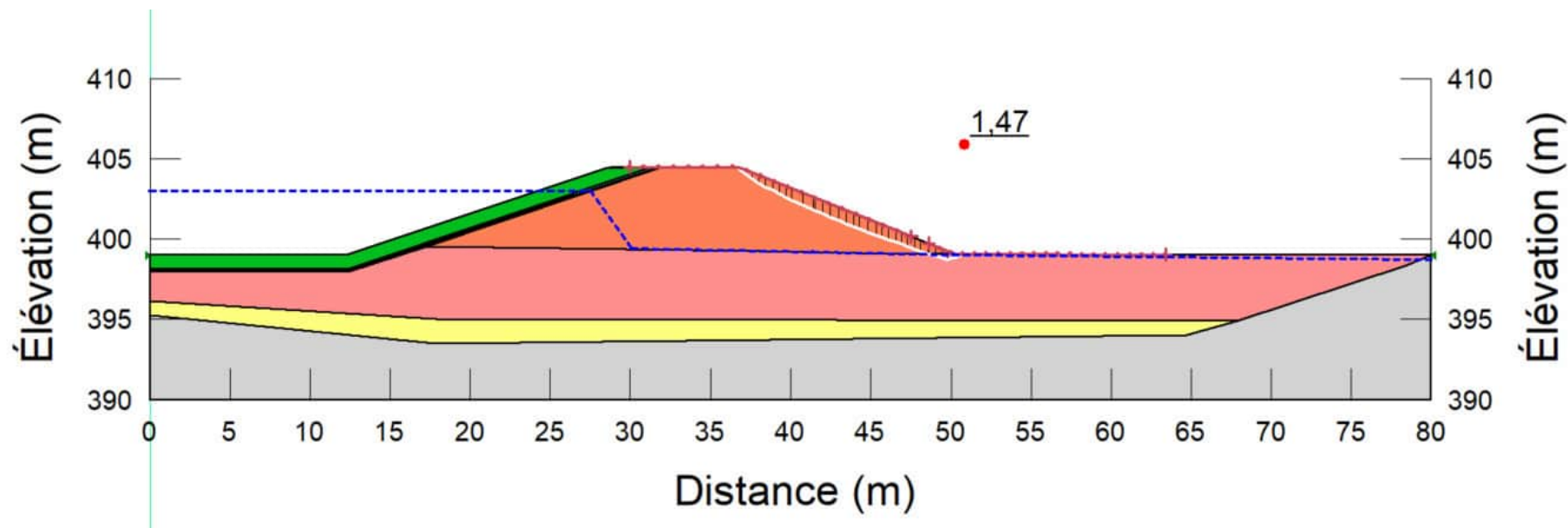
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 93



Coupe BD2C - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale - Pente aval
Niveau du bassin D2 à 403 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,47 FS requis : 1,10

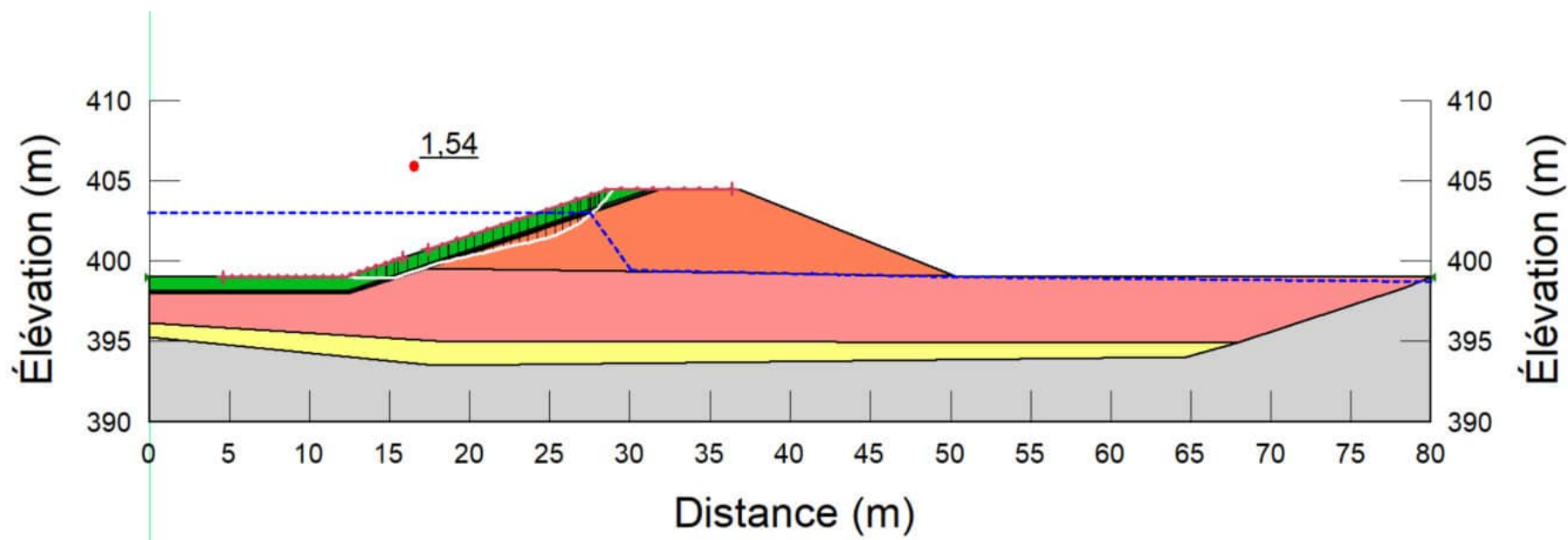
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 94



Coupe BD2C - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale - Pente amont
Niveau du bassin D2 à 403 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,54 FS requis : 1,10

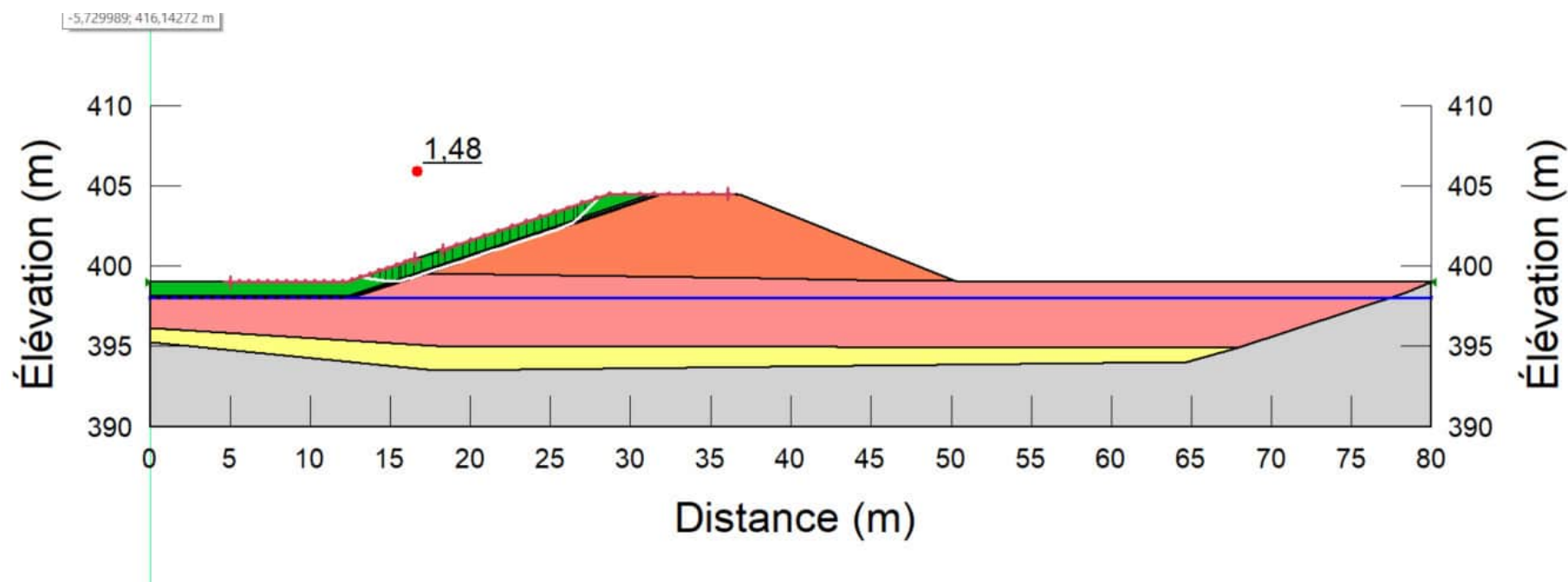
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 95



Coupe BD2C - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale - Pente amont
Bassin D2 vide

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,48 FS requis : 1,10

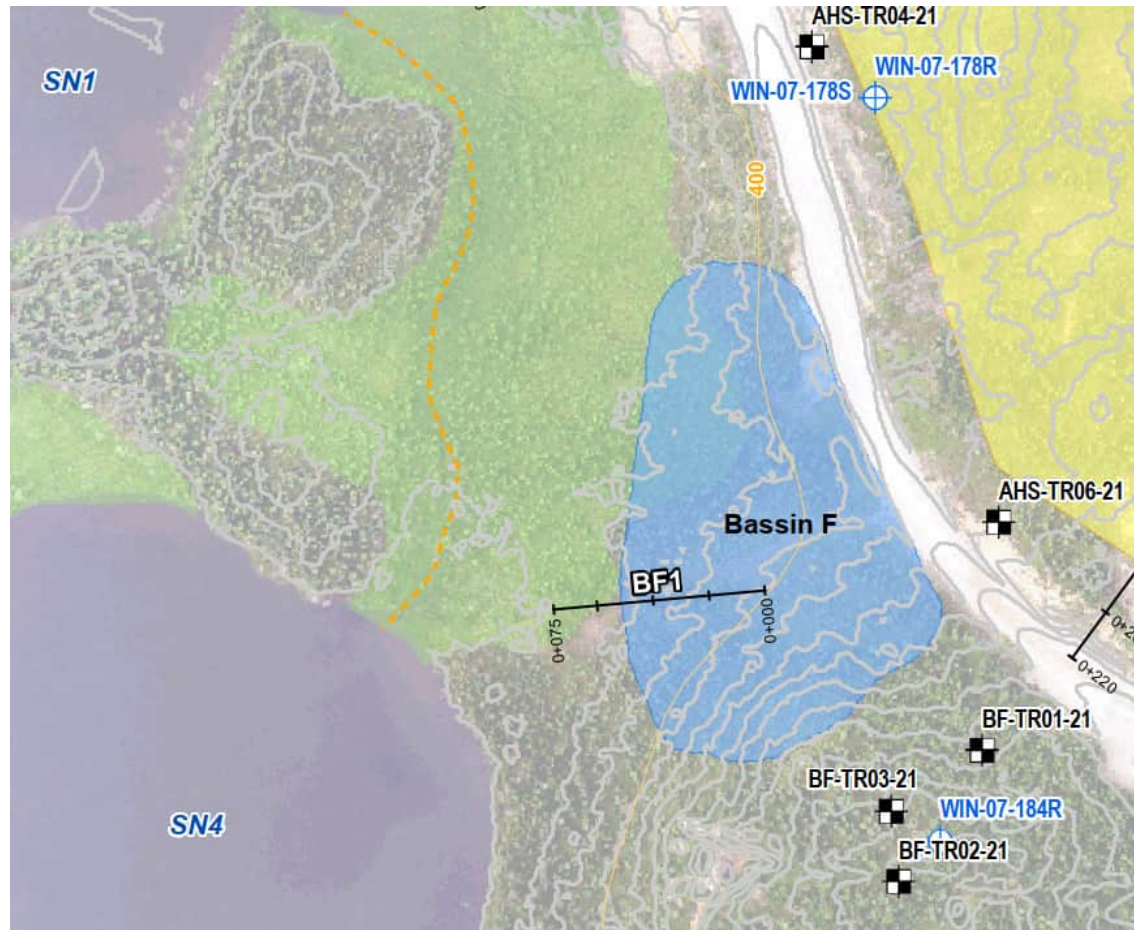
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 96



Analyses de stabilité Bassin F

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

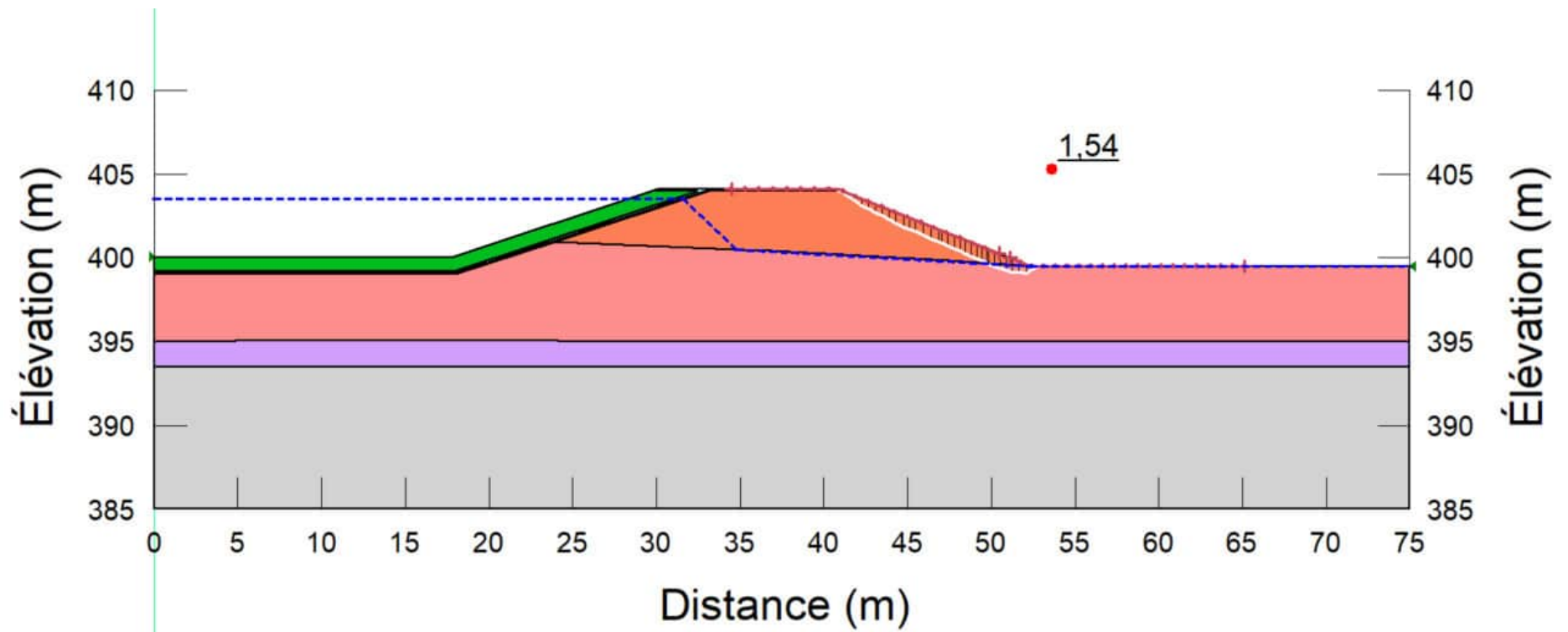
Emplacement des coupes analysées du bassin F

No. Projet : 201-11330-08
ANNEXE D – Figure 97



Coupe BF1 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Pente aval
Niveau du bassin F à 403,5 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,54 FS requis : 1,50

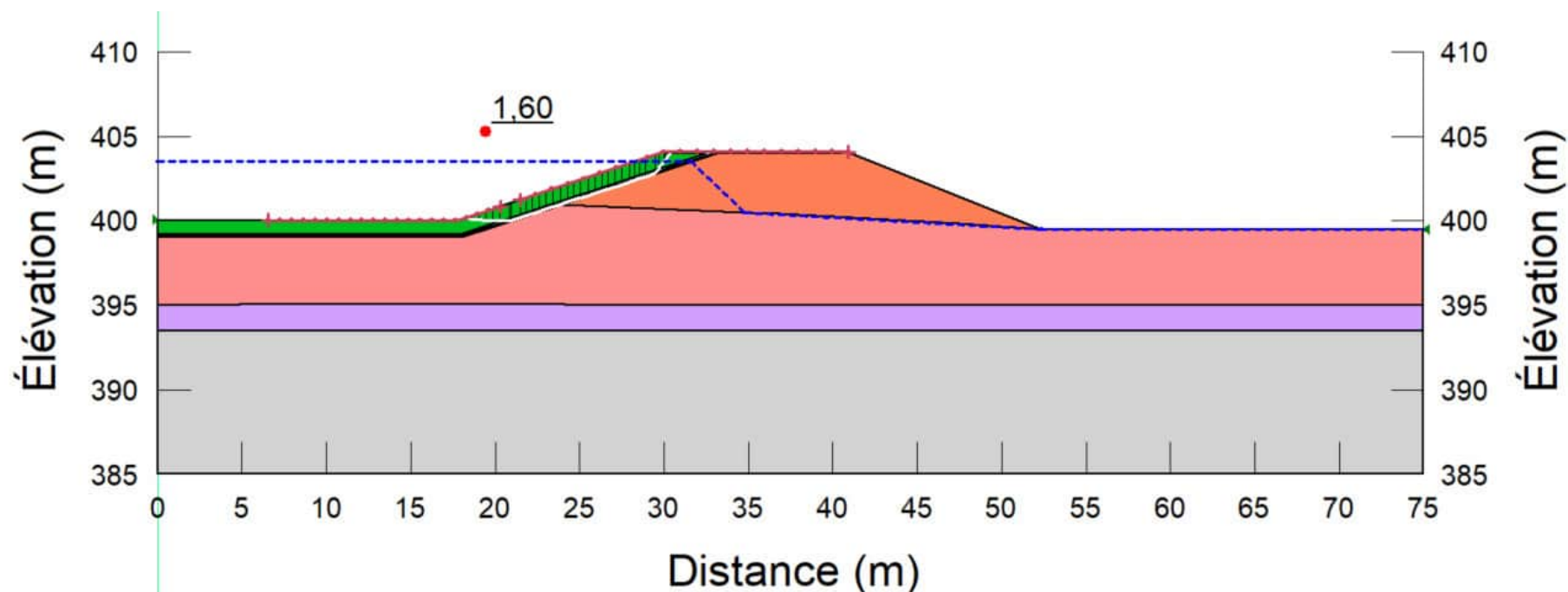
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 98



Coupe BF1 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Pente amont
Niveau du bassin F à 403,5 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,60 FS requis : 1,50

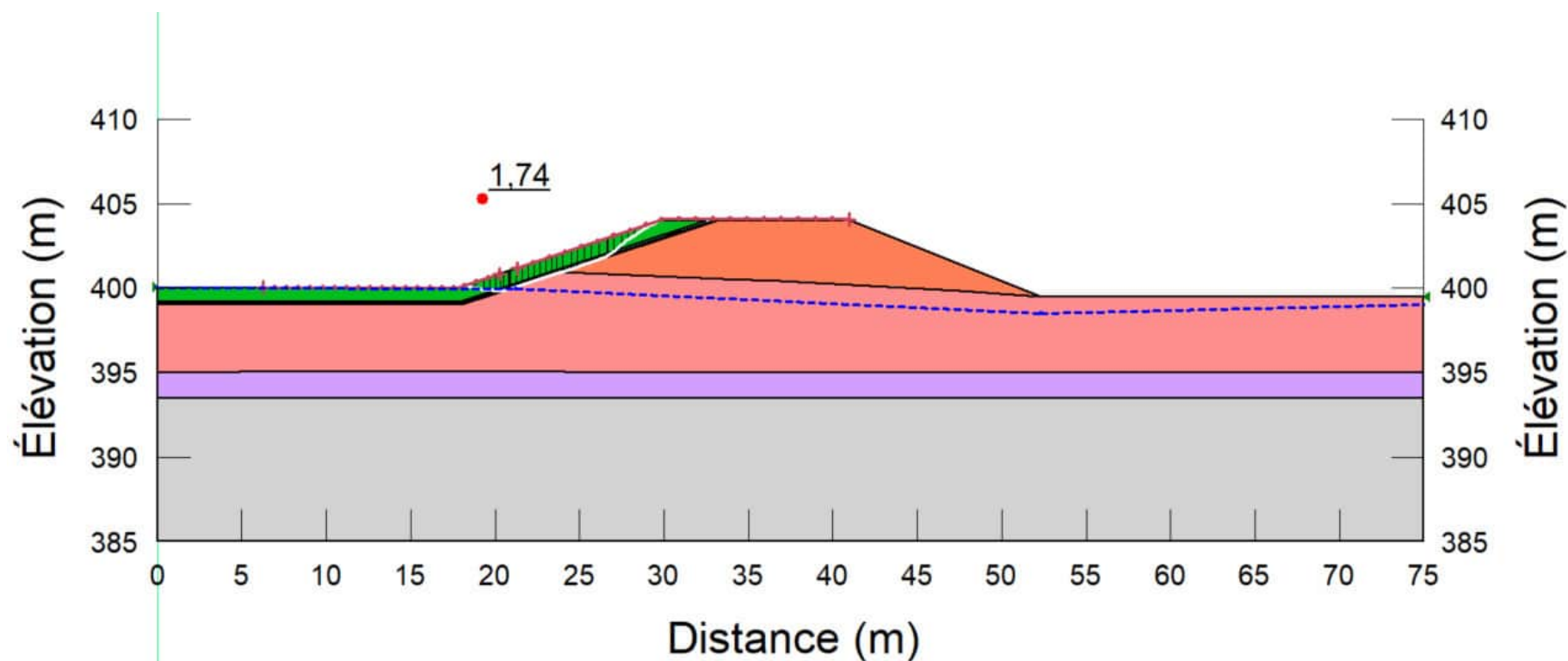
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 99



Coupe BF1 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Pente amont
Bassin F vide

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,74 FS requis : 1,50

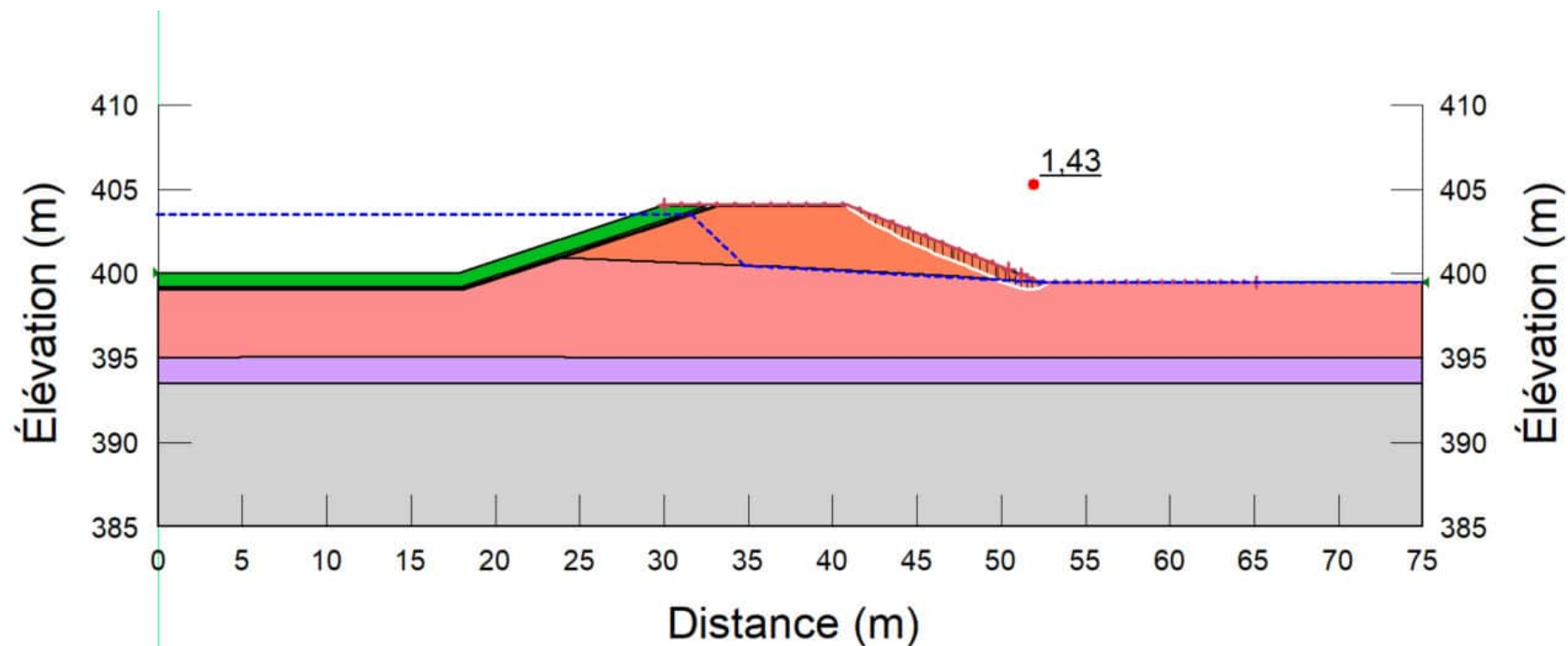
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 100



Coupe BF1 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale - Pente aval
Niveau du bassin F à 403,5 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,43 FS requis : 1,10

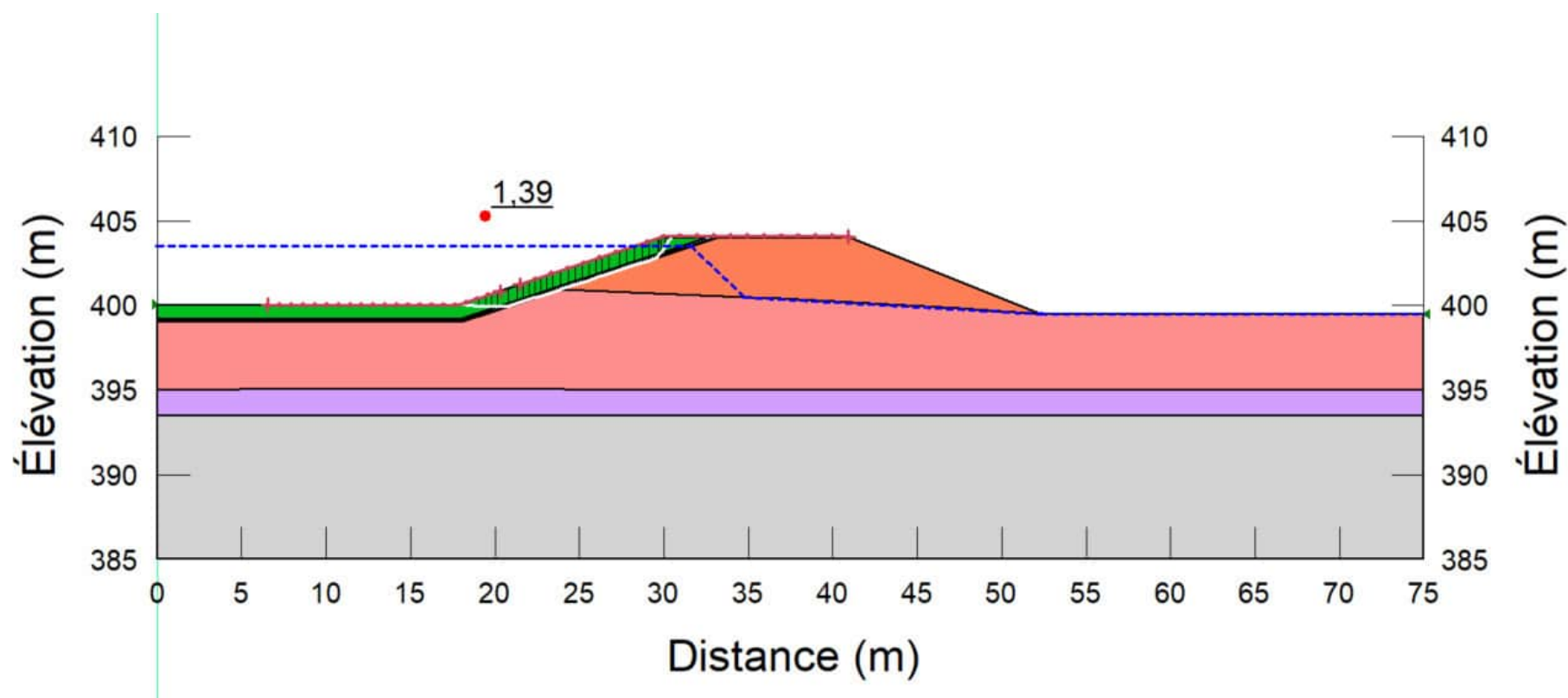
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 101



Coupe BF1 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale - Pente amont
Niveau du bassin F à 403,5 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.
Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux
Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,39 FS requis : 1,10

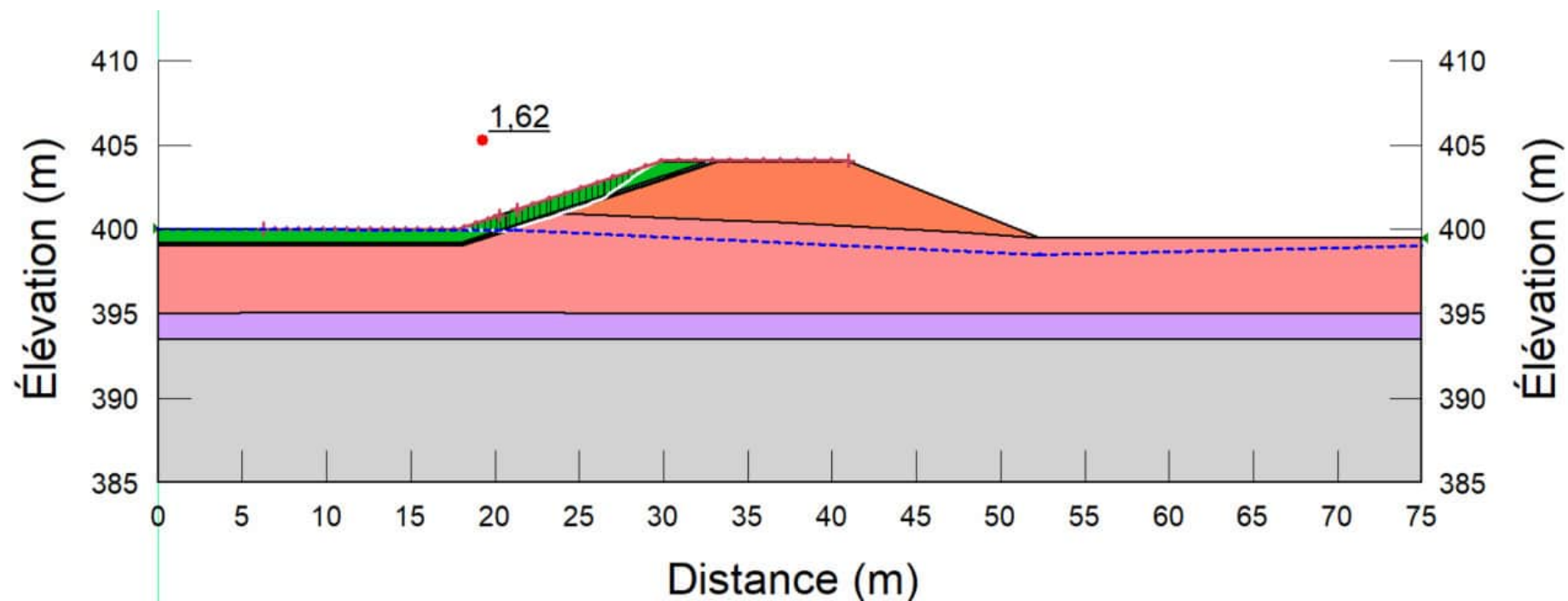
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 102



Coupe BF1 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale - Pente amont
Bassin F vide

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,62 FS requis : 1,10

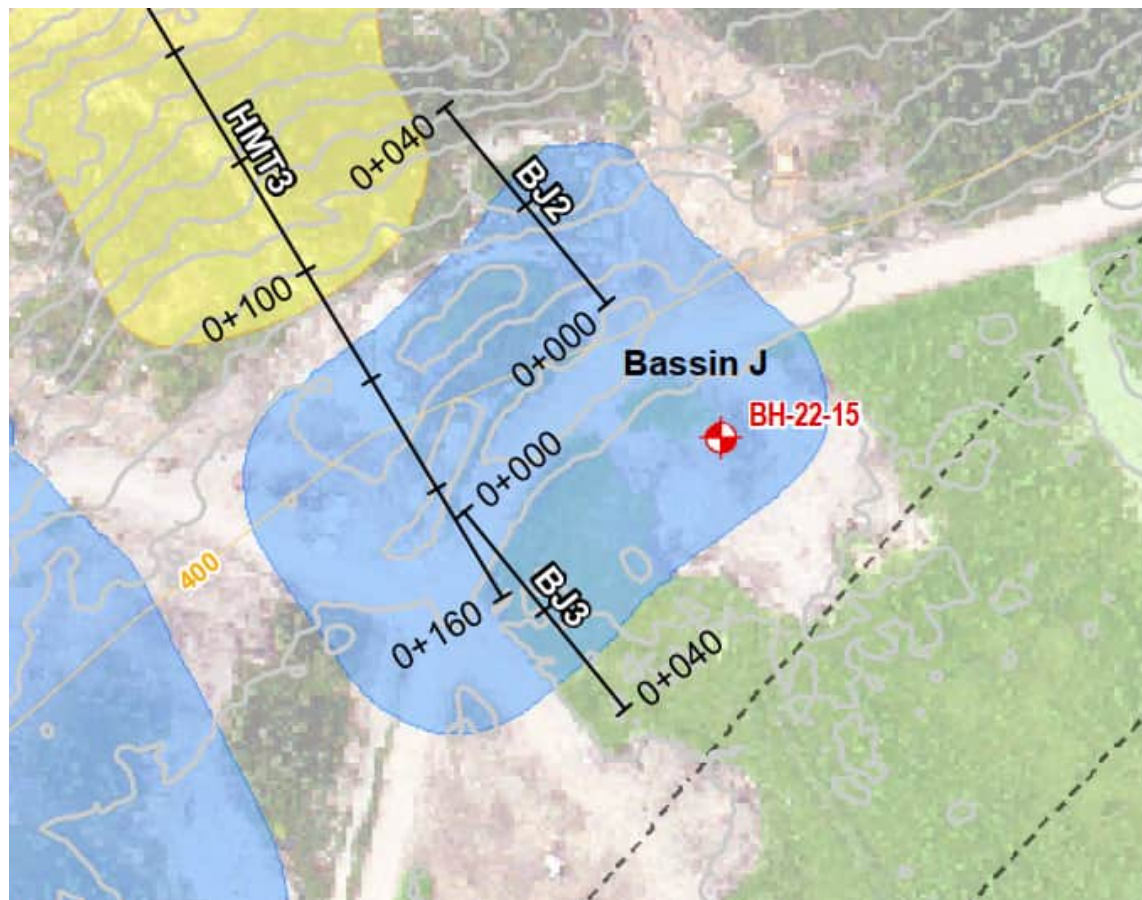
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 103



Analyses de stabilité Bassin J

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

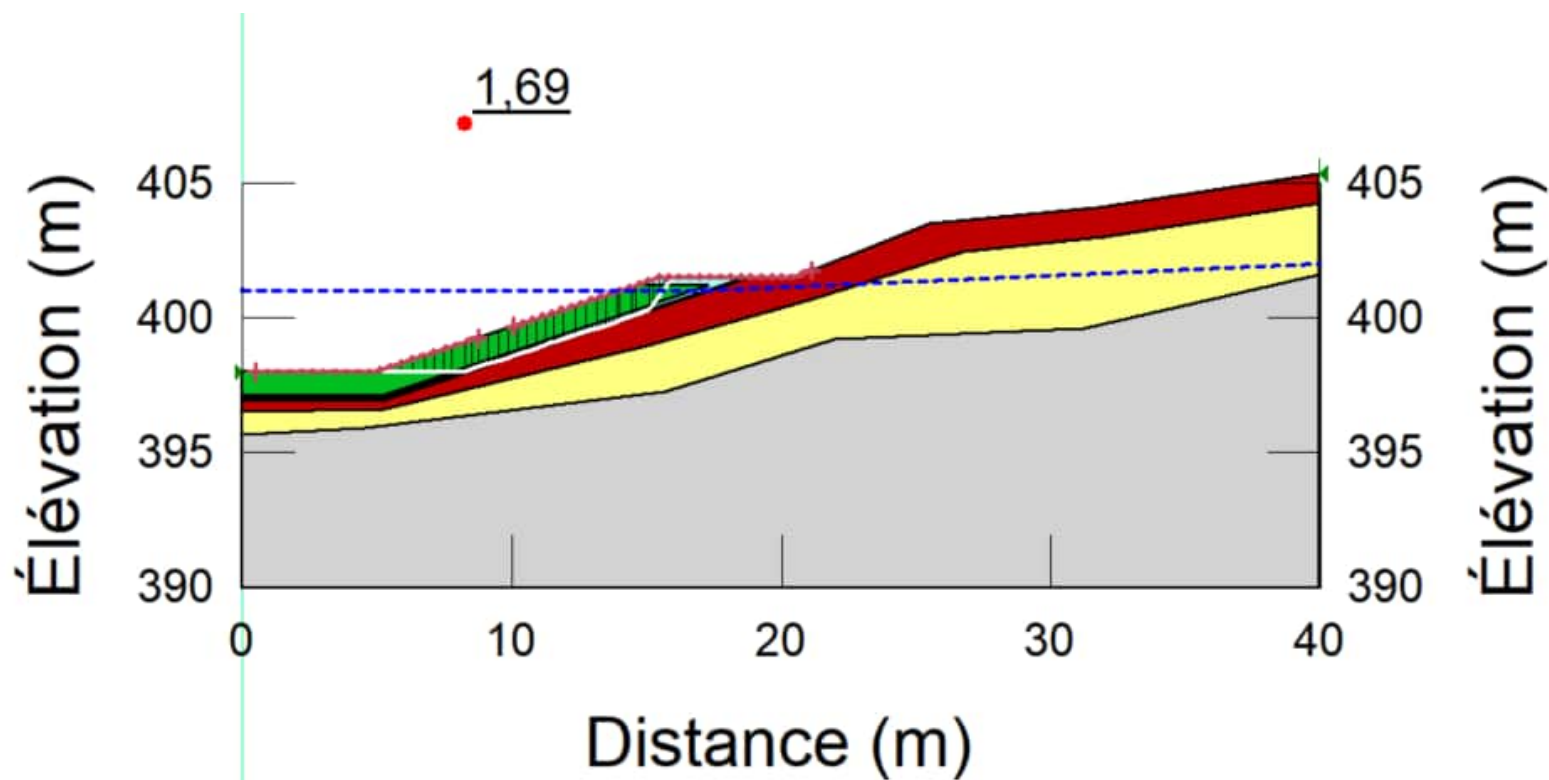
Emplacement des coupes analysées du bassin J

No. Projet : 201-11330-08
ANNEXE D – Figure 104



Coupe BJ2 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Pente amont
Niveau du bassin J à 401 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,69 FS requis : 1,50

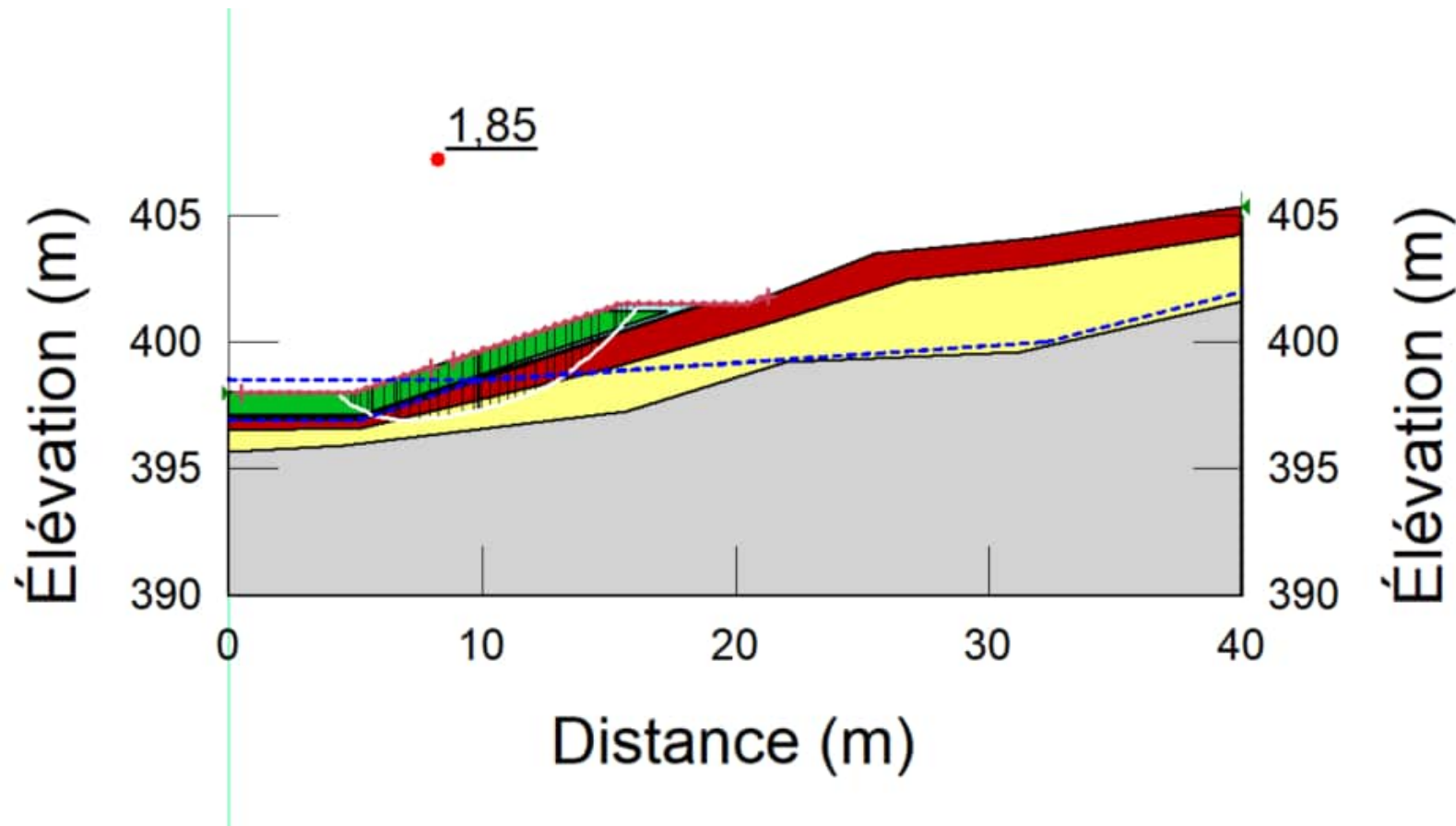
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 105



Coupe BJ2 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Pente amont
Bassin J vide

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,85 FS requis : 1,50

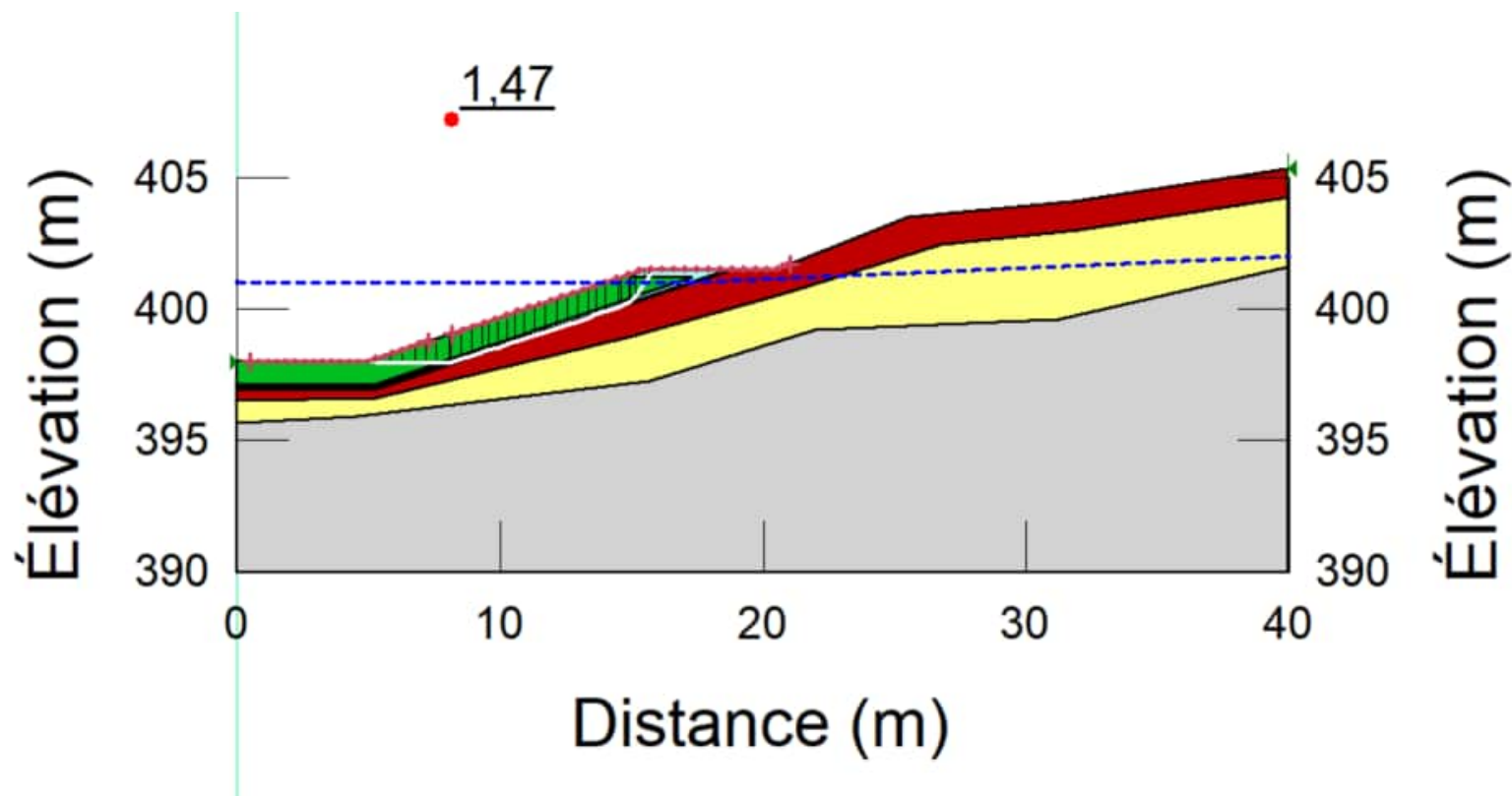
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 106



Coupe BJ2 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale - Pente amont
Niveau du bassin J à 401 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,47 FS requis : 1,10

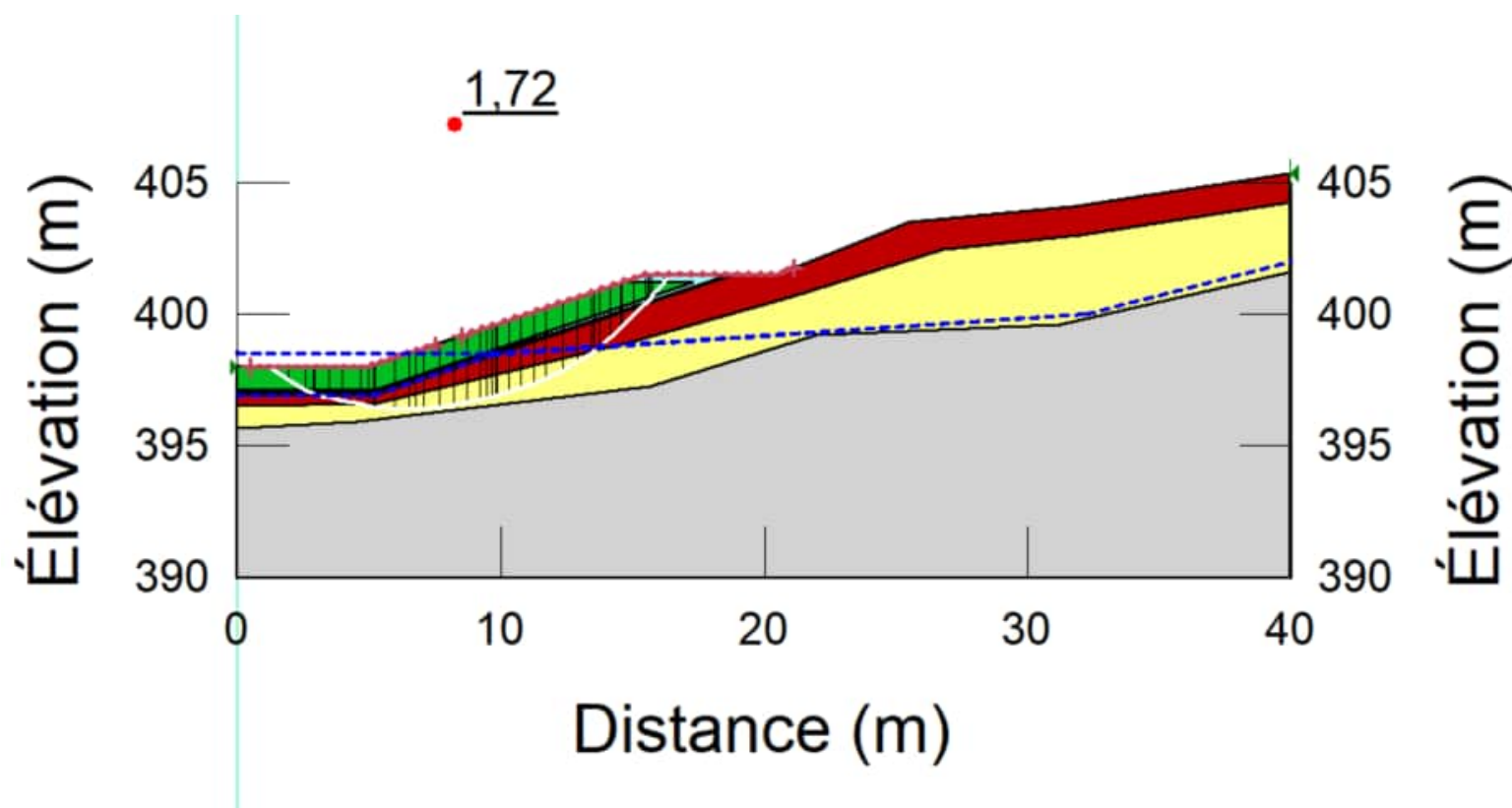
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 107



Coupe BJ2 – Analyse de stabilité
Pseudostatique – Rupture globale - Pente amont
Bassin J vide

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,72 FS requis : 1,10

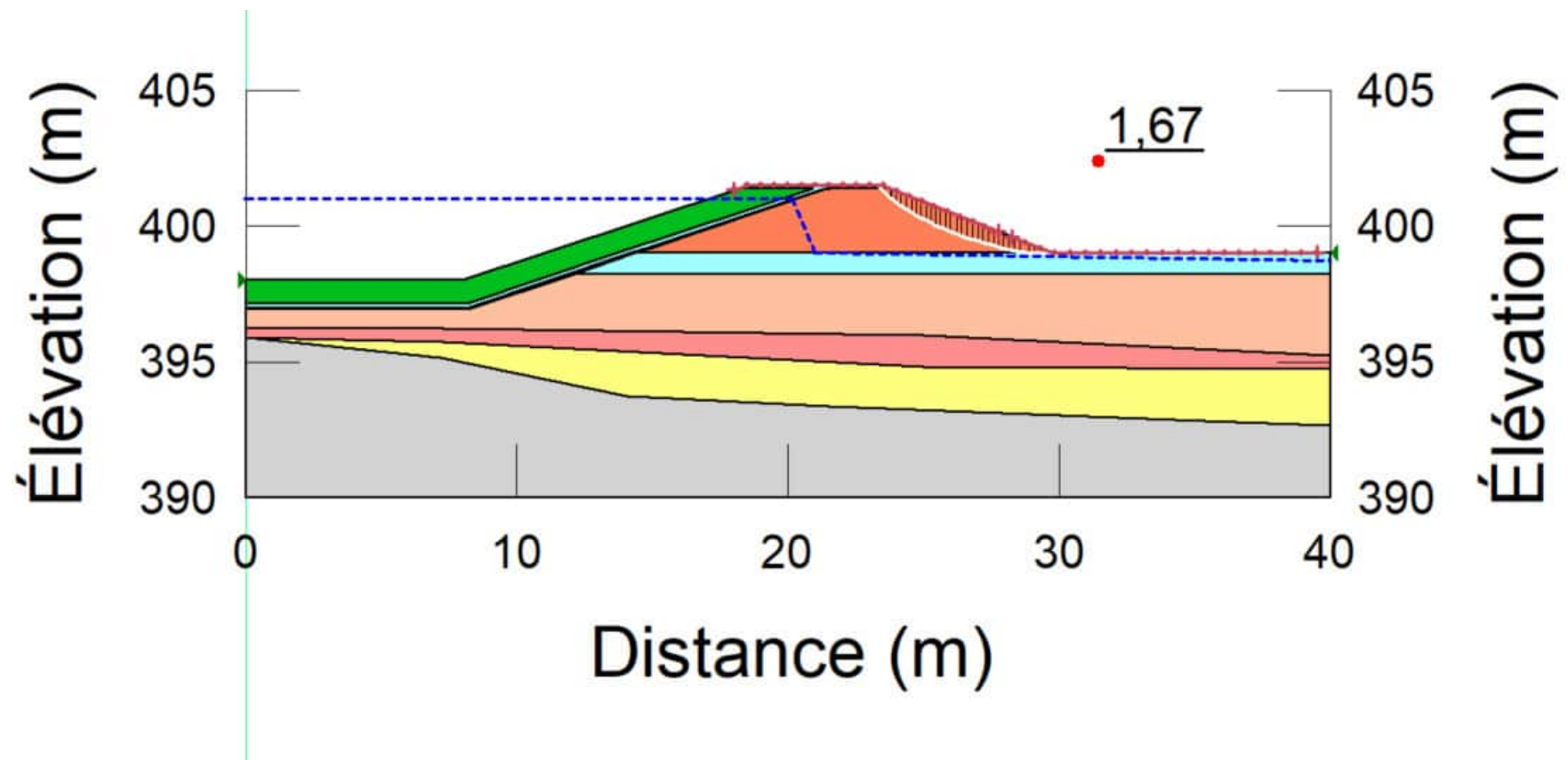
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 108



Coupe BJ3 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Pente aval
Niveau du bassin J à 401 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,67 FS requis : 1,50

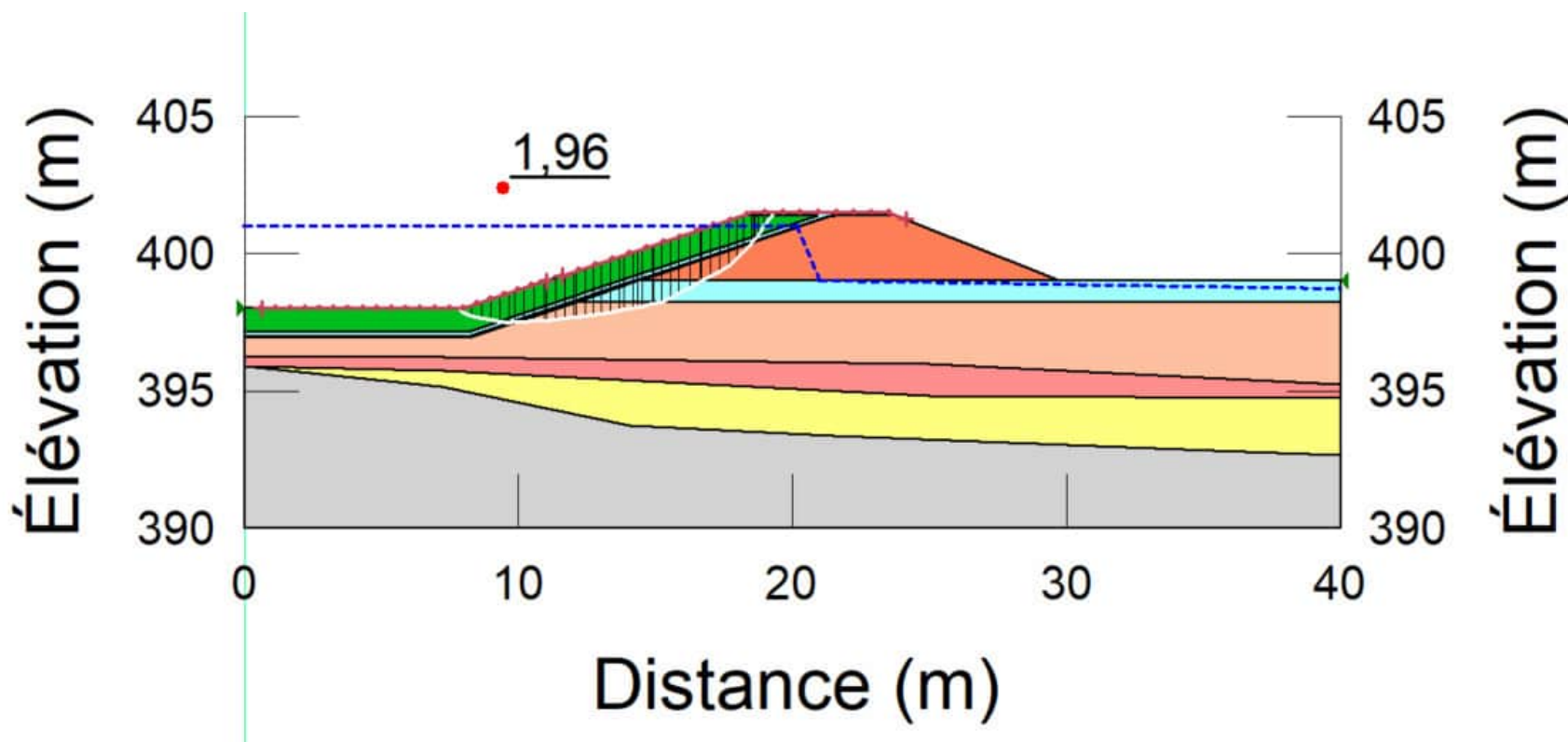
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 109



Coupe BJ3 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Pente amont
Niveau du bassin J à 401 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,96 FS requis : 1,50

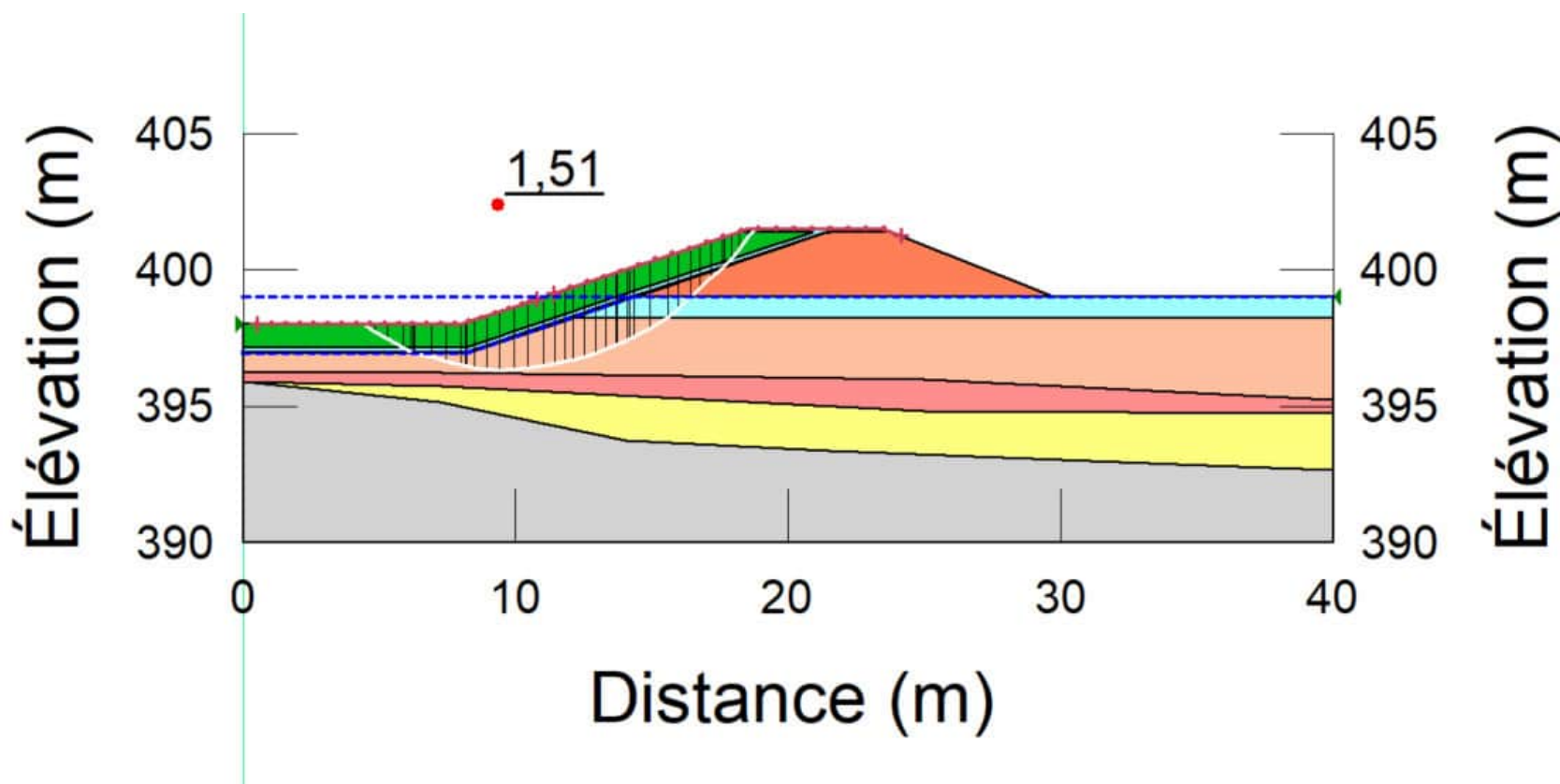
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 110



Coupe BJ3 - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Pente amont
Bassin J vide

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,51 FS requis : 1,50

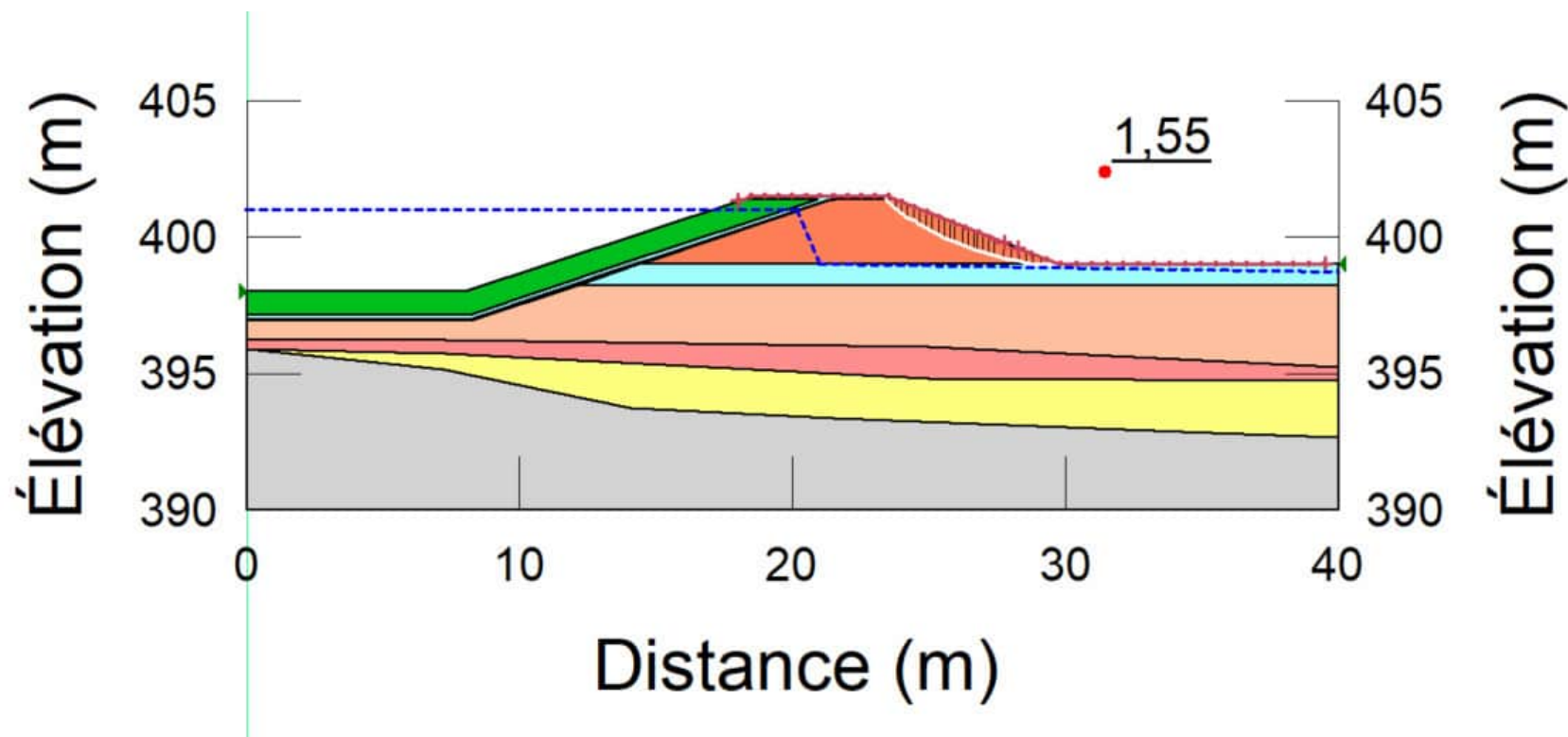
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 111



Coupe BJ3 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale - Pente aval
Niveau du bassin J à 401 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,55 FS requis : 1,10

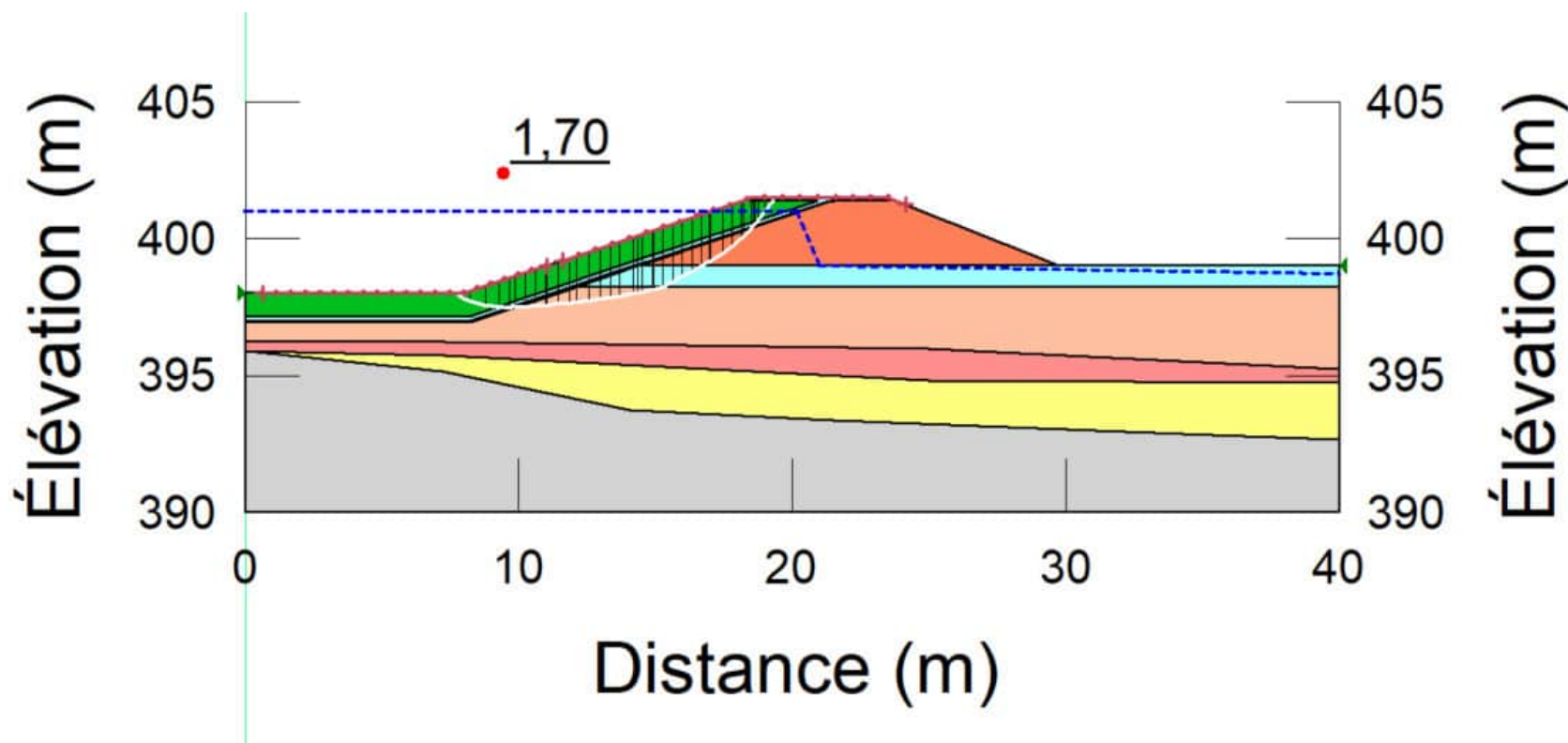
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 112



Coupe BJ3 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale - Pente amont
Niveau du bassin J à 401 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,70 FS requis : 1,10

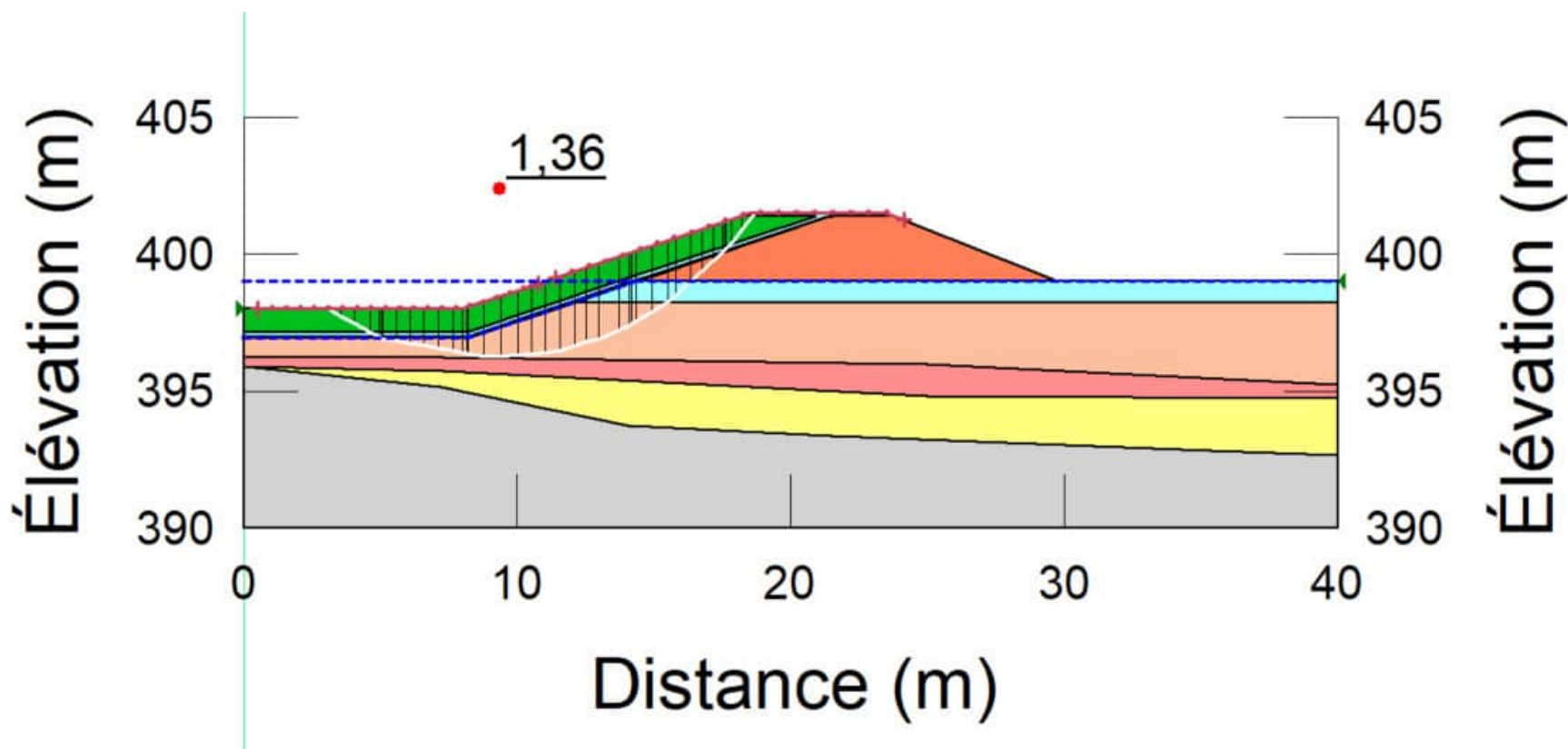
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 113



Coupe BJ3 - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale - Pente amont
Bassin J vide

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,36 FS requis : 1,10

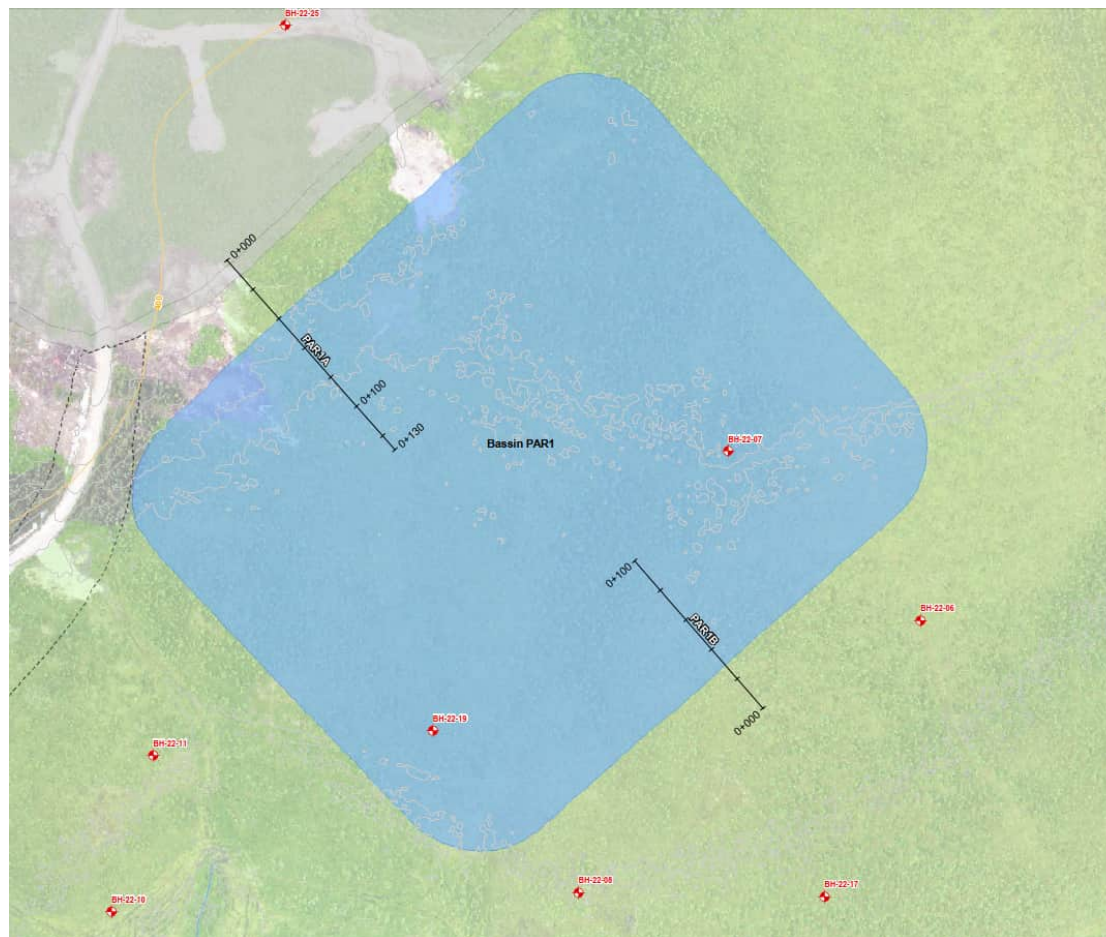
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 114



Analyses de stabilité Bassin PAR1

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

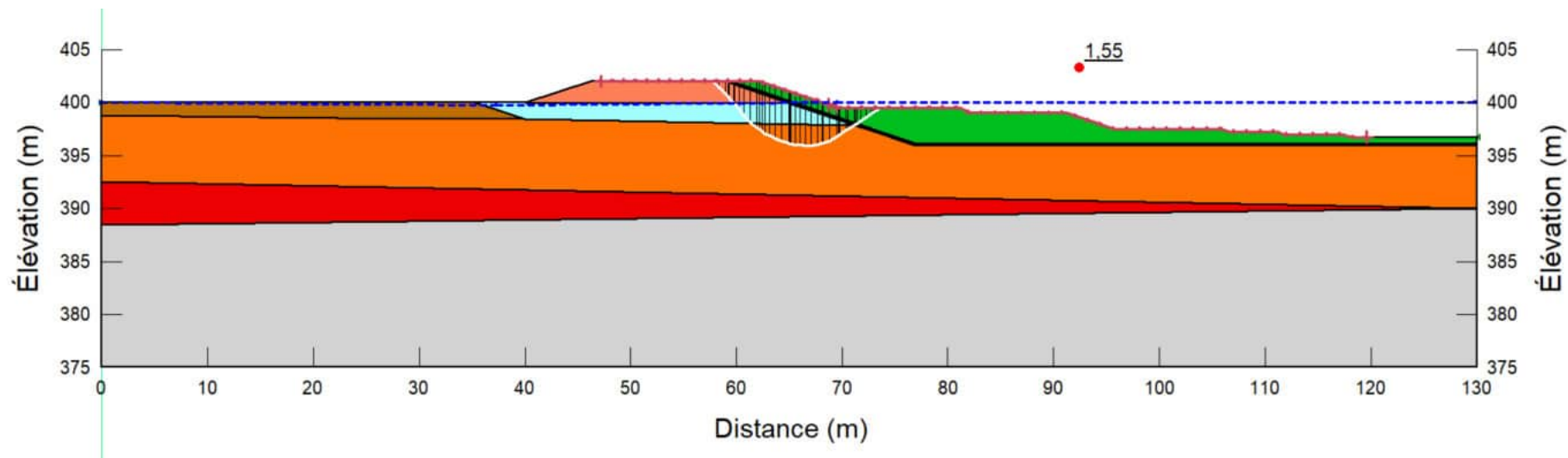
Emplacement des coupes analysées du bassin PAR1

No. Projet : 201-11330-08
ANNEXE D – Figure 115



Coupe PAR1A - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Pente amont
Niveau du bassin PAR1 à 400 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,55 FS requis : 1,50

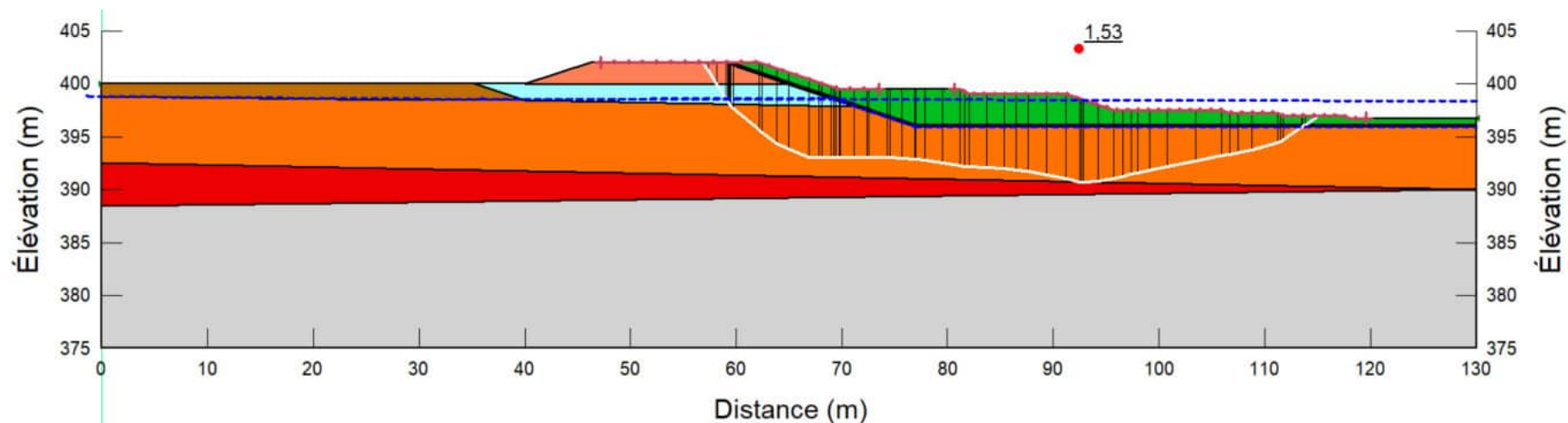
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 116



Coupe PAR1A - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Pente amont
Bassin PAR1 vide

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,53 FS requis : 1,50

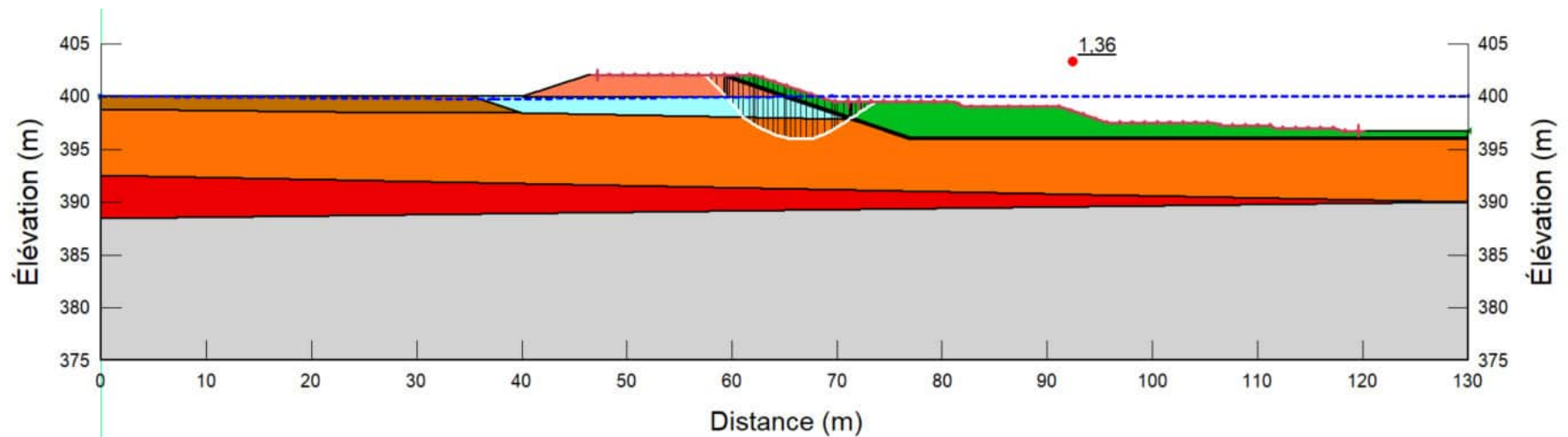
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 117



Coupe PAR1A - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale - Pente amont
Niveau du bassin PAR1 à 400 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,36 FS requis : 1,10

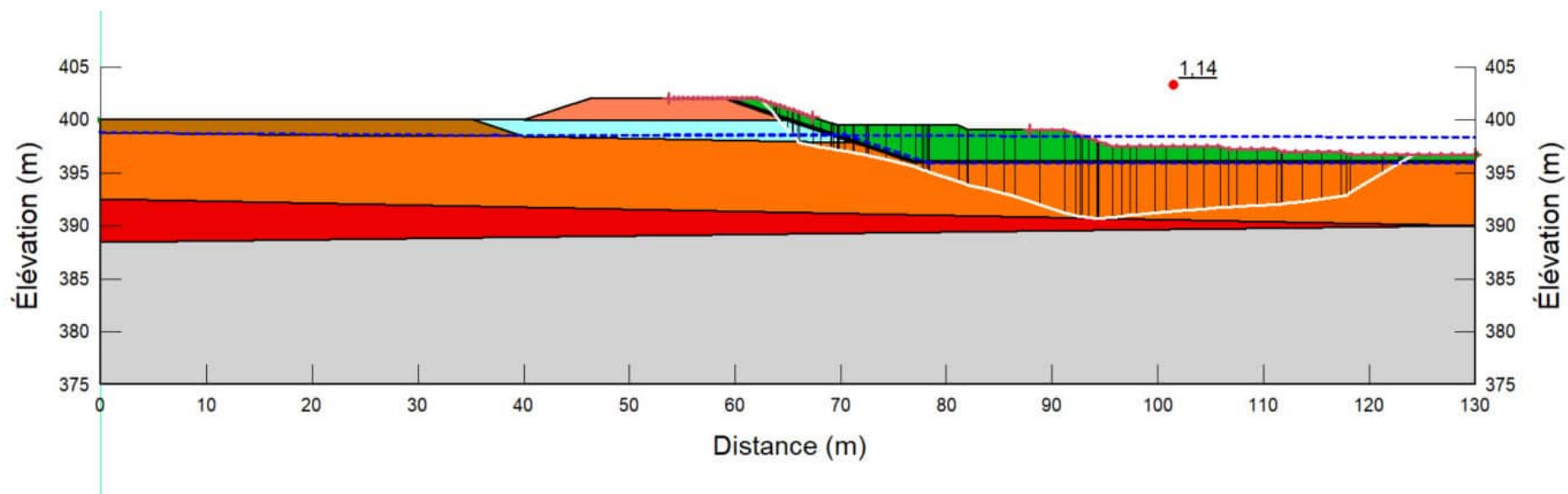
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 118



Coupe PAR1A - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale - Pente amont
Bassin PAR1 vide

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,14 FS requis : 1,10

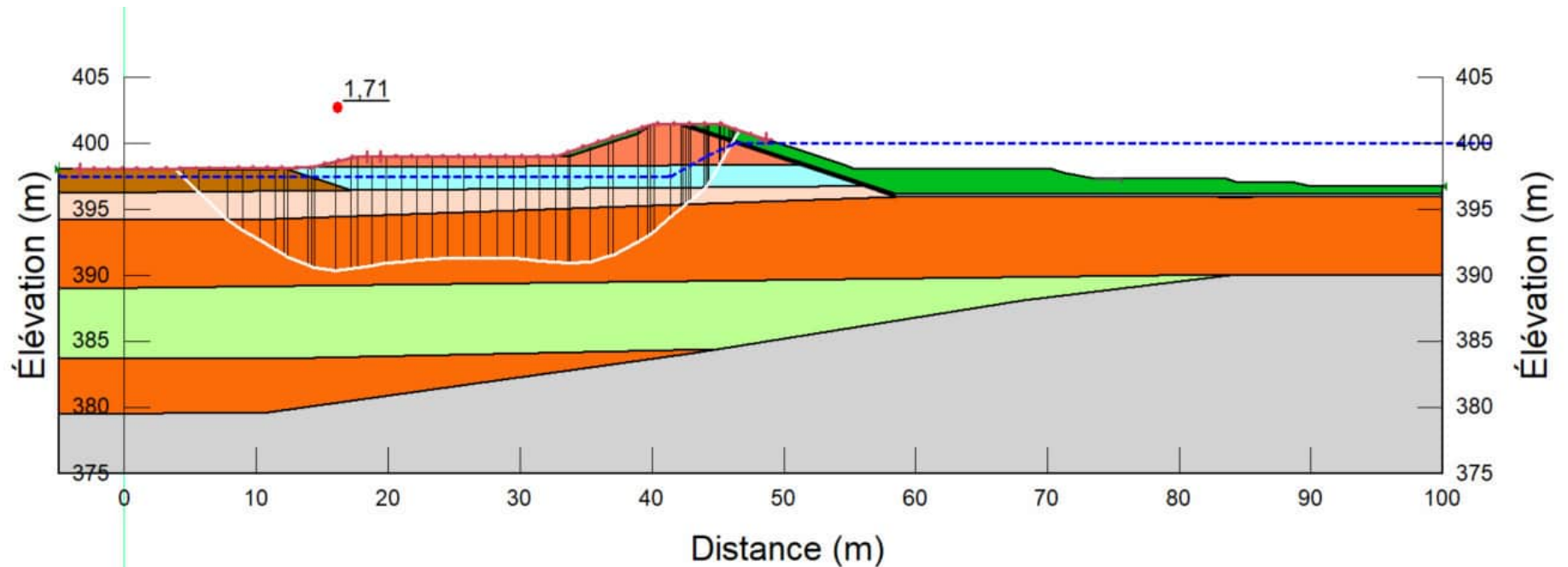
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 119



Coupe PAR1B - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Pente aval
Niveau du bassin PAR1 à 400 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,71 FS requis : 1,50

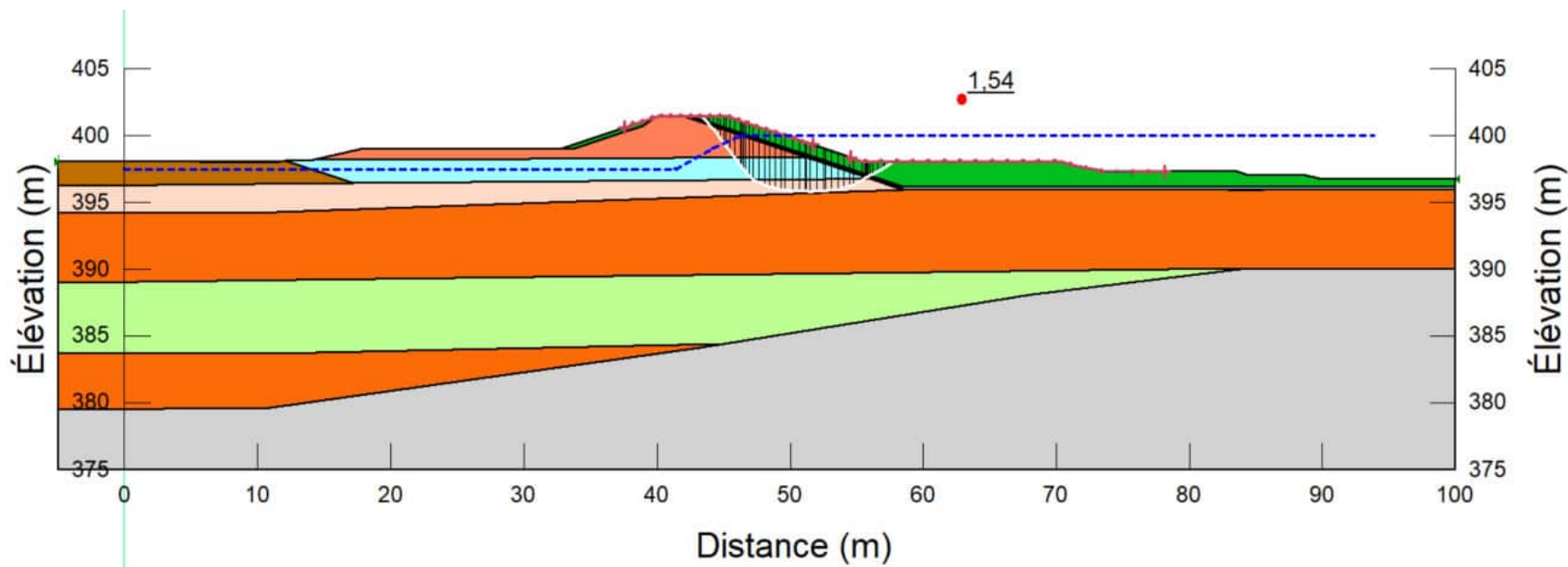
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 120



Coupe PAR1B - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Pente amont
Niveau du bassin PAR1 à 400 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,54 FS requis : 1,50

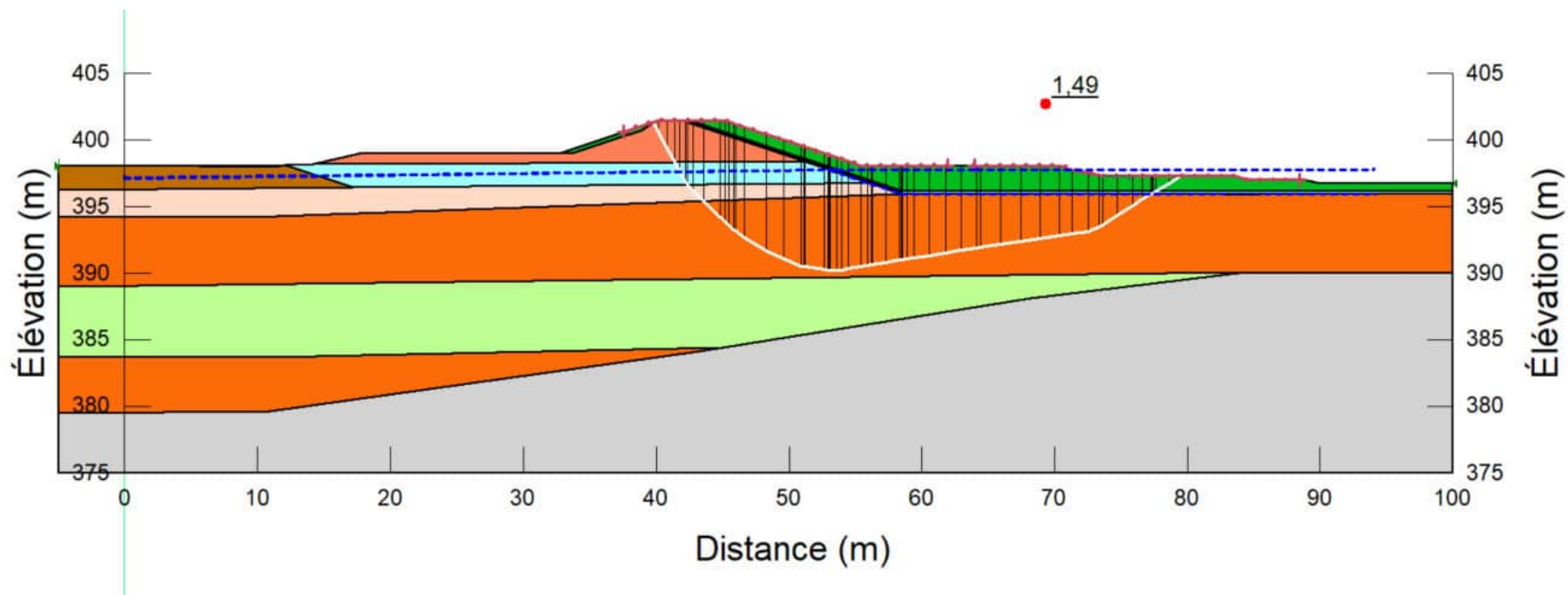
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 121



Coupe PAR1B - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Pente amont
Bassin PAR1 vide

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,49 FS requis : 1,50

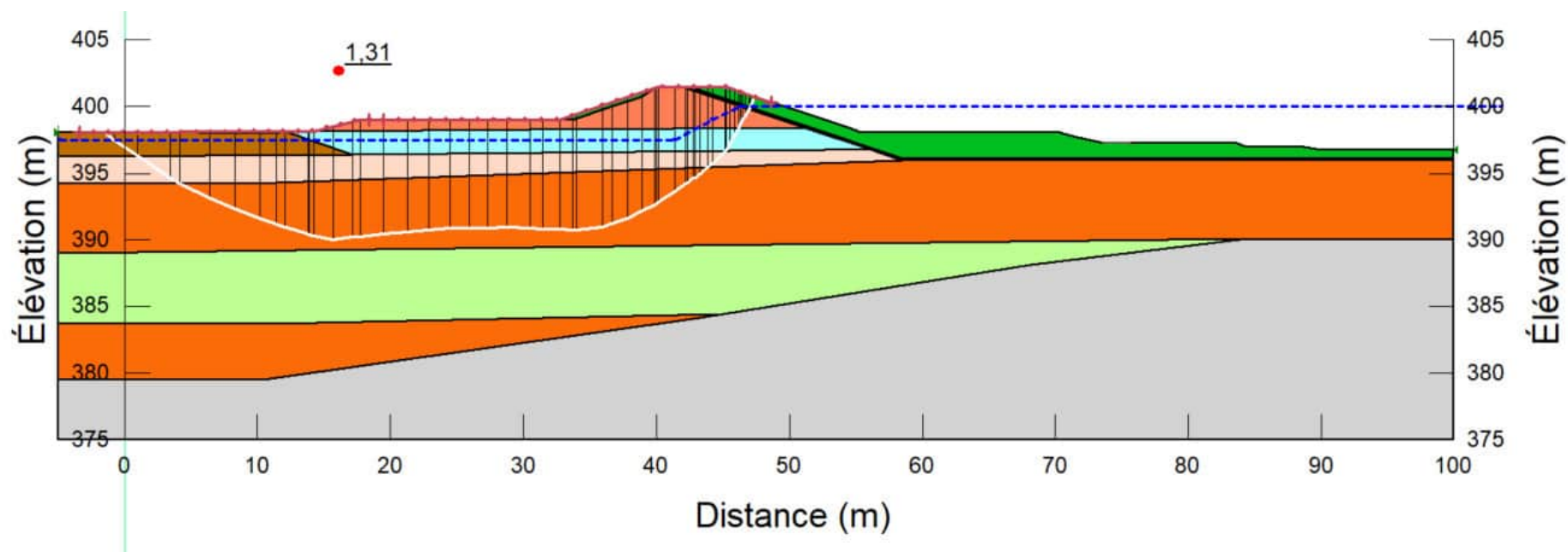
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 122



Coupe PAR1B - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale - Pente aval
Niveau du bassin PAR1 à 400 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,31 FS requis : 1,10

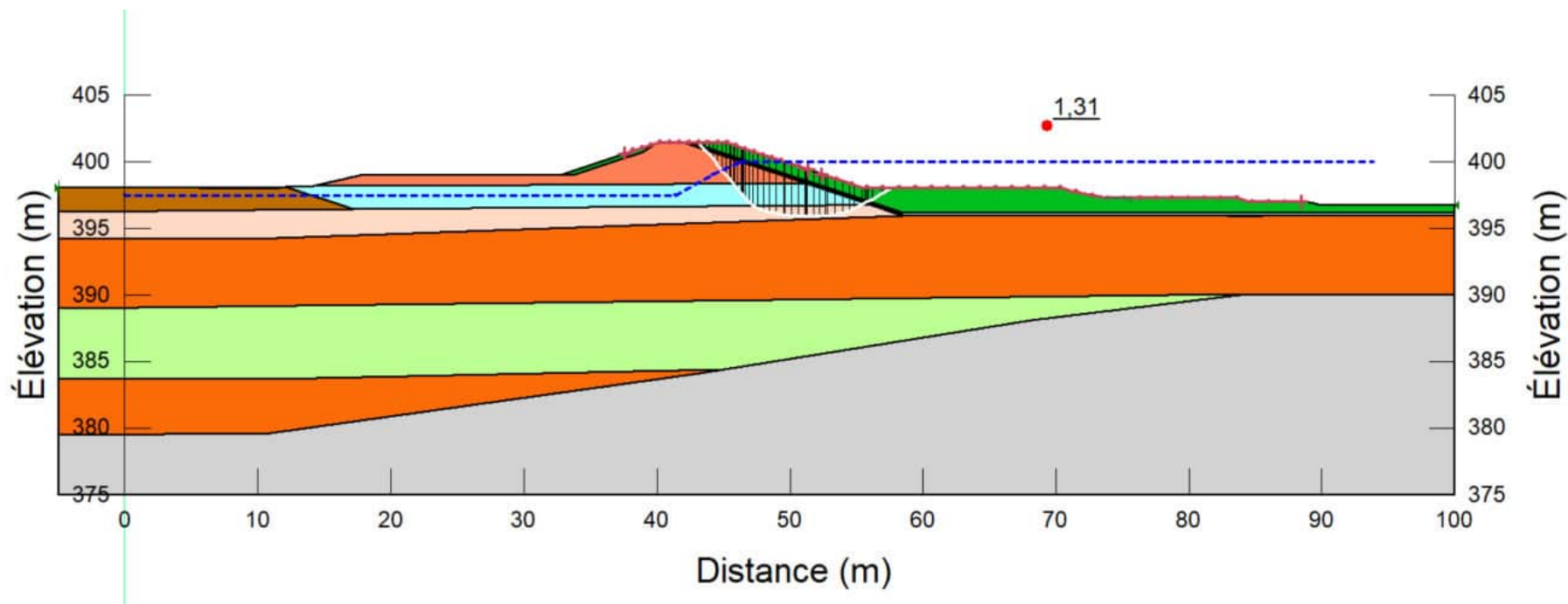
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 123



Coupe PAR1B - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale - Pente amont
Niveau du bassin PAR1 à 400 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,31 FS requis : 1,10

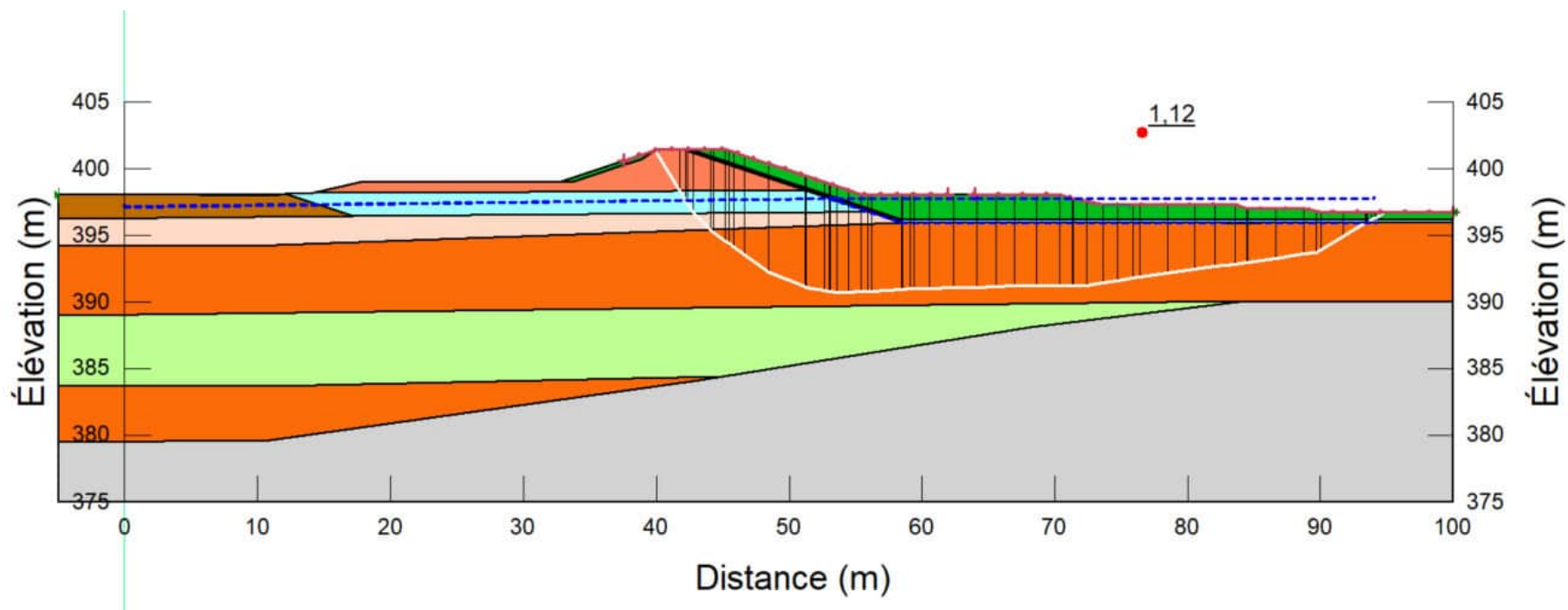
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 124



Coupe PAR1B - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale - Pente amont
Bassin PAR1 vide

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,12 FS requis : 1,10

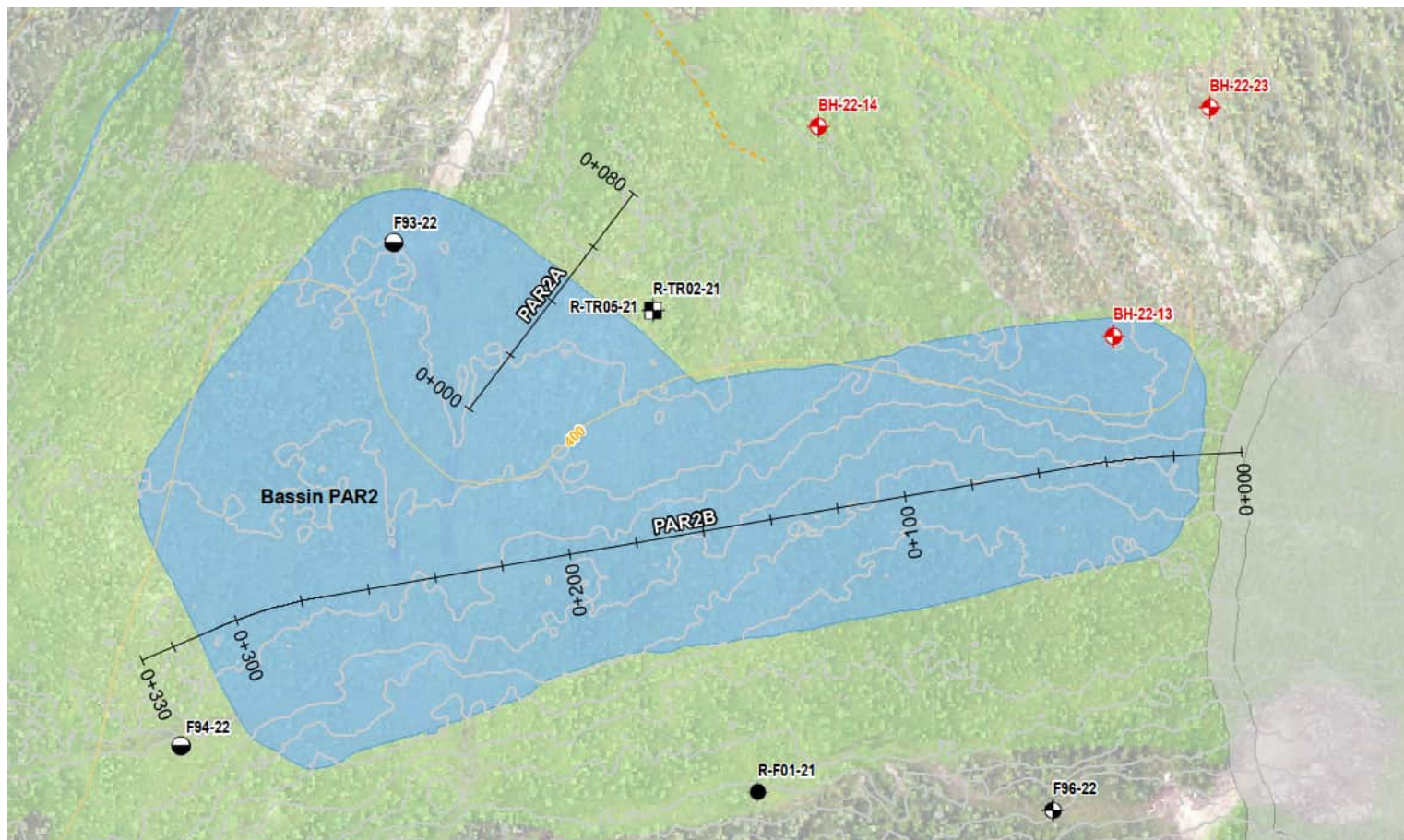
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 125



Analyses de stabilité Bassin PAR2

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

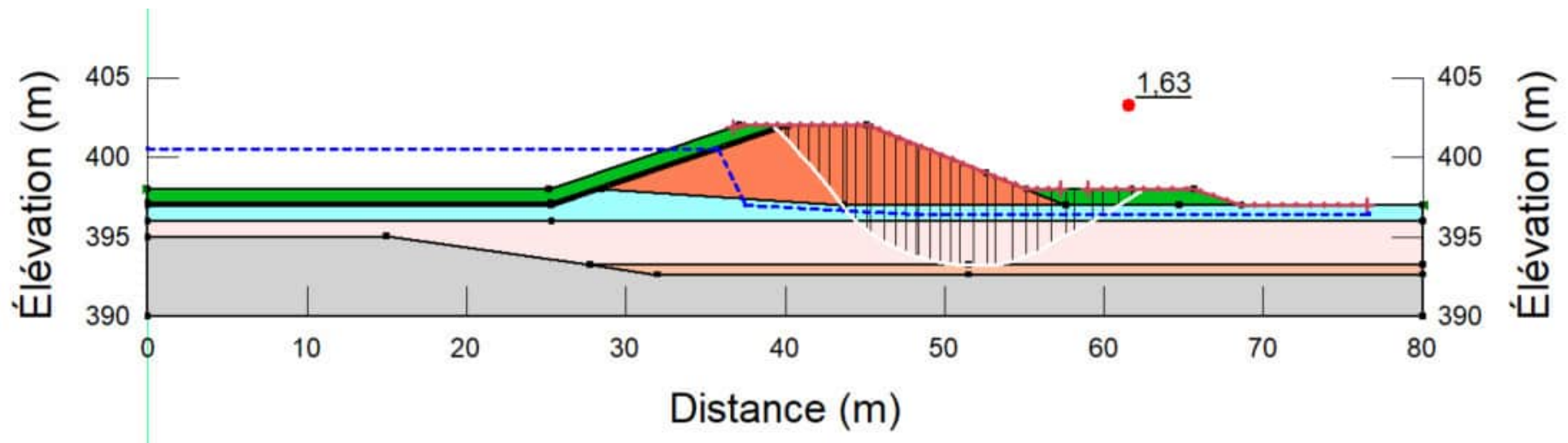
Emplacement des coupes analysées du bassin PAR2

No. Projet : 201-11330-08
ANNEXE D – Figure 126



Coupe PAR2A – Analyse de stabilité
Statique – Rupture globale - Pente aval
Niveau du bassin PAR2 à 400,5 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,63 FS requis : 1,50

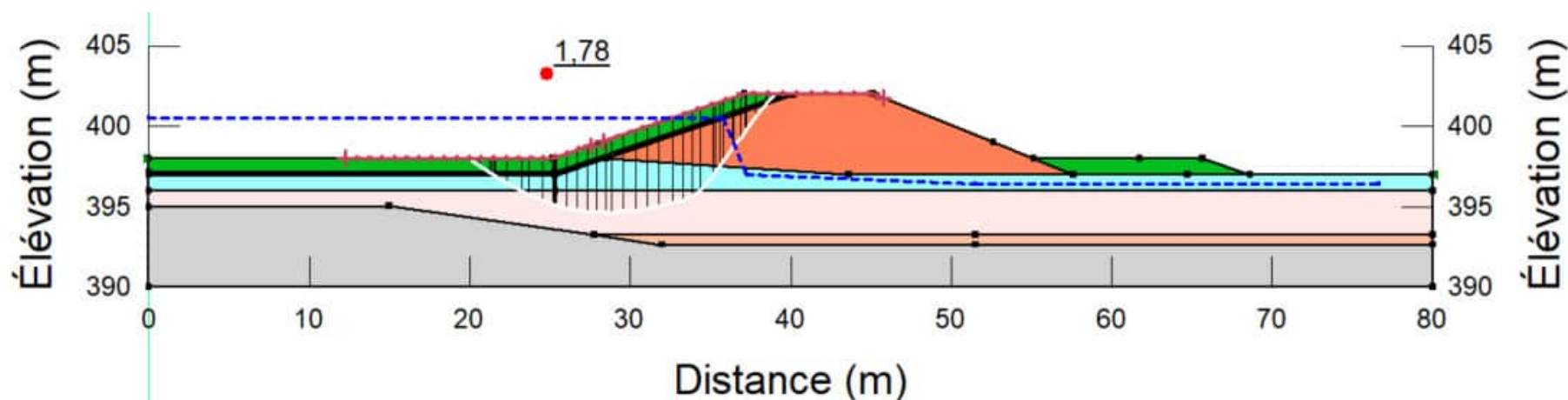
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 127



Coupe PAR2A – Analyse de stabilité
Statique – Rupture globale - Pente amont
Niveau du bassin PAR2 à 400,5 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,78 FS requis : 1,50

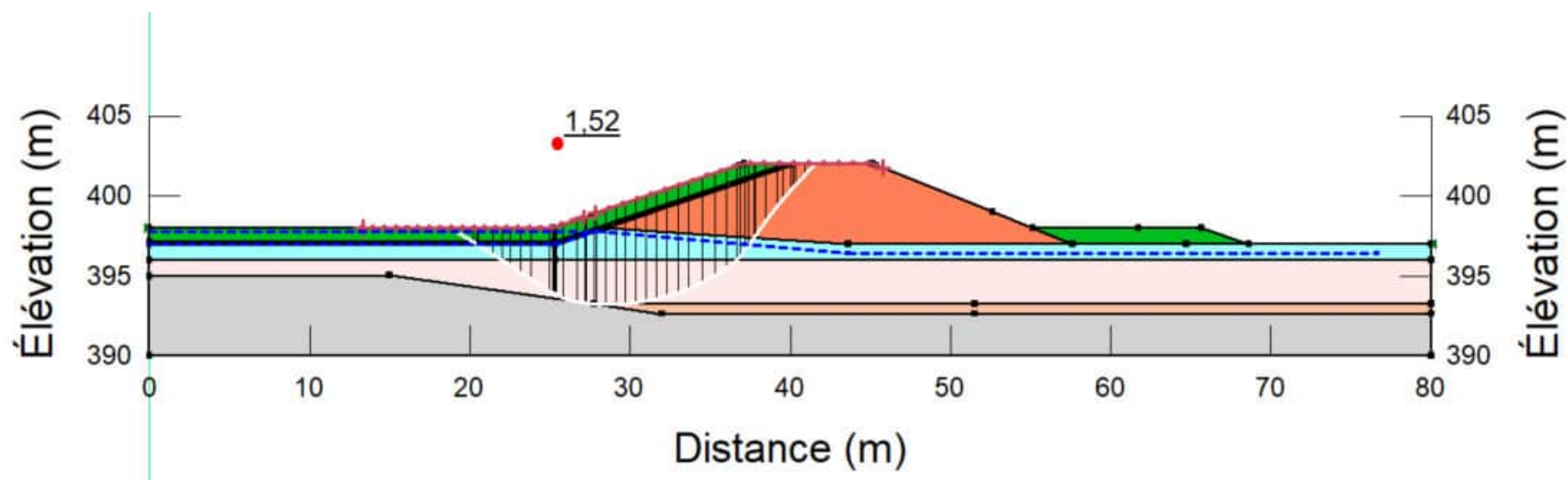
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 128



Coupe PAR2A – Analyse de stabilité
Statique – Rupture globale - Pente amont
Bassin PAR2 vide

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,52 FS requis : 1,50

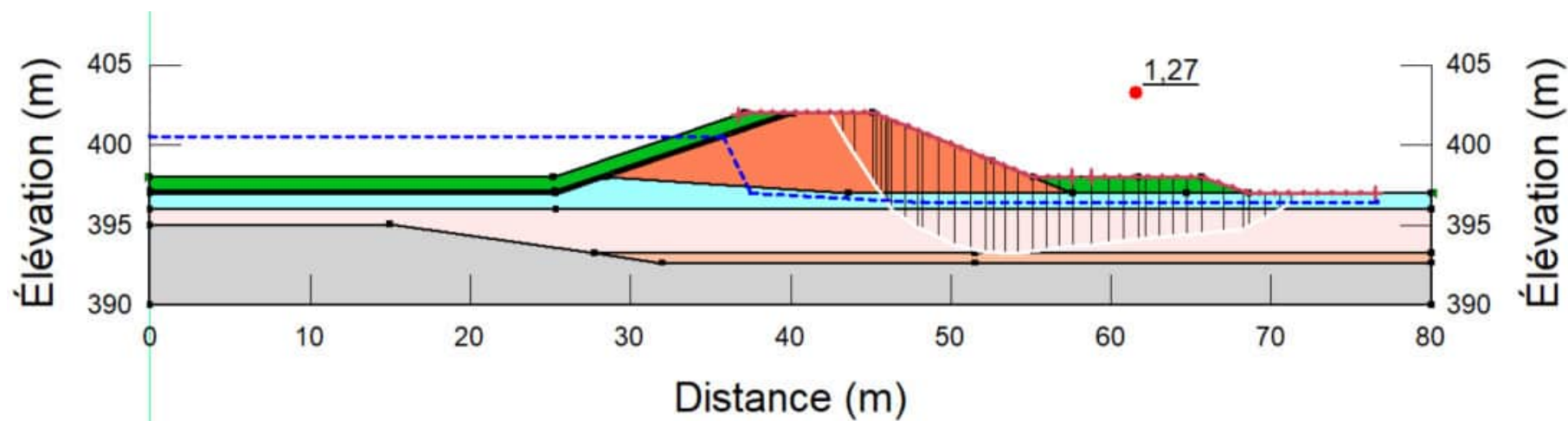
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 129



Coupe PAR2A – Analyse de stabilité
Pseudostatique – Rupture globale - Pente aval
Niveau du bassin PAR2 à 400,5 m

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

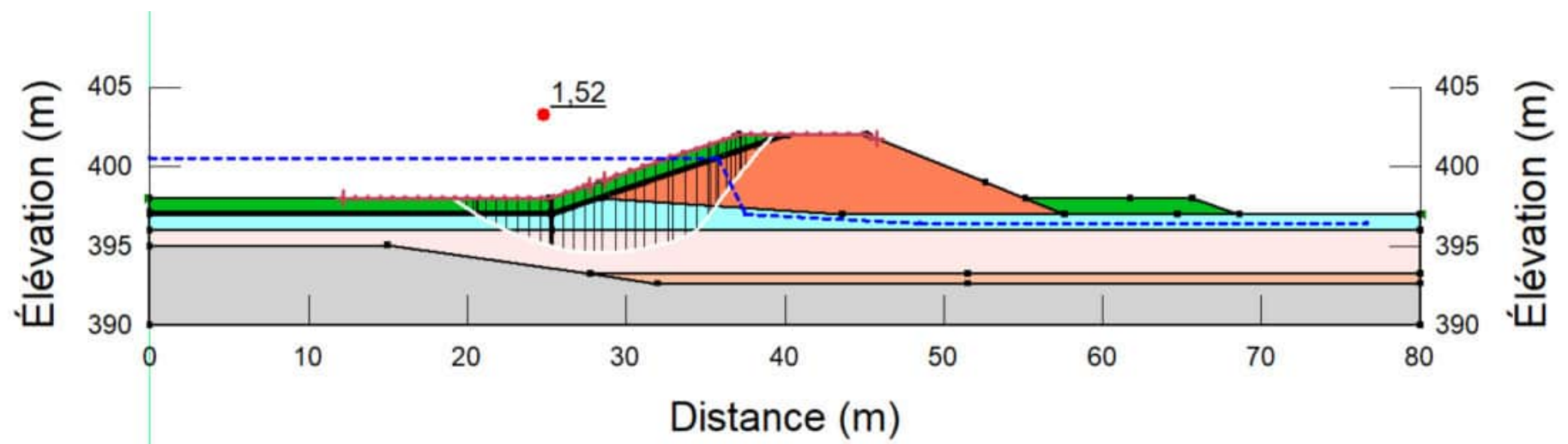
Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,27 FS requis : 1,10

No. Projet : 201-11330-08

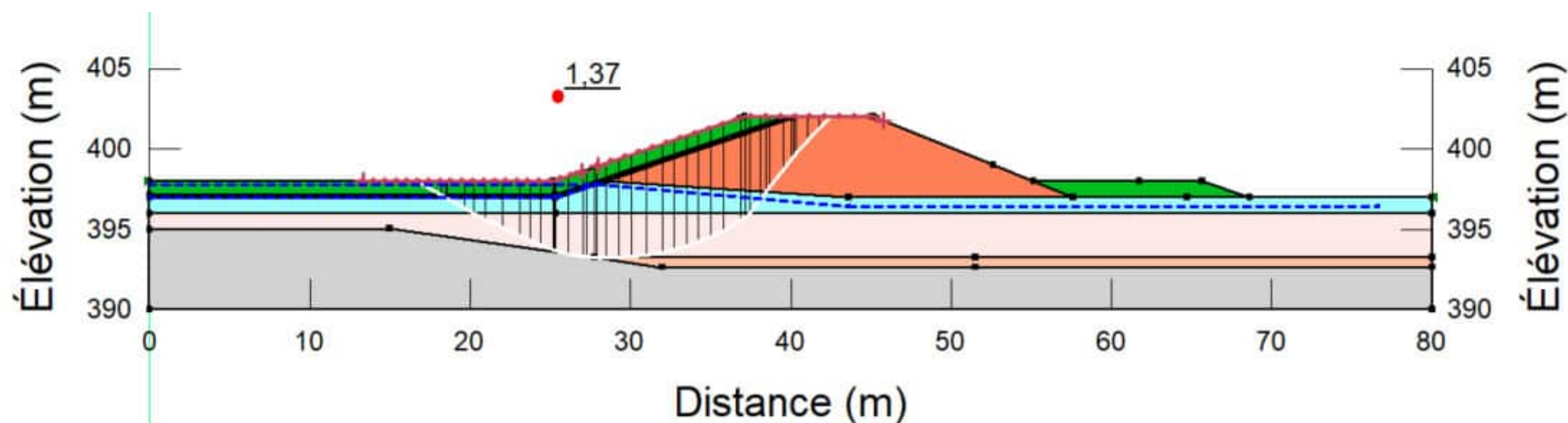
ANNEXE D – Figure 130





Coupe PAR2A – Analyse de stabilité
Pseudostatique – Rupture globale - Pente amont
Bassin PAR2 vide

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,37 FS requis : 1,10

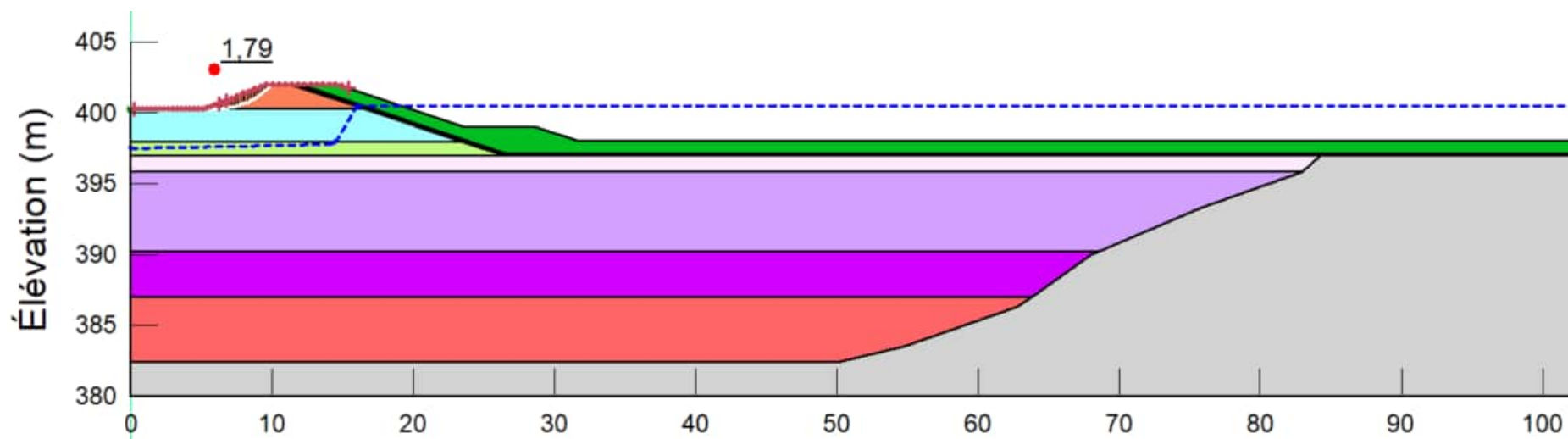
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 132



Coupe PAR2B - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Pente aval
Niveau du bassin PAR2 à 400,5 m - Digue est

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,79 FS requis : 1,50

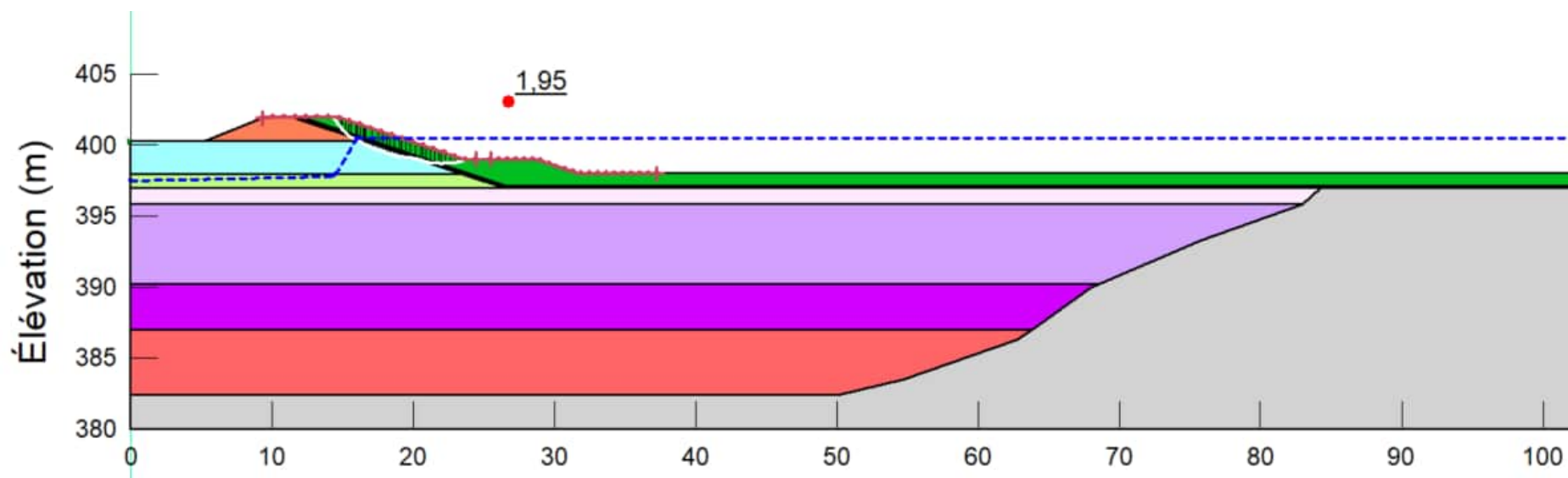
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 133



Coupe PAR2B- Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Pente amont
Niveau du bassin PAR2 à 400,5 m - Digue est

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,95 FS requis : 1,50

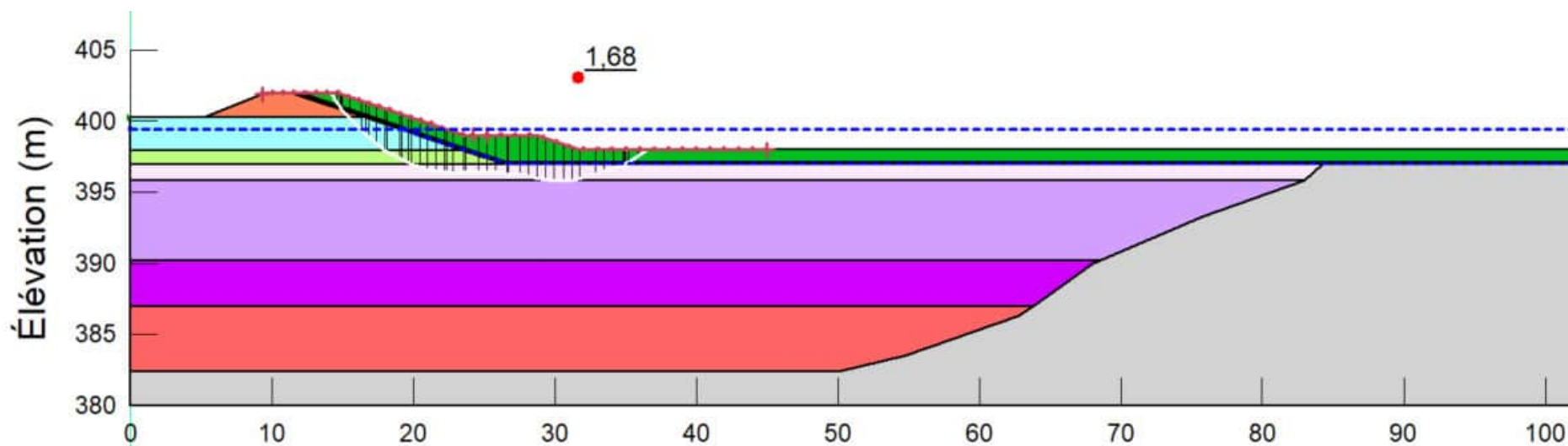
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 134



Coupe PAR2B - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Pente amont
Bassin PAR2 vide - Digue est

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,68 FS requis : 1,50

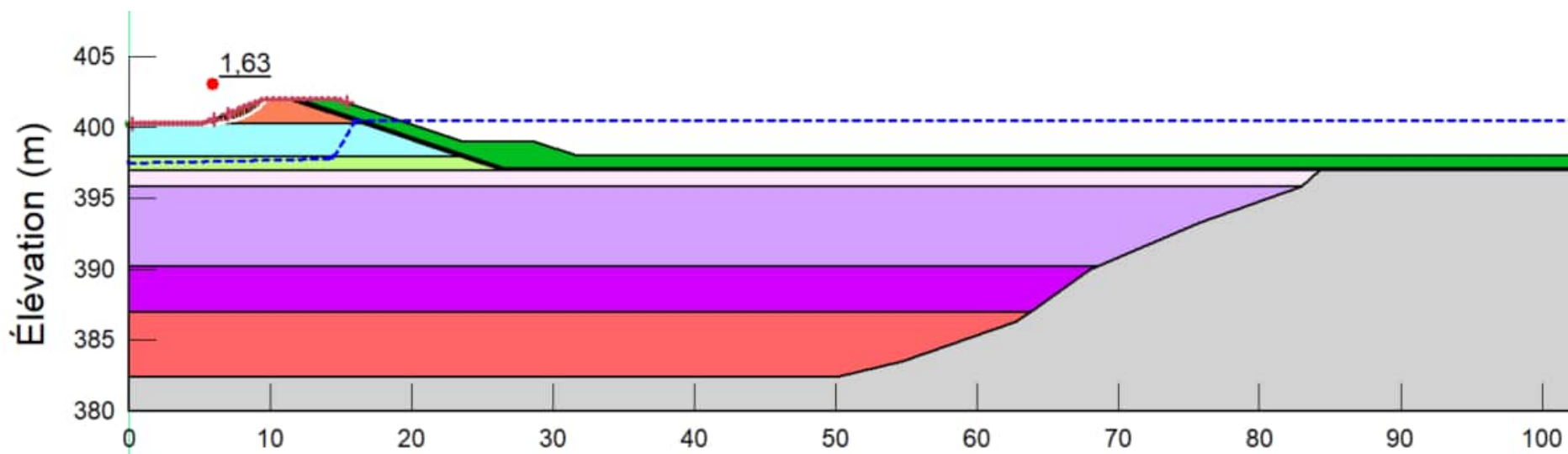
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 135



Coupe PAR2B - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale - Pente aval
Niveau du bassin PAR2 à 400,5 m - Digue est

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,63 FS requis : 1,10

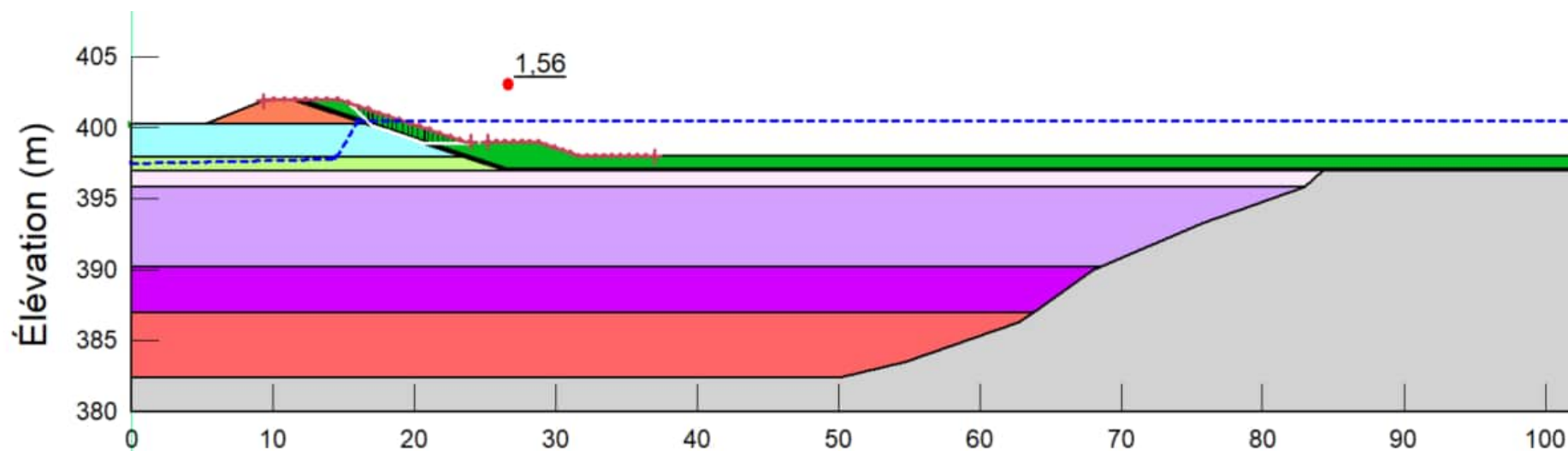
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 136



Coupe PAR2B - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale - Pente amont
Niveau du bassin PAR2 à 400,5 m - Digue est

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,56 FS requis : 1,10

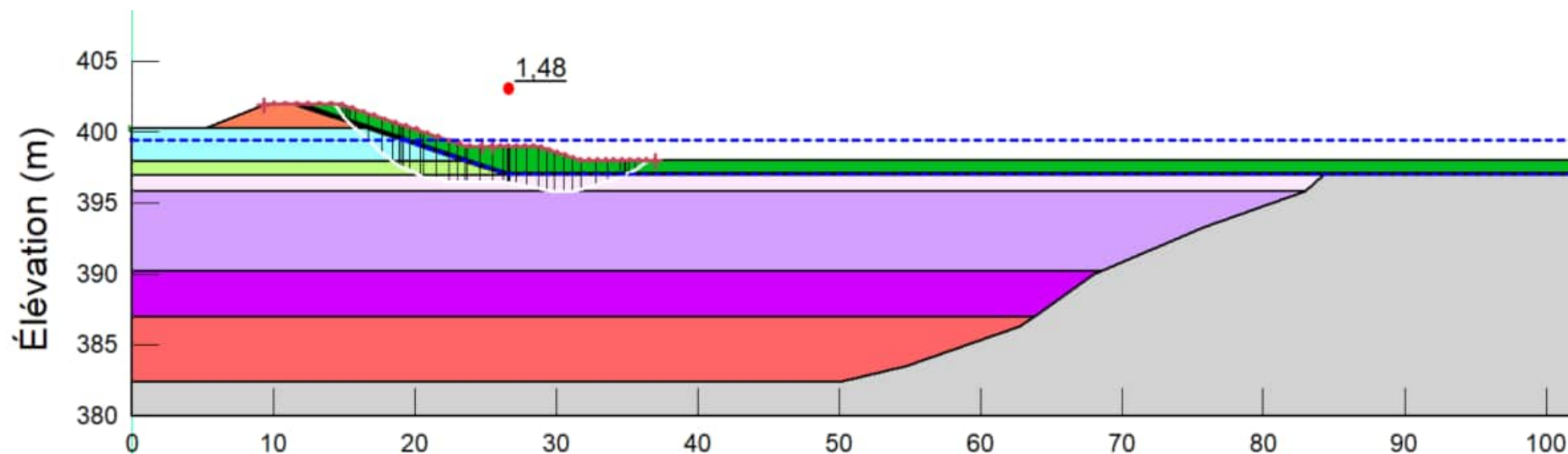
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 137



Coupe PAR2B – Analyse de stabilité
Pseudostatique – Rupture globale - Pente amont
Bassin PAR2 vide – Digue est

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,48 FS requis : 1,10

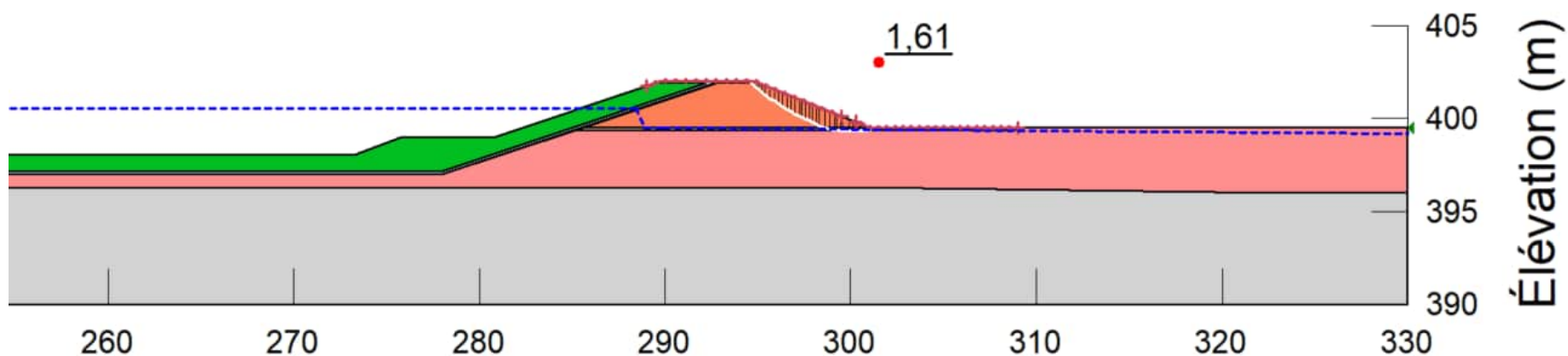
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 138



Coupe PAR2B - Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Pente aval
Niveau du bassin PAR2 à 400,5 m - Digue ouest

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,61 FS requis : 1,50

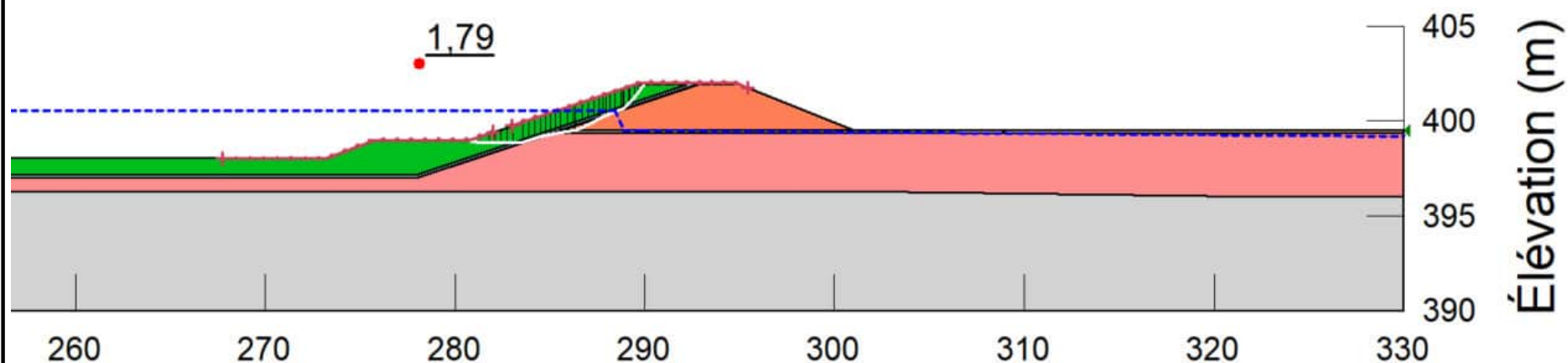
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 139



Coupe PAR2B- Analyse de stabilité
Statique - Rupture globale - Pente amont
Niveau du bassin PAR2 à 400,5 m - Digue ouest

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1,79 FS requis : 1,50

No. Projet : 201-11330-08

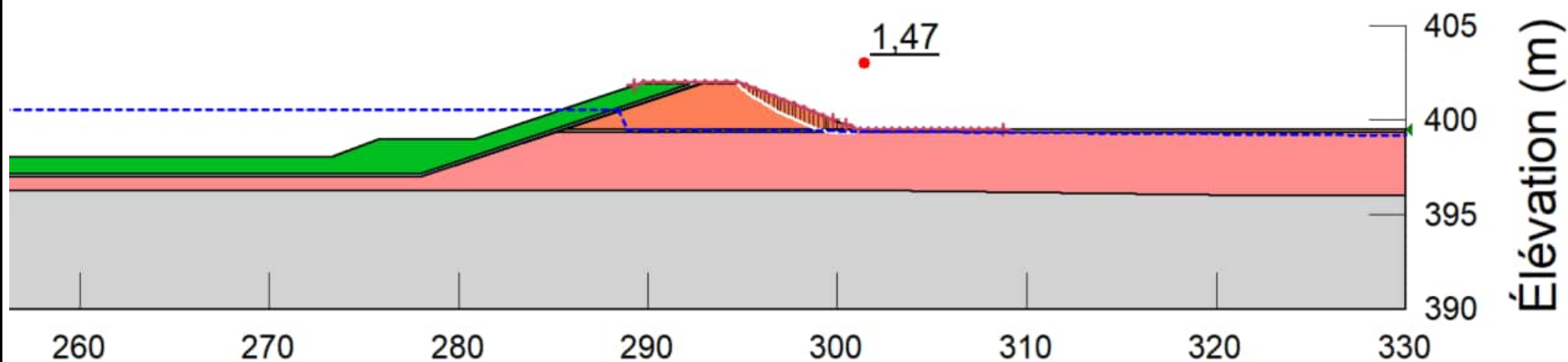
ANNEXE D - Figure 140

ANNEXE D – Figure 141



Coupe PAR2B - Analyse de stabilité
Pseudostatique - Rupture globale - Pente aval
Niveau du bassin PAR2 à 400,5 m - Digue ouest

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité - Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,47 FS requis : 1,10

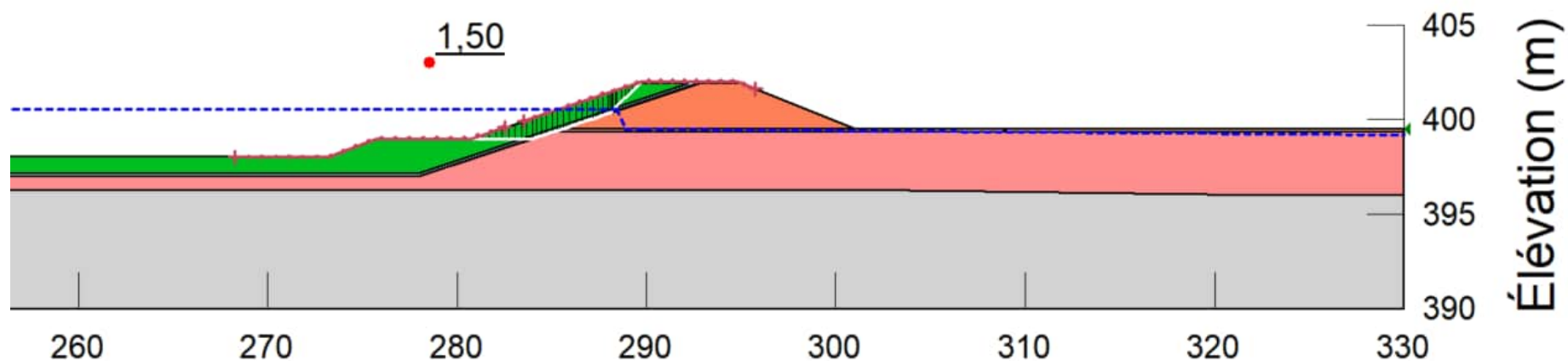
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D - Figure 142



Coupe PAR2B – Analyse de stabilité
Pseudostatique – Rupture globale - Pente amont
Niveau du bassin PAR2 à 400,5 m – Digue ouest

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,50 FS requis : 1,10

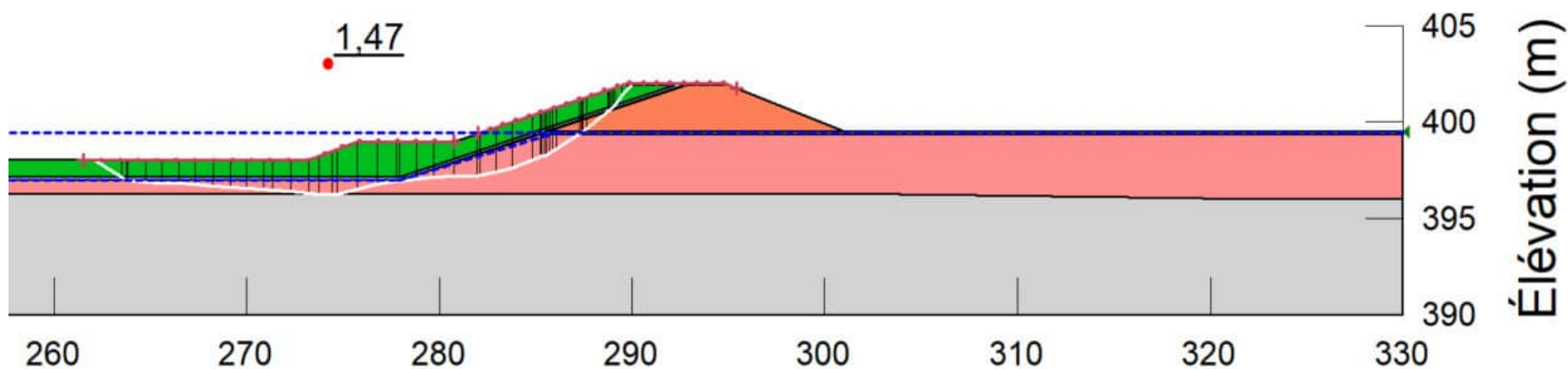
No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 143



Coupe PAR2B – Analyse de stabilité
Pseudostatique – Rupture globale - Pente amont
Bassin PAR2 vide – Digue ouest

Date: 2023-03-23



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Étude de faisabilité – Conception
des haldes et des infrastructures de gestion
des eaux

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : Josy-Anne Douville CPI.
Camille Marois CPI.
Saleck Khnafer CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1,47 FS requis : 1,10

No. Projet : 201-11330-08

ANNEXE D – Figure 144

ANNEXE

E

FICHES TECHNIQUES



SÉRIES 76 ET 900

FICHE TECHNIQUE

Type de produit	Géotextile non-tissé aiguilleté														
Composition	Polypropylène / Polyester														
Fonction principale	(S) Séparation / (F) Filtration / (P) Protection														
Propriété	Méthode	CVMS ⁽¹⁾	Unité	SYM ⁽²⁾	7605*	7607	7609*	7612*	7616	7618	912*	918*	926	934	943
MTQ / Grade BNQ					F1	-	S1-F2	S2-P1	-	-	P2	P3	-	-	-
Physique															
Épaisseur	ASTM D5199	-	mm	≥				-			2.5	3.5	4.7	5.8	6.5
Masse surfacique	ASTM D5261	-	g/m²	≥				-			250	407	660	930	1370
Durabilité															
Résistance UV	ASTM D4355	-	%/500h	≥		70			50				50		
Mécanique															
Résistance en tension	ASTM D4632	<5%	N	≥	400	470	507	801	1050	1200	1000	1470	2045	2500	3300
		5-10%	N	≥	420	-	533	840	-	-	1050	1545	-	-	-
		10-15%	N	≥	440	-	560	880	-	-	1100	1615	-	-	-
Allongement à la rupture	ASTM D4632	-	%	≥	50						50				
Résistance en déchirure	ASTM D4533	-	N	≥	180	222	230	333	444	511	385	515	800	1010	1350
Poinçonnement CBR	ASTM D6241	-	N	≥	1200	1510	1570	2110	3000	3450	3300	4000	6200	8 300 ⁽³⁾	10 000 ⁽⁴⁾
Hydraulique															
Permittivité	ASTM D4491	-	s ⁻¹	≥	2.00	2.00	1.70	1.40	1.20	1.00	0.90	0.70	0.30	0.27	0.20
FOS	CAN 148.1 No.10	-	µm	⁽⁵⁾	100-250	200	60-180	45-150	145	130	45-150	45-150	40-90	40-70	30-75
Dimensions															
Largeur	-	-	m	-	3.81 / 4.57 / 5.25 ⁽⁶⁾										
Longueur	-	-	m	-	150	150	150	100	100	100	100	100	100	50	50

*Les géotextiles 7605, 7909, 7612, 912 et 918, rencontrent les exigences MTQ (Ministère des Transports du Québec) et toutes leurs valeurs physiques, mécaniques, hydrauliques et de durabilité, sont certifiées par le BNQ (Bureau de Normalisation du Québec) selon la norme BNQ7009-210 pour chacun des grades référés au Tableau 1 - Caractéristiques des Géotextiles. Pour les grades MTQ/BNQ R1 et R2, consultez la fiche technique du Géo-9.

À noter, cette fiche technique est mise à jour en tenant compte des nouvelles exigences MTQ/BNQ et du transfert des méthodes de test en norme ASTM (American Society for Testing and Materials) au lieu des normes ONGC (Office des Normes Générales du Canada). Sauf pour la méthode de test du FOS (CAN 148.1 No.10), les méthodes de tests ASTM sont maintenant utilisées, car l'ONGC n'offre plus de mise à jour pour ces normes.

Notre système de gestion de la qualité est certifié par la norme ISO-9001. Notre laboratoire interne est certifié par la Geosynthetic Accreditation Institute - Laboratory Accreditation Programm (GAI-LAP).

Les propriétés sont basées sur la valeur minimum moyenne par rouleau (MARV) sauf pour les produits MTQ/BNQ qui sont des minimums, maximums ou intervalles et lorsque spécifié autrement.

Certaines valeurs sur les produits non certifiés BNQ peuvent varier de ±5%.

1- La résistance en tension exigée varie en fonction de la plage de CVMS (Coefficient de Variation de Masse Surfacique) établie. Lorsque le CVMS se situe entre 5 et 10%, la valeur de la résistance en tension doit être augmentée d'au moins 5% et lorsque le CVMS se situe entre 10 et 15% elle doit être augmentée d'au moins 10%. / 2 - Symbole / 3 - Valeur moyenne / 4 - Valeur moyenne estimée / 5 - Maximum ou intervalle / 6 - La largeur de 3.5m ne sera plus disponible pour toute nouvelle production en 2020. Vérifier les largeurs standard disponibles. Service de coupe et de couture disponibles.

Une attention particulière doit être apportée aux conditions d'entreposage et à la manipulation pour éviter d'altérer certaines propriétés.

Tous les géotextiles des séries 76 et 900 sont fabriqués par Texel Matériaux Techniques Inc.

Révision : 2020-04-03

Texel se réserve le droit de modifier les présentes propriétés en fonction de l'évolution des connaissances et des techniques. L'utilisateur est invité à vérifier si ce document représente la dernière mise à jour. Texel n'offre aucune garantie et n'assume aucune responsabilité relative à l'usage, l'installation ou à la convenance d'utilisation. Texel doit être informé de tout défaut ou non-conformité du produit avant son installation. Sa responsabilité se limite au remplacement du produit non-conforme ou défectueux.

Texel
GÉOSYNTHÉTIQUES

PROPRIÉTÉ	MÉTHODE	FRÉQUENCE ⁽¹⁾	UNITÉ Métrique	1053324
SPÉCIFICATION				
Épaisseur nominale		-	mm	2.00
Épaisseur (moy. min.)	ASTM D5994	Chaque rouleau	mm	1.90
Valeur minimum (8 valeurs/10)			mm	1.80
Valeur minimum (10 valeurs/10)			mm	1.70
Hauteur des aspérités (moy. min.) (3)	ASTM D7466	Chaque rouleau	mm	0.40
Indice de fluidité - 190/2.16 (max.)	ASTM D1238	1/Lot	g/10 min	1.0
Densité - Géomembrane (8)	ASTM D792	1/10 rouleaux	g/cc	≥ 0.940
Teneur en noir de carbone	ASTM D4218	1/2 rouleaux	%	2.0 - 3.0
Dispersion en noir de carbone	ASTM D5596	1/10 rouleaux	Catégories	Cat. 1 / Cat. 2
Rés. à l'oxydation - STD OIT (moy. min.)	ASTM D3895	1/Lot	min	100
Propriétés de traction (moy. min.) (2)	ASTM D6693	1/2 rouleaux		
Limite élastique			kN/m	31
Allongement à la limite élastique			%	13
Rés. à la rupture			kN/m	31
Allongement à la rupture			%	150
Rés. à la déchirure (moy. min.)	ASTM D1004	1/5 rouleaux	N	265
Rés. au poinçonnement (moy. min.)	ASTM D4833	1/5 rouleaux	N	675
Stabilité dimensionnelle	ASTM D1204	Certifié	%	± 2
Rés. aux contraintes environnementales	ASTM D5397	1/Lot	hr	500
Vieillessement au four - % retenu après 90 jrs	ASTM D5721	1/Formulation		
HP OIT (moy. min.)	ASTM D5885		%	80
Rés. Aux UV - % retenu après 1600 hr	ASTM D7238	1/Formulation		
HP-OIT (moy. Min.)	ASTM D5885		%	50
Resistance au pliage à froid	ASTM D746	Certifié	°C	- 77
SPÉCIFICATION DES ROULEAUX (Les dimensions des rouleaux peuvent varier de ±1%)				

NOTES

1. La fréquence des tests est basée sur la dimension standard des rouleaux ou sur un lot de résine qui est approximativement 180,000 lbs (1 wagon).
2. La valeur moyenne est basée sur 5 échantillons dans les deux directions (Sens Machine (MD) et Sens Travers (XMD ou TD)).
3. Lecture 8 sur 10 et minimale selon le GRI-GM13 / 17, dernière version.
8. Table de corrélation disponible pour ASTM D792 vs ASTM D1505. Les deux méthodes donnent le même résultat
11. Condition d'essai: 20 hr. Cycle UV à 75°C suivi de 4 hr. condensation à 60°C.

* Toutes les valeurs sont des moyennes minimales, hors les valeurs spécifiées minimum ou maximum.

* L'information ci-dessus est fournie à titre d'information seulement et ne doit pas être interprétée comme une garantie. L'utilisateur est responsable quant à la détermination finale reliée à l'usage/application de la géomembrane. SOLMAX n'assume aucune responsabilité quant à l'utilisation de cette information.

Solmax n'est pas un professionnel de conception et n'a rendu aucun service de conception pour déterminer si les biens fournis par Solmax sont conformes à tous plans ou spécifications du projet ou encore, avec l'application ou l'utilisation des biens de Solmax pour toute forme de système, de projet, d'intention, d'installation ou de spécifications donnés.

ANNEXE

F

**CLASSIFICATION DES
HALDES**



WASTE DUMP AND STOCKPILE STABILITY RATING AND HAZARD CLASSIFICATION SYSTEM

TEMPLATE REVISION 3 (SEE REVISION CONTROL TAB)

CLIENT	Osisko		
PROJECT #	201-11330-08		
PROJECT NAME:	Étude de faisabilité - Conception des haldes et des infrastructures de gestion des eaux		
COMPLETED BY:	Josy-Anne Douville, CPI, N° OIQ : 6012095	DATE:	2022-11-28
REVIEWED BY:	Kristina Bondy, ing., M.Ing, No OIQ: 1461174	DATE:	2023-01-16
REVIEWED BY:		DATE:	



INFRASTRUCTURE :

Halde à stériles miniers

KEY FACTORS AFFECTING STABILITY

STABILITY FACTOR		VARIATION	REGIONAL SETTING	DESCRIPTION
SEISMICITY		VERY LOW		
PRECIPITATION		MODERATE		
FOUNDATION SLOPE		FLAT; Benched bedrock slope; pit backfills	FOUNDATION CONDITIONS	- Expected PGA (g) based on 1:475 year return period event/10% probability of exceedance in 50 years <0.05 - Expected Peak Ground Acceleration (g) based on maximum credible earthquake (MCE) <0.1
FOUNDATION SHAPE		PLANAR (FLAT OR IRREGULAR)		- Avg. annual precipitation: rainfall (mm) = 350-1000 - Avg. annual precipitation: snow (cm) = 35-1000 - Total precipitation/annum: equiv. rainfall (mm) = 350-1000
OVERBURDEN TYPE		TYPE III		Average overall foundation slope angle (°) = <5
OVERBURDEN THICKNESS		THICK		Narrow valleys or gullies that provide substantial natural confinement
UNDRAINED FAILURE POTENTIAL		MODERATE		Alluvial deposits; loose to moderately dense sands and gravels; mixed-grained colluvial deposits; sandy residual soils; stiff fine-grained soils
FOUNDATION LIQUEFACTION POTENTIAL		LOW		3-5 m Saturated, normally consolidated, mixed or fine-grained Type III or IV soils with low to moderate hydraulic conductivity and moderate potential for generation of excess pore pressures when loaded rapidly; unknown potential for undrained failure
BEDROCK		TYPE D		Low liquefaction potential but cannot be fully discounted
GROUNDWATER		MODERATE-HIGH		Competency: Competent, hard, unweathered/unaltered, block; GSI/RMR 60-80; Q 10-40 Structure: Negligible potential for foundation failure on major structure or poorly developed fabric anisotropy
GRADATION		MIXED GRAINED	MATERIAL QUALITY	In between High and Moderate
INTACT STRENGTH AND DURABILITY		TYPE 4		% Fines (passing #200 Sieve; <0.075 mm) 25-50% % Greater than 75 mm 25-50% Plasticity Low plasticity fines; LL <35; PI <10
MATERIAL LIQUEFACTION POTENTIAL		LOW		Intact Strength: Strong to very strong rocks, R4 (UCS 50-100 MPa); most type D bedrock Durability: - Permafrost: Perpetually frozen Type 3 materials
CHEMICAL STABILITY		MODERATELY to HIGHLY REACTIVE		Low liquefaction potential but cannot be fully discounted
HEIGHT		VERY LOW	GEOMETRY AND MASS	In between highly and moderately reactive
SLOPE ANGLE		FLAT		Overall Height (m) <50 Maximum Vertical Thickness (m) <50 Maximum Individual Lift Height (m) <25
VOLUME AND MASS		SMALL		15-25° Volume (cubic metres) 1,000,000 to 10,000,000 Mass (t) 2,000,000 to 20,000,000
STATIC STABILITY		VERY HIGH	STABILITY ANALYSIS	Factor of Safety (FoS) or Strength Reduction Factor (SRF) >1.5 Probability of Failure (PoF) <1% Other Criteria Convergent numerical model
DYNAMIC STABILITY		VERY HIGH		Factor of Safety (FoS) or Strength Reduction Factor (SRF) >1.15 Other Criteria Convergent numerical model
CONSTRUCTION METHOD		METHOD IV	CONSTRUCTION	Ascending sequence with multiple lifts constructed on moderate terrain; lift heights <100 m; overall foundation slopes 15-25°
LOADING RATE		VERY HIGH		Volumetric Loading Rate (cubic metres/day/average active crest length) >500 Mass Loading Rate (tonnes/day/average active crest length) >250 Crest Advancement (average daily rate of crest advancement (m/d) x average lift height (m) >500
STABILITY PERFORMANCE		GOOD	PERFORMANCE	Stable; minor deformation and/or settlement; rare closures; rare small failures; negligible impact on operations

SUMMARY OF MINING STABILITY DATA

WASTE DUMP AND STOCKPILE STABILITY RATING	46,25	
WASTE DUMP AND STOCKPILE HAZARD CLASS	III	
INSTABILITY HAZARD	Moderate Hazard	

Waste Dump and Stockpile Stability Rating and Hazard Classification System (WSRHC), Guidelines for Mine Waste Dump and Stockpile Design, Eds., Hawley and Cuningg, 2017.

WASTE DUMP AND STOCKPILE STABILITY RATING AND HAZARD CLASSIFICATION SYSTEM

TEMPLATE REVISION 3 (SEE REVISION CONTROL TAB)

CLIENT

PROJECT #

PROJECT NAME:

COMPLETED BY:

REVIEWED BY:

REVIEWED BY:

Osisko

201-11330-08

Étude de faisabilité - Conception des haldes et des infrastructures de gestion des eaux

Camille Marois, CPI, N° OIQ : 6053184

Kristina Bondy, ing., M.Ing, No OIQ: 1461174

DATE:

DATE:

DATE:

DATE:

DATE:

2023-01-30

2023-03-22

INFRASTRUCTURE :

Halde à minéral

WSP

STABILITY FACTOR

VARIATION

SEISMICITY

VERY LOW

PRECIPITATION

MODERATE

FOUNDATION SLOPE

GENTLE

FOUNDATION SHAPE

PLANAR (GENTLE SLOPE)

OVERBURDEN TYPE

TYPE III

OVERBURDEN THICKNESS

THICK

UNDRAINED FAILURE POTENTIAL

MODERATE

FOUNDATION LIQUEFACTION POTENTIAL

LOW

BEDROCK

TYPE D

GROUNDWATER

MODERATE-HIGH

GRADATION

COARSE GRAINED

INTACT STRENGTH AND DURABILITY

TYPE 4

MATERIAL LIQUEFACTION POTENTIAL

LOW

CHEMICAL STABILITY

MODERATELY to HIGHLY REACTIVE

HEIGHT

VERY LOW

SLOPE ANGLE

FLAT

VOLUME AND MASS

VERY SMALL

STATIC STABILITY

VERY HIGH

DYNAMIC STABILITY

VERY HIGH

CONSTRUCTION METHOD

METHOD IV

LOADING RATE

VERY HIGH

STABILITY PERFORMANCE

GOOD

1. REGIONAL SETTING

2. FOUNDATION CONDITIONS

3. MATERIAL QUALITY

4. GEOMETRY AND MASS

5. STABILITY ANALYSIS

6. CONSTRUCTION

7. PERFORMANCE

- Expected PGA (g) based on 1:475 year return period event/10% probability of exceedance in 50 years <0.05

- Expected Peak Ground Acceleration (g) based on maximum credible earthquake (MCE) <0.1

- Avg. annual precipitation: rainfall (mm) = 350-1000

- Avg. annual precipitation: snow (cm) = 35-1000

- Total precipitation/annum: equiv. rainfall (mm) = 350-1000

Average overall foundation slope angle (°) = 5-15

Planar slopes without any lateral confinement

Alluvial deposits; loose to moderately dense sands and gravels; mixed-grained colluvial deposits; sandy residual soils; stiff fine-grained soils

3-5 m

Saturated, normally consolidated, mixed or fine-grained Type III or IV soils with low to moderate hydraulic conductivity and moderate potential for generation of excess pore pressures when loaded rapidly; unknown potential for undrained failure

Low liquefaction potential but cannot be fully discounted

Competency: Competent, hard, unweathered/unaltered, block; GSI/RMR 60-80; Q 10-40

Structure: Negligible potential for foundation failure on major structure or poorly developed fabric anisotropy

In between High and Moderate

% Fines (passing #200 Sieve; <0.075 mm) 5-10%

% Greater than 75 mm 50-75%

Plasticity N/A

Intact Strength: Strong to very strong rocks, R4 (UCS 50-100 MPa); most type D bedrock

Durability: -

Permafrost: Perpetually frozen Type 3 materials

Low liquefaction potential but cannot be fully discounted

In between highly and moderately reactive

Overall Height (m) <50

Maximum Vertical Thickness (m) <50

Maximum Individual Lift Height (m) <25

15-25°

Volume (cubic metres) < 1,000,000

Mass (t) < 2,000,000

Factor of Safety (FoS) or Strength Reduction Factor (SRF) >1.5

Probability of Failure (PoF) <1%

Other Criteria Convergent numerical model

Factor of Safety (FoS) or Strength Reduction Factor (SRF) >1.15

Other Criteria Convergent numerical model

Ascending sequence with multiple lifts constructed on moderate terrain; lift heights <100 m; overall foundation slopes 15-25°

Volumetric Loading Rate (cubic metres/day/average active crest length) >500

Mass Loading Rate (tonnes/day/average active crest length) >250

Crest Advancement (average daily rate of crest advancement (m/d) x average lift height (m) >500

Stable; minor deformation and/or settlement; rare closures; rare small failures; negligible impact on operations

SUMMARY OF MINING STABILITY DATA

WASTE DUMP AND STOCKPILE STABILITY RATING

46,75

WASTE DUMP AND STOCKPILE HAZARD CLASS

III

INSTABILITY HAZARD

Moderate Hazard

Waste Dump and Stockpile Stability Rating and Hazard Classification System (WSRHC), Guidelines for Mine Waste Dump and Stockpile Design, Eds., Hawley and Cuning, 2017.

PAGE 1 OF 1

2023-03-22 15:42

WASTE DUMP AND STOCKPILE STABILITY RATING AND HAZARD CLASSIFICATION SYSTEM

TEMPLATE REVISION 3 (SEE REVISION CONTROL TAB)

CLIENT

PROJECT #

PROJECT NAME:

COMPLETED BY:

REVIEWED BY:

REVIEWED BY:

Osisko

201-11330-08

Étude de faisabilité - Conception des haldes et des infrastructures de gestion des eaux

Camille Marois, CPI, N° OIQ : 6053184

Kristina Bondy, ing., M.Ing, No OIQ: 1461174

DATE:

DATE:

DATE:

INFRASTRUCTURE :

Halde à mort-terrain

WSP

KEY FACTORS AFFECTING STABILITY

STABILITY FACTOR

VARIATION

SEISMICITY

VERY LOW

PRECIPITATION

MODERATE

FOUNDATION SLOPE

GENTLE

FOUNDATION SHAPE

PLANAR (GENTLE SLOPE)

OVERBURDEN TYPE

TYPE III

OVERBURDEN THICKNESS

MODERATE

UNDRAINED FAILURE POTENTIAL

MODERATE

FOUNDATION LIQUEFACTION POTENTIAL

LOW

BEDROCK

TYPE D

GROUNDWATER

MODERATE-HIGH

GRADATION

MIXED GRAINED

INTACT STRENGTH AND DURABILITY

TYPE 2

MATERIAL LIQUEFACTION POTENTIAL

LOW

CHEMICAL STABILITY

MODERATELY REACTIVE

HEIGHT

VERY LOW

SLOPE ANGLE

FLAT

VOLUME AND MASS

VERY SMALL

STATIC STABILITY

VERY HIGH

DYNAMIC STABILITY

VERY HIGH

CONSTRUCTION METHOD

METHOD IV

LOADING RATE

VERY HIGH

STABILITY PERFORMANCE

GOOD

1. REGIONAL SETTING

2. FOUNDATION CONDITIONS

3. MATERIAL QUALITY

4. GEOMETRY AND MASS

5. STABILITY ANALYSIS

6. CONSTRUCTION

7. PERFORMANCE

- Expected PGA (g) based on 1:475 year return period event/10% probability of exceedance in 50 years <0.05

- Expected Peak Ground Acceleration (g) based on maximum credible earthquake (MCE) <0.1

- Avg. annual precipitation: rainfall (mm) = 350-1000

- Avg. annual precipitation: snow (cm) = 35-1000

- Total precipitation/annum: equiv. rainfall (mm) = 350-1000

Average overall foundation slope angle (°) = 5-15

Planar slopes without any lateral confinement

Alluvial deposits; loose to moderately dense sands and gravels; mixed-grained colluvial deposits; sandy residual soils; stiff fine-grained soils

1-3 m

Saturated, normally consolidated, mixed or fine-grained Type III or IV soils with low to moderate hydraulic conductivity and moderate potential for generation of excess pore pressures when loaded rapidly; unknown potential for undrained failure

Low liquefaction potential but cannot be fully discounted

Competency: Competent, hard, unweathered/unaltered, block; GSI/RMR 60-80; Q 10-40

Structure: Negligible potential for foundation failure on major structure or poorly developed fabric anisotropy

In between High and Moderate

% Fines (passing #200 Sieve; <0.075 mm) 25-50%

% Greater than 75 mm 25-50%

Plasticity Low plasticity fines; LL <35; PI <10

Intact Strength: Weak rocks, R2 (UCS 5-25 MPa); Type B bedrock; Types III, IV and most Type V overburden

Durability: -

Permafrost: Perpetually frozen Type I materials

Low liquefaction potential but cannot be fully discounted

ARD Potential: Moderate (or unknown) potential for chemical breakdown/oxidation/generation of ARD

Impact of Precipitates: Limited (or unknown) potential for precipitates to fill voids, decrease hydraulic conductivity, and increase pore pressures over time

Overall Height (m) <50

Maximum Vertical Thickness (m) <50

Maximum Individual Lift Height (m) <25

15-25°

Volume (cubic metres) < 1,000,000

Mass (t) < 2,000,000

Factor of Safety (FoS) or Strength Reduction Factor (SRF) >1.5

Probability of Failure (PoF) <1%

Other Criteria Convergent numerical model

Factor of Safety (FoS) or Strength Reduction Factor (SRF) >1.15

Other Criteria Convergent numerical model

Ascending sequence with multiple lifts constructed on moderate terrain; lift heights <100 m; overall foundation slopes 15-25°

Volumetric Loading Rate (cubic metres/day/average active crest length) >500

Mass Loading Rate (tonnes/day/average active crest length) >250

Crest Advancement (average daily rate of crest advancement (m/d) x average lift height (m) >500

Stable; minor deformation and/or settlement; rare closures; rare small failures; negligible impact on operations

SUMMARY OF MINING STABILITY DATA

WASTE DUMP AND STOCKPILE STABILITY RATING

44,25

WASTE DUMP AND STOCKPILE HAZARD CLASS

III

INSTABILITY HAZARD

Moderate Hazard

Waste Dump and Stockpile Stability Rating and Hazard Classification System (WSRHC), Guidelines for Mine Waste Dump and Stockpile Design, Eds., Hawley and Cunning, 2017.

PAGE 1 OF 1

2023-03-22 15:43

ANNEXE

G

**NOTE TECHNIQUE DE
PHASAGE DE LA HALDE À
STÉRILES**



NOTE TECHNIQUE

DESTINATAIRE : Kim-Quyen Nguyen, ing., MBA, Directrice de projet (Osisko)

EXPÉDITEURS : Josy-Anne Douville, CPI (WSP)
Kevin Gagnon, ing. (WSP)
Kristina Bondy, ing., M.ing. (WSP)
Frédéric Choquette, ing. M.Sc.A., PMP (WSP)

OBJET : Halde à stériles miniers – Hypothèses et plan de remplissage

DATE : 17 février 2023

1. MISE EN CONTEXTE ET OBJECTIFS

Minière Osisko inc. (Osisko) désire augmenter la capacité de stockage de la halde à stériles existante, ce qui inclut l'agrandissement de son empreinte au sol, en 2023 et en 2029.

La halde existante a été remplie en deux phases; la première phase a eu lieu avant l'été 2020 (phase A) et la deuxième phase a été réalisée durant l'été 2020 (phase B). Lors de la phase A, l'élévation maximale de la halde a atteint 419 m. Lors de la phase B, l'élévation maximale de la halde a été de 413 m.

Osisko planifie continuer la déposition au-delà de l'élévation 413 m pour atteindre l'élévation maximale de 419 m (phase C), jusqu'à la construction d'un deuxième agrandissement à l'ouest prévue en 2023 (phases D et E). Finalement, un troisième agrandissement est prévu en 2029 (phase F) afin de permettre la déposition de tout le matériel jusqu'à la fin de vie de la mine.

La présente note technique inclut :

- un résumé des différentes phases de remplissage de la halde à stériles;
- la présentation des calculs et hypothèses;
- un résumé des études antérieures;
- les plans de phasage de la mise en place des stériles (annexe A).

2. DOCUMENTS CONSULTÉS

Dans le cadre de la présente note technique, les différents documents ont été consultés et appuient les hypothèses utilisées :

- NI 43-101 Technical Report, Preliminary economic assessment update for the Windfall Project. Prepared for Osisko Mining Inc., 2021.
- NI 43-101 Technical Report, Preliminary economic assessment of the Windfall Lake Project. Prepared for Osisko Mining Inc., 2018.
- WSP (2018). Analyses de stabilité de la halde imperméabilisée – Site du lac Windfall. 151-11330-50. Note technique préparée pour Minière Osisko inc.

- WSP (2020). Agrandissement de la halde à stériles existante et gestion des eaux, incluant un nouveau bassin d'accumulation. Conception géotechnique et hydraulique. 151-11330-79. Note technique préparée pour Minière Osisko inc.
- WSP (2022). Agrandissement de la halde à stériles existante et des infrastructures de gestion des eaux. 221-11330-02. Rapport préparé pour Minière Osisko inc. 32 pages et annexes.
- Fichier Excel *WindfallCashflow17-nov2022-sansCashflow16h* reçu par Osisko le 17 novembre 2022.

3. HYPOTHÈSES, CALCULS ET ÉTAPES DE PHASAGE

Les hypothèses pour les calculs des volumes présentés dans le tableau suivant considèrent une densité *in situ* du roc de $2,77 \text{ t/m}^3$ et un coefficient de foisonnement typique de 36 % fournis par le client, à l'exception des quantités des phases A à C qui ont été déterminées avec une densité de $2,8 \text{ t/m}^3$ et un facteur de foisonnement de 30 % (PEA, 2018). Les analyses volumétriques ont été réalisées au moyen du logiciel Civil 3D selon des pentes de 3H : 1V ; la géométrie est présentée dans les plans à l'annexe A.

Selon les données reçues par Osisko le 17 novembre 2022, les quantités de stériles cumulés dans la halde planifiées sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 1 Quantités de stériles miniers cumulatifs dans la halde selon Osisko

Année	Quantité cumulative de stériles miniers (t)	Quantité cumulative de stériles miniers (Mt)
2024	1 837 038	1,84
2025	2 731 120	2,73
2026	3 428 748	3,43
2027	3 854 267	3,85
2028	4 415 946	4,41
2029	4 966 978	4,97
2030	5 595 445	5,60
2031	6 268 696	6,27
2032	6 914 914	6,91
2033	7 348 239	7,35
2034	7 583 292	7,58
2035	7 531 557	7,53
2036	7 531 557	7,53

Tableau 2 Quantités de stériles miniers

Phases		Élévation	Production			Production cumulative	N° de plan
		m	m ³ initial ¹	m ³ réel	Mt	Mt	
A	Existante avant 2020	419	250 000	264 700	0,54	0,54	602
B	Agrandissement 2020 jusqu'à l'élévation 413 m	413	205 000	215 700	0,44	0,98	602
C	Déposition supplémentaire 2020 entre les élévations 413 m et 419 m	419	195 000	205 900	0,42 ²	1,4	603
D	Agrandissement 2023	419	-	823 500	1,68 ²	3,08	604
E	Ajout de paliers entre les élévations 419 m et 437 m sur l'ensemble de la halde	437	-	1 127 000	2,3	5,38	605
F	Agrandissement 2029	437	-	1 828 000	3,73	9,11	606

1 Une densité de 2,8 t/m³ et un facteur de foisonnement de 30 % ont été utilisés pour réaliser le calcul de ces volumes au moment de cette conception (WSP, 2020). Les volumes de ces calculs sont représentés afin de faire allusion aux notes techniques précédemment réalisées. Cependant, comme une contingence avait été appliquée sur le volume, les tonnages visés sont encore respectés avec une densité de 2,77 t/m³ et un facteur de foisonnement de 36 %.

2 Les phases C et D combinées représentent le volume total de 2,1 Mt supplémentaires.

Pour emmagasiner un volume total de 5,38 Mt, l'ajout d'un banc supplémentaire de 15 m de hauteur avec une pente de 3H : 1V est requis. Le tableau suivant présente différents scénarios de remplissage de la phase E.

Tableau 3 Scénarios de remplissage de la halde à stériles

Scénarios de remplissage	Élévation (m)	Tonnage (Mt)	Tonnage cumulatif (Mt)
E1	422	0,9	0,9
E2	430	0,93	1,83
E3	437	0,47	2,3

Un dernier agrandissement est prévu en 2029 afin d'emmagasiner une quantité supplémentaire de 3,73 Mt de stériles jusqu'à la fin de vie de la mine. Cet agrandissement situé au sud de la halde existante atteindra une élévation de 437 m de hauteur. Cela permettra d'élargir des paliers construits lors de la phase E, situés sur la halde initiale (avant 2020) dans la portion nord-est.

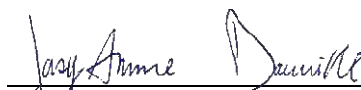
Il est à noter que la halde à mort-terrain présentement située au sud de la halde à stériles existante sera déplacée afin de permettre l'agrandissement final de la halde à stériles.

ÉTUDES ANTÉRIEURES – STABILITÉ

Selon la note technique réalisée en 2020 par WSP, des analyses de stabilité démontrent que la configuration de la phase C est stable. Cependant, l'ajout de matériel entre les élévations 413 m et 419 m doit suivre la pente proposée de 3H : 1V. Il est à noter que le profil de la halde existante relevé en septembre 2021 montre une pente plus abrupte que celle suggérée dans le secteur *est* de la halde. Le rapport technique réalisé en 2022 par WSP montre également une configuration stable de la halde à stériles jusqu'à l'élévation 419 m. Cette étude vise l'agrandissement à l'ouest de 2,1 Mt de stériles miniers (phases C et D).

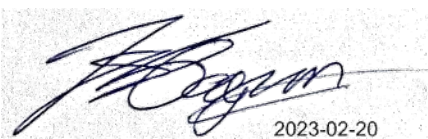
En ce qui concerne la configuration de la fin de la vie de mine à l'élévation 437 m, des analyses ont été réalisées et celles-ci démontrent que cette configuration répond aux critères de stabilité de la Directive 019. Un rapport incluant ces résultats d'analyses est en cours de rédaction.

Préparé par :




Josy-Anne Douville, CPI.
N° OIQ : 6012095

Révisé par :

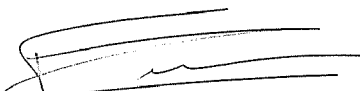


Kevin Gagnon, ing.
N° OIQ : 5090916



Kristina Bondy, ing., M.ing.
N° OIQ : 146117

Approuvé par :



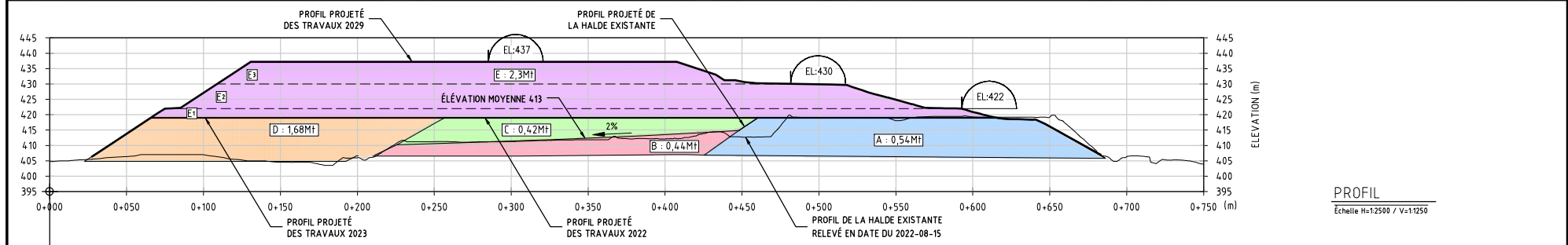
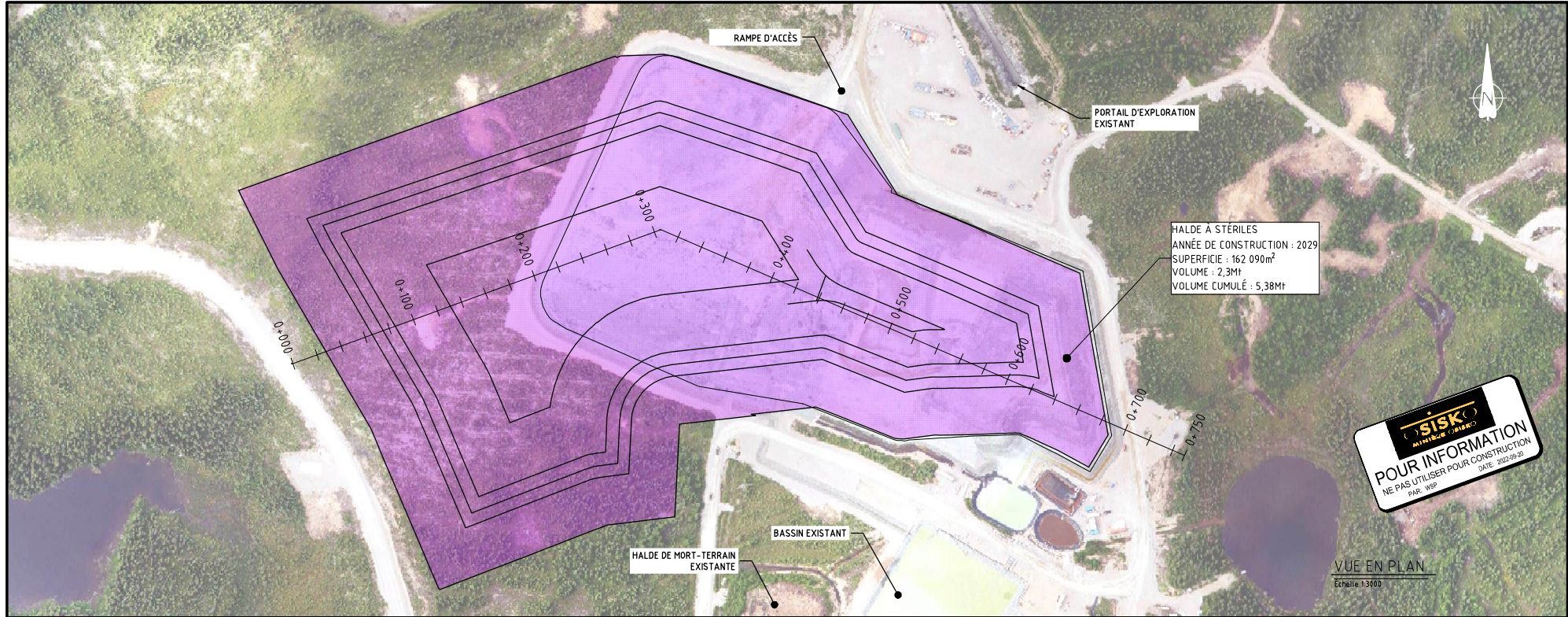
Frédéric Choquet, ing.
N° OIQ : 5030251

JAD/KG/KB/FC/cg

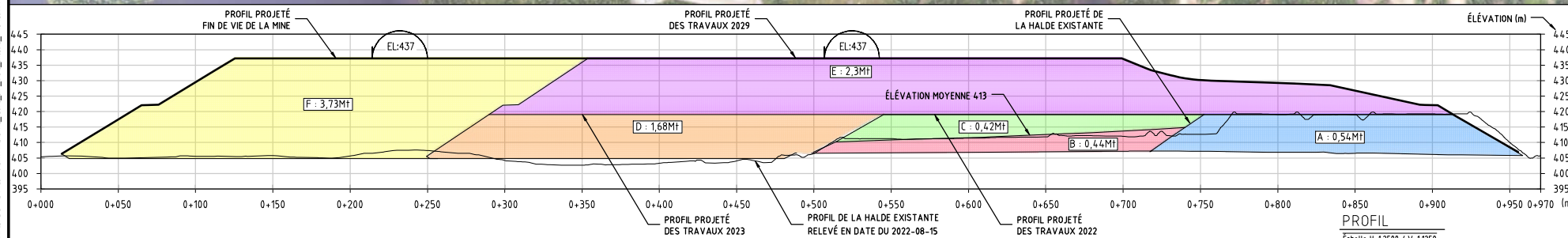
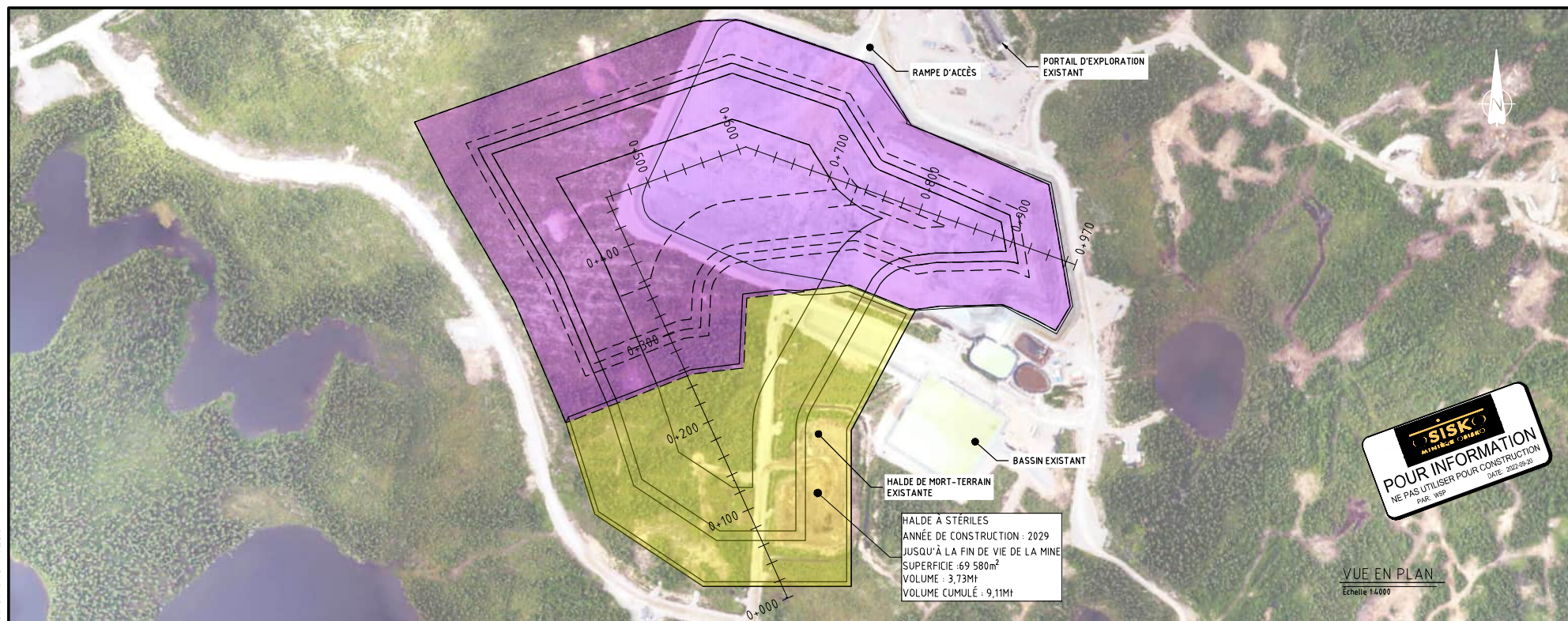
p. j. Annexe A : Plans de remplissage de la halde à stériles

ANNEXE A

PLANS DE REMPLISSAGE DE LA HALDE À STÉRILES



<div>NOTES GÉNÉRALES:</div> <ul style="list-style-type: none">• À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURES SONT EN MÈTRES.• SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE UTILISÉ : UTMnad83 zone18		<div>SCAÉU ET SIGNATURE:</div>		<div>PROJET :</div> <div>WINDFALL</div>		<div>CONÇU:</div> <div>Josy-Anne Douville, CPI</div> <div>2023-02-17</div>	
<div>FICHIERS SOURCES:</div> <ul style="list-style-type: none">• COURBES TOPOGRAPHIQUES DU TERRAIN NATUREL 2009, EXTRAITES DU FICHIER Topo Surface 3d.dwg, INCLUANT LES RELEVÉS TOC RÉALISÉS PAR GROUPE GROUX ARPENTEURS-GÉOMÈTRES INC., SEPTEMBRE 2020 ET RELEVÉ PAR DRONE, DE LA HALDE EXISTANTE EN DATE DU 15 AOÛT 2022, TRANSMIS PAR LE CLIENT.• INFRASTRUCTURES EXISTANTES : 2020-10-04 PLAN DE SURFACE.dwg, TRANSMIS PAR LE CLIENT.		<div>OSISKO MINING</div>		<div>SOUS-PROJET :</div> <div>NOTE TECHNIQUE</div>		<div>DESSINÉ:</div> <div>Gail Godmaire, tech.</div> <div>2023-02-17</div>	
<div>ZB 23-02-17 POUR INFORMATION</div> <div>GG K.B. F.C.</div>		<div>VERIFIÉ:</div> <div>Kristina Bondy, ing., M.ing.</div> <div>2023-02-17</div>		<div>TITRE :</div> <div>VUE EN PLAN ET PROFIL AGRANDISSEMENT DE LA HALDE À STÉRILES EXISTANTE PAR L'AJOUT DE PALIERS</div>		<div>APPROUVÉ:</div> <div>Frédéric Choquet, ing., M.SCA, PMP</div> <div>2023-02-17</div>	
<div>ZA 22-08-12 POUR INFORMATION</div> <div>GG K.B. F.C.</div>		<div>ÉCHELLE:</div> <div>Indiquée</div> <div>DATE:</div>		<div>NUMÉRO DE DESSIN</div> <div>CAWL-800-G-0605-ZB</div>		<div>SECTEUR - DISCIPLINE - NO. SÉQUENTIEL - RÉVISION</div> <div>NUMÉRO DE PROJET WSP : 201-11330-08</div>	
<div>REV. DATE DESCRIPTION</div> <div>DES. IVER APP</div>		<div>REVISIONS</div>					



NOTES GÉNÉRALES:

- À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURES SONT EN MÈTRES.
- SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE UTILISÉ : UTMnad83 zone18

FICHIERS SOURCES:

- COURBES TOPOGRAPHIQUES DU TERRAIN NATUREL 2009, EXTRAITES DU FICHIER Topo Surface 3d.dwg, INCLUANT LES RELEVÉS TQC RÉALISÉS PAR GROUPE GIROUX ARPENTEURS-GÉOMÈTRES INC., SEPTEMBRE 2020 ET RELEVÉ PAR DRONE, DE LA HALDE EXISTANTE EN DATE DU 15 AOÛT 2022, TRANSMIS PAR LE CLIENT.
- INFRASTRUCTURES EXISTANTES : 2020-10-04 PLAN DE SURFACE.dwg. TRANSMIS PAR LE CLIENT.

[illegible]

ESCAULT SIGNATURE



PROJET :	WINDFALL
SOUS-PROJET :	NOTE TECHNIQUE

TITRE :

VUE EN PLAN ET PROFIL
HALDE À STÉRILES
À LA FERMETURE DE LA MINE

CONÇU:	Josy-Anne Douville, CPI	2023-02-17
DESSINÉ:	Gail Godmaire, tech.	2023-02-17
VÉRIFIÉ:	Kristina Bondy, ing., M.ing.	2023-02-17
APPROUVÉ:	Frédérico Choquet, ing., MScA, PMP	2023-02-17
ÉCHELLE:	Indiquée	DATE:

NUMÉRO DE DESSIN. CAWL-800-G-0606-ZB	
SECTEUR - DISCIPLINE - NO. SÉQUENTIEL - RÉVISION NUMÉRO DE PROJET WSP : 201-11330-08	

ANNEXE

RQC9-3

*ANALYSES GÉOTECHNIQUES POUR LA
CONCEPTION DU PARC À RÉSIDUS
MINIERS EN SUPPORT À L'ÉTUDE
DE FAISABILITÉ*



MEMORANDUM TECHNIQUE

Analyses géotechniques pour la conception du parc à résidus miniers en support à l'étude de faisabilité

Projet Windfall

Soumis à :

Kim-Quyen Nguyen

Osisko Mining inc.
1440-155 University Avenue
Toronto, Canada
M5G 3B7

Soumis par :

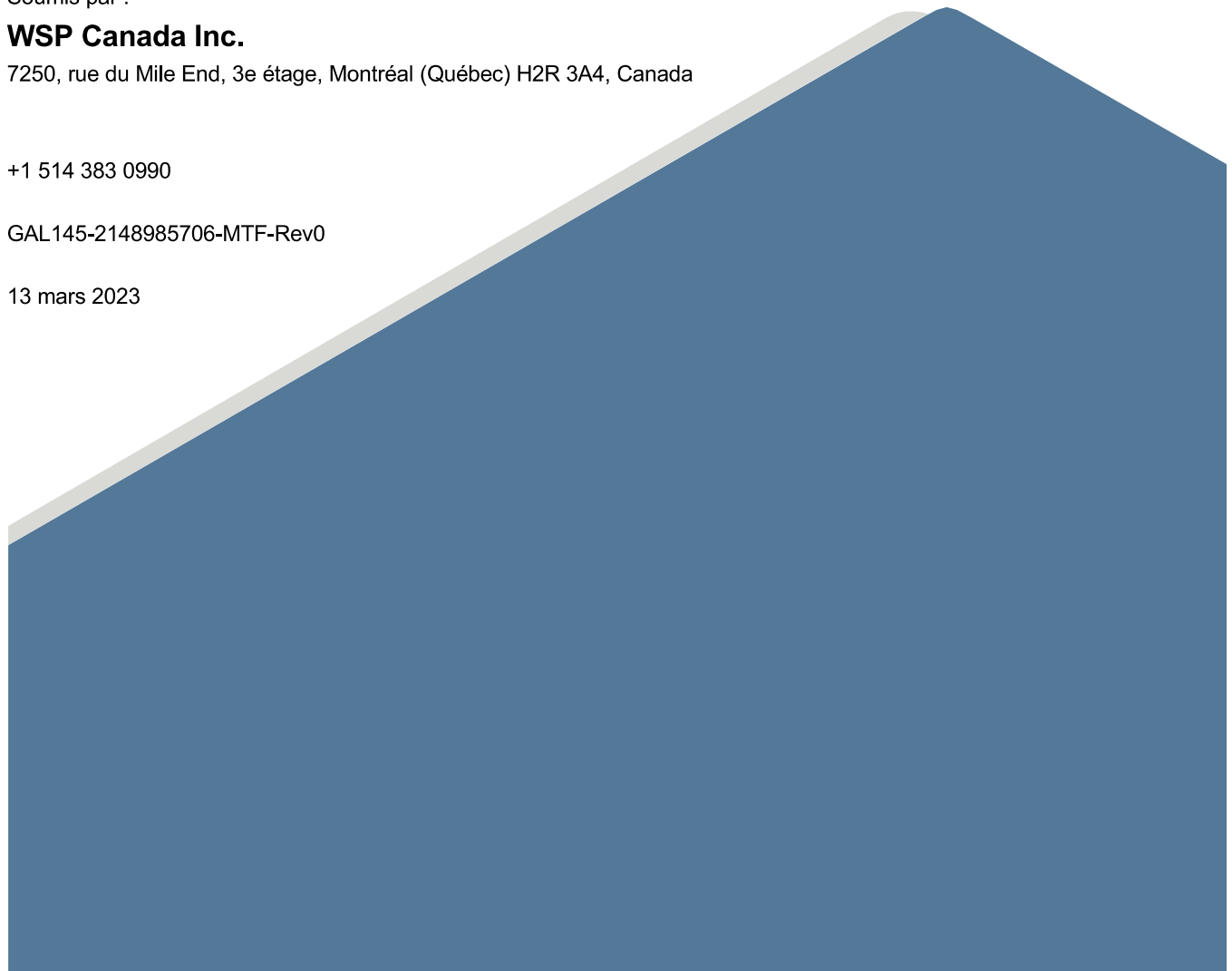
WSP Canada Inc.

7250, rue du Mile End, 3e étage, Montréal (Québec) H2R 3A4, Canada

+1 514 383 0990

GAL145-2148985706-MTF-Rev0

13 mars 2023



Liste de distribution

1 copie électronique - Osisko Mining Inc.

1 copie électronique - WSP Canada Inc.

Table des matières

1.0 INTRODUCTION	5
2.0 COMPILATION DES DONNÉES	5
2.1 Topographie	5
2.2 Sols de fondations	6
2.2.1 Stratigraphie	6
2.2.2 Propriétés géotechniques	7
2.2.3 Niveaux d'eau souterraine	7
2.3 Résidus	8
3.0 CRITÈRES DE CONCEPTION	10
3.1 Directives et réglementation	10
3.2 Critères de stabilité des pentes du parc à résidus miniers	11
3.3 Séisme de conception	11
4.0 ÉVALUTATION DE L'ÉTAT IN SITU - FONDATIONS	12
4.1 Méthodologie	13
4.2 Résultats	13
5.0 ÉVALUATION DU POTENTIEL DE LIQUÉFACTION CYCLIQUE - RÉSIDUS MINIERS	13
5.1 Méthodologie	14
5.2 Résultats	14
6.0 ÉVALUATION DU POTENTIEL DE LIQUÉFACTION CYCLIQUE - FONDATIONS	15
6.1 Méthodologie	15
6.2 Résultats	16
7.0 ANALYSES GÉOTECHNIQUES DE STABILITÉ DES PENTES	20
7.1 Méthodologie	20
7.2 Résultats	27
7.3 Résultats préliminaires post-restauration	27
8.0 ANALYSE DES TASSEMENTS	28
8.1 Méthodologie	28

8.2 Résultats	29
9.0 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	29
10.0 LIMITES DU RAPPORT	30
11.0 RÉFÉRENCES	31
CONTRIBUTIONS DES AUTEURS.....	33

TABLEAUX

Tableau 1: Paramètres géotechniques des sols granulaires en fondation	7
Tableau 2: Mesure du niveau d'eau dans le secteur du parc à résidus (juin 2022).....	8
Tableau 3: Paramètres géotechniques des résidus	9
Tableau 4: Facteur de sécurité minimum pour le PAR.....	11
Tableau 5: Séisme de conception	12
Tableau 6: Paramètres de résistance au cisaillement pour les analyses de stabilité des pentes	26
Tableau 7: Résultats des analyses géotechniques de la stabilité des pentes en opération	27
Tableau 8: Propriétés des matériaux utilisés pour l'évaluation du tassement.....	29

FIGURES (dans le texte)

Figure 1: Résistance au cisaillement au pic et à 11,5% de déformation en fonction de la contrainte normale, basée sur les résultats de DS pour les résidus compactés à 90% et 95 % du Proctor.....	9
Figure 2: Rapport de résistance cyclique mesuré en laboratoire en fonction du nombre de cycles.....	10
Figure 3: Facteur de sécurité liquéfié en fonction des contraintes effectives dans les résidus en opération (a) et post-restauration (b).	15
Figure 4: Facteur de sécurité contre l'initiation de la liquéfaction en opération pour les conditions de contrainte actuelle, en fonction de la profondeur	17
Figure 5: Facteur de sécurité contre l'initiation de la liquéfaction en condition post-restauration pour les conditions de contrainte actuelles (a) et avec la charge du parc à résidus (b), en fonction de la profondeur	18
Figure 6: Comparaison entre les sols susceptibles à la liquéfaction pour le séisme de conception post-restauration (sans chargement du parc à résidus) et l'état in situ.	19
Figure 7: Géométrie et stratigraphie modélisées pour les analyses de stabilité des pentes – Coupe transversale A	22
Figure 8: Géométrie et stratigraphie modélisées pour les analyses de stabilité des pentes – Coupe transversale B	23
Figure 9: Géométrie et stratigraphie modélisées pour les analyses de stabilité des pentes - Coupe transversale C	23

FIGURES (après le texte)

Figure A : Vue en plan générale du parc à résidus miniers

ANNEXES

ANNEXE A

Évaluation de l'état in situ

ANNEXE B

Aléas sismique et désagrégation

ANNEXE C

Évaluation du potentiel de liquéfaction

ANNEXE D

Analyses de stabilité des pentes

ANNEXE E

Conditions et limitations générales de l'étude

PRÉAMBULE

Ce rapport est une traduction de la version originale anglaise. L'identification de divergences entre la version anglaise et française, devra être portée à l'attention de WSP. Dans un tel cas, WSP fournira une clarification par écrit.

1.0 INTRODUCTION

Minière Osisko Inc. (Osisko) a mandaté Golder Associés Ltée (Golder) (maintenant WSP Canada Inc. (WSP)) pour compléter la conception de niveau faisabilité du parc à résidus (PAR) du projet Windfall situé sur le territoire de la municipalité du gouvernement régional d'Eeyou Istchee Baie-James, dans la région administrative du Nord du Québec, au Canada. Le PAR comprend l'empilement de résidus filtrés, son réseau de drains granulaires et sa route périphérique.

Ce mémorandum présente la méthodologie et les résultats des analyses géotechniques réalisées pour évaluer la stabilité du PAR en appui à la conception de niveau faisabilité du PAR (WSP 2023h). Plus précisément, les analyses suivantes ont été réalisées :

- évaluation de l'état in situ des sols de fondation (section 4.0)
- évaluation du potentiel de liquéfaction des résidus miniers (section 5.0)
- évaluation du potentiel de liquéfaction des sols de fondation dans l'empreinte du PAR (section 6.0)
- évaluation de la stabilité des pentes du PAR (section 7.0)
- évaluation du tassement des sols de fondation sous le PAR (section 8.0)

Aussi, les données considérées pour les analyses sont résumées à la section 2.0 et les critères de conception visés pour la conception de niveau faisabilité sont présentés dans le mémorandum technique des bases de conception (WSP 2023c) et résumés à la section 3.0.

2.0 COMPILATION DES DONNÉES

Les analyses géotechniques ont été effectuées sur la base des données et analyses suivantes :

- le relevé topographique LiDAR 2020 (gouvernement du Québec 2020)
- la caractérisation géotechnique des résidus miniers 2020-2021 (WSP 2023a)
- l'investigation géotechnique 2021-2022 du PAR (WSP 2023b)
- l'investigation géophysique 2021 du PAR (WSP 2023g)

Les données recueillies sont présentées dans des rapports distincts et résumées dans les sections suivantes.

2.1 Topographie

La topographie considérée pour l'étude de faisabilité provient de la base de données LiDAR datant d'avril 2020 (gouvernement du Québec 2020). La topographie à l'emplacement du PAR est caractérisée par la présence d'une

vallée entre deux zones topographiques plus élevées. La différence maximale d'élévation entre la vallée et les zones topographiques plus élevées est d'environ 15 m.

2.2 Sols de fondations

Des études géotechniques ont été réalisées en 2021 et 2022 dans le secteur du PAR (WSP 2023b,g) et comprennent :

- 22 tranchées d'exploration (échantillonnage des sols et essais en laboratoire sur les échantillons collectés)
- 38 forages géotechniques (essais de pénétration standard (SPT), échantillonnage des sols et essais en laboratoire sur les échantillons collectés)
- neuf (9) puits d'observation Casagrande (tube ouvert) incluant des essais de conductivité hydraulique in situ
- sept (7) profils de tomographie par résistivité électrique (ERT)
- un profil 2D de l'analyse multicanal des ondes de surface (MASW)

L'emplacement des sondages effectués à proximité du PAR est présenté à la figure A (à la fin du texte). L'information stratigraphique, les propriétés géotechniques et les niveaux d'eau souterraine observés lors de ces études sont résumés dans les sections suivantes.

2.2.1 Stratigraphie

Les dépôts régionaux de surface sur le site du projet Windfall sont généralement constitués de sédiments fluvio-glaciaires et de till glaciaire. Plus localement, les secteurs de haute topographie sous le PAR sont généralement caractérisés par la présence d'un dépôt de mort-terrain dont l'épaisseur peut atteindre 9 m. Sommairement, la stratigraphie générale de ce secteur est caractérisée, à partir de la surface, par la présence discontinue des horizons suivants :

- Une couche de sols organiques d'une épaisseur variable pouvant atteindre 1 m (environ 0,5 m en moyenne).
- Une couche de sols granulaires hétérogènes d'une épaisseur variable pouvant atteindre 8,5 m. Ce dépôt granulaire hétérogène est composé de matériaux allant du sable silteux aux blocs, avec un pourcentage plus élevé de matériaux plus grossiers à la base du dépôt. Cette couche granulaire est généralement compacte et devient dense en profondeur, à l'approche du socle rocheux.
- Le socle rocheux a été intercepté à des élévations variant de 396,2 m à 407,8 m.

Les conditions du site sont différentes pour les sections sud-est et nord-ouest du PAR qui sont situées dans une zone humide correspondant à une vallée topographique caractérisée par un dépôt de mort-terrain plus épais pouvant atteindre 16 m. Sommairement, la stratigraphie générale de ce secteur est caractérisée, à partir de la surface, par la présence discontinue des horizons suivants :

- Une couche de sols organiques d'une épaisseur variable pouvant atteindre 2 m (environ 1 m en moyenne).
- Une couche de sols granulaires d'une épaisseur variable pouvant atteindre 14 m (avec une épaisseur plus importante en aval de la vallée topographique). Cette couche granulaire est généralement composée d'une alternance de différents horizons dont l'épaisseur varie de quelques centimètres à plusieurs mètres, plutôt qu'un dépôt homogène. Cette couche granulaire est généralement composée d'horizons de sols granulaires fins (silt non plastique à sable moyen) sous lesquels se trouvent des horizons de sols granulaires plus grossiers

(mélange de silt, de sable, de gravier, de cailloux et de blocs en proportions variables). Des couches discontinues de silt ont été rencontrées dans ce dépôt granulaire. Ce dépôt granulaire varie de lâche à compact dans la partie supérieure, devenant dense avec la profondeur.

- Une couche de sols granulaires plastiques a été interceptée sous la couche de sols granulaires, localement, dans la zone nord-ouest du PAR (BH-22-13). Cette couche est composée de sable silteux graveleux à silt graveleux et sable, de consistance dure. L'épaisseur de la couche est d'environ 1,6 m.
- Le socle rocheux a été intercepté à des élévations variant de 382,4 m à 407,9 m.

2.2.2 Propriétés géotechniques

Le tableau 1 présente un résumé des paramètres géotechniques des sols de fondation dans le secteur du PAR mesurés lors de l'étude géotechnique de 2021 à 2022 (WSP 2023b). Les résultats sont présentés en fonction du secteur du PAR, étant donné que les sols granulaires diffèrent légèrement selon que le dépôt se trouve dans les secteurs topographiques élevés ou dans la zone humide correspondant à la vallée topographique (section 2.2.1).

Les essais de cisaillement direct (DS) ont montré que l'angle de frottement effectif calculé (ϕ') varie de 31° à 37° (calculé en considérant l'absence de cohésion) dans les sols granulaires. Les essais de DS pour le secteur topographique de la vallée ont été réalisés sur des échantillons provenant des sondages BH-22-09, BH-22-13 et TP-21-15, et sur des échantillons provenant des sondages BH-22-16, BH-22-27 et HMTN-F03-22 pour les secteurs topographiques élevés (la localisation des sondages est présentée sur la figure A à la fin du texte).

Tableau 1: Paramètres géotechniques des sols granulaires en fondation

Paramètre géotechnique	Valeur du paramètre géotechnique	
	Secteurs de haute topographie	Vallée topographique
Teneur en eau, w	7,3 % à 33,9 %	8,5 % à 58,7 %
Densité relative des grains solides, G_s	2,73 à 2,74	2,70
Limites d'Atterberg	Non plastique	Non plastique ^(b)
Angle de frottement effectif, $\phi'^{(a)}$	31° à 34°	31° à 37°

Référence : WSP 2023b.

(a) Basé sur les résultats des essais DS.

(b) À l'exception de la mince couche de sol granulaire plastique interceptée à la base du forage BH-22-13.

PAR = Parc à résidus.

2.2.3 Niveaux d'eau souterraine

Les niveaux d'eau souterraine mesurés en 2022 par WSP (WSP 2023b) indiquent que le niveau d'eau est généralement proche de la surface dans le secteur du parc à résidus. Le tableau 2 fournit des détails sur les mesures du niveau d'eau dans le secteur du PAR. L'emplacement des puits d'observation est indiqué à la figure A (à la fin du texte). Le niveau d'eau est généralement près de la surface avec une profondeur moyenne de 0,9 m (juin 2022). Le nombre de points de mesure du niveau d'eau ne permet pas de produire une carte piézométrique dans le secteur du PAR, mais la faible profondeur du niveau d'eau à la majorité des points de mesure permet de supposer que le niveau de la nappe suit la surface topographique.

Tableau 2: Mesure du niveau d'eau dans le secteur du parc à résidus (juin 2022)

Forage	Élévation du niveau de l'eau (masl)	Profondeur du niveau d'eau (mbgl)
BJ-F01-21	397,78	0,95
HMTN-F01-21	409,68	3,17
HMTN-F02-22	409,61	0,31
HMTN-F03-22	412,71	0,26
F-63-22	413,87	0,04
F-64-22-B	413,40 ^(a)	0,73 ^(a)

(a) Mesuré en mai 2022.

masl = mètres au-dessus du niveau de la mer; mbgl = mètres au-dessous du niveau du sol.

2.3 Résidus

Des essais géotechniques de laboratoire ont été effectués sur sept échantillons différents de résidus et de mélanges de résidus en 2020 et 2021 (WSP 2023a). Ces échantillons ont été produits par Osisko et représentent les principales zones minéralogiques qui seront exploitées (Lynx, Main et Underdog) selon le plan minier reçu en août 2020.

Depuis la réalisation de ces essais en laboratoire, le concept du PAR et le plan minier ont considérablement changé. La conception précédente du PAR comprenait la déposition de résidus épaissis et la mise en place contrôlée de résidus filtrés. La conception présentée au niveau de l'étude de faisabilité a évolué et considère maintenant uniquement des résidus filtrés placés et compactés mécaniquement. Ainsi, certains résultats de laboratoire sur les résidus filtrés n'ont pas été réalisés dans des conditions représentatives de l'empilement prévu au PAR et n'ont donc pas été utilisés dans la conception du PAR.

De plus, les boues provenant des opérations souterraines, qui seront mélangées aux résidus avant leur filtration, n'ont pas été incluses dans la caractérisation des résidus de 2020 à 2021. Les boues sont constituées de particules très fines et devraient constituer environ 5 % du mélange. Pour l'étude de faisabilité, il est supposé que les résidus et les boues formeraient un mélange homogène et n'aurait pas d'impact significatif sur les propriétés géotechniques des résidus.

Le tableau 3 présente un résumé des propriétés de base et la résistance au cisaillement des résidus mesurées en laboratoire (WSP 2023a). Les essais de DS (figure 1) ont été réalisés à des niveaux de compaction associés à 90 % et 95 % du Proctor standard et à une teneur en eau proche de l'optimum. La conception de niveau faisabilité recommande un compactage des résidus à 95 % du Proctor.

Tableau 3: Paramètres géotechniques des résidus

Paramètre géotechnique	Valeur du paramètre géotechnique
Pourcentage de particules fines	98 %
Granulométrie à 80 % passant	37 µm
Pourcentage solide	81 % à 84 %
Limites d'Atterberg	Non plastique
Densité relative des grains solides, G _s	2,85 à 3,01
Poids volumique sec maximum, γ _{d,max} (essai Proctor standard)	16 kN/m ³
Teneur en eau optimale, w _{opt} (essai Proctor standard)	21,6 %
Résistance au cisaillement, τ (essai DS à 90 % du Proctor)	τ = 1,9927σ _n ^{0,8479} (figure 1)
Résistance au cisaillement, τ (essai DS à 95 % du Proctor)	τ = 4,1124σ _n ^{0,7177} (figure 1)

Référence : WSP 2023a.

kN/m³ = kilonewtons par mètre cube; DS = cisaillement direct.

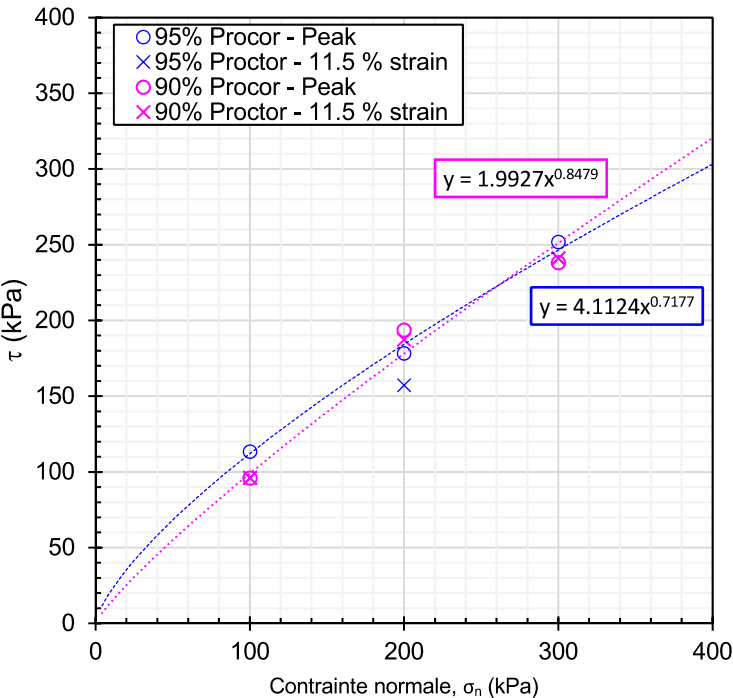


Figure 1: Résistance au cisaillement au pic et à 11,5% de déformation en fonction de la contrainte normale, basée sur les résultats de DS pour les résidus compactés à 90% et 95 % du Proctor

kPa = kilopascal; DS = cisaillement direct.

Les résultats de l'essai de cisaillement simple direct cyclique (CDSS) sont présentés à la figure 2. Les résultats montrent un rapport de résistance cyclique de 0,113 lorsque 7 cycles étaient nécessaires pour atteindre une déformation de 3,75 % (considérée comme une liquéfaction) et un rapport de 0,105 lorsque 10 cycles étaient

nécessaires pour atteindre la même déformation. Les échantillons ont été reconstitués pour reproduire la déposition de résidus épaissis. Ils étaient donc plus lâches que la densité que l'on peut attendre au PAR avec des résidus filtrés compactés mécaniquement. Cette différence pourrait avoir un impact sur les résultats.

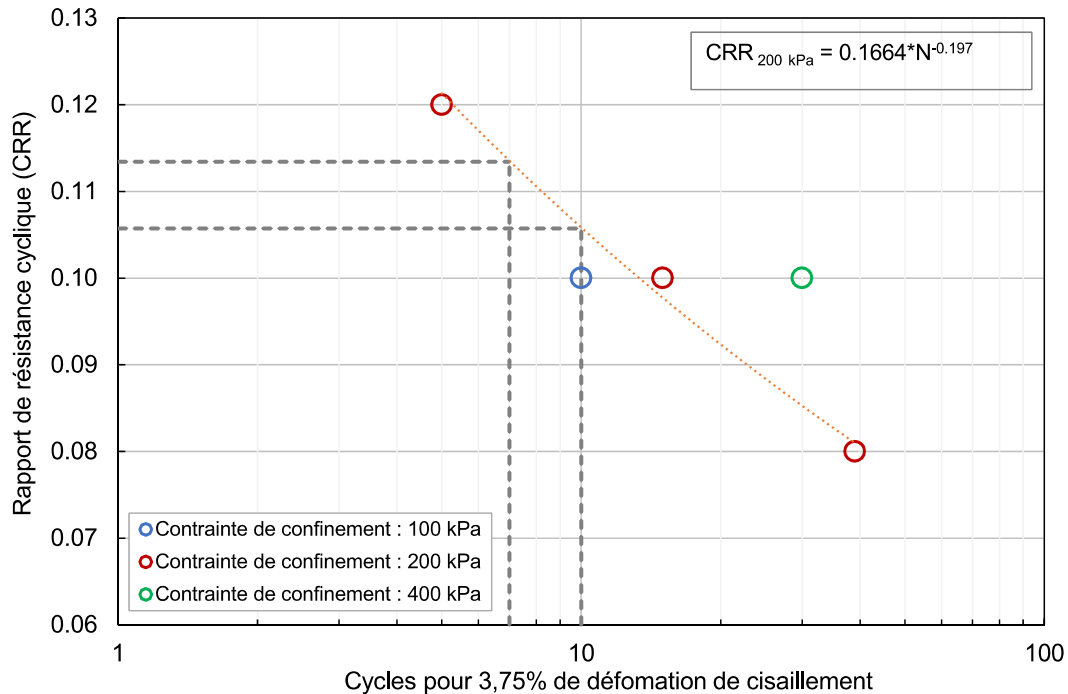


Figure 2: Rapport de résistance cyclique mesuré en laboratoire en fonction du nombre de cycles

kPa = kilopascal.

3.0 CRITÈRES DE CONCEPTION

Les principaux critères et bases de conception du PAR sont présentés dans le memorandum des bases de conception (WSP 2023c), qui est résumé dans les sections suivantes.

3.1 Directives et réglementation

Deux directives et règlements provinciaux, soit la Directive 019 sur l'industrie minière (MDDEP 2012) et le guide de restauration des sites miniers du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN 2022), ont été considérés pour la conception de niveau faisabilité du PAR. En plus, les recommandations de l'Association canadienne des barrages (ACB) pour les barrages miniers (2019) ont également été prises en compte, car elles sont considérées comme de bonnes pratiques. Les recommandations de l'ACB s'appliquent aux barrages de tous types et incluent les "barrages miniers", qui sont définis par l'ACB comme des structures de retenue de solides ou de liquides. Même si l'empilement de résidus filtrés de Windfall ne comporte pas de barrages dans sa conception, elle est tout de même considérée comme un ouvrage de retenue, car il est obligatoire de retenir les résidus dans l'empreinte de l'installation.

L'empilement de résidus filtrés est considéré, selon le décret provincial, comme une installation d'entreposage sans rétention d'eau (section 2.9.3.2, Directive 019). Sur la base de cette directive, les choix des critères de stabilité et

des méthodes d'analyse sont de la responsabilité du concepteur. Les principes généraux présentés dans l'ACB (2019) et le guide de restauration (MERN 2022), qui fournissent des indications sur la norme de diligence attendue pour la conception, l'opération, la restauration et la post-restauration (active et passive), ont été utilisés dans l'élaboration de la conception de faisabilité du PAR.

La conception de niveau faisabilité du PAR a été réalisée pour la phase d'opération et des vérifications ont été effectuées pour la phase post-restauration, afin de suivre la philosophie de "conception pour la fermeture" promue dans les directives de restauration du MERN (2022).

3.2 Critères de stabilité des pentes du parc à résidus miniers

Le parc à résidus a été conçu sur la base d'analyses de stabilité 2D d'équilibre aux limites.

Le tableau 4 présente un résumé des facteurs de sécurité (FS) minimums proposés pour la conception du PAR du projet Windfall. Les facteurs de sécurité minimums pris en compte dans la conception sont basés sur les lignes directrices et la réglementation présentées dans la section 3.1.

Tableau 4: Facteur de sécurité minimum pour le PAR

Phase de développement	Conditions de chargement	FS minimal ciblé
Opération	Résistance au pic en condition statique - propriétés de résistance non drainée pour les sols contractants et propriétés de résistance effective pour les sols dilatants	1,5
	Analyses sismiques pseudo-statiques Résistance au pic - $k_H = 50\%$ de l'accélération maximale du sol	1,1
	Analyses post-sismiques Résistance post-pic - liquéfaction dynamique et/ou le ramollissement cyclique des matériaux susceptibles (s'il y a lieu), sous le séisme de conception	1,3

FS = facteur de sécurité

3.3 Séisme de conception

Le choix du séisme de conception d'un ouvrage d'entreposage sans rétention d'eau peut être justifié et adapté en fonction de la localisation de l'ouvrage et des éléments impactés (population, infrastructures, services et répercussions environnementales) en cas de rupture de l'ouvrage (MDDEP, 2012). Elle doit également être adaptée à la phase de la vie du PAR. Ainsi, le séisme de conception utilisé pour concevoir la phase d'opération est différent de celui qui sera utilisé pour concevoir la phase post-restauration.

Phase d'opération

L'ACB (2019) recommande que la période de retour du séisme de conception soit choisie en fonction de la conséquence de rupture des structures. Pour le PAR de Windfall, la conséquence de rupture a été classée comme « élevée », ce qui a conduit à une probabilité de dépassement annuel de $1 / 2\,475$ (ou une période de retour de

2 475 ans). La magnitude du séisme et l'accélération maximale du sol (AMS) utilisées dans la conception ont été fournies par le modèle d'aléa sismique du Code national du bâtiment du Canada (CNBC) 2015 (actuellement en vigueur au Québec) (Adams et al. 2015) et sont résumées dans le tableau 5. L'accélération maximale du sol (AMS) pour un site de classe A (roche dure) et classe D (sol rigide) ont été utilisées dans la conception. Un site de classe D a été utilisé, car les vitesses des ondes de cisaillement (V_s) mesurées par le levé géophysique de 2021 (WSP 2023g) étaient généralement autour de 200 m/s dans le secteur du PAR.

Phase post-restauration

La période de retour sera mise à jour, le cas échéant, et si nécessaire, lors de la conception post-restauration. Toutefois, dans l'objectif de faire une conception pour la fermeture, conformément aux recommandations des directives de restauration du MERN (2022), la stabilité a également été vérifiée avec une période de retour à mi-chemin entre 2 475 et 10 000 ans, comme le recommande l'ACB pour la phase post-restauration d'une structure dont la conséquence de rupture est classée « élevée ». Pour la phase post-restauration, les données du modèle d'aléas sismique NBCC 2020 (Kolaj et al. 2020) ont été utilisées, car il a été supposé qu'elles seront en application lors de la conception de la phase post-restauration du PAR. Elles sont présentées au tableau 5. L'AMS pour la conception post-restauration a été extrapolée selon les méthodes recommandées (gouvernement du Canada 2021). La magnitude de conception pour la phase de post-restauration a été choisie en fonction de notre expérience sur des sites à proximité.

Résumé

Le tableau 5 présente un résumé des paramètres sismiques de conception pour les deux phases de développement considérées. La fiche d'aléas sismiques et les données de désagrégation des aléas calculées par le Service canadien d'information sur les risques de la Commission géologique du Canada (NBCC 2015, 2020) pour le site du projet Windfall sont présentées à l'annexe B.

Tableau 5: Séisme de conception

Phase de développement	Période de retour	AMS (site de classe A)	AMS (site de classe D)	Magnitude moyenne (M_w)
Opération	2 475 ans	0,047 g ^(a)	0,067 g ^(a)	6,55 ^(a)
Post-restauration	À mi-chemin entre 2 475 et 10 000 ans	0,087 g ^(b)	0,196 g ^(b)	7,00 ^(c)

(a) Calculé à partir du NBCC 2015 (Adams et al. 2015).

(b) Extrapolé à partir de NBCC 2020 (Kolaj et al. 2020) selon les méthodes recommandées (gouvernement du Canada 2021).

(c) Basé sur notre expérience sur des sites à proximité.

AMS = accélération maximale du sol; CNBC = Code national du bâtiment du Canada.

4.0 ÉVALUTATION DE L'ÉTAT IN SITU - FONDATIONS

La compréhension de l'état in situ des sols de fondation est fondamentale pour identifier les mécanismes de rupture potentiels et évaluer la stabilité géotechnique du PAR. À cette fin, une évaluation préliminaire de l'état in situ des sols de fondation a été réalisée afin de déterminer, à un niveau de conception de faisabilité, si les sols granulaires de fondation sont dans un état contractant ou dilatant.

Les termes « contractant » et « dilatant » font référence au fait que l'état du matériau se trouve au-dessus (contractant) ou au-dessous (dilatant) de la ligne d'état critique (CSL). Un matériau contractant peut subir une perte

de résistance lorsqu'il est soumis à un chargement et/ou à un cisaillement, en raison de l'accumulation de pressions interstitielles en excès. Les matériaux contractants sont également susceptibles de mobiliser une résistance liquéfiée ou de subir un ramollissement sous l'effet d'un chargement statique (liquéfaction statique et perte de résistance, respectivement) ou cyclique (liquéfaction sous l'effet d'un séisme et ramollissement cyclique, respectivement). Un matériau dilatant ne génère pas de pressions interstitielles en excès sous un chargement statique, mais peut tout de même se liquéfier ou subir une perte de résistance sous un chargement cyclique.

4.1 Méthodologie

L'état in situ des sols granulaires de fondation a été estimé sur la base des données corrigées de résistance SPT recueillies dans le secteur du PAR (WSP 2023b). La relation proposée par Fear et Robertson (1995), telle que présentée dans Olson et Stark (2003), a été utilisée comme limite entre les sols contractants et dilatants.

L'état in situ des sols granulaires de fondation a été évalué à l'emplacement de 18 forages réalisés dans le secteur du PAR : BH-22-01, BH-22-12, BH-22-13, BH-22-14, BH-22-16, BH-22-18, BH-22-22, BH-22-23, BH-22-25 à BH-22-28, BJ-F01-21, HMTN-F01-21, HMTN-F02-22, HMTN-F03-22, F-63-22, et F-64-22B. La localisation des forages est présentée à la figure A (à la fin du texte). Les journaux de sondages sont présentés dans WSP (2023b).

4.2 Résultats

L'estimation de l'état in situ, en fonction de la contrainte effective, à l'emplacement de chacun des 18 forages évalués est présentée à l'annexe A. Les principales observations sont rapportées comme suit :

- Les sols de fondation ont généralement un comportement dilatant dans les zones topographiques élevées, comme le montrent les profils associés aux sondages suivants : BH-22-12, BH-22-16, BH-22-18, BH-22-22, BH-22-23, BH-22-26, BH-22-27, BH-22-28, BJ-F01-21, F-63-22, F-64-22B, HMTN-F01-21, HMTN-F02-22, HMTN-F03-22.
- Des couches de sols de fondation ayant un comportement contractant sont présentes au bas du secteur de la vallée topographique (secteurs nord-ouest et sud-est du PAR), comme le montrent les profils associés aux sondages suivants : BH-22-01, BH-22-13, BH-22-14, BH-22-25. Ces secteurs sont également caractérisés par un dépôt de mort-terrain plus épais (section 2.2.1).

5.0 ÉVALUATION DU POTENTIEL DE LIQUÉFACTION CYCLIQUE - RÉSIDUS MINIERES

L'évaluation du potentiel de liquéfaction cyclique permet d'estimer la résistance d'un sol soumis à une charge sismique. Les conséquences de la liquéfaction comprennent une réduction de la résistance au cisaillement et/ou de la capacité portante en raison de la génération de pressions interstitielles, et par conséquent une diminution des contraintes effectives. Les matériaux présentant généralement un potentiel de liquéfaction cyclique sont des matériaux granulaires lâches et saturés. Ces matériaux auront tendance à se contracter lorsqu'ils sont soumis à une charge sismique.

Par conséquent, une analyse préliminaire du potentiel de liquéfaction a été effectuée pour évaluer le potentiel de liquéfaction sismique des résidus filtrés contrôlés en fonction des résultats des essais en laboratoire CDSS (WSP 2023a) et du séisme de conception.

5.1 Méthodologie

Cette évaluation préliminaire du potentiel de liquéfaction a été réalisée en comparant les valeurs du rapport de contrainte cyclique (CSR), qui caractérise l'effet du séisme sur le matériau, aux valeurs du rapport de résistance cyclique (CRR), qui caractérise la résistance du matériau à la charge cyclique. Typiquement, un sol est considéré comme potentiellement liquéfiable lorsque la valeur du CSR est supérieure ou égale au CRR, ce qui implique que le facteur de sécurité (FS_{liq}) est inférieur à 1,0.

CSR

Le profil CSR pour le séisme de conception ($CSR_{M, \sigma'v}$) a été estimé en utilisant la méthode simplifiée de Seed et Idriss (1971), qui est basée sur les contraintes effectives ($\sigma'v$), l'accélération maximale à la surface du sol (a_{max}), et la magnitude (M_w) du séisme de conception. Les contraintes effectives ont été estimées en fonction d'un niveau d'eau situé approximativement à mi-hauteur de l'empilement de résidus, ce dernier ayant une hauteur maximale d'environ 23 m. Il s'agit d'une hypothèse conservatrice compte tenu de la mise en place prévue d'un système de réseau de drainage à la base de l'empilement, qui devrait maintenir la nappe phréatique dans les résidus à environ 3 m au-dessus du système d'imperméabilisation (WSP 2023e). Les a_{max} choisis pour ces analyses correspondent aux AMS (site de classe D), qui sont de 0,067 g et 0,196 g pour le séisme de conception en opération et post-restauration, respectivement (tableau 5). La sélection de la période de retour, de l'AMS et de la magnitude du séisme de conception sont présentés dans la section 3.3.

CRR

Le CRR a été estimé à partir des résultats des essais en laboratoire CDSS (WSP 2023a), ajustés à un nombre de cycles équivalents (déformation de 3,75 %) pour la magnitude du séisme de conception ($CRR_{M, \sigma'v}$). Le $CRR_{M, \sigma'v}$ a également été corrigé pour un chargement de 1 Hz (une fréquence de 0,1 Hz a été utilisée en laboratoire).

Les essais CDSS ont été effectués sur des résidus épaissis, qui n'ont pas été compactés. Ainsi, les résultats de laboratoire sous-estiment le $CRR_{M, \sigma'v}$ dans les résidus filtrés placés mécaniquement.

5.2 Résultats

Les $CRR_{M, \sigma'v}$ estimés à partir des résultats des essais en laboratoire CDSS (WSP 2023a) ajustés à un nombre de cycles équivalents (déformation de 3,75 %) sont de 0,113 en opération ($M_w = 6,55$; nombre de cycles équivalents (N_{eq}) de 7) et de 0,105 après la restauration du site ($M_w = 7,0$; $N_{eq} = 10$) (figure 2) pour une contrainte effective de confinement de 200 kPa. Les valeurs corrigées du $CRR_{M, \sigma'v}$ sont de 0,12 en opération et de 0,11 post-restauration, pour tenir compte de la fréquence de chargement. Les FS de liquéfaction en fonction des contraintes effectives dans les résidus en opération et après la restauration du site sont présentés dans la figure 3 et les principales observations sont rapportées comme suit :

- Les résidus ne devraient pas être susceptibles de subir une liquéfaction cyclique compte tenu du séisme de conception en opération (FS supérieur ou égal à 1,0).
- La section supérieure des résidus peut être sensible à la liquéfaction si l'on considère le séisme de conception post-restauration. Cependant, ils devront avoir une saturation suffisamment élevée pour développer des pressions interstitielles en excès pendant le chargement cyclique, car les résidus susceptibles de se liquéfier sont situés au-dessus du niveau d'eau présumé. Les essais CDSS ont été effectués sur des résidus épaissis, qui n'ont pas été compactés. Les résidus filtrés mécaniquement et mis en place de façon contrôlée auront un degré de compaction plus élevé, il est donc justifié d'anticiper un CRR plus élevé. Toutefois, le CRR calculé est basé sur une contrainte effective de confinement de 200 kPa. Un essai a été effectué à des contraintes

effectives de confinement plus faibles (100 kPa) et a montré que le CRR diminuait, et donc que le FS_{liq} diminuait pour les résidus avec des contraintes effectives de confinement inférieures à 200 kPa.

- L'analyse post-restauration a été réalisée en considérant une nappe phréatique en opération, ce qui est une approche conservatrice. L'utilisation d'une nappe phréatique plus basse, réaliste après la construction d'un recouvrement de faible perméabilité pour la restauration, devrait augmenter le FS_{liq} .

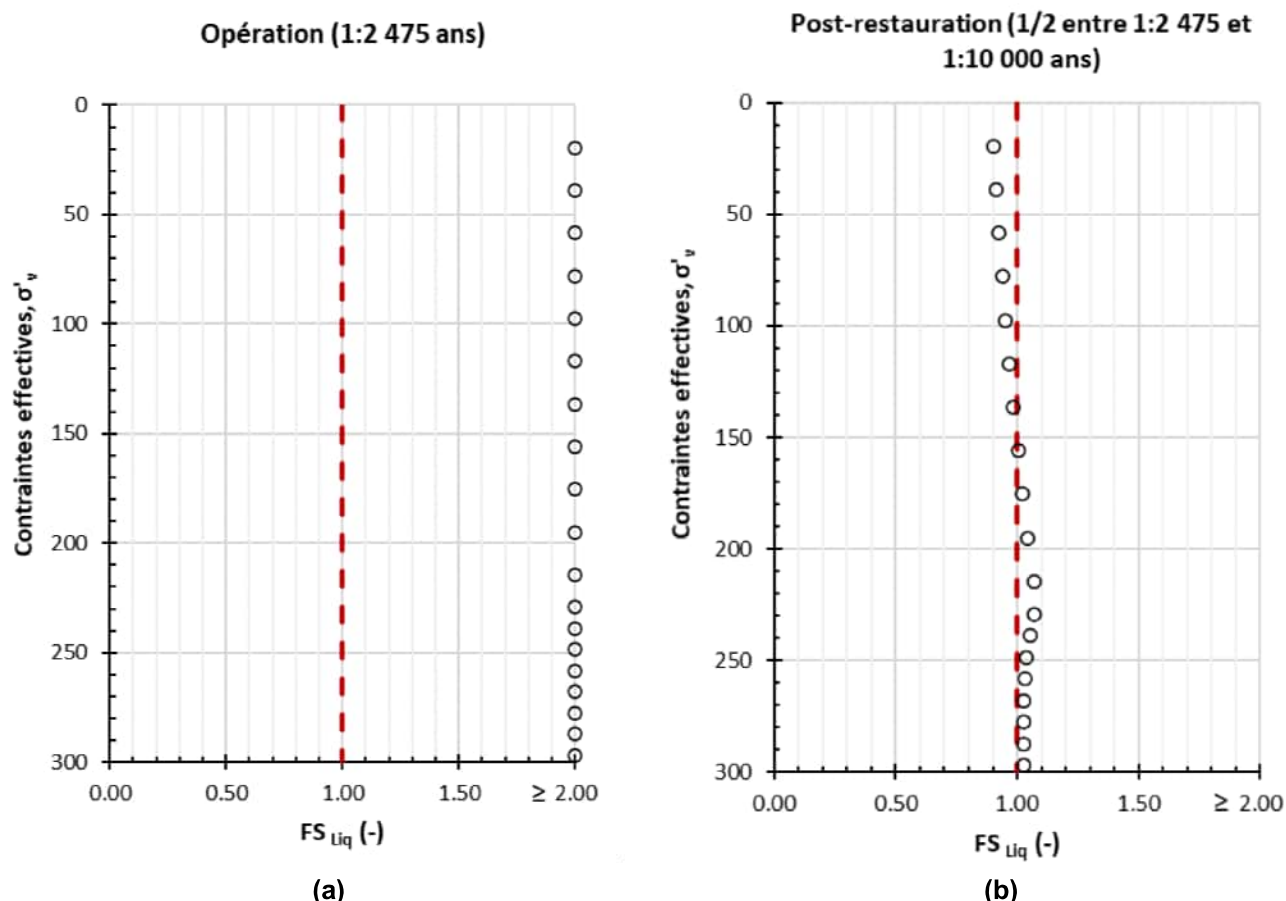


Figure 3: Facteur de sécurité liquéfié en fonction des contraintes effectives dans les résidus en opération (a) et post-restauration (b).

FS_{Liq} = facteur de sécurité liquéfié

6.0 ÉVALUATION DU POTENTIEL DE LIQUÉFACTION CYCLIQUE - FONDATIONS

Une évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction a été réalisée pour déterminer si les sols granulaires de fondation étaient susceptibles de subir une liquéfaction cyclique lorsque soumis au séisme de conception, en fonction des résultats des SPT in situ réalisés dans le secteur du PAR (WSP 2023b).

6.1 Méthodologie

Cette analyse simplifiée du potentiel de liquéfaction a été réalisée en comparant les valeurs du CSR, qui caractérise l'effet du séisme sur le matériau, aux valeurs du CRR, qui caractérise la résistance du matériau au chargement

cyclique. Typiquement, un sol est considéré comme potentiellement liquéfiable lorsque la valeur du CSR est supérieure ou égale au CRR, ce qui implique que le facteur de sécurité (FS_{liq}) est inférieur à 1,0.

CSR

Le profil CSR pour le séisme de conception ($CSR_{M, \sigma'v}$) a été estimé en utilisant la méthode simplifiée de Seed et Idriss (1971), qui est basée sur les contraintes effectives ($\sigma'v$), l'accélération maximale à la surface du sol (a_{max}), et la magnitude (M_w) du séisme de conception. Les contraintes effectives ont été estimées en fonction de l'état actuel du site (avant la construction du PAR) et considèrent un niveau d'eau estimé à la surface des sols de fondation en fonction du niveau d'eau mesuré dans les puits d'observation et lors de l'excavation des tranchées d'explorations (section 2.2.3). Les a_{max} choisis pour ces analyses correspondent à l'AMS (site de classe D), qui sont de 0,067 g et 0,196 g pour le séisme de conception en opération et post-restauration, respectivement (tableau 5). Les choix de la période de retour, de l'AMS et de la magnitude du séisme de conception sont présentés dans la section 3.3.

CRR

Le calcul simplifié du CRR a été effectué selon la relation développée pour les sols sableux par Idriss et Boulanger (2008), basée sur les valeurs de résistance à la pénétration « N » normalisées à 60 % d'énergie et corrigées pour l'influence des particules fines ($(N_1)_{60cs}$). Les valeurs N ont été mesurées par les SPT réalisés dans le secteur du PAR (WSP 2023b). Le CRR a également été corrigé pour le séisme de conception et pour les contraintes effectives ($CRR_{M, \sigma'v}$).

Les contraintes effectives ont été estimées à partir de l'état actuel du site (avant la construction du PAR) et d'un niveau d'eau estimé à la surface des sols de fondation à partir du niveau d'eau mesuré dans les puits d'observation et lors de l'excavation des tranchées d'explorations (section 2.2.3).

L'analyse simplifiée du potentiel de liquéfaction a été évaluée à l'emplacement de 11 forages réalisés dans le secteur du PAR : BH-22-01, BH-22-12, BH-22-13, BH-22-14, BH-22-16, BH-22-23, BH-22-25 à BH-22-27, BJ-F01-21, et HMTN-F03-22. Les forages ont été sélectionnés en fonction de leur proximité avec le PAR et des valeurs N les plus défavorables. La localisation des forages est présentée dans la figure A (à la fin du texte). Les journaux de sondages sont présentés dans WSP (2023b).

Vérification supplémentaire post-restauration

En plus du CSR et du CRR simplifiés calculés pour les conditions actuelles du site (tel que décrit dans les sections précédentes), une vérification a également été effectuée avec une charge supplémentaire équivalente au PAR à une élévation de 421,5 m. Cette vérification a été effectuée pour vérifier l'impact des contraintes générées par le PAR sur le potentiel de liquéfaction de la fondation pour la condition post-restauration. Cette vérification est une simplification et ne tient pas compte de l'amélioration possible de la fondation et des valeurs N après le chargement.

6.2 Résultats

Le FS_{liq} calculé à partir de l'évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction des sols granulaires de fondation est présenté en fonction de la profondeur à l'annexe C ainsi qu'aux figures 4 et 5. Les principales observations sont rapportées comme suit :

- Les sols de fondation ne sont pas susceptibles de subir une liquéfaction cyclique sous le séisme de conception en opération (FS supérieur ou égal à 1,0).

- Les sols de fondation pourraient être susceptibles de subir une liquéfaction cyclique sous le séisme de conception post-restauration (FS inférieur ou égal à 1,0), selon les analyses tenant compte des contraintes actuelles (sans l'augmentation des contraintes générées par la présence du PAR).
- La charge supplémentaire associée à la construction du PAR réduit la susceptibilité des sols de fondation à la liquéfaction cyclique sous le séisme de conception post-restauration.
- Les sols granulaires de fondation définis comme contractants (section 4.0) sont plus enclins à la liquéfaction cyclique. Une comparaison entre l'état des sols et leur potentiel de liquéfaction cyclique sous le séisme de conception post-restauration est présentée à la figure 6.

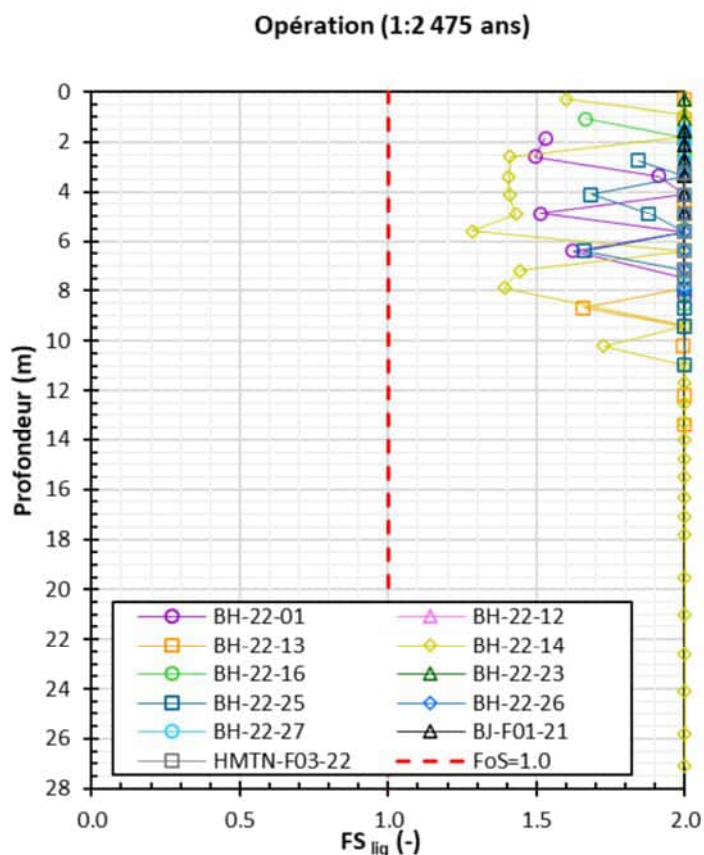
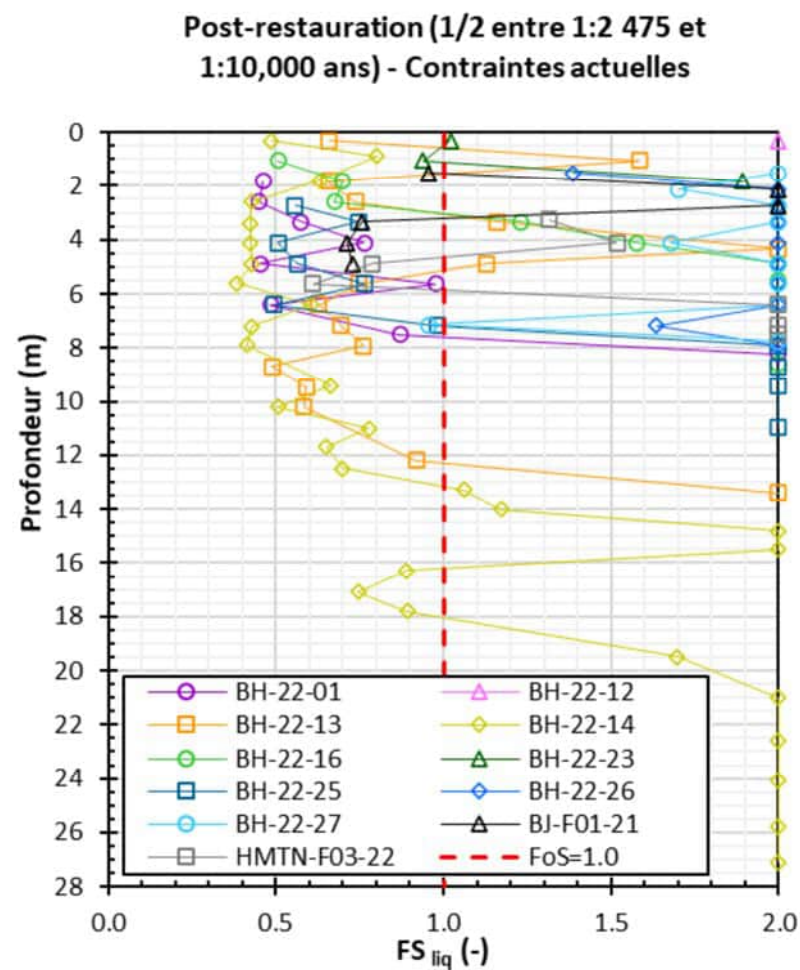
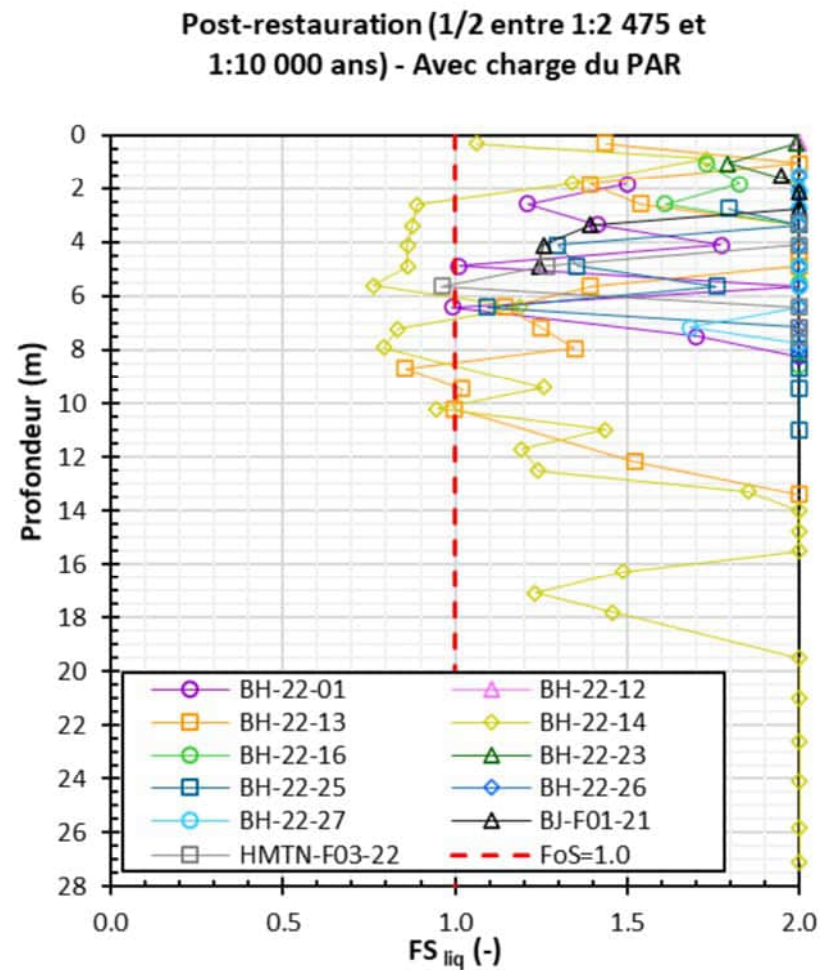


Figure 4: Facteur de sécurité contre l'initiation de la liquéfaction en opération pour les conditions de contrainte actuelle, en fonction de la profondeur

FS_{liq} = facteur de sécurité liquéfié



(a)



(b)

Figure 5: Facteur de sécurité contre l'initiation de la liquéfaction en condition post-restauration pour les conditions de contrainte actuelles (a) et avec la charge du parc à résidus (b), en fonction de la profondeur

FS_{liq} = facteur de sécurité liquéfié; PAR = Parc à résidus.

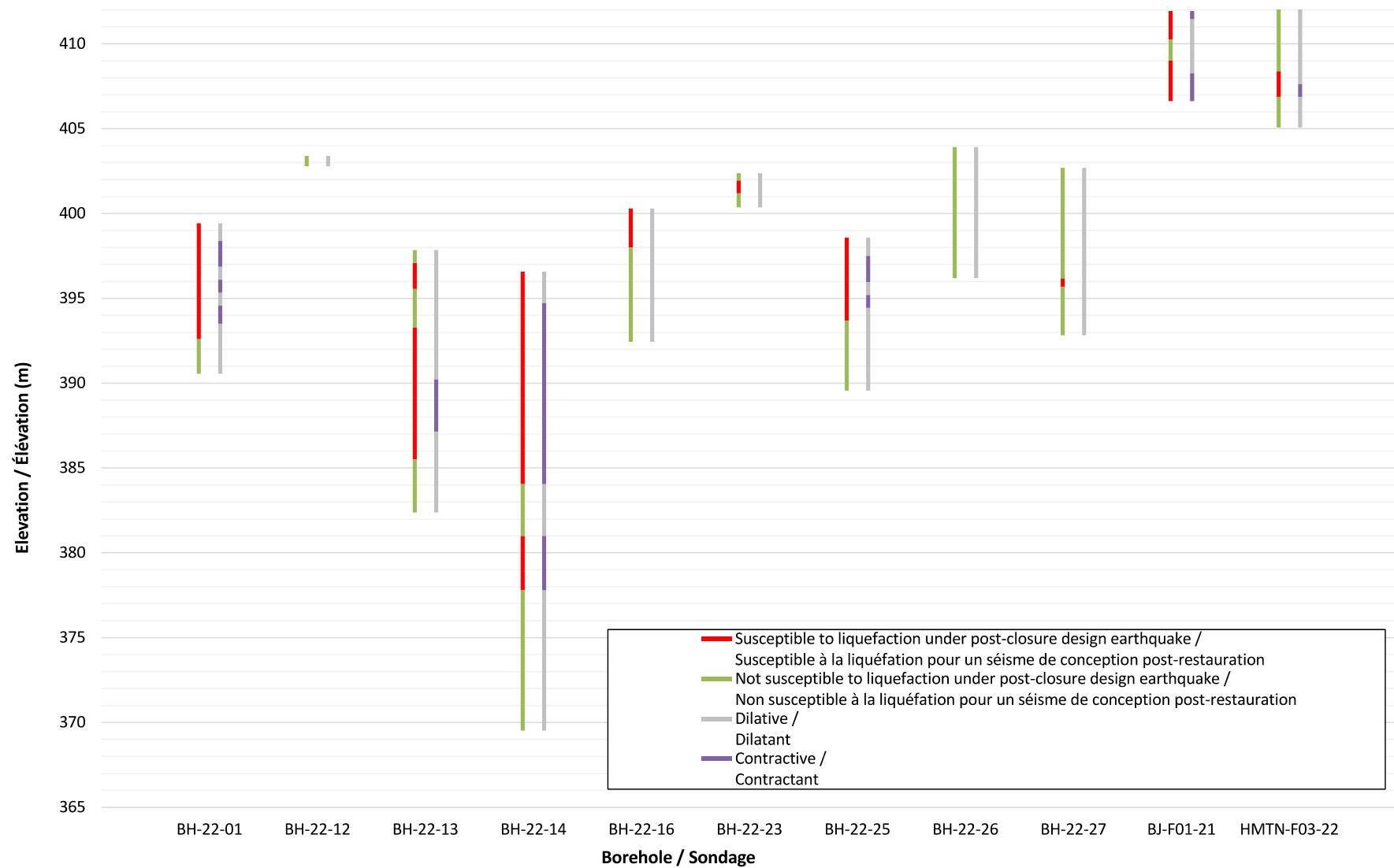


Figure 6: Comparaison entre les sols susceptibles à la liquéfaction pour le séisme de conception post-restauration (sans chargement du parc à résidus) et l'état in situ.

7.0 ANALYSES GÉOTECHNIQUES DE STABILITÉ DES PENTES

Les sections suivantes présentent la méthodologie et les résultats des analyses géotechniques de stabilité des pentes du PAR pour la phase d'opération.

7.1 Méthodologie

L'évaluation de la stabilité géotechnique des pentes du PAR a été réalisée selon la méthode d'équilibre aux limites, à l'aide du logiciel SLOPE/W de la suite Geostudio (GeoSlope International). Toutes les analyses de stabilité sont basées sur l'approche Morgenstern-Price, qui satisfait à la fois l'équilibre des forces et des moments. Pour chaque analyse, les FS de plusieurs surfaces de rupture potentielles ont été calculés afin de déterminer le FS minimal. Le FS est défini comme le rapport entre les forces stabilisatrices et les forces motrices qui tendent à initier la rupture le long d'une surface de rupture donnée. Les analyses ont été effectuées en utilisant une représentation 2D, qui est une simplification conservatrice.

Différents types de rupture ont été analysés pour déterminer la surface de rupture critique, soit :

- les ruptures circulaires
- les ruptures en blocs ou en coin
- les ruptures non circulaires

Les surfaces de rupture ont été évaluées à l'aide de l'option d'optimisation des surfaces.

Critères de stabilité et conditions de chargement

Les critères de stabilité des pentes du PAR sont présentés dans le memorandum des bases de la conception (WSP 2023c), et sont résumés dans la section 3.2. Les analyses de stabilité d'équilibre aux limites visent les FS présentés au tableau 4.

La stabilité a été évaluée dans des conditions de chargement statique (résistance au pic), sismique (pseudo-statique) et post-sismique (résistance post-pic).

Les analyses sismiques (pseudo-statiques) et post-sismiques (résistance post-pic) ont considéré une période de récurrence de 2 475 ans, et une vérification a été effectuée avec une période de récurrence à mi-chemin entre 2 475 ans et 10 000 ans pour la phase post-restauration. La période de récurrence sélectionnée est discutée à la section 3.3.

Les analyses sismiques (pseudo-statiques) ont été effectuées en utilisant 50 % de l'accélération maximale au roc (site de classe A); tableau 5) comme proposé par Hynes-Griffin et Franklin (1984). Contrairement à l'approche décrite par Hynes-Griffin et Franklin (1984), les propriétés du sol n'ont pas été diminuées, mais le facteur de sécurité visé est plus élevé (FS visé 1,1) que celui proposé par cette méthode (FS de 1,0).

Coupes transversales, géométrie et stratigraphie

Les analyses de stabilité des pentes de l'empilement de résidus filtrés ont été effectuées pour trois coupes transversales interceptant perpendiculairement les pentes. Les coupes transversales ont été positionnées dans les zones où les fondations semblaient être les plus défavorables, soit :

- la coupe transversale A : sud-est de l'empilement, à travers le bassin du PAR 1
- la coupe transversale B : au nord-ouest de l'empilement, à travers le bassin du PAR 2

- la coupe transversale C : au sud-est de l'empilement, au nord de la coupe transversale A

La figure A (à la fin du texte) montre l'emplacement des coupes transversales.

La stratigraphie générale sous le PAR est décrite dans la section 2.2.1. La stratigraphie modélisée pour chaque section transversale est une interprétation basée sur les forages disponibles dans le secteur (la figure A à la fin du texte montre la localisation des forages) et sur l'état in situ des matériaux interprétés (section 4.0). Les sols organiques ont été considérés comme décapés sous les infrastructures du PAR.

Pour la coupe transversale A, le modèle numérique comprend une couche de silt et/ou de sable contractant (épaisseur de 4,2 m à 6,4 m) au-dessus d'une couche de silt et/ou de sable dilatant (épaisseur jusqu'à 2,0 m), au-dessus d'une couche de silt, de sable et de gravier (épaisseur jusqu'à 2,3 m), recouvrant le socle rocheux (figure 7). Cette interprétation est principalement basée sur le forage BH-22-25 sous le PAR et BH-22-07 en aval du PAR.

Pour la coupe transversale B, le modèle numérique comprend une couche de silt et/ou de sable dilatant (épaisseur jusqu'à 7,5 m) au-dessus d'une couche de silt, de sable et de gravier (épaisseur jusqu'à 11,8 m) recouvrant le socle rocheux. Le modèle comprend également une couche de silt et/ou de sable contractant (épaisseur jusqu'à 19,0 m) en aval du PAR. Cette couche contractante n'a pas été rencontrée au BH-22-13 ou sous le PAR. Lorsqu'elle est présente, cette couche de silt et/ou de sable contractant repose sur la couche de silt et/ou de sable dilatant. De plus, le modèle inclut une couche cohérente de silt, de sable et de gravier sous une couche non cohérente de silt, de sable et de gravier qui n'a été rencontrée qu'au BH-22-13, en aval du PAR. La stratigraphie interprétée de la coupe transversale B est présentée à la figure 8. Cette interprétation est principalement basée sur la ligne géophysique GS-21-11 sous le PAR et le BH-22-13 en aval du PAR.

Pour la coupe transversale C, le modèle numérique inclut une couche de silt et/ou de sable contractant (avec une épaisseur allant jusqu'à 6,4 m) dans le secteur aval du PAR. Cette couche contractante n'a pas été rencontrée au BH-22-16 et en amont. La couche contractante repose sur une couche de silt et/ou de sable dilatant (épaisseur jusqu'à 3,0 m) et/ou une couche de silt, de sable et de gravier (épaisseur jusqu'à 4,8 m) recouvrant le socle rocheux (figure 9). Cette interprétation est principalement basée sur les forages BH-22-28 sous le PAR, BH-22-16 au milieu de la pente du PAR, et BH-22-02 en aval du PAR.

La géométrie modélisée est basée sur une simplification du PAR et comprend les éléments suivants :

- une élévation maximale des résidus de 421,5 m au sud-est de l'empilement (coupes transversales A et C), soit 1,5 m de plus que l'élévation de l'empilement dans le secteur sud-est
- une élévation maximale des résidus de 423 m au nord-ouest de l'empilement (coupe transversale B)
- des pentes latérales 4,5H:1V
- une route granulaire de 2 m de haut au pied du PAR (en aval des résidus)
- un drain granulaire de 2 m de haut au pied du PAR (sous les résidus)
- un géotextile placé sous les résidus et les matériaux granulaires de construction (routes, drains, bassins, fossés)
- une membrane en polyéthylène linéaire basse densité (PEBDL) placée sous le géotextile (PEBDL texturé commençant dans les fossés environnants et s'étendant sur 100 m en amont du pied de l'empilement et PEBDL lisse sous le reste de l'empilement)

- une fondation surélevée en matériau granulaire à une élévation de 400 m au sud-est de l'empilement (coupes transversales A et C)
- une fondation surélevée en matériau granulaire à une élévation de 401 m au nord-ouest de l'empilement (coupe transversale B)

En plus du PAR, une simplification de l'infrastructure de gestion des eaux située au pied de chaque section transversale a été modélisée. Les infrastructures de gestion de l'eau sont détaillées dans WSP (2023d) et comprennent :

- Le bassin 1 du PAR au pied de la coupe transversale A. Ce bassin comprend une berme de stabilité d'une longueur minimale de 20 m et d'une élévation minimale de 399 m pour répondre aux critères de stabilité du PAR.
- Le bassin 2 du PAR au pied de la coupe transversale B. Ce bassin n'est pas exactement dans la vallée où se trouve la coupe transversale B; le positionnement de ce bassin au pied de la coupe transversale B est une simplification conservatrice.
- Le fossé périphérique de collecte des eaux de contact au pied de la coupe transversale C.

Pour les vérifications post-restauration, les matériaux de couverture n'ont pas été inclus par souci de simplification. La géométrie modélisée pour chaque section transversale est illustrée dans les figures 7, 8 et 9.

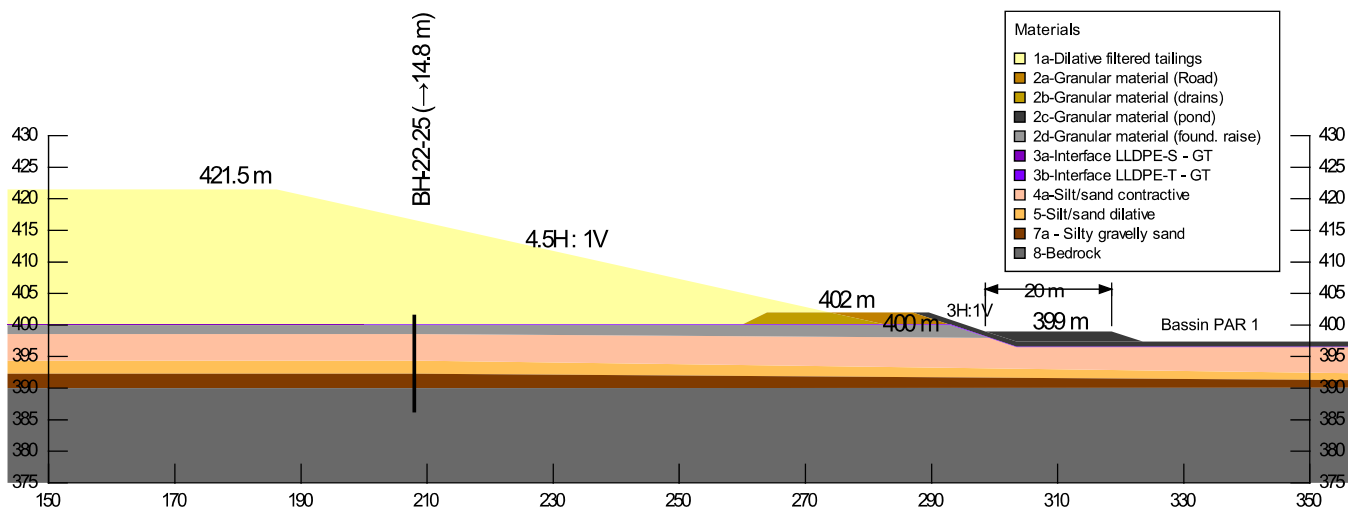


Figure 7: Géométrie et stratigraphie modélisées pour les analyses de stabilité des pentes – Coupe transversale A

PAR = parc à résidus; H:V = horizontal à vertical; PEBDL = polyéthylène linéaire à basse densité.

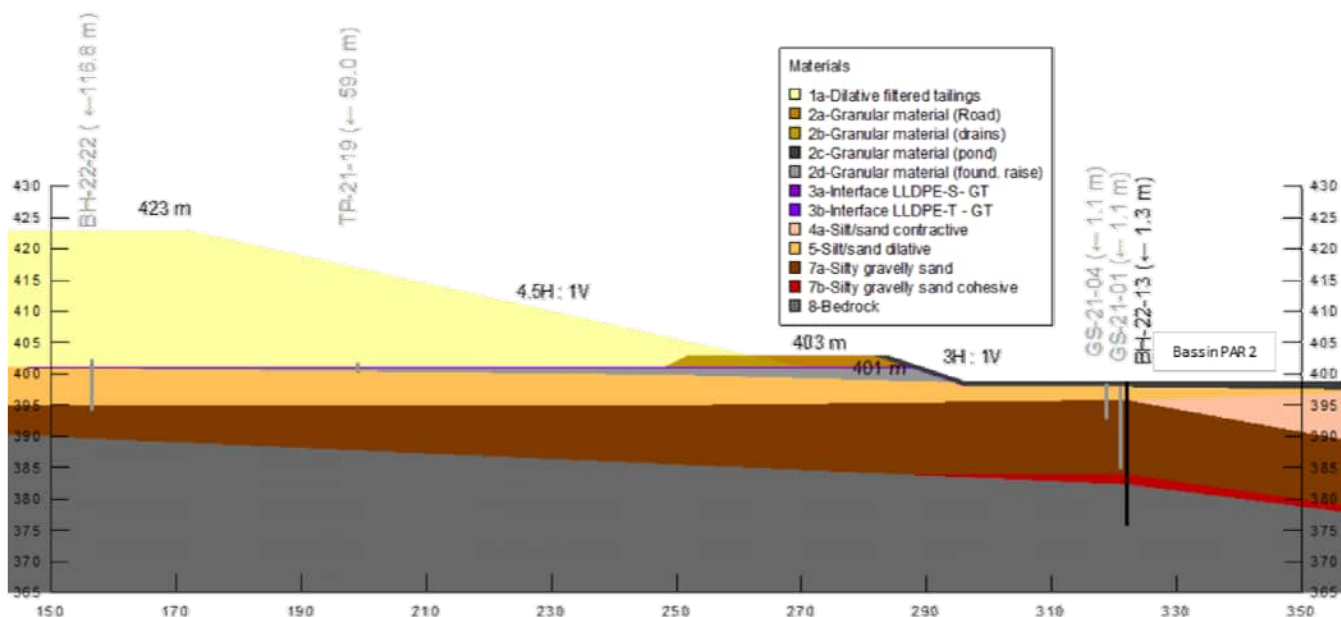


Figure 8: Géométrie et stratigraphie modélisées pour les analyses de stabilité des pentes – Coupe transversale B

PAR = parc à résidus; H:V = horizontal à vertical; PEBDL = polyéthylène linéaire à basse densité.

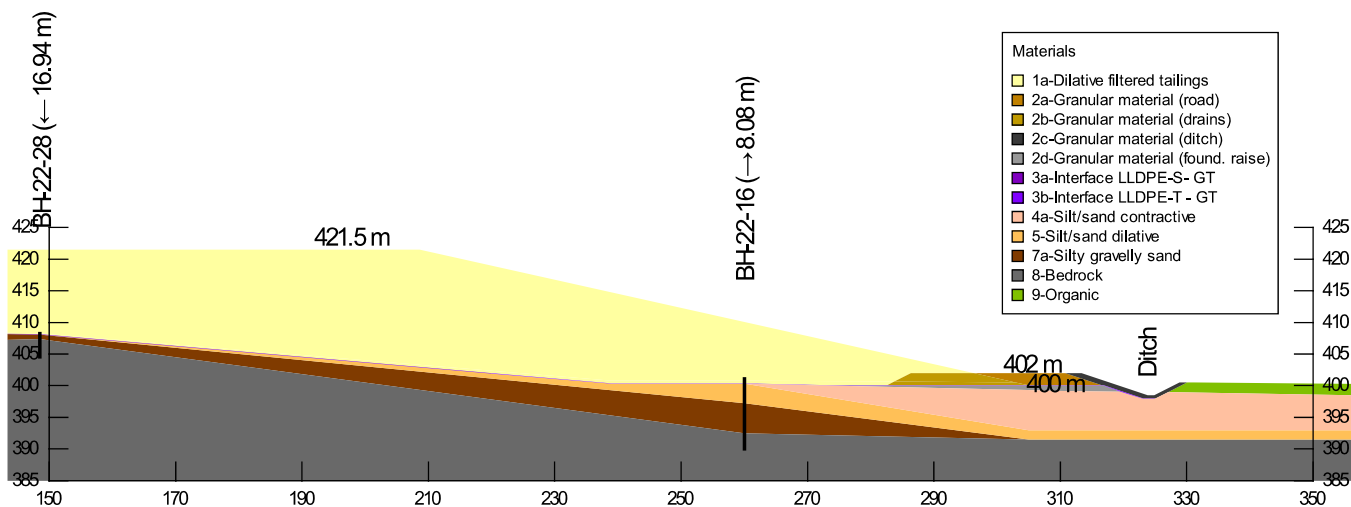


Figure 9: Géométrie et stratigraphie modélisées pour les analyses de stabilité des pentes - Coupe transversale C

PEBDL = polyéthylène linéaire à basse densité.

Pressions d'eau interstitielle

Les pressions d'eau interstitielle ont été modélisées avec deux lignes piézométriques utilisées dans chaque modèle numérique.

La première ligne piézométrique a été appliquée aux matériaux situés sous le système d'imperméabilisation et a été estimée à la surface des sols de fondation avant l'enlèvement des sols organiques. Il s'agit d'une hypothèse conservatrice basée sur le niveau d'eau mesuré dans les puits d'observation et lors de l'excavation des tranchées d'exploration (section 2.2.3).

La deuxième ligne piézométrique a été appliquée aux matériaux situés au-dessus du système d'imperméabilisation et a été placée approximativement à mi-hauteur de l'empilement. Il s'agit d'une hypothèse conservatrice, car le système de drainage devrait maintenir la nappe phréatique dans les résidus à environ 3 m au-dessus du système d'imperméabilisation (WSP 2023b).

Les lignes piézométriques ne tiennent pas compte des surpressions générées par la mise en place des résidus ou des matériaux de construction.

Pour les vérifications post-restauration, la deuxième ligne piézométrique appliquée aux matériaux situés au-dessus du système d'imperméabilisation a été abaissée pour tenir compte de l'impact de la mise en place du recouvrement de faible perméabilité au-dessus des résidus lors de la fermeture.

Propriétés des matériaux

Les paramètres de résistance au cisaillement utilisés pour les analyses géotechniques de stabilité des sont basés sur les directives présentées dans le memorandum des bases de conception (WSP 2023c). Ils sont discutés dans la section suivante et résumés dans le tableau 6.

Les analyses de stabilité statique (résistance au pic) et sismique (pseudo-statique) ont été réalisées en utilisant la résistance au cisaillement au pic des matériaux en tenant compte des propriétés de résistance non drainée pour les sols contractants saturés et des propriétés de résistance effective pour les sols dilatants et les sols non saturés.

- Les résidus filtrés seront placés et compactés dans le PAR de manière contrôlée, et ont donc été considérés comme ayant un comportement dilatant. La résistance au cisaillement des résidus a été modélisée à l'aide d'une fonction de résistance au cisaillement basée sur les résultats d'essais DS réalisés sur des résidus compactés à 90 % du Proctor (WSP 2023a; section 2.3). Les analyses ont été complétées avec les propriétés des résidus compactés à 90 % du Proctor pour considérer les difficultés possibles de compaction pendant la construction, bien qu'ils devraient être compactés à 95 % du Proctor.
- Les matériaux de construction granulaires, la couche de silt et/ou de sable dilatant et la couche de silt, de sable et de gravier ont été modélisés à l'aide du modèle de Mohr-Coulomb avec des paramètres effectifs basés sur les résultats des essais DS réalisés sur les sols granulaires de fondation dans le secteur (WSP 2023b; section 2.2.2).
- La résistance au cisaillement du géotextile et du PEBDL a été modélisée à l'aide du modèle Mohr-Coulomb basé sur les tableaux du Geosynthetic Research Institute (Koerner et Narejo 2005). Des analyses de vérification ont également été effectuées en utilisant les propriétés résiduelles de ces matériaux d'ingénierie.

- La couche de silt et/ou de sable contractant a été modélisée avec un rapport de résistance au cisaillement non drainé basé sur les SPT réalisés dans le secteur (WSP 2023b) et les équations proposées par Sadrekarimi (2014).
- La couche cohérente de silt, de sable et de gravier a été modélisée avec un rapport de résistance au cisaillement non drainé basé sur notre expérience et Clarke (2018).

Les analyses de stabilité post-sismique (résistance post-pic) ont été réalisées en utilisant la résistance au cisaillement post-pic ou liquéfiée des matériaux susceptibles à une perte de résistance au cisaillement, et les propriétés au pic pour les matériaux non susceptibles à une réduction de leur résistance.

- Les résidus filtrés seront placés et compactés dans le parc à résidus de manière contrôlée, et seront donc considérés comme non susceptibles de liquéfaction pendant l'opération. Cette hypothèse est corroborée par l'évaluation préliminaire du potentiel de liquéfaction présentée à la section 5.0. Un certain potentiel de liquéfaction a été identifié en utilisant le séisme de conception post-restauration, mais il est marginal compte tenu des incertitudes et du conservatisme associés à l'évaluation préliminaire du potentiel de liquéfaction.
- Sur la base de l'évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction présentée dans la section 6.0 :
 - Les matériaux de fondation ne sont pas susceptibles de subir une liquéfaction sismique ou un ramollissement cyclique pour le séisme de conception en opération.
 - Les matériaux de fondation pourraient être susceptibles à la liquéfaction sismique pour le séisme de conception post-restauration. Par conséquent, les analyses de vérification post-restauration ont pris en compte le ratio de résistance au cisaillement non drainé post-liquéfié basé sur les SPT réalisés dans le secteur (WSP 2023b) et les équations proposées par Sadrekarimi (2014).

Tableau 6: Paramètres de résistance au cisaillement pour les analyses de stabilité des pentes

Matériau	Poids volumique, γ (kN/m ³)	Paramètres effectifs				Paramètres non drainés		
		Angle de frottement effectif, ϕ (°)	Cohésion effective, c' (kPa)	Angle de frottement effectif résiduel, ϕ_r (°)	Cohésion effective résiduelle, c_r' (kPa)	Résistance minimale (kPa)	S_u/σ'_v (kPa)	$S_{u,liq}/\sigma'_v$ (kPa)
Matériaux de construction / Résidus								
Résidus filtrés	19,5	$\tau=1.9927\sigma_n^{0.8479(a)}$		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Matériaux de construction granulaires	20,0	32,0 ^(b)	0,0 ^(b)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Interface géotextile / PEBDL lisse	18,0 ^(c)	10,0 ^(d)	0,0 ^(d)	9,0 ^(d)	0,0 ^(d)	N/A	N/A	N/A
Interface géotextile / PEBDL texturée	18,0 ^(c)	26,0 ^(d)	8,0 ^(d)	17,0 ^(d)	9,5 ^(d)	N/A	N/A	N/A
Fondations								
Silt/sable (contractant)	18,0	N/A	N/A	N/A	N/A	5,0 ^(e)	0,23 ^(f)	0,09 ^(f)
Silt/sable (dilatant)	19,0	31,0 ^(b)	0,0 ^(b)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Silt, sable et gravier	20,0	35,0 ^(b)	0,0 ^(b)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Silt, sable et gravier (cohérent)	20,0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0,30 ^(g)	N/A
Socle rocheux	Impénétrable							

(a) Basé sur un essai de cisaillement direct effectué sur des résidus compactés à 90 % du Proctor (WSP 2023a; section 2.3).

(b) Basé sur les essais de cisaillement direct effectués sur les fondations granulaires dans le secteur (WSP 2023b; section 2.2.2).

(c) Pour des raisons numériques, l'épaisseur de la géomembrane est plus grande que la réalité dans le modèle numérique. Pour contrer l'effet de cette surestimation sur le profil de contrainte, un poids volumique plus élevé a été calculé.

(d) Basé sur les tableaux du Geosynthetic Research Institute (Koerner et Narejo 2005).

(e) Résistance minimale modélisée pour réduire les ruptures superficielles au pied.

(f) Sur la base des essais de pénétration standard réalisés dans le secteur (WSP 2023b) et des équations de Sadrekarimi (2014).

(g) Sur la base de notre expérience et de Clarke (2018).

kN/m³ = kilonewtons par mètre cube; kPa = kilopascal; N/A = non applicable; PEBDL = polyéthylène linéaire à basse densité; S_u/σ'_v = rapport de résistance au cisaillement non drainé au pic; $S_{u,liq}/\sigma'_v$ = rapport de résistance au cisaillement non drainé au post-liquéfaction.

7.2 Résultats

Les résultats des analyses géotechniques de la stabilité des pentes réalisées pour la conception de niveau faisabilité de la phase de développement de l'opération dans des conditions de chargement statiques (résistance au pic), sismiques (pseudo-statiques) et post-sismiques (résistance post-pic) pour les trois sections transversales étudiées selon la méthodologie décrite à la section 7.1 sont présentés dans le tableau 7. L'annexe D (à la fin du texte) présente les surfaces de rupture associées. Sur la base de ces résultats, la conception proposée satisfait les critères de stabilité visés et les critères de stabilité requis proposés dans la Directive 019 sur l'industrie minière (MDDEP 2012). Tel que présenté à la section 7.1, le PAR exige une berme de stabilité dans le bassin 1 du PAR d'une longueur minimale de 20 m et d'une élévation minimale de 399 m afin de respecter les critères de stabilité du PAR.

Les vérifications indiquent que la stabilité est également satisfaite en utilisant les paramètres de résistance au cisaillement résiduel pour le système d'imperméabilisation.

Des vérifications supplémentaires indiquent qu'il serait possible d'augmenter la hauteur du PAR d'environ 25 %. Les résidus supplémentaires devraient être ajoutés dans le secteur où les fondations sont les plus compétentes. Cette avenue pourrait être étudiée plus en détail lors de la prochaine phase de conception.

Tableau 7: Résultats des analyses géotechniques de la stabilité des pentes en opération

Conditions de chargement	FS minimal ciblé	FS minimal calculé		
		Coupe A	Coupe B	Coupe C
Résistance au pic en condition statique - propriétés de résistance non drainée pour les sols contractants et propriétés de résistance effective pour les sols dilatants	1,5	1,6	3,2	1,5
Analyses sismiques pseudo-statiques Résistance au pic - $k_H = 50\%$ de l'accélération maximale du sol	1,1	1,4	2,8	1,3
Analyses post-sismiques Résistance post-pic - liquéfaction cyclique et/ou le ramollissement cyclique des matériaux susceptibles (s'il y a lieu), sous le séisme de conception	1,3	N/A ^(a)	N/A ^(a)	N/A ^(a)

(a) Les matériaux ne sont pas susceptibles de subir une liquéfaction cyclique et/ou un ramollissement cyclique sous le séisme de conception.
N/A = non applicable; FS = facteur de sécurité.

7.3 Résultats préliminaires post-restauration

Des analyses de stabilité géotechnique ont été réalisées pour la conception de niveau faisabilité, et indiquent que des mesures d'atténuation supplémentaires seront nécessaires pour la fermeture dans le secteur sud-est du PAR. Ces mesures supplémentaires seront nécessaires en raison de l'évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction dans ce secteur, qui indique que certaines couches en fondations pourraient être susceptibles de subir une liquéfaction cyclique sous le séisme de conception post-restauration.

Les analyses préliminaires post-restauration indiquent que les critères de stabilité requis peuvent être satisfaits par une combinaison de bermes de stabilité et l'amélioration des fondations dans le secteur sud-est. Cette combinaison de méthodes d'atténuation a été utilisée pour estimer les coûts de restauration de niveau faisabilité (WSP 2023f).

Pour les prochaines étapes de conception, les nouvelles données géotechniques permettront de mieux comprendre le comportement des sols naturels et des résidus miniers, et ainsi, de mieux définir le concept de fermeture, incluant l'ajout de mesures d'atténuation, si nécessaire, et la définition d'un échéancier de mise en place de ces mesures, le cas échéant.

Les options possibles d'atténuation pourraient inclure (sans s'y limiter) une ou une combinaison des options suivantes :

- révision de la configuration du PAR au niveau de conception détaillée pour éviter les zones potentiellement problématiques
- construction de bermes de stabilité pendant l'opération ou pendant la restauration
- mise en œuvre de méthodes d'amélioration des sols, notamment l'excavation des matériaux problématiques, la mise en place d'inclusions rigides ou de colonnes ballastées (ou d'autres méthodes d'amélioration des sols) avant l'opération ou pendant la restauration

8.0 ANALYSE DES TASSEMENTS

Une évaluation préliminaire des tassements a été effectuée afin d'évaluer les tassements maximaux qui pourraient être générés dans les sols naturels de fondation par la mise en place du PAR. Il a été supposé que les résidus filtrés ne subiraient pas de tassement important, car ils seront compactés mécaniquement pendant la construction de l'empilement.

8.1 Méthodologie

L'analyse du tassement a été réalisée à l'aide du logiciel Settle3D développé par Rocscience Inc. La distribution des contraintes a été estimée avec la méthode de Boussinesq.

Le tassement maximal sous l'empreinte du PAR a été évalué en considérant un empilement de résidus filtrés de 23 m de hauteur. Par souci de simplification, il a été supposé que l'empilement serait construit en une seule étape.

Le tassement a été évalué à l'aide d'un profil stratigraphique simplifié basé sur la stratigraphie observée au forage BH-22-25; la localisation est présentée dans la figure A (à la fin du texte). Il a été supposé que la tourbe sera retirée et que la nappe phréatique sera à la surface des sols naturels. Le sondage BH-22-25 a été choisi, car il représente la stratigraphie typique de la zone sud-est du PAR, où le dépôt de sols naturels est le plus épais.

Les propriétés des matériaux basées sur la littérature proposées par le logiciel Settle3D ont été utilisées pour l'évaluation du tassement et sont présentées au tableau 8.

Tableau 8: Propriétés des matériaux utilisés pour l'évaluation du tassement

Matériau	Poids volumique saturé, γ_{sat} (kN/m ³)	Coefficient de la pression des terres au repos, K_0 (-)	Module de Young 1D, E_s (kPa)
Silt et sable	18,0	0,5	14 000
Sable silteux graveleux	20,0	0,5	135 000
Résidus filtrés	19,5	N/A	N/A

kN/m³ = kilonewtons par mètre cube; kPa = kilopascal; N/A = non applicable.

8.2 Résultats

Les tassements immédiats maximums sont estimés à 0,17 m. La plupart des tassements immédiats se produiront dans la couche de silt et de sable, étant donné qu'elle est généralement plus lâche que la couche de sable silteux graveleux, et que le module de Young est plus faible. Aucun tassement primaire ou secondaire n'est prévu, basé sur l'investigation géotechnique montrant qu'il y a très peu de zones avec la présence de sols cohérents en fondation.

Considérant que certaines zones sous le PAR sont situées sur le socle rocheux, il serait raisonnable de supposer que le tassement différentiel maximal à prévoir devrait être d'environ 0,17 m. Cette valeur semble acceptable pour maintenir l'intégrité de la géomembrane située à l'interface des résidus filtrés et des sols naturels. Les drains situés à la base des résidus filtrés demeureront efficaces avec un tassement différentiel de 0,17 m, car l'épaisseur des drains sera supérieure à 1 m d'épaisseur.

Il est possible qu'un léger tassement se produise en surface lors de la mise en place des résidus filtrés. Ce tassement serait compensé lors de la construction de l'empilement et devrait être relativement mineur au moment d'atteindre l'élévation finale. Ainsi, il n'est pas prévu qu'un tassement important se produise sur le dessus de l'empilement de résidus filtrés après la mise en place du recouvrement pour la restauration.

9.0 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Ce mémorandum présente la méthodologie et les résultats des analyses géotechniques visant à valider la conception proposée de niveau faisabilité du PAR. Les analyses permettent de tirer les conclusions suivantes :

- L'évaluation préliminaire de l'état in situ des sols de fondation, basée sur les données SPT corrigées recueillies dans le secteur du PAR, indique que :
 - Les sols de fondation ont un comportement généralement dilatant dans les zones topographiques élevées.
 - Il existe des couches de sols de fondation à comportement contractant à la base du secteur de la vallée topographique (secteurs nord-ouest et sud-est du PAR). Ces secteurs sont également caractérisés par un dépôt de mort-terrain plus épais.
- L'analyse préliminaire du potentiel de liquéfaction cyclique des résidus filtrés contrôlés, sur la base des résultats des essais en laboratoire CDSS, indique que :
 - Les résidus ne devraient pas être susceptibles de subir une liquéfaction cyclique considérant le séisme de conception en opération (FS supérieur ou égal à 1,0).

- Les résidus pourraient être susceptibles de subir une liquéfaction cyclique lors du séisme de conception post-restauration, mais ce potentiel est considéré comme marginal pour l'instant.
- L'analyse simplifiée du potentiel de liquéfaction cyclique des sols granulaires de fondation, basée sur les données SPT corrigées recueillies dans le secteur du PAR, indique que :
 - Les sols de fondation ne sont pas susceptibles de subir une liquéfaction cyclique considérant le séisme de conception en opération (FS supérieur ou égal à 1,0).
 - Les sols de fondation pourraient être susceptibles de subir une liquéfaction cyclique considérant le séisme de conception post-restauration (FS supérieur ou égal à 1,0), selon les analyses tenant compte des contraintes actuelles et avec le chargement du PAR.
- La stabilité des pentes géotechniques réalisée au PAR indique que :
 - La conception proposée satisfait les critères de stabilité ciblés et, par conséquent, les critères de stabilité requis proposés dans la Directive 019 sur l'industrie minière (MDDEP 2012). Il est à noter qu'une berme de stabilité ayant les dimensions minimales suivantes est requise dans le bassin 1 du PAR pour satisfaire les critères de stabilité visés :
 - élévation minimale de 399 m
 - longueur minimale de 20 m
 - D'après les analyses préliminaires de stabilité, il serait possible d'augmenter la hauteur du PAR d'environ 25 %.
 - Des mesures d'atténuation supplémentaires pourraient être requises en post-restauration dans le secteur sud-est du PAR. Ces mesures supplémentaires pourraient être nécessaires selon l'évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction qui indique que certaines couches en fondation dans ce secteur pourraient être susceptibles de subir une liquéfaction cyclique sous le séisme de conception post-restauration.
- L'analyse des tassements indique que :
 - Les tassements totaux maximums sous le PAR sont estimés à 0,17 m. Les problèmes associés aux tassements différentiels ne sont pas prévus.

Pour les prochaines phases de développement du Projet, les analyses géotechniques seront raffinées selon les nouvelles données géotechniques qui seront obtenues. Les nouvelles données géotechniques permettront de mieux comprendre le comportement des sols naturels ainsi que des résidus miniers. Les analyses permettront également de mieux définir le concept de fermeture, incluant l'ajout de mesures d'atténuation si nécessaire et la définition d'un échancier de mise en place de ces mesures, le cas échéant. Le concept de fermeture inclura l'ajustement des paramètres selon les spécificités liées aux conditions post-restauration qui incluent, entre autres, la vérification de l'impact des changements climatiques et la définition des paramètres sismiques.

10.0 LIMITES DU RAPPORT

Les conditions et limitations générales applicables à ce document sont présentées à l'annexe E.

11.0 RÉFÉRENCES

- Adams J, Halchuk S, Allen T, Rogers, G. 2015. Modèle d'aléa sismique de 5e génération du Canada, tel que préparé pour le Code national du bâtiment du Canada 2015. 11e Conférence canadienne sur le génie sismique.
- CDA (Association canadienne des barrages). 2019. Bulletin technique : Application des directives de sécurité des barrages aux barrages miniers. Pour l'atelier sur la stabilité des pentes de la conférence de l'ACD à Calgary. Révision préliminaire, 2019 sept, 30, 20 p.
- Clarke BG. 2018. Les propriétés d'ingénierie des tills glaciaires. Recherche géotechnique, 5(4), 262-277.
- Fear CE, Robertson PK. 1995. Estimation de la résistance non drainée du sable : un cadre théorique. Revue canadienne de géotechnique. 32(4), 859-870.
- Gouvernement du Québec. 2020. Forêt Ouverte. <https://www.foretouverte.gouv.qc.ca>
- Gouvernement du Canada. 2015. Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies, Code national du bâtiment du Canada 2015, septembre 2018.
- Gouvernement du Canada. 2021. Séismes Canada, Risque de faible probabilité et le Code national du bâtiment du Canada. <https://www.rncan.gc.ca>
- Hynes-Griffin ME, Franklin AG. 1984. Rationalizing the Seismic Coefficient Method, US Army Corps of Engineers, juillet 1984, 40 p.
- Idriss IM, Boulanger RW. 2008. La liquéfaction des sols lors des séismes. Institut de recherche en génie sismique. 236 p. + annexe.
- Koerner GR, Narejo D. 2005. Base de données sur le cisaillement direct des interfaces entre géosynthétiques et géosynthétiques et entre géosynthétiques et sol. Institut de recherche sur les géosynthétiques.
- Kolaj M, Adams J, Halchuk S. 2020. Le modèle d'aléa sismique de 6e génération du Canada. Dans 17e Conférence mondiale sur le génie sismique, Sendai, Japon, document 1c-0028.
- MDDEP (ministère du Développement durable, Environnement et Parcs). 2012. Directive 019 sur l'industrie minière, Mars 2012, 105 p.
- MERN (ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles). 2022. Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec. Direction de la restauration des sites miniers, ISBN : 978-2-550-92682-5 (PDF). 2022.
- Olson SM, Stark TD. 2003. Yield strength ratio and liquefaction analysis of slopes and embankments. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 129(8), 727-737.
- Sadrekarimi, A. 2014. Effet du mode de cisaillement sur l'analyse de la liquéfaction statique. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 140(12), 04014069.
- Graine HB, Idriss IM. 1971. Simplified procedure for evaluating soil liquefaction potential, Journal of Soil Mechanics and Foundations Div, ASCE97 (SM9), 1249-273.

- WSP (WSP Canada Inc.). 2023a. Caractérisation géotechnique 2020 des résidus miniers, no réf. : GAL105-20146303-RevA, février 2023.
- WSP. 2023b. 2021 à 2022 Factual Geotechnical Investigation Report, Windfall Project, Québec, no réf. : GAL116-201046303-21006-R-Rev1, février 2023.
- WSP. 2023c. Windfall Project - Filtered Tailings Management Facility Design Basis Memorandum, no réf. : GAL126-2148985706-MT-Rev0, janvier 2023.
- WSP. 2023d. Étude de faisabilité. Conception des haldes et des infrastructures de gestion des eaux, projet Windfall, Québec, 201-11330-08. En préparation.
- WSP. 2023e. Étude de faisabilité pour le parc à résidus du projet minier Windfall - Étude hydrogéologique, Québec, no réf. : GAL140-2148985706-MTF-RevA. En préparation.
- WSP. 2023f. Plan de restauration - Travaux d'exploitation, projet Windfall, Québec, 201-11330-19. En préparation.
- WSP. 2023g. Projet minier Windfall - Investigation géophysique 2021, Mine Windfall, Québec, 201-11330-29, janvier 2023.
- WSP. 2023h. Conception du parc à résidus miniers en support à l'étude de faisabilité, Projet Windfall, Québec, no réf. : GAL134-2148985706-RF-RevA. En préparation.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Auteur	Contribution (s)
Gabriela-Thérèse Tonus, M. Ing. <i>Professionnelle junior en gestion des résidus miniers</i>	■ Réalisation des analyses géotechniques
Gabrielle Boudrias, ing., M. Sc. A. <i>Ingénieur en géotechnique</i>	■ Réalisation et révision des analyses géotechniques ■ Rédaction du rapport
Nicolas Pepin, ing., M. Sc. A. <i>Ingénieur sénior en géotechnique</i>	■ Révision du rapport et des analyses
Yves Boulianne, ing. <i>Ingénieur sénior en géotechnique, directeur de projet</i>	■ Révision du rapport

Page des signatures

WSP Canada Inc.



Gabrielle Boudrias, ing., M.Sc.A.
Ingénieure en géotechnique



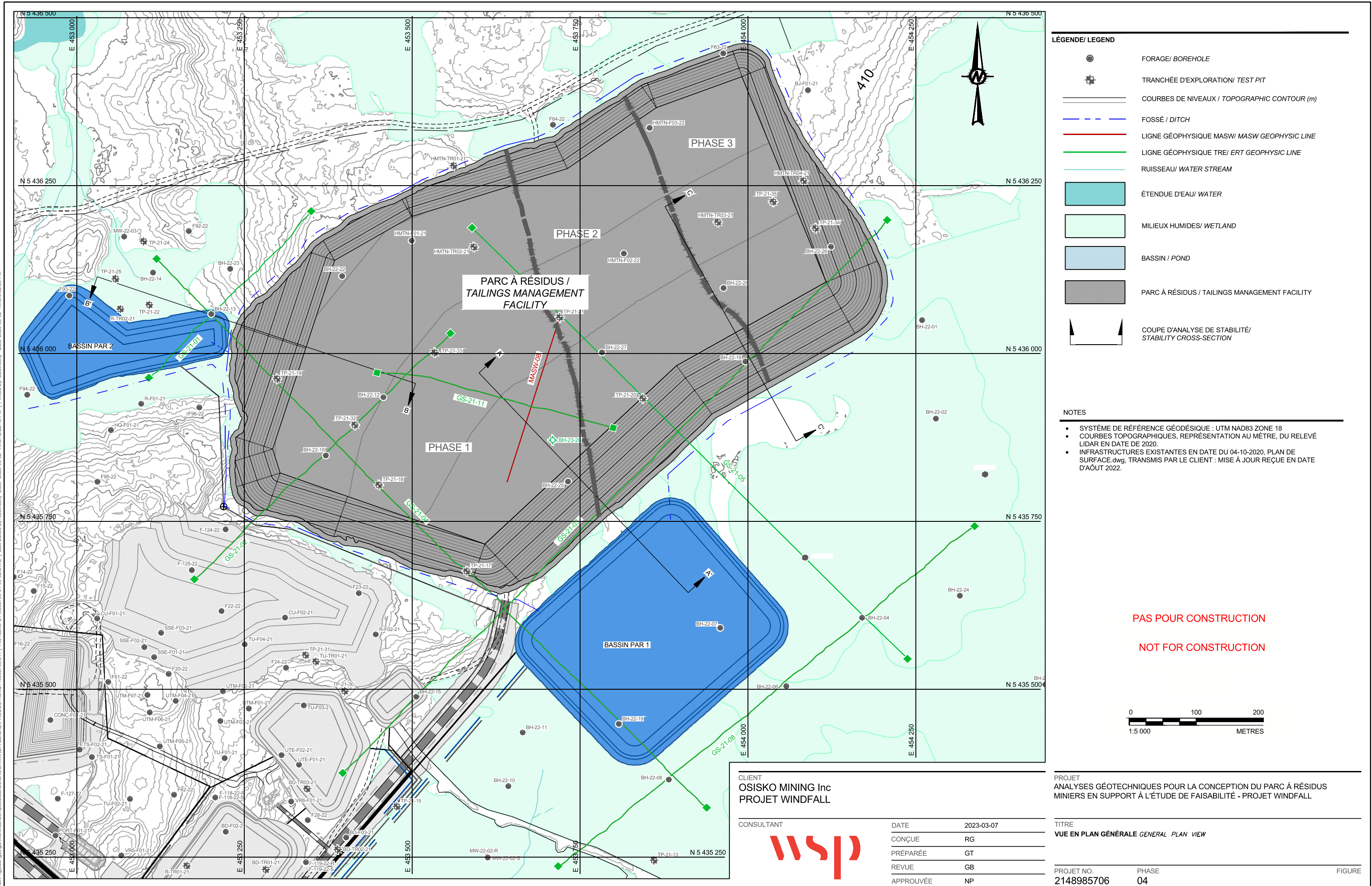
Nicolas Pépin, ing., M.Sc.A.
Ingénieur sénior en géotechnique



Yves Boulianne, ing.
Ingénieur sénior en géotechnique, Directeur de projet

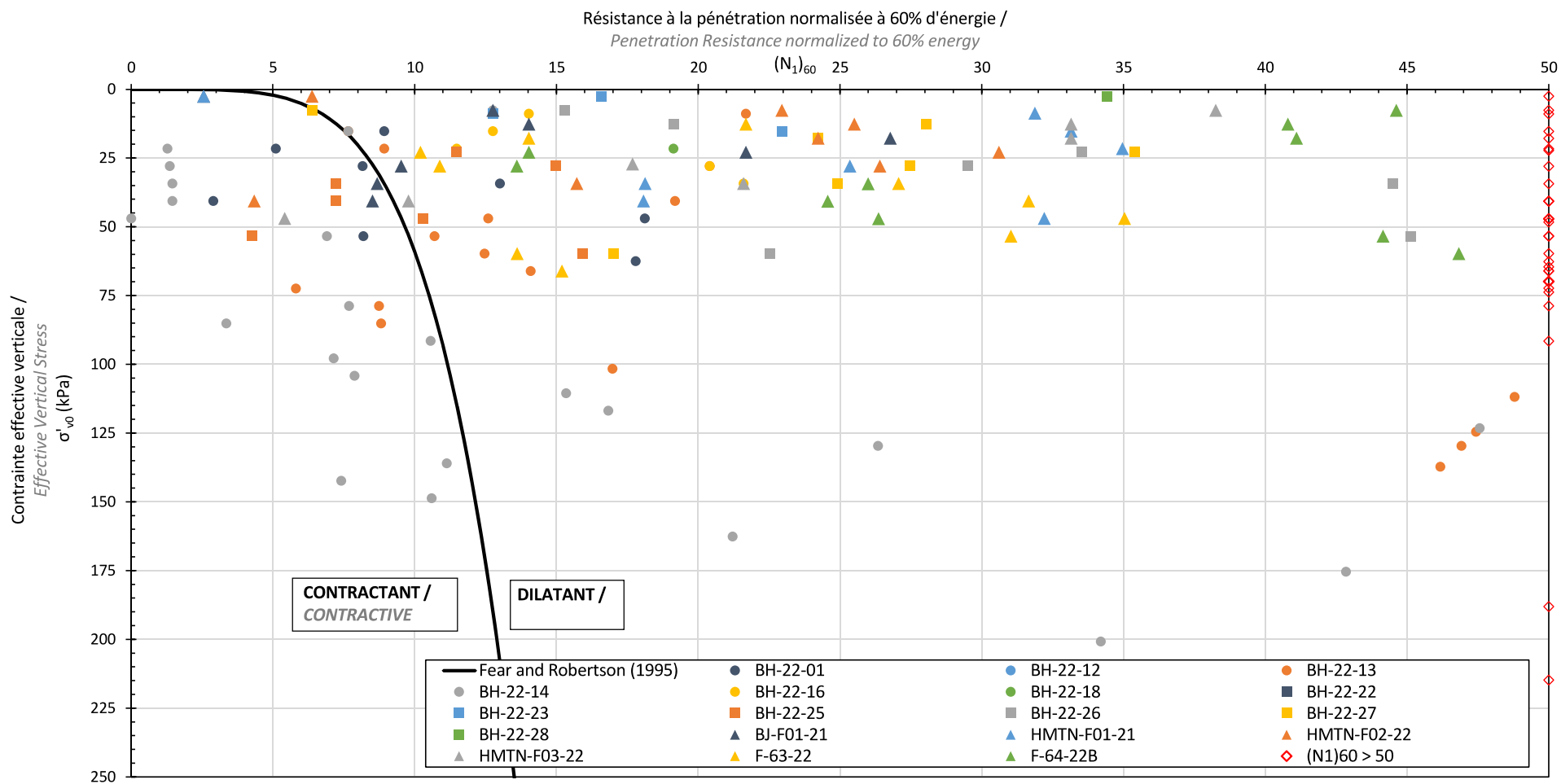
GTT/GB/NP/YB/vd

[https://golderassociates.sharepoint.com/sites/151426/project files/6 deliverables/gal145-2148985706-geotechnical analyses-fea/rev0-fr/gal145-2148985706-mtf-rev0.docx](https://golderassociates.sharepoint.com/sites/151426/project%20files/6%20deliverables/gal145-2148985706-geotechnical%20analyses-fea/rev0-fr/gal145-2148985706-mtf-rev0.docx)



ANNEXE A

Évaluation de l'état in situ



CLIENT

Osisko Mining Inc.

PROJET / PROJECT

ANALYSES GÉOTECHNIQUES POUR LA CONCEPTION DU PAR EN SUPPORT SUPPORT À L'ÉTUDE DE FAISABILITÉ -
PROJET WINDFALL /

TMF GEOTECHNICAL ANALYSES IN SUPPORT OF THE FEASIBILITY STUDY - WINDFALL PROJECT

CONSULTANT



DATE MARS 2023

PRÉPARÉE / PREPARED G. TONUS

RÉVISÉE / REVISED G. BOUDRIAS

APPROUVÉE / APPROVED N. PÉPIN

TITRE / TITLE

ANNEXE A - ÉVALUATION DE L'ÉTAT IN SITU /
APPENDIX A - IN SITU STATE ASSESSMENT

PROJET / PROJECT

2148985706

PHASE

4

REV

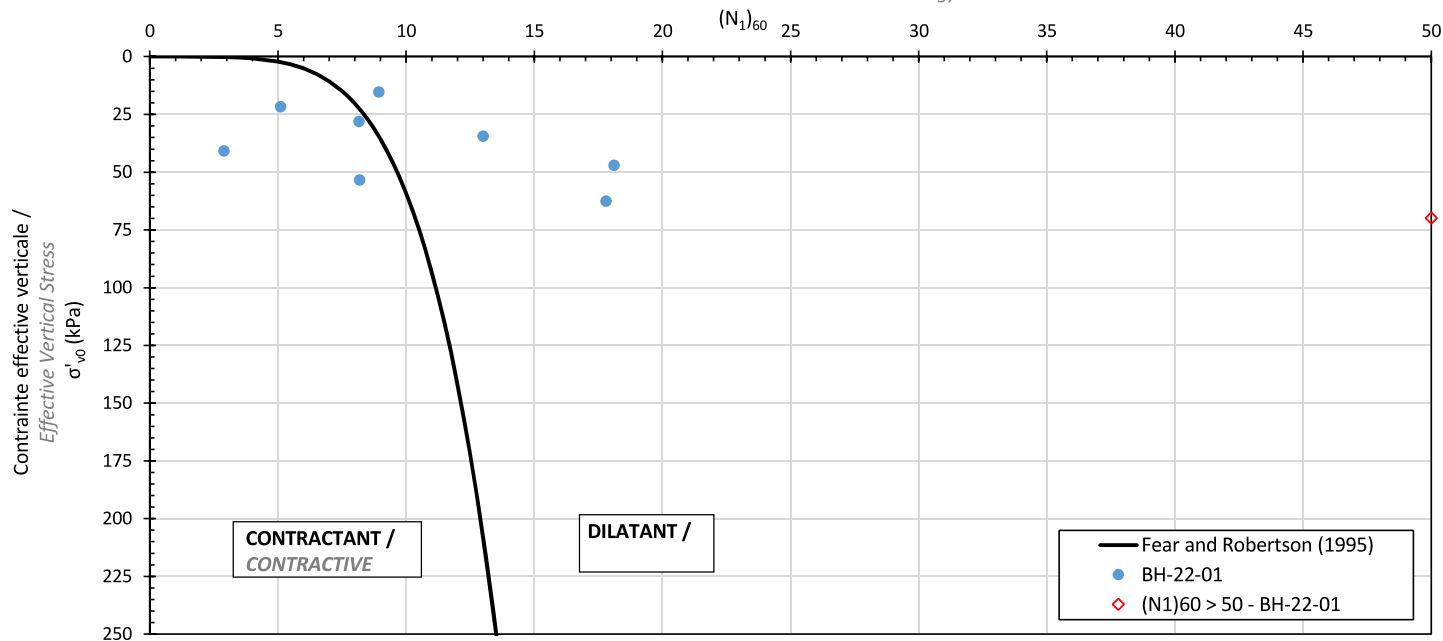
0

FIGURE

A-01

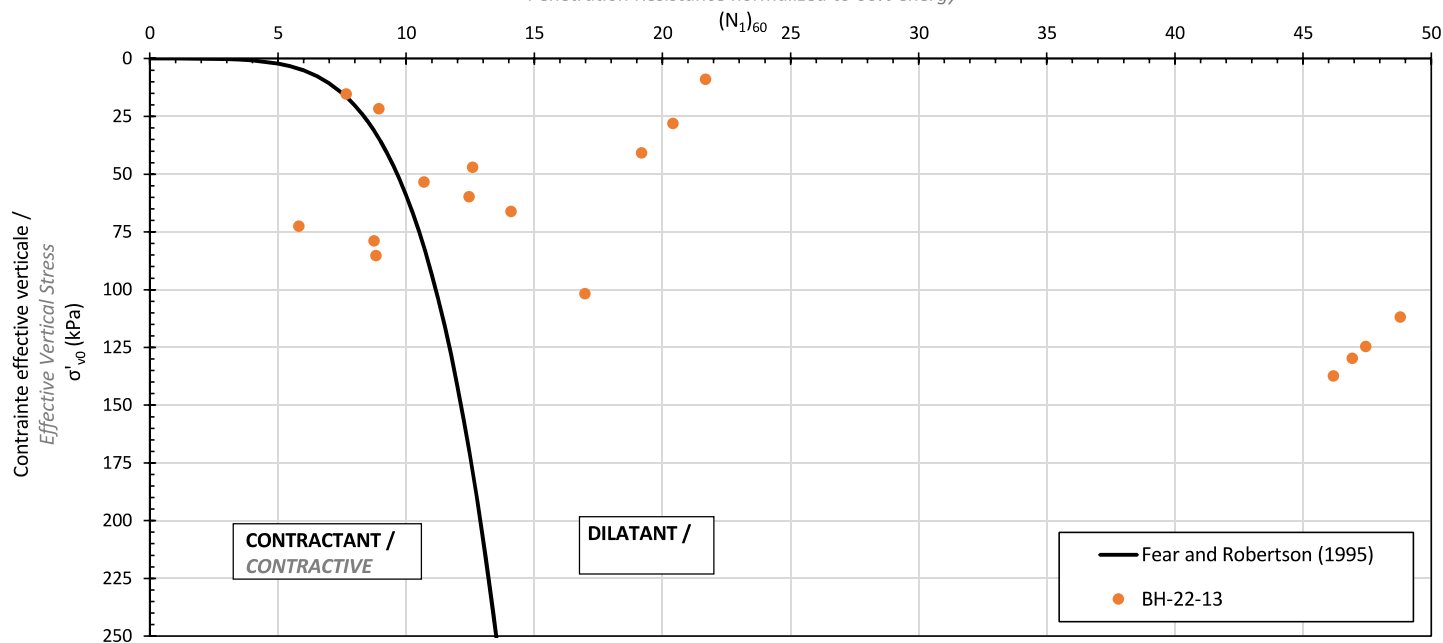
BH-22-01

Résistance à la pénétration normalisée à 60% d'énergie /
Penetration Resistance normalized to 60% energy



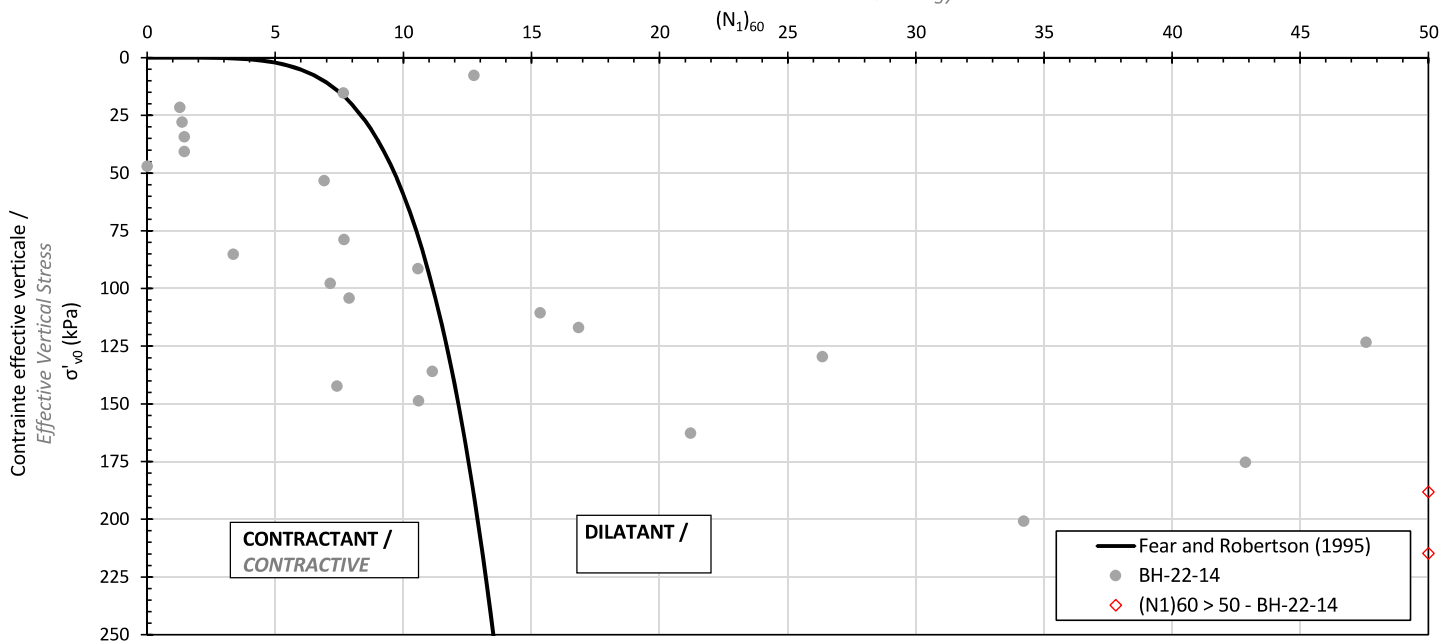
BH-22-13

Résistance à la pénétration normalisée à 60% d'énergie /
Penetration Resistance normalized to 60% energy



BH-22-14

Résistance à la pénétration normalisée à 60% d'énergie /
Penetration Resistance normalized to 60% energy



CLIENT
Osisko Mining Inc.

PROJET / PROJECT
ANALYSES GÉOTECHNIQUES POUR LA CONCEPTION DU PAR EN SUPPORT SUPPORT À
L'ÉTUDE DE FAISABILITÉ - PROJET WINDFALL /
TMF GEOTECHNICAL ANALYSES IN SUPPORT OF THE FEASIBILITY STUDY - WINDFALL
PROJECT

CONSULTANT



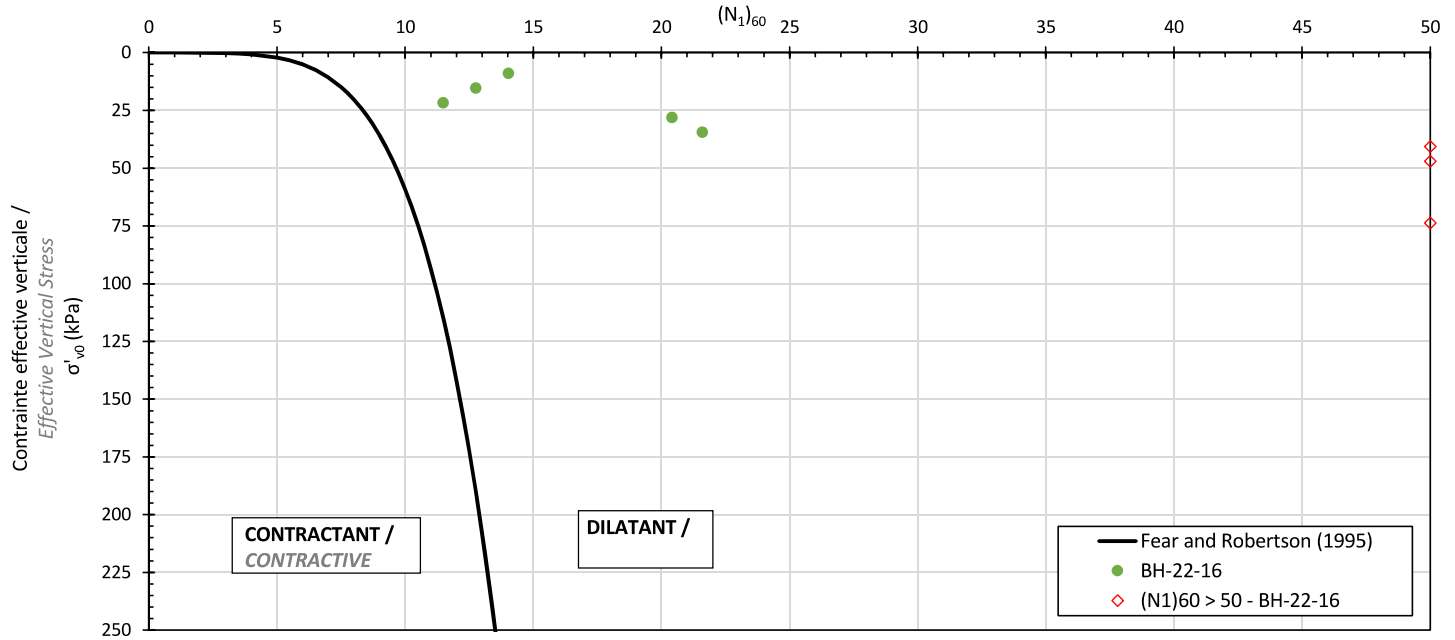
DATE MARS 2023
PRÉPARÉE / PREPARED G. TONUS
RÉVISÉE / REVISED G. BOUDRIAS
APPROUVÉE / APPROVED N. PÉPIN

TITRE / TITLE
ANNEXE A - ÉVALUATION DE L'ÉTAT IN SITU /
APPENDIX A - IN SITU STATE ASSESSMENT

PROJET / PROJECT PHASE REV FIGURE
2148985706 4 0 A-03

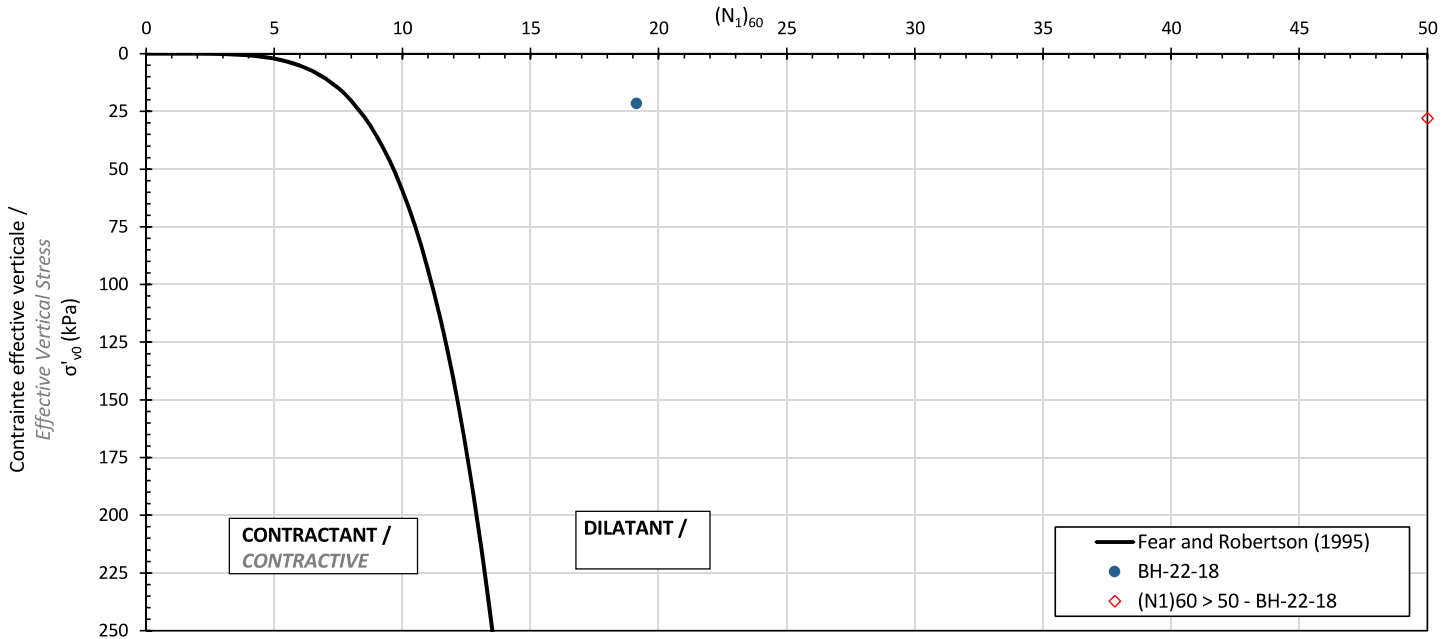
BH-22-16

Résistance à la pénétration normalisée à 60% d'énergie /
Penetration Resistance normalized to 60% energy



BH-22-18

Résistance à la pénétration normalisée à 60% d'énergie /
Penetration Resistance normalized to 60% energy



CLIENT

Osisko Mining Inc.

PROJET / PROJECT

ANALYSES GÉOTECHNIQUES POUR LA CONCEPTION DU PAR EN SUPPORT SUPPORT À
L'ÉTUDE DE FAISABILITÉ - PROJET WINDFALL /
TMF GEOTECHNICAL ANALYSES IN SUPPORT OF THE FEASIBILITY STUDY - WINDFALL
PROJECT

CONSULTANT



DATE	MARS 2023
PRÉPARÉE / PREPARED	G. TONUS
RÉVISÉE / REVISED	G. BOUDRIAS
APPROUVÉE / APPROVED	N. PÉPIN

TITRE / TITLE

ANNEXE A - ÉVALUATION DE L'ÉTAT IN SITU /
APPENDIX A - IN SITU STATE ASSESSMENT

PROJET / PROJECT

2148985706

PHASE

4

REV

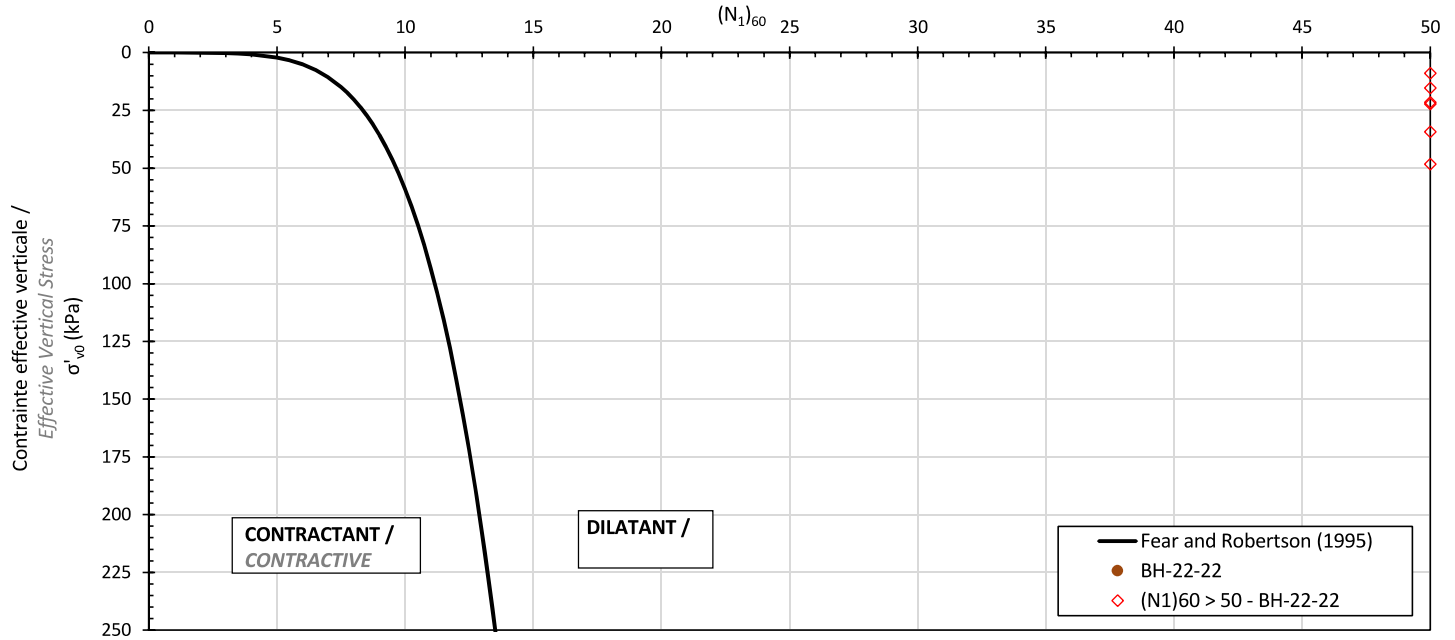
0

FIGURE

A-04

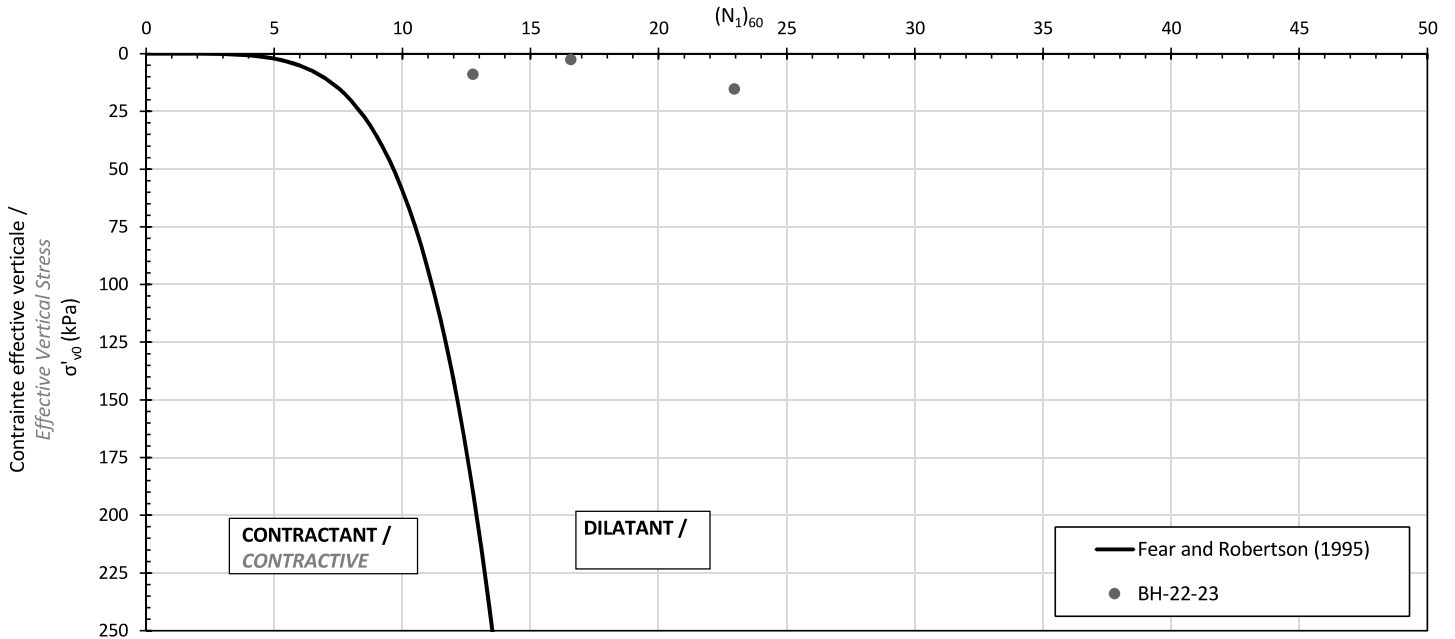
BH-22-22

Résistance à la pénétration normalisée à 60% d'énergie /
Penetration Resistance normalized to 60% energy



BH-22-23

Résistance à la pénétration normalisée à 60% d'énergie /
Penetration Resistance normalized to 60% energy



CLIENT

Osisko Mining Inc.

PROJET / PROJECT

ANALYSES GÉOTECHNIQUES POUR LA CONCEPTION DU PAR EN SUPPORT SUPPORT À
L'ÉTUDE DE FAISABILITÉ - PROJET WINDFALL /
TMF GEOTECHNICAL ANALYSES IN SUPPORT OF THE FEASIBILITY STUDY - WINDFALL
PROJECT

CONSULTANT



DATE	MARS 2023
PRÉPARÉE / PREPARED	G. TONUS
RÉVISÉE / REVISED	G. BOUDRIAS
APPROUVÉE / APPROVED	N. PÉPIN

TITRE / TITLE

ANNEXE A - ÉVALUATION DE L'ÉTAT IN SITU /
APPENDIX A - IN SITU STATE ASSESSMENT

PROJET / PROJECT

2148985706

PHASE

4

REV

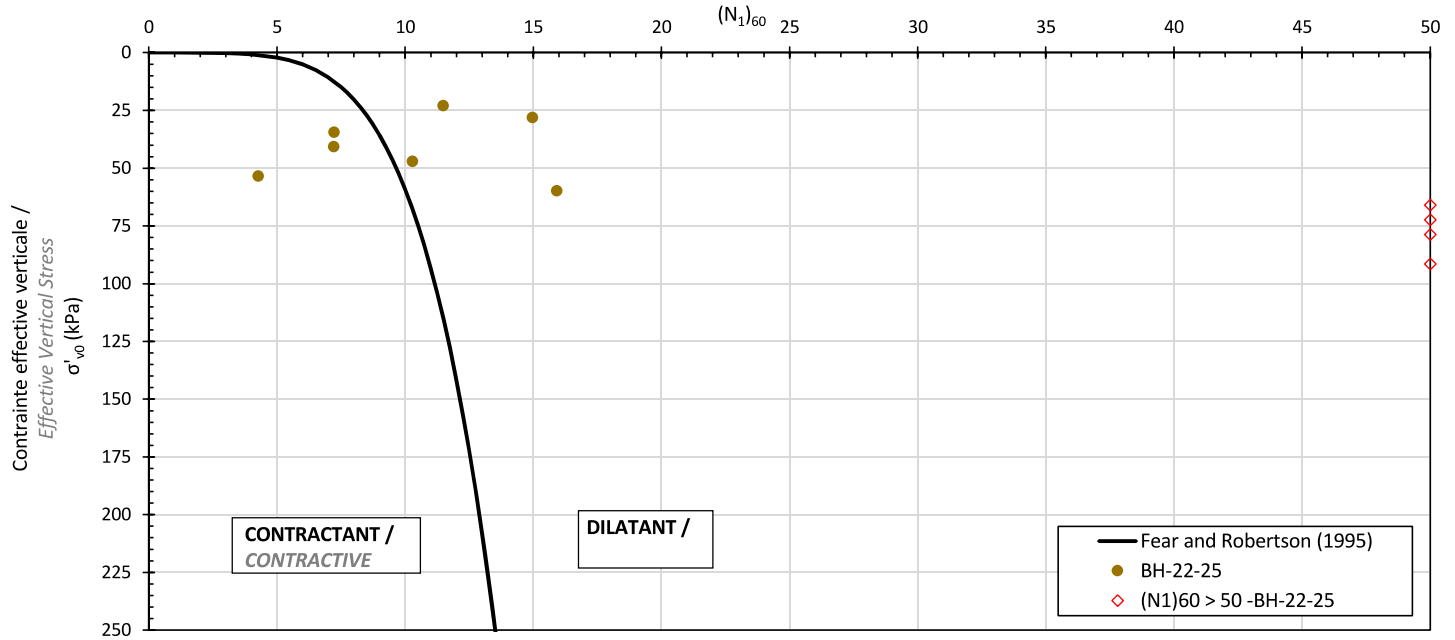
0

FIGURE

A-05

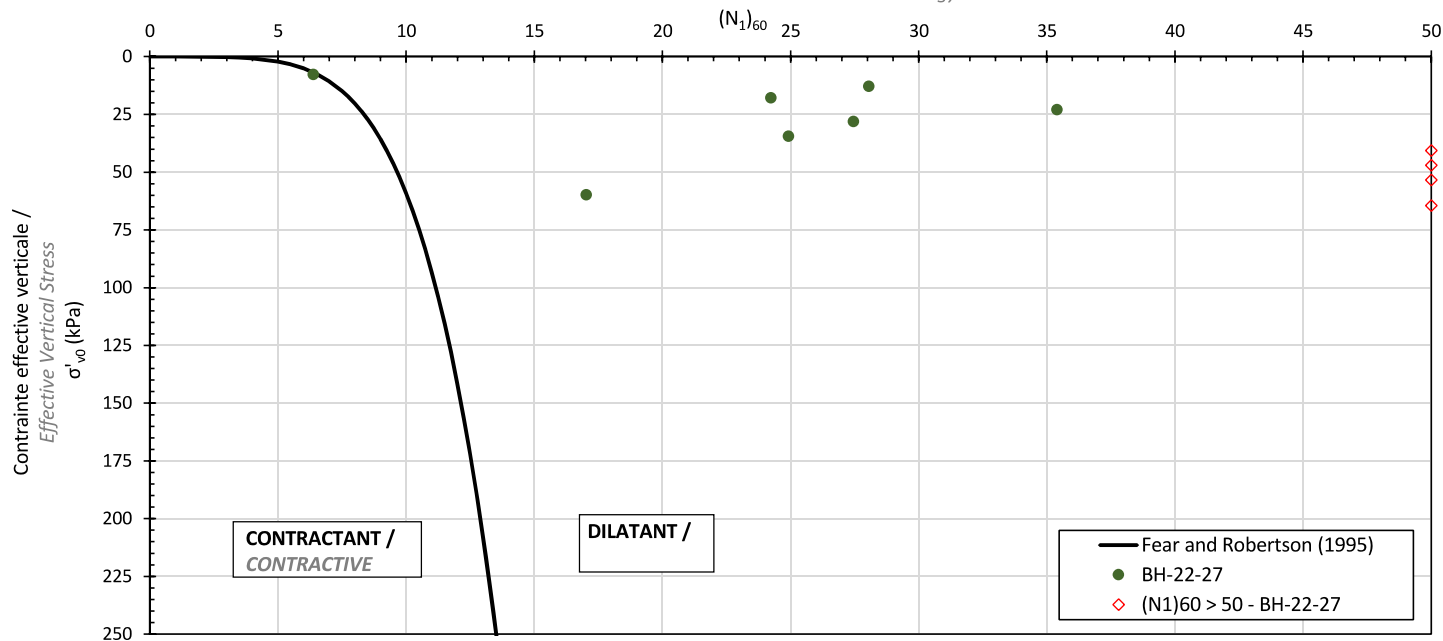
BH-22-25

Résistance à la pénétration normalisée à 60% d'énergie /
Penetration Resistance normalized to 60% energy



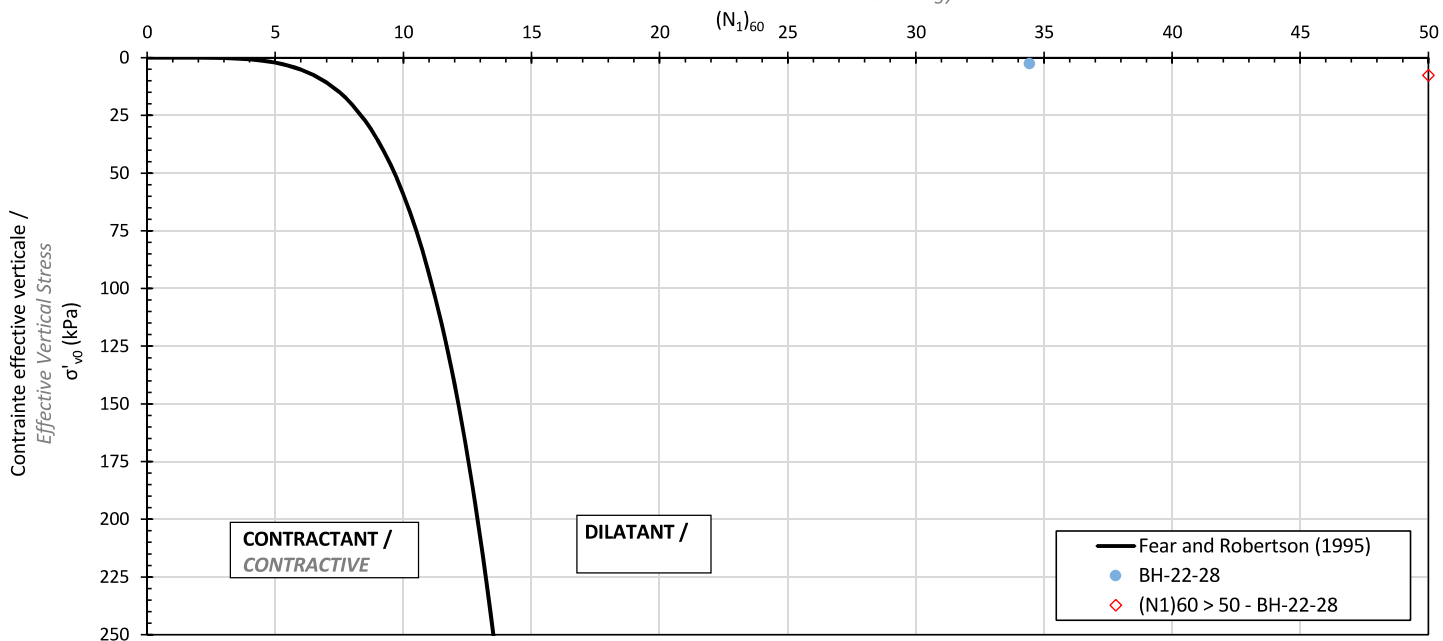
BH-22-27

Résistance à la pénétration normalisée à 60% d'énergie /
Penetration Resistance normalized to 60% energy



BH-22-28

Résistance à la pénétration normalisée à 60% d'énergie /
Penetration Resistance normalized to 60% energy



CLIENT
Osisko Mining Inc.

PROJET / PROJECT
ANALYSES GÉOTECHNIQUES POUR LA CONCEPTION DU PAR EN SUPPORT SUPPORT À
L'ÉTUDE DE FAISABILITÉ - PROJET WINDFALL /
TMF GEOTECHNICAL ANALYSES IN SUPPORT OF THE FEASIBILITY STUDY - WINDFALL
PROJECT

CONSULTANT



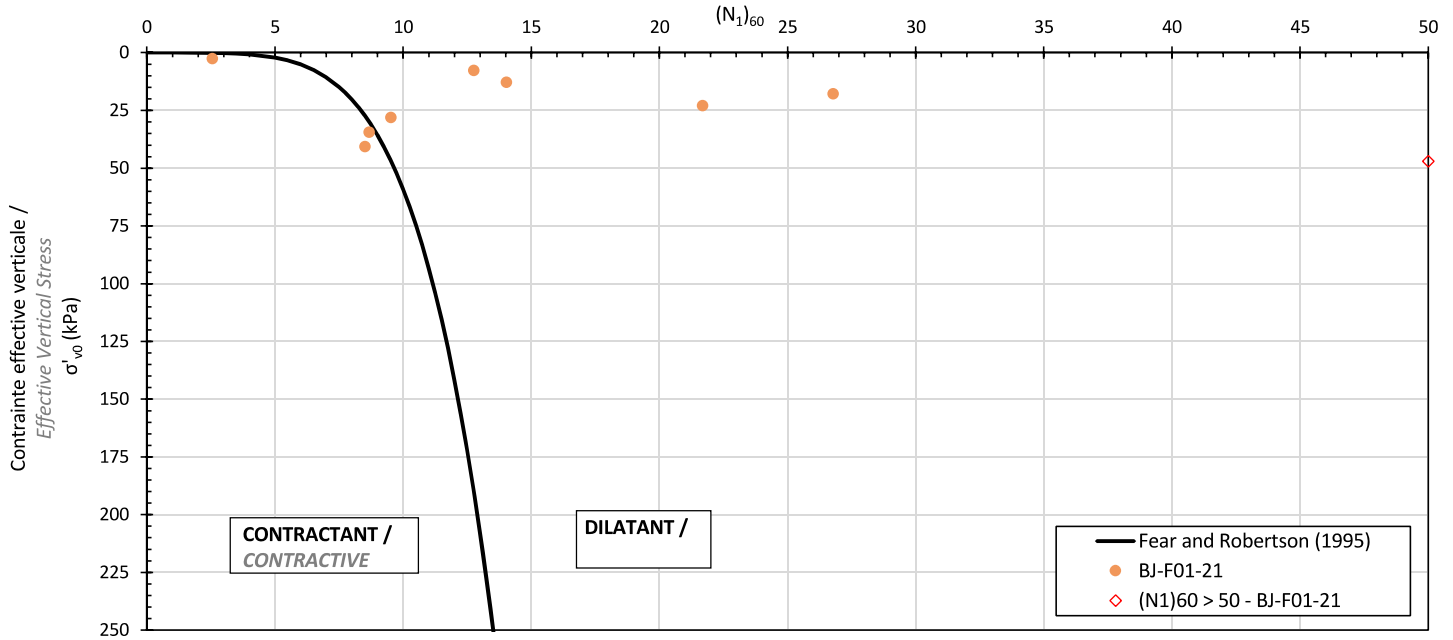
DATE	MARS 2023
PRÉPARÉE / PREPARED	G. TONUS
RÉVISÉE / REVISED	G. BOUDRIAS
APPROUVÉE / APPROVED	N. PÉPIN

TITRE / TITLE
ANNEXE A - ÉVALUATION DE L'ÉTAT IN SITU /
APPENDIX A - IN SITU STATE ASSESSMENT

PROJET / PROJECT	PHASE	REV	FIGURE
2148985706	4	0	A-07

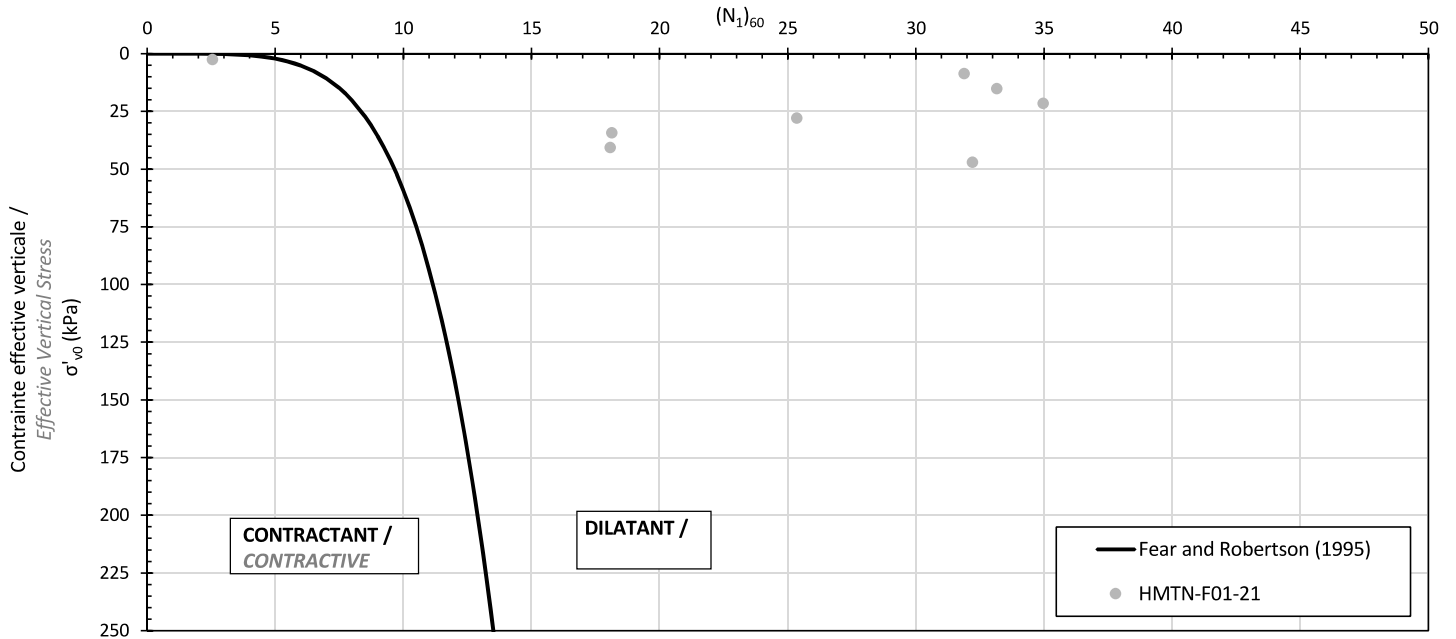
BJ-F01-21

Résistance à la pénétration normalisée à 60% d'énergie /
Penetration Resistance normalized to 60% energy



HMTN-F01-21

Résistance à la pénétration normalisée à 60% d'énergie /
Penetration Resistance normalized to 60% energy



CLIENT

Osisko Mining Inc.

PROJET / PROJECT

ANALYSES GÉOTECHNIQUES POUR LA CONCEPTION DU PAR EN SUPPORT SUPPORT À
L'ÉTUDE DE FAISABILITÉ - PROJET WINDFALL /
TMF GEOTECHNICAL ANALYSES IN SUPPORT OF THE FEASIBILITY STUDY - WINDFALL
PROJECT

CONSULTANT



DATE	MARS 2023
PRÉPARÉE / PREPARED	G. TONUS
RÉVISÉE / REVISED	G. BOUDRIAS
APPROUVÉE / APPROVED	N. PÉPIN

TITRE / TITLE

ANNEXE A - ÉVALUATION DE L'ÉTAT IN SITU /
APPENDIX A - IN SITU STATE ASSESSMENT

PROJET / PROJECT

2148985706

PHASE

4

REV

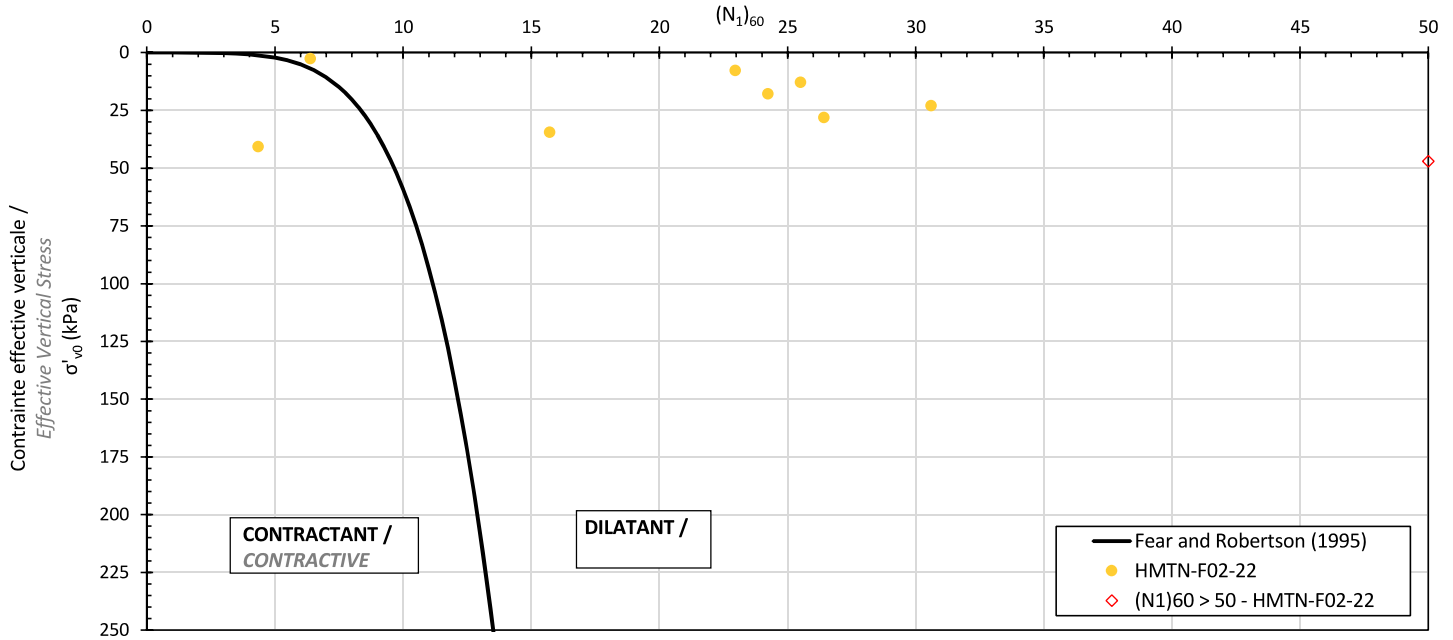
0

FIGURE

A-08

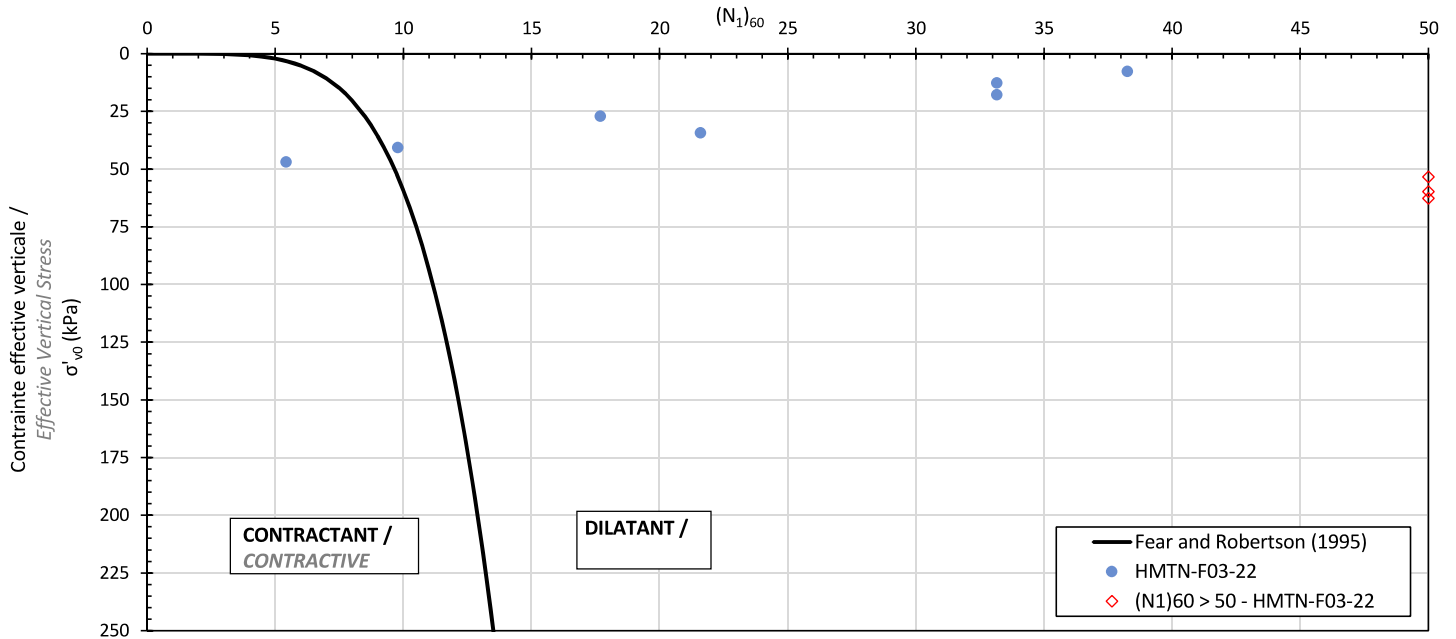
HMTN-F02-22

Résistance à la pénétration normalisée à 60% d'énergie /
Penetration Resistance normalized to 60% energy



HMTN-F03-22

Résistance à la pénétration normalisée à 60% d'énergie /
Penetration Resistance normalized to 60% energy



CLIENT

Osisko Mining Inc.

PROJET / PROJECT

ANALYSES GÉOTECHNIQUES POUR LA CONCEPTION DU PAR EN SUPPORT SUPPORT À
L'ÉTUDE DE FAISABILITÉ - PROJET WINDFALL /
TMF GEOTECHNICAL ANALYSES IN SUPPORT OF THE FEASIBILITY STUDY - WINDFALL
PROJECT

CONSULTANT



DATE	MARS 2023
PRÉPARÉE / PREPARED	G. TONUS
RÉVISÉE / REVISED	G. BOUDRIAS
APPROUVÉE / APPROVED	N. PÉPIN

TITRE / TITLE

ANNEXE A - ÉVALUATION DE L'ÉTAT IN SITU /
APPENDIX A - IN SITU STATE ASSESSMENT

PROJET / PROJECT

2148985706

PHASE

4

REV

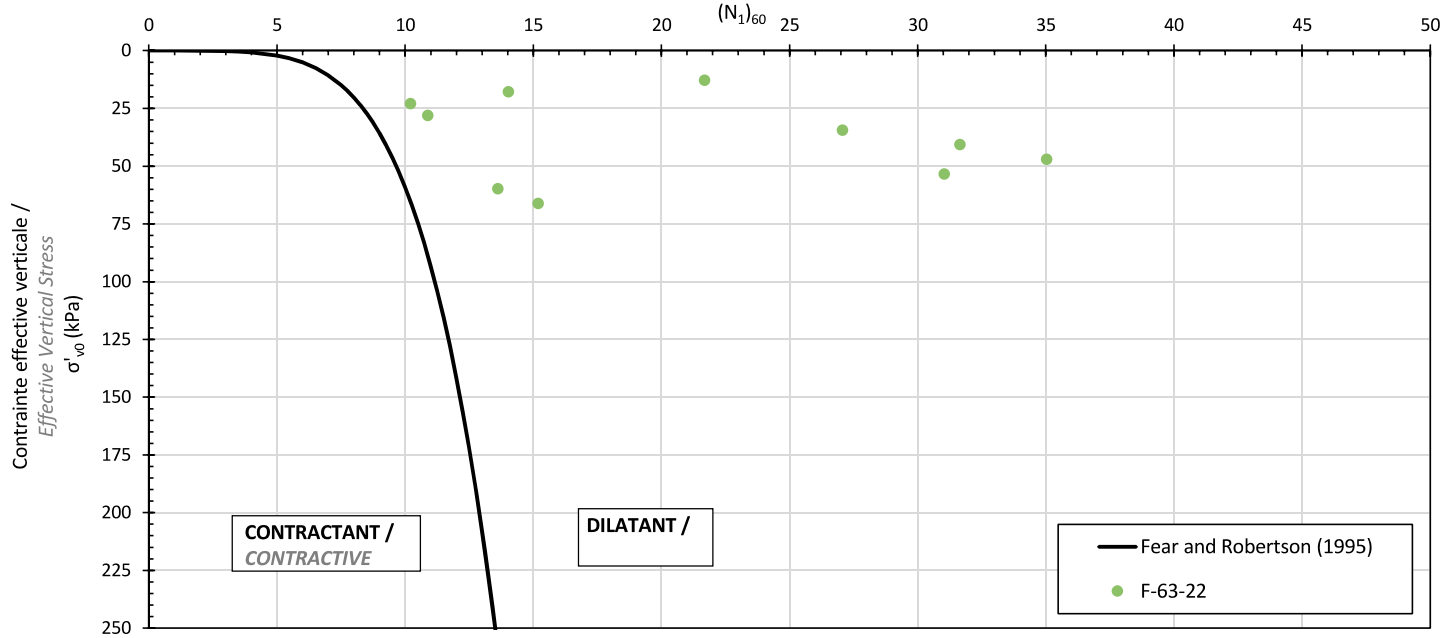
0

FIGURE

A-09

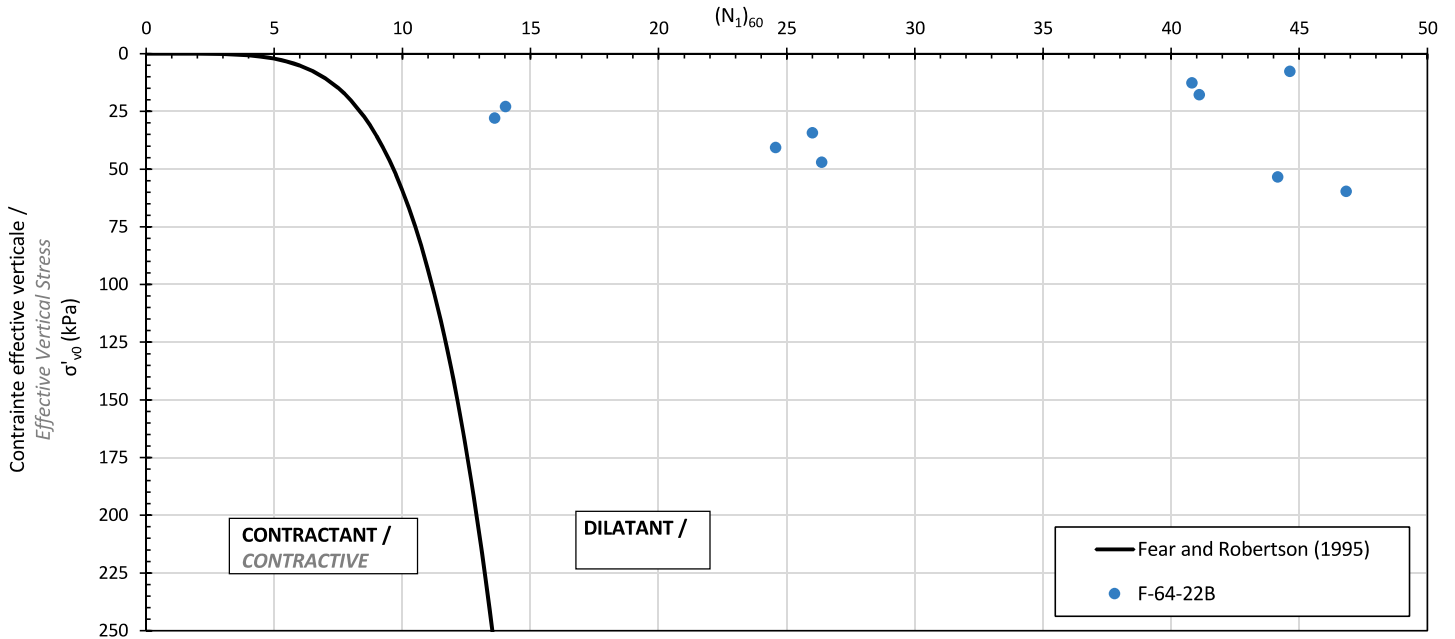
F-63-22

Résistance à la pénétration normalisée à 60% d'énergie /
Penetration Resistance normalized to 60% energy



F-64-22B

Résistance à la pénétration normalisée à 60% d'énergie /
Penetration Resistance normalized to 60% energy



CLIENT

Osisko Mining Inc.

PROJET / PROJECT

ANALYSES GÉOTECHNIQUES POUR LA CONCEPTION DU PAR EN SUPPORT SUPPORT À
L'ÉTUDE DE FAISABILITÉ - PROJET WINDFALL /
TMF GEOTECHNICAL ANALYSES IN SUPPORT OF THE FEASIBILITY STUDY - WINDFALL
PROJECT

CONSULTANT



DATE	MARS 2023
PRÉPARÉE / PREPARED	G. TONUS
RÉVISÉE / REVISED	G. BOUDRIAS
APPROUVÉE / APPROVED	N. PÉPIN

TITRE / TITLE

ANNEXE A - ÉVALUATION DE L'ÉTAT IN SITU /
APPENDIX A - IN SITU STATE ASSESSMENT

PROJET / PROJECT

2148985706

PHASE

4

REV

0

FIGURE

A-10

ANNEXE B

Aléas sismique et désagrégation

Seismic Hazard Deaggregation

calculated by the Canadian Hazards Information Service

INFORMATION: EarthquakesCanada.nrcan.gc.ca

Eastern Canada (613) 995-5548 Western Canada (250) 363-6500



Requested by: Gabriela-Therese Tonus, WSP Golder

2022/06/28

For site Eeyou Istchee James Bay, QC at 49.056 N 75.662 W

For ground motion parameter peak ground acceleration (PGA)

at a probability of 0.000404 per annum, seismic hazard = 0.051 g

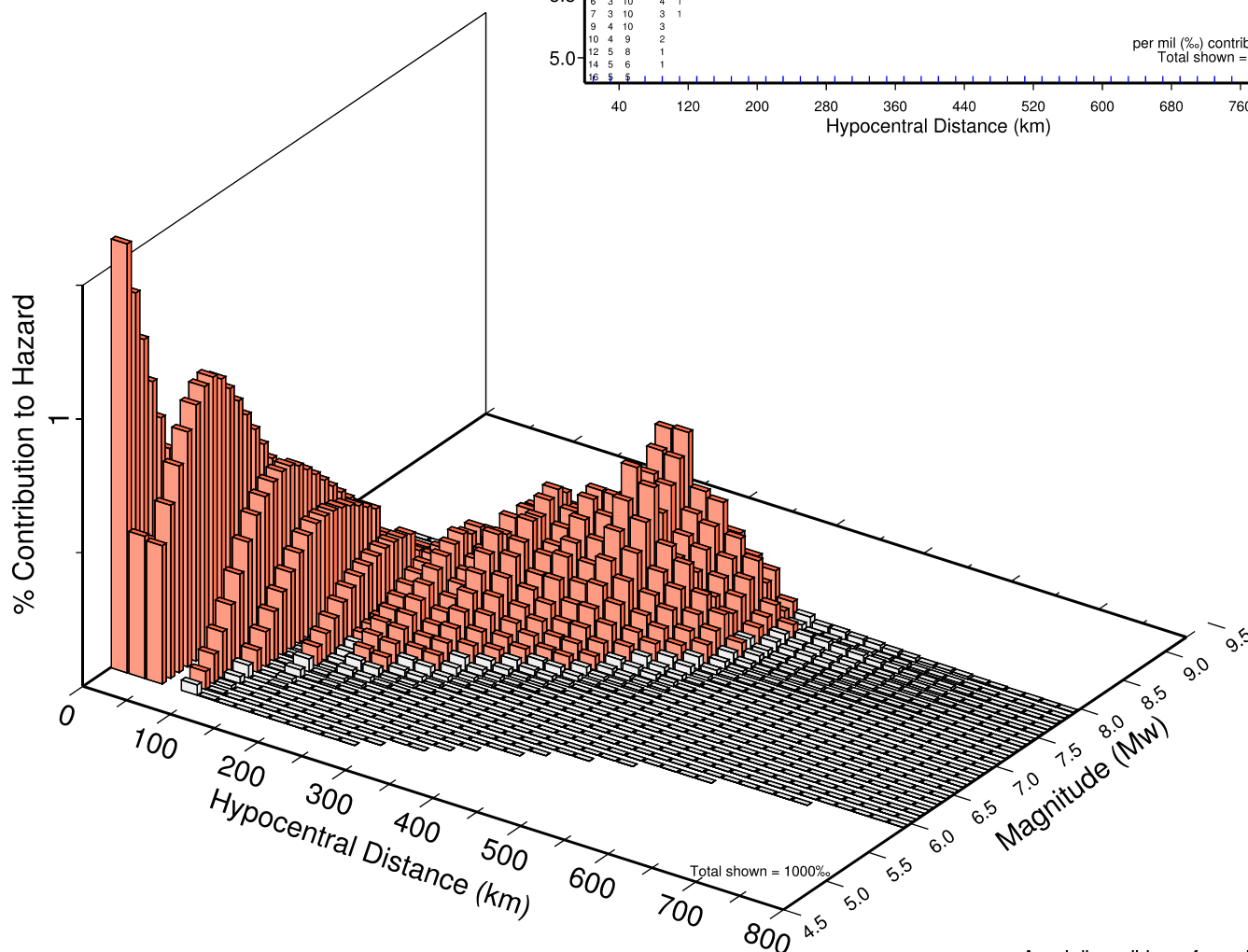
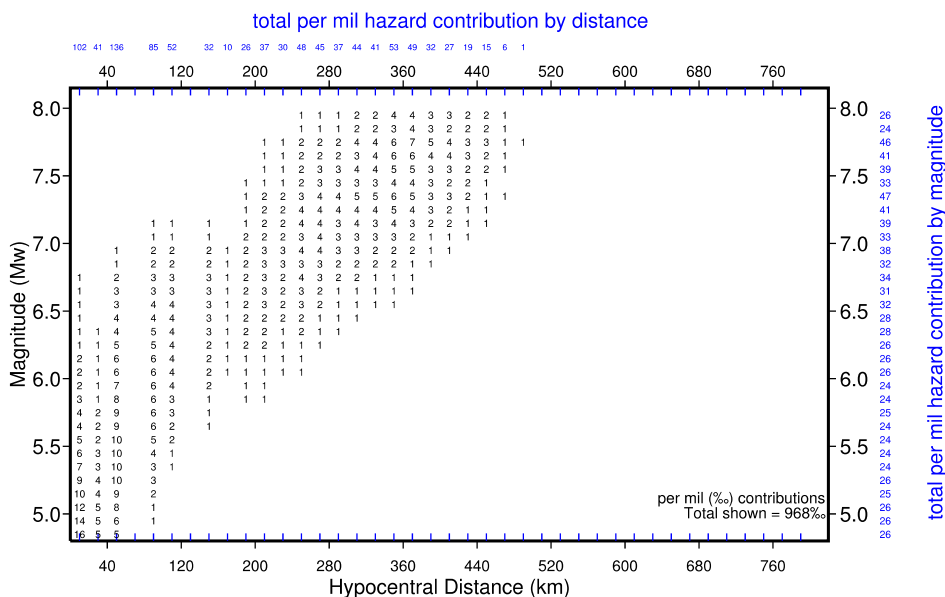
Soil Class C, 2015 Geological Survey of Canada 5th Generation model as prepared for NBCC2015

Mean magnitude (Mw) 6.55 Mean distance 201 km

Mode magnitude (Mw) 4.850 Mode distance 10 km

Deaggregation of mean hazard

Model: SECan_2015clC.model



Aussi disponible en français



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

Canada

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

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

Site: 49.056N 75.662W

Bibliographie fichier utilisateur: Camp Windfall

2022-08-16 13:28 UT

Demandeur: Golder/WSP

Probabilité de dépassement par année	0.000404	0.001	0.0021	0.01
Probabilité de dépassement dans 50 ans	2 %	5 %	10 %	40 %
Sa (0.05)	0.064	0.040	0.027	0.011
Sa (0.1)	0.090	0.059	0.041	0.018
Sa (0.2)	0.091	0.063	0.046	0.020
Sa (0.3)	0.081	0.058	0.043	0.019
Sa (0.5)	0.073	0.052	0.038	0.016
Sa (1.0)	0.048	0.034	0.024	0.009
Sa (2.0)	0.027	0.018	0.012	0.004
Sa (5.0)	0.007	0.004	0.003	0.001
Sa (10.0)	0.003	0.002	0.001	0.001
PGA (g)	0.052	0.035	0.024	0.010
PGV (m/s)	0.063	0.042	0.029	0.010

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

Bibliographie

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

Commentaires sur le calcul des structures (Guide de l'utilisateur - CNB 2015 : partie 4 de la division B)

Commentaire J: Conception pour des effets sismiques

Commission Géologique du Canada Dossier public 7893 Cinquième génération du modèle des risques sismiques au Canada: Valeurs de grille pour être utilisés avec le Code national du bâtiment du Canada 2015

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



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

Canada



Outil sur les aléas sismiques du Code national du bâtiment du Canada 2020

i Cette application fournit les données sismiques pour la conception des bâtiments au Canada visés par la partie 4 du Code national du bâtiment – Canada (CNB) 2020, conformément à l'article 1.1.3.1. de la division B du CNB 2020.

Valeurs d'aléas sismiques

Valeurs demandées par l'utilisateur

Édition du code	CNB 2020
Désignation d'emplacement X_S	X_A
Latitude (°)	49.056
Longitude (°)	-75.662

Veuillez sélectionner l'un des onglets ci-dessous.

[CNB 2020](#) [Valeurs additionnelles](#) [Graphiques](#) [API](#) [Renseignements généraux](#)

Les valeurs de réponse spectrale de l'accélération du CNB peuvent être consultées dans l'onglet CNB. Des valeurs additionnelles d'aléas pour votre emplacement se trouvent ci-dessous.

Les valeurs de réponse spectrale de l'accélération avec un amortissement de 5 % ($S_a(T)$, où T est la période, exprimée en secondes) et d'accélération maximale du sol (PGA) sont exprimées en unités d'accélération due à la gravité (g , soit $9,81 \text{ m/s}^2$). Les valeurs de vitesse maximale du sol (PGV) sont exprimées en m/s . La probabilité est exprimée en pourcentage de dépassement en 50 ans.

Toutes les probabilités pour la désignation d'emplacement précisée par l'utilisateur sont affichées par défaut. Les autres désignations d'emplacement peuvent être sélectionnées dans le menu déroulant correspondant du tableau. Dans les régions à faible aléa, une valeur

minimale de 0,001g est attribuée pour $T \leq 2,0s$ et de 0,0001g pour $T > 2,0 s$. D'autres renseignements sur le calcul des aléas sismiques sont fournis sous l'onglet *Renseignements généraux*.

Désignation d'emplacement	Probabilité	S _a (0.05)	S _a (0.1)	S _a (0.2)	S _a (0.3)	S _a (0.5)	S _a (1.0)	S _a (2.0)	S _a (5.0)	S _a (10.0)	PGA	PGV
XA	Tous											
X _A	2	0.13	0.14	0.104	0.093	0.0775	0.0474	0.0246	0.00734	0.00295	0.0568	0.0581
X _A	2.5	0.115	0.125	0.0931	0.0836	0.0698	0.0424	0.0219	0.00643	0.0026	0.0509	0.0514
X _A	3.5	0.0939	0.104	0.0787	0.0706	0.0591	0.0356	0.0182	0.00521	0.00211	0.043	0.0422
X _A	5	0.0754	0.0845	0.0653	0.0586	0.049	0.0293	0.0148	0.00411	0.00167	0.0357	0.034
X _A	7	0.0607	0.0691	0.0543	0.0486	0.0407	0.0241	0.0119	0.00323	0.00132	0.0297	0.0274
X _A	10	0.0476	0.0551	0.0441	0.0395	0.033	0.0193	0.00938	0.00245	0.001	0.0241	0.0214
X _A	14	0.0373	0.044	0.0359	0.0321	0.0266	0.0153	0.00731	0.00183	0.000753	0.0196	0.0167
X _A	20	0.0283	0.034	0.0283	0.0252	0.0208	0.0117	0.00543	0.0013	0.000534	0.0154	0.0124
X _A	30	0.0199	0.0245	0.0209	0.0186	0.015	0.0082	0.00364	0.000818	0.000335	0.0114	0.00848
X _A	40	0.015	0.0189	0.0164	0.0145	0.0115	0.00603	0.00258	0.000552	0.000224	0.00881	0.00615

Télécharger le fichier CSV

← Retourner au [formulaire de calcul des valeurs d'aléas sismiques](#)

Date de modification : 2021-04-06



Outil sur les aléas sismiques du Code national du bâtiment du Canada 2020



Cette application fournit les données sismiques pour la conception des bâtiments au Canada visés par la partie 4 du Code national du bâtiment – Canada (CNB) 2020, conformément à l'article 1.1.3.1. de la division B du CNB 2020.

Valeurs d'aléas sismiques

Valeurs demandées par l'utilisateur

Édition du code	CNB 2020
Désignation d'emplacement X_S	X_D
Latitude (°)	49.056
Longitude (°)	-75.662

Veuillez sélectionner l'un des onglets ci-dessous.

CNB 2020

Valeurs additionnelles

Graphiques

API

Renseignements généraux

Les valeurs de réponse spectrale de l'accélération du CNB peuvent être consultées dans l'onglet CNB. Des valeurs additionnelles d'aléas pour votre emplacement se trouvent ci-dessous.

Les valeurs de réponse spectrale de l'accélération avec un amortissement de 5 % ($S_a(T)$, où T est la période, exprimée en secondes) et d'accélération maximale du sol (PGA) sont exprimées en unités d'accélération due à la gravité (g , soit $9,81 \text{ m/s}^2$). Les valeurs de vitesse maximale du sol (PGV) sont exprimées en m/s . La probabilité est exprimée en pourcentage de dépassement en 50 ans.

Toutes les probabilités pour la désignation d'emplacement précisée par l'utilisateur sont affichées par défaut. Les autres désignations d'emplacement peuvent être sélectionnées dans le menu déroulant correspondant du tableau. Dans les régions à faible aléa, une valeur minimale de 0,001g est attribuée pour $T \leq 2,0s$ et de 0,0001g pour $T > 2,0 s$.

D'autres renseignements sur le calcul des aléas sismiques sont fournis sous l'onglet

Renseignements généraux.

Désignation d'emplacement	Probabilité	S _a (0.05)	S _a (0.1)	S _a (0.2)	S _a (0.3)	S _a (0.5)	S _a (1.0)	S _a (2.0)	S _a (5.0)	S _a (10.0)	PGA	PGV
XD ▼	Tous ▼											
X _D	2	0.157	0.202	0.242	0.272	0.285	0.186	0.0944	0.0267	0.00855	0.127	0.192
X _D	2.5	0.139	0.181	0.219	0.246	0.257	0.167	0.0841	0.0234	0.00752	0.114	0.17
X _D	3.5	0.116	0.153	0.185	0.209	0.218	0.14	0.0699	0.019	0.00611	0.0964	0.14
X _D	5	0.0942	0.126	0.154	0.173	0.181	0.115	0.0567	0.0149	0.00483	0.0798	0.112
X _D	7	0.0766	0.104	0.127	0.143	0.15	0.094	0.0458	0.0117	0.0038	0.0659	0.0902
X _D	10	0.0606	0.0835	0.103	0.116	0.121	0.0748	0.0358	0.00885	0.00289	0.0531	0.0702
X _D	14	0.0479	0.067	0.0829	0.093	0.0967	0.0593	0.0278	0.00661	0.00217	0.0427	0.0544
X _D	20	0.0366	0.0521	0.0648	0.0724	0.0747	0.0451	0.0206	0.00468	0.00154	0.0332	0.0404
X _D	30	0.0261	0.0379	0.0474	0.0527	0.0536	0.0313	0.0138	0.00294	0.000963	0.024	0.0275
X _D	40	0.0198	0.0294	0.0368	0.0406	0.0405	0.023	0.00973	0.00198	0.000643	0.0185	0.0199

Télécharger le fichier CSV

← Retourner au [formulaire de calcul des valeurs d'aléas sismiques](#)

Date de modification : 2021-04-06

ANNEXE C

**Évaluation du potentiel de
liquéfaction**

Figure C-01

Évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction des sols granulaires - Opération

Projet : Analyses géotechniques pour la conception du parc à résidus en support à l'étude de faisabilité
 No de projet : 2148985706-04

Forage : BH-22-01
 Site : Projet Windfall

Date du forage : 2022-02-03

Profondeur (m)	Type de sol	Pourcentage de fines (%)	N	$(N_1)_{60cs}$	CSR	CRR (2008)	F.S. (2008)
1.8	Silt à sable moyen	59	7	15	0.15	0.22	1.5
2.6	Silt à sable moyen	59	4	11	0.12	0.18	1.5
3.3	Silt à sable moyen	59	6	14	0.11	0.21	1.9
4.1	Silt à sable moyen	90	9	19	0.11	0.27	2.0
4.9	Silt à sable moyen	59	2	9	0.10	0.15	1.5
5.6	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	5	15	21	0.10	0.32	2.0
6.4	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	5	6	9	0.09	0.15	1.6
7.5	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	5	15	18	0.09	0.26	2.0
8.2	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	5	50	53	0.08	2.00	2.0

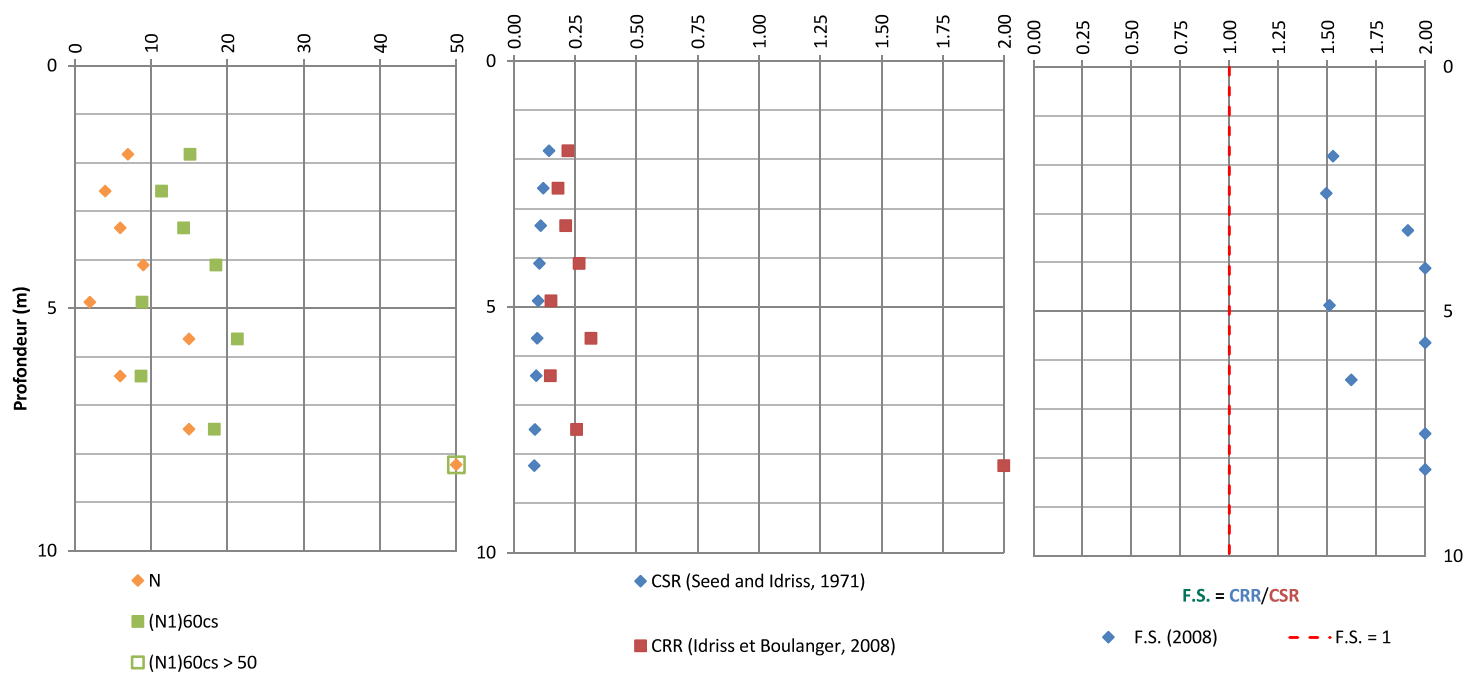


Figure C-02

Évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction des sols granulaires - Opération

Projet : Analyses géotechniques pour la conception du parc à résidus en support à l'étude de faisabilité
 No de projet : 2148985706-04

Forage : BH-22-12
 Site : Projet Windfall

Date du forage : 2022-03-24

Profondeur (m)	Type de sol	Pourcentage de fines (%)	N	$(N_1)_{60cs}$	CSR	CRR (2008)	F.S. (2008)
0.3	Silt à sable moyen	22	50	69	0.10	2.00	2.0

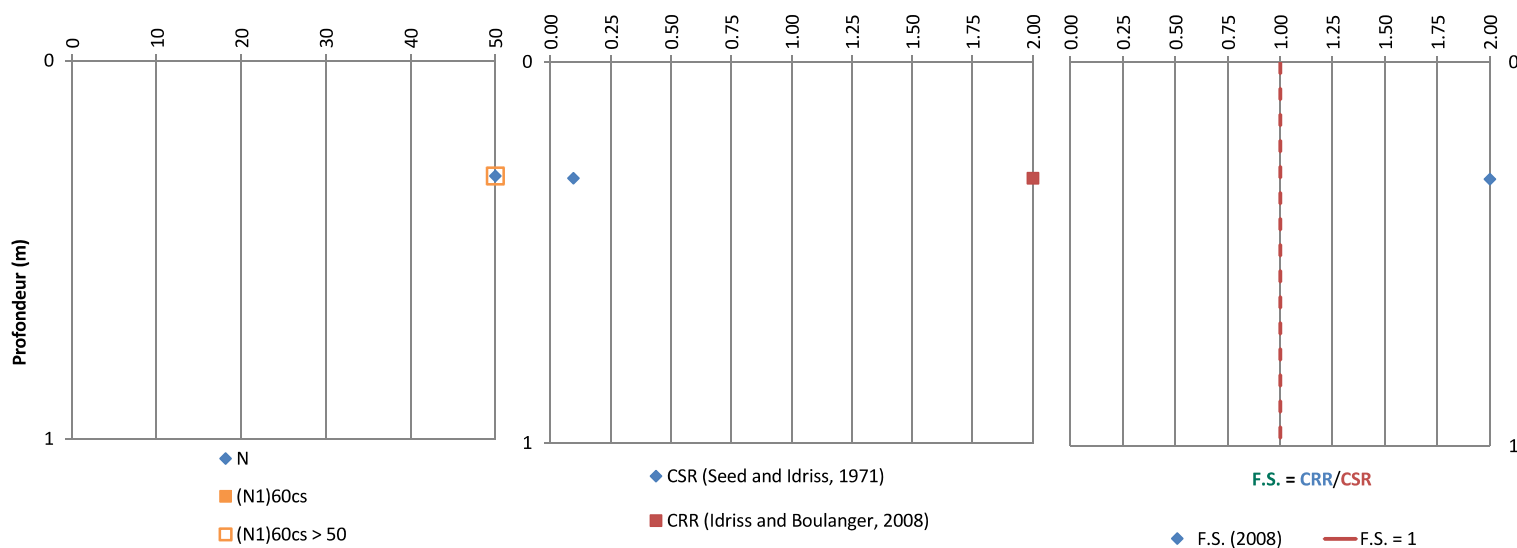


Figure C-03

Évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction des sols granulaires - Opération

Projet : Analyses géotechniques pour la conception du parc à résidus en support à l'étude de faisabilité
 No de projet : 2148985706-04

Forage : BH-22-13
 Site : Projet Windfall

Date du forage : 2022-04-06

Profondeur (m)	Type de sol	Pourcentage de fines (%)	N	$(N_1)_{60cs}$	CSR	CRR (2008)	F.S. (2008)
0.3	Silt à sable moyen	10	10	14	0.10	0.21	2.0
1.1	Silt à sable moyen	94	17	27	0.10	0.50	2.0
1.8	Silt à sable moyen	94	6	14	0.09	0.21	2.0
2.6	Silt à sable moyen	94	7	16	0.09	0.23	2.0
3.4	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	10	15	23	0.09	0.35	2.0
4.3	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	10	50	56	0.09	2.00	2.0
4.9	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	10	15	22	0.09	0.32	2.0
5.6	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	10	10	14	0.08	0.21	2.0
6.4	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	10	8	11	0.08	0.17	2.0
7.2	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	10	10	13	0.08	0.19	2.0
7.9	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	10	12	14	0.08	0.20	2.0
8.7	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	10	5	7	0.08	0.13	1.7
9.4	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	10	8	10	0.07	0.15	2.0
10.2	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	10	8	9	0.07	0.15	2.0
12.2	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	10	17	17	0.07	0.22	2.0
13.4	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	33	50	52	0.07	2.00	2.0
14.9	Sable silteux graveleux plastique	38	50	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
15.4	Sable silteux graveleux plastique	33	50	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
16.2	Sable silteux graveleux plastique	33	50	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A

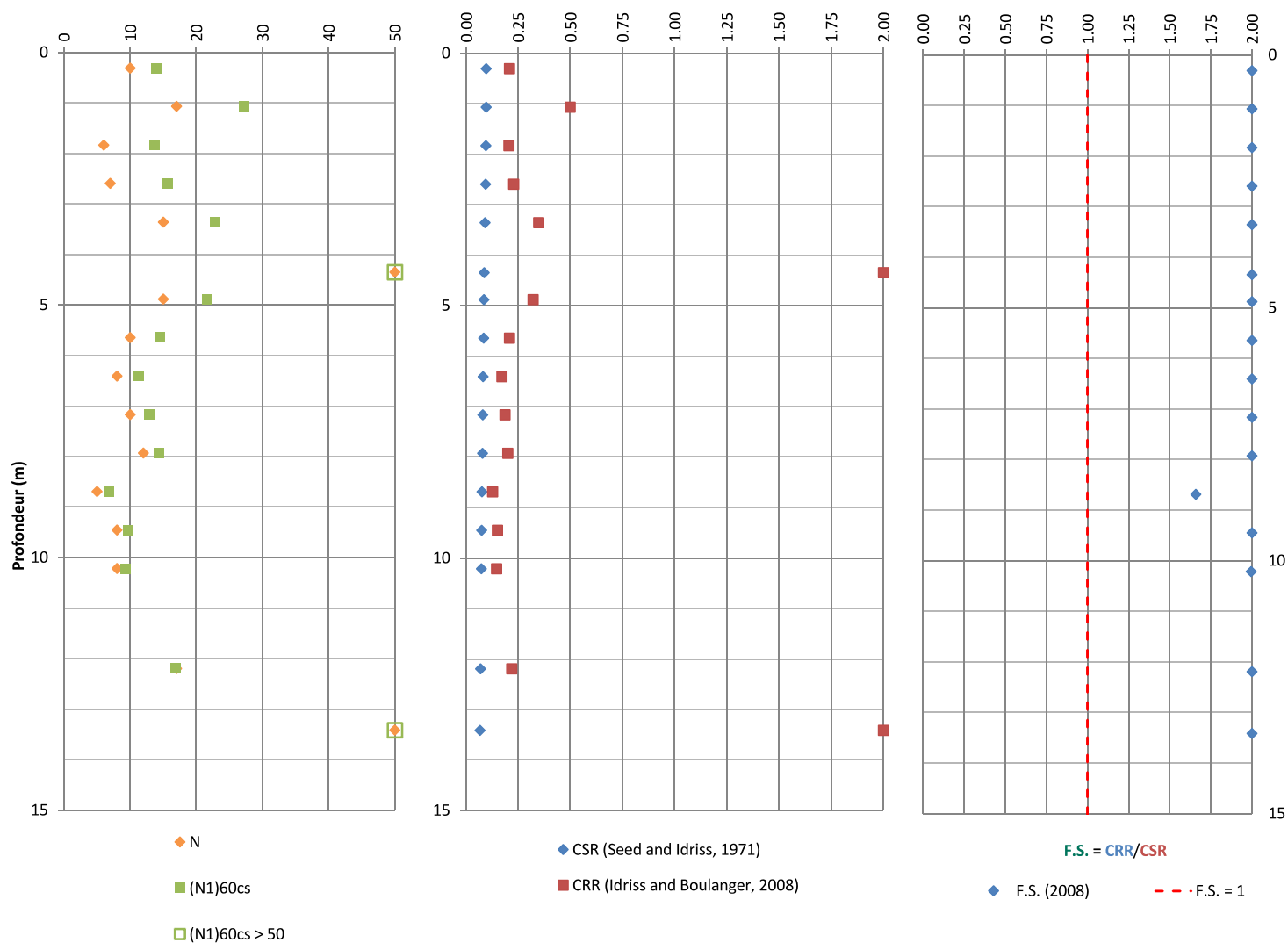
Figure C-04

Évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction des sols granulaires - Opération

Projet : Analyses géotechniques pour la conception du parc à résidus en support à l'étude de faisabilité
No de projet : 2148985706-04

Forage : BH-22-13
Site : Projet Windfall

Date du forage : 2022-04-06



Magnitude : 6.55

AMS (g) :

0.067

Niveau d'eau (m) : 0

Figure C-05

Évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction des sols granulaires - Opération

Projet : Analyses géotechniques pour la conception du parc à résidus en support à l'étude de faisabilité
 No de projet : 2148985706-04

Forage : BH-22-14
 Site : Projet Windfall

Date du forage : 2022-04-07

Profondeur (m)	Type de sol	Pourcentage de fines (%)	N	(N ₁) _{60cs}	CSR	CRR (2008)	F.S. (2008)
0.3	Silt à sable moyen	22	3	9	0.10	0.15	1.6
0.9	Silt à sable moyen	22	10	18	0.10	0.25	2.0
1.8	Silt à sable moyen	22	6	13	0.09	0.20	2.0
2.6	Silt à sable moyen	22	1	6	0.09	0.13	1.4
3.4	Silt à sable moyen	22	1	6	0.09	0.13	1.4
4.1	Silt à sable moyen	22	1	6	0.09	0.13	1.4
4.9	Silt à sable moyen	22	1	6	0.09	0.13	1.4
5.6	Silt à sable moyen	22	0	5	0.09	0.11	1.3
6.4	Silt à sable moyen	22	5	12	0.09	0.18	2.0
7.2	Silt à sable moyen	22	1	6	0.09	0.12	1.4
7.9	Silt argileux à argile silteuse	96	0	5	0.08	0.12	1.4
9.4	Silt à sable moyen	22	7	13	0.08	0.18	2.0
10.2	Silt à sable moyen	22	3	8	0.08	0.14	1.7
11.0	Silt à sable moyen	22	10	15	0.08	0.21	2.0
11.7	Silt à sable moyen	22	7	12	0.08	0.17	2.0
12.5	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	8	13	0.07	0.18	2.0
13.3	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	16	20	0.07	0.26	2.0
14.0	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	18	21	0.07	0.28	2.0
14.8	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	50	52	0.07	2.00	2.0
15.5	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	29	31	0.07	0.64	2.0
16.3	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	13	16	0.06	0.20	2.0
17.1	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	9	12	0.06	0.16	2.0
17.8	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	13	15	0.06	0.19	2.0
19.5	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	26	25	0.06	0.35	2.0
21.0	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	27	50	47	0.06	2.00	2.0
22.6	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	113	98	0.05	2.00	2.0
24.1	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	43	38	0.05	2.00	2.0
25.8	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	102	86	0.05	1.90	2.0
27.1	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	50	42	0.05	1.86	2.0

Magnitude : 6.55

AMS (g) :

0.067

Niveau d'eau (m) : 0

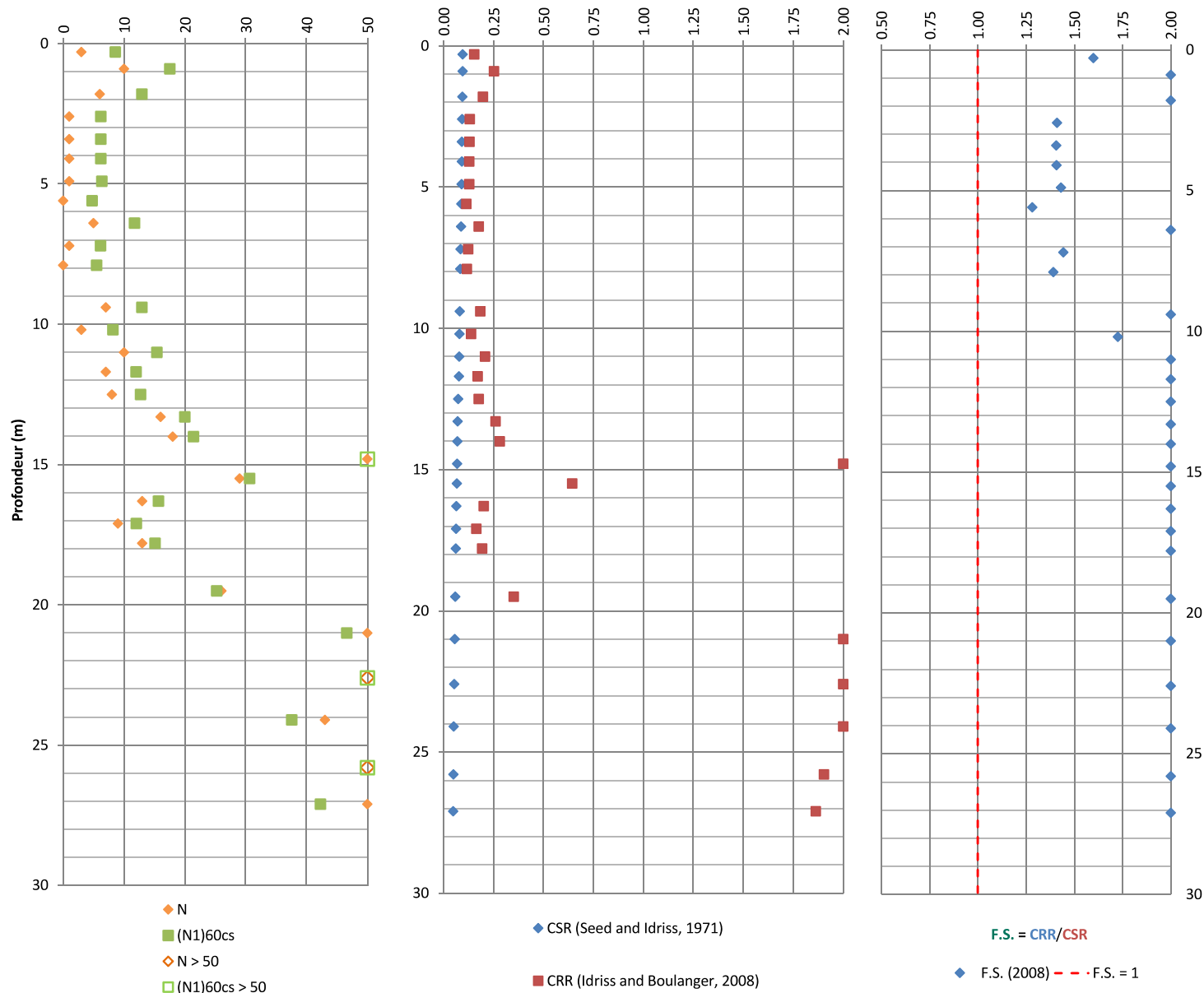
Figure C-06

Évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction des sols granulaires - Opération

Projet : Analyses géotechniques pour la conception du parc à résidus en support à l'étude de faisabilité
 No de projet : 2148985706-04

Forage : BH-22-14
 Site : Projet Windfall

Date du forage : 2022-04-07



Magnitude : 6.55

AMS (g) :

0.067

Niveau d'eau (m) : 0

Figure C-07

Évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction des sols granulaires - Opération

Projet : Analyses géotechniques pour la conception du parc à résidus en support à l'étude de faisabilité
 No de projet : 2148985706-04

Forage : BH-22-16
 Site : Projet Windfall

Date du forage : 2022-03-23

Profondeur (m)	Type de sol	Pourcentage de fines (%)	N	$(N_1)_{60cs}$	CSR	CRR (2008)	F.S. (2008)
1.1	Silt à sable moyen	16	11	18	0.15	0.25	1.7
1.8	Silt à sable moyen	26	10	19	0.12	0.27	2.0
2.6	Silt à sable moyen	16	9	17	0.11	0.24	2.0
3.3	Silt à sable moyen	16	15	25	0.10	0.42	2.0
4.1	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	22	16	27	0.10	0.51	2.0
4.9	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	22	68	89	0.09	2.00	2.0
5.5	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	22	50	64	0.09	2.00	2.0
8.6	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	22	50	59	0.08	2.00	2.0

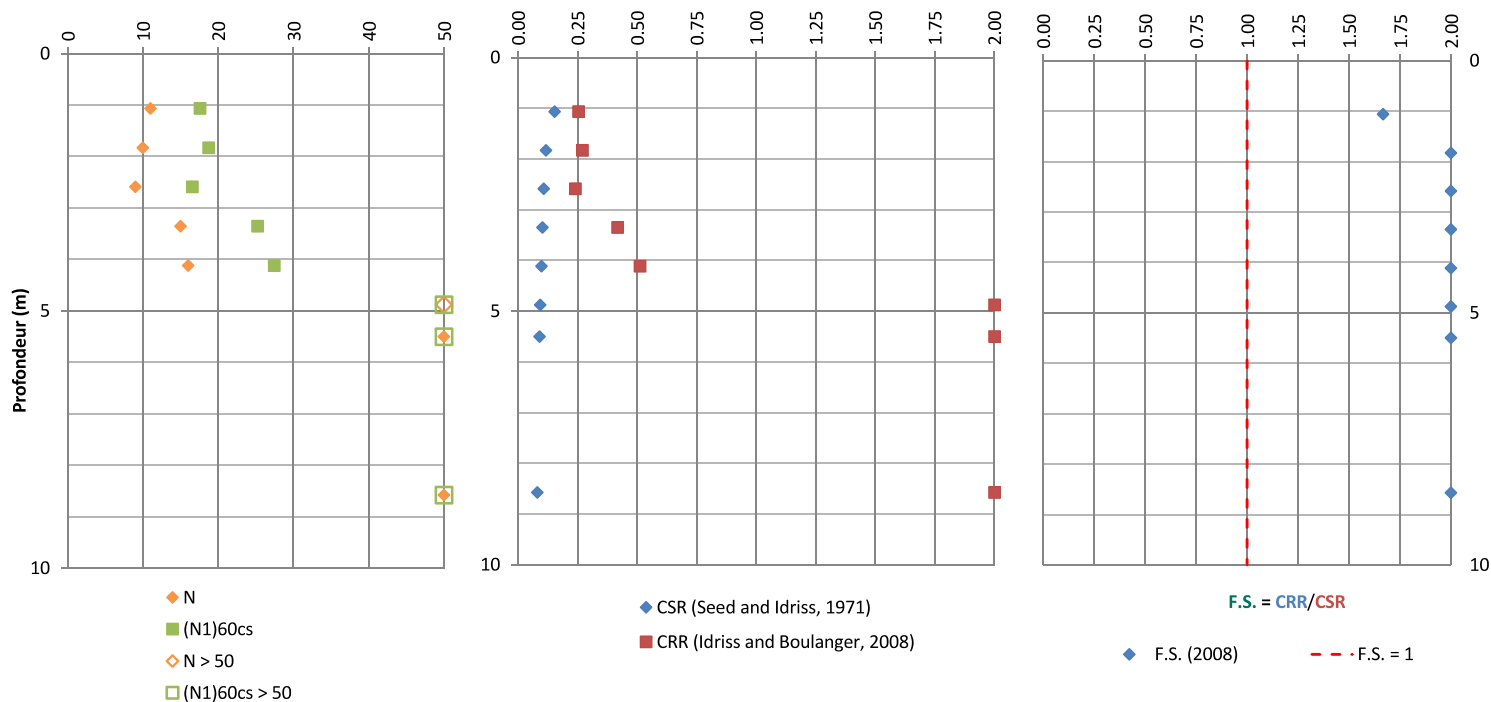


Figure C-08

Évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction des sols granulaires - Opération

Projet : Analyses géotechniques pour la conception du parc à résidus en support à l'étude de faisabilité
 No de projet : 2148985706-04

Forage : BH-22-23
 Site : Projet Windfall

Date du forage : 2022-04-05

Profondeur (m)	Type de sol	Pourcentage de fines (%)	N	$(N_1)_{60cs}$	CSR	CRR (2008)	F.S. (2008)
0.3	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	15	13	20	0.09	0.29	2.0
1.1	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	36	10	18	0.09	0.26	2.0
1.8	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	15	18	28	0.08	0.53	2.0

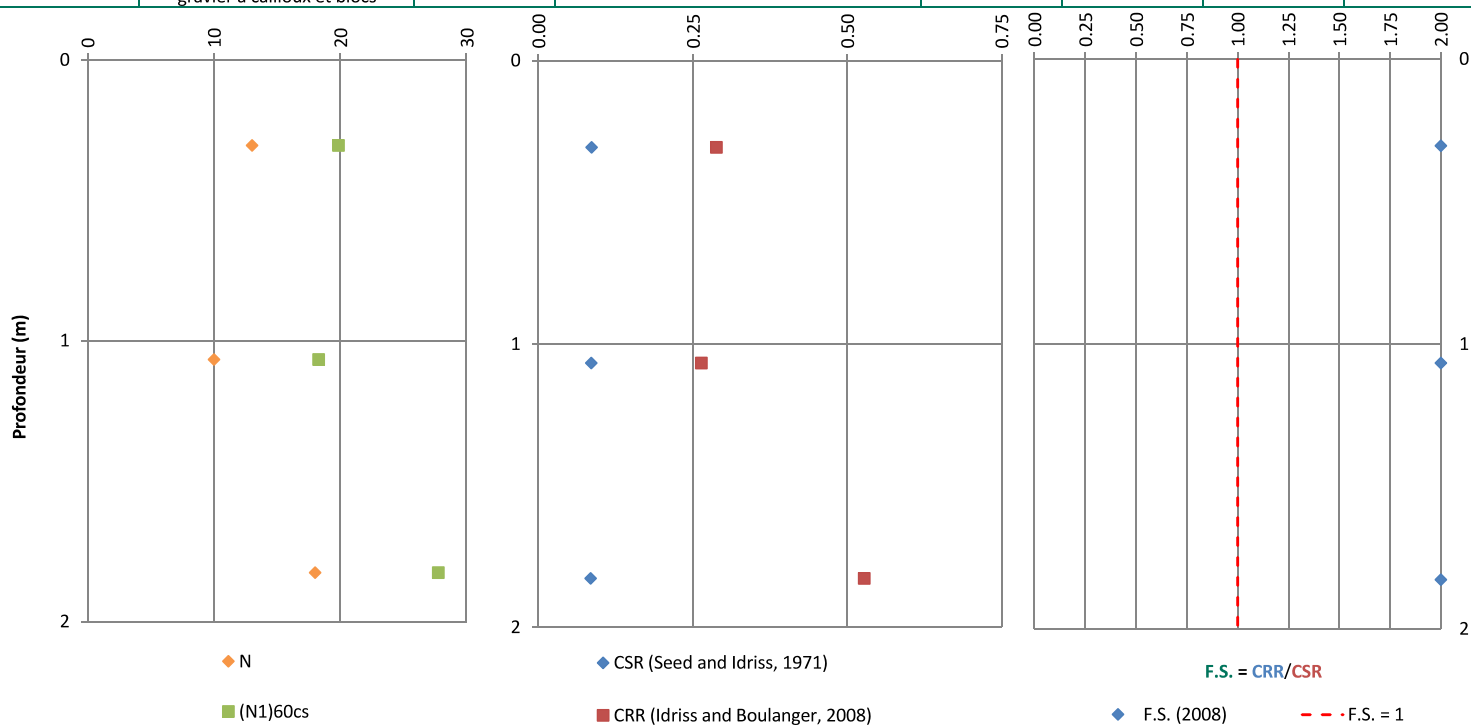


Figure C-09

Évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction des sols granulaires - Opération

Projet : Analyses géotechniques pour la conception du parc à résidus en support à l'étude de faisabilité
 No de projet : 2148985706-04

Forage : BH-22-25
 Site : Project Windfall

Date du forage : 2022-05-25

Profondeur (m)	Type de sol	Pourcentage de fines (%)	N	$(N_1)_{60cs}$	CSR	CRR (2008)	F.S. (2008)
2.7	Silt à sable moyen	47	9	19	0.15	0.27	1.8
3.4	Silt à sable moyen	90	11	21	0.13	0.32	2.0
4.1	Silt à sable moyen	47	5	13	0.12	0.20	1.7
4.9	Silt à sable moyen	47	5	14	0.11	0.21	1.9
5.6	Silt à sable moyen	47	8	19	0.10	0.27	2.0
6.4	Silt à sable moyen	47	3	10	0.10	0.17	1.7
7.2	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	18	13	22	0.10	0.32	2.0
7.9	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	18	71	83	0.09	2.00	2.0
8.7	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	18	50	61	0.09	2.00	2.0
9.4	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	18	87	99	0.08	2.00	2.0
11.0	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	18	104	112	0.08	2.00	2.0

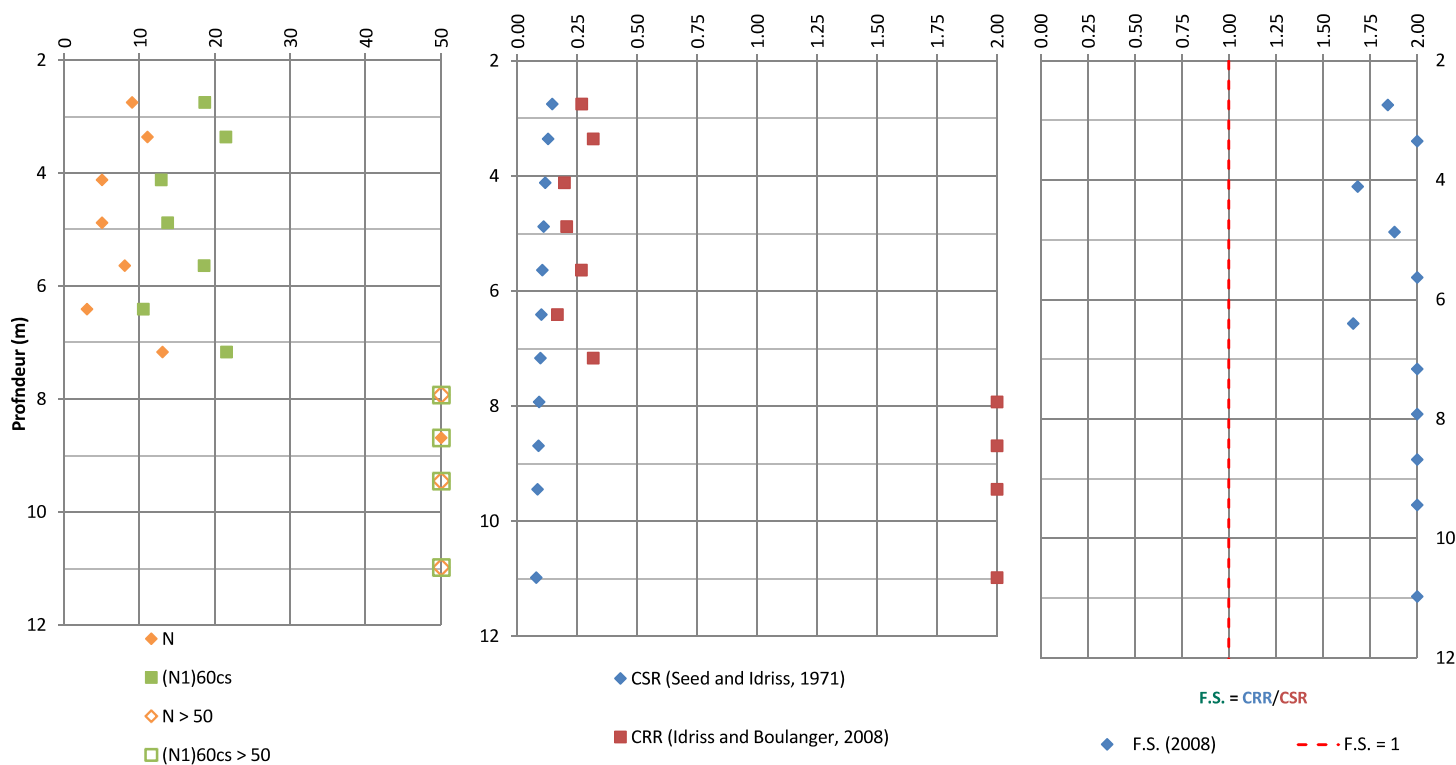


Figure C-10

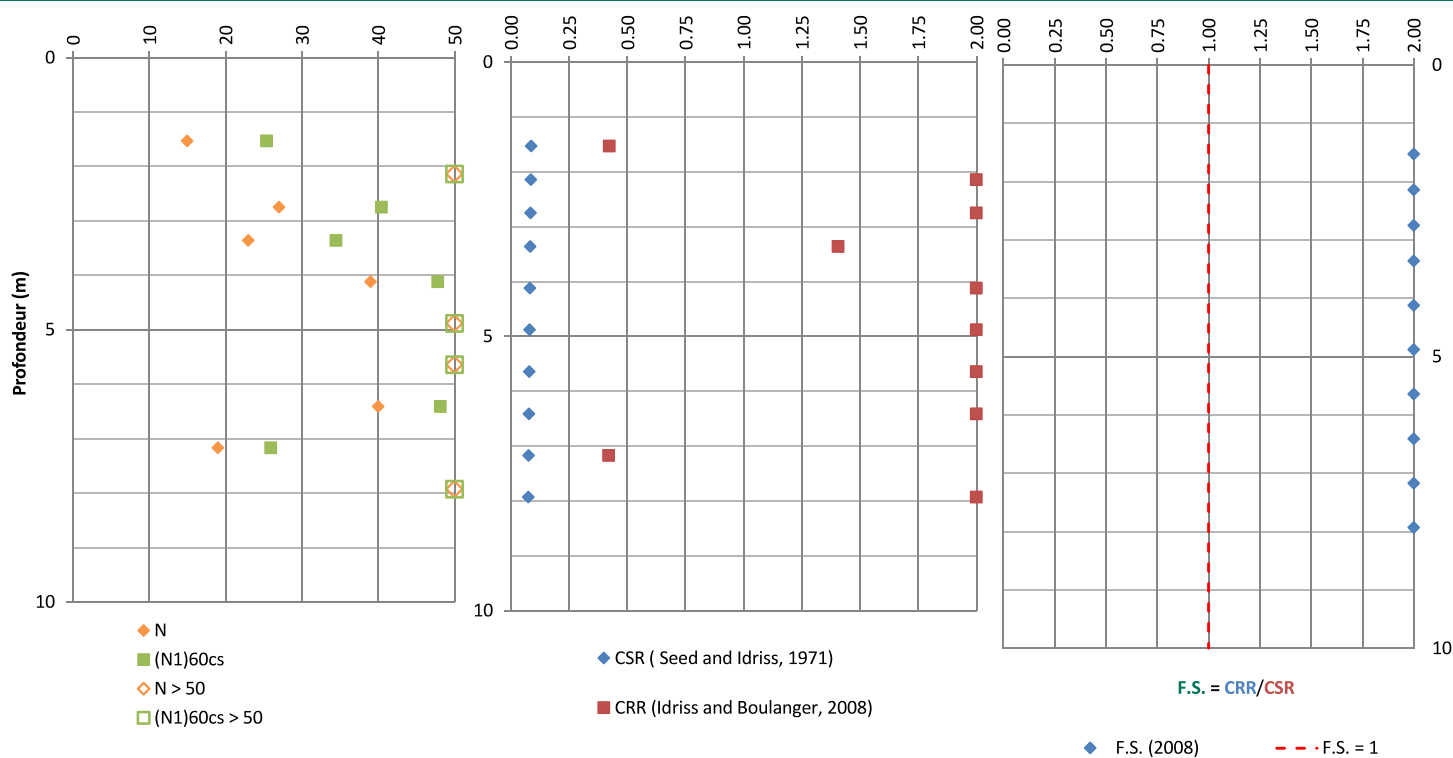
Évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction des sols granulaires - Opération

Projet : Analyses géotechniques pour la conception du parc à résidus en support à l'étude de faisabilité
 No de projet : 2148985706-04

Forage : BH-22-26
 Site : Windfall Project

Date du forage : 2022-05-24

Profondeur (m)	Type de sol	Pourcentage de fines (%)	N	$(N_1)_{60cs}$	CSR	CRR (2008)	F.S. (2008)
1.5	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	15	25	0.09	0.42	2.0
2.1	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	74	95	0.09	2.00	2.0
2.7	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	27	40	0.09	2.00	2.0
3.4	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	23	34	0.08	1.41	2.0
4.1	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	39	48	0.08	2.00	2.0
4.9	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	86	104	0.08	2.00	2.0
5.6	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	89	104	0.08	2.00	2.0
6.4	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	40	48	0.08	2.00	2.0
7.2	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	19	26	0.08	0.42	2.0
7.9	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	51	57	0.08	2.00	2.0



Magnitude : 6.55

AMS (g) :

0.067

Niveau d'eau (m) : 0

Figure C-11

Évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction des sols granulaires - Opération

Projet : Analyses géotechniques pour la conception du parc à résidus en support à l'étude de faisabilité
 No de projet : 2148985706-04

Forage : BH-22-27
 Site : Projet Windfall

Date du forage : 2022-05-24

Profondeur (m)	Type de sol	Pourcentage de fines (%)	N	$(N_1)_{60cs}$	CSR	CRR (2008)	F.S. (2008)
1.5	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	13	22	32	0.11	0.97	2.0
2.1	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	13	19	28	0.10	0.56	2.0
2.7	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	13	29	42	0.09	2.00	2.0
3.4	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	23	21	34	0.09	1.20	2.0
4.1	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	13	19	27	0.09	0.49	2.0
4.9	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	13	78	95	0.09	2.00	2.0
5.6	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	13	50	59	0.08	2.00	2.0
6.4	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	13	50	57	0.08	2.00	2.0
7.2	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	13	14	19	0.08	0.26	2.0
7.7	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	13	50	54	0.08	2.00	2.0

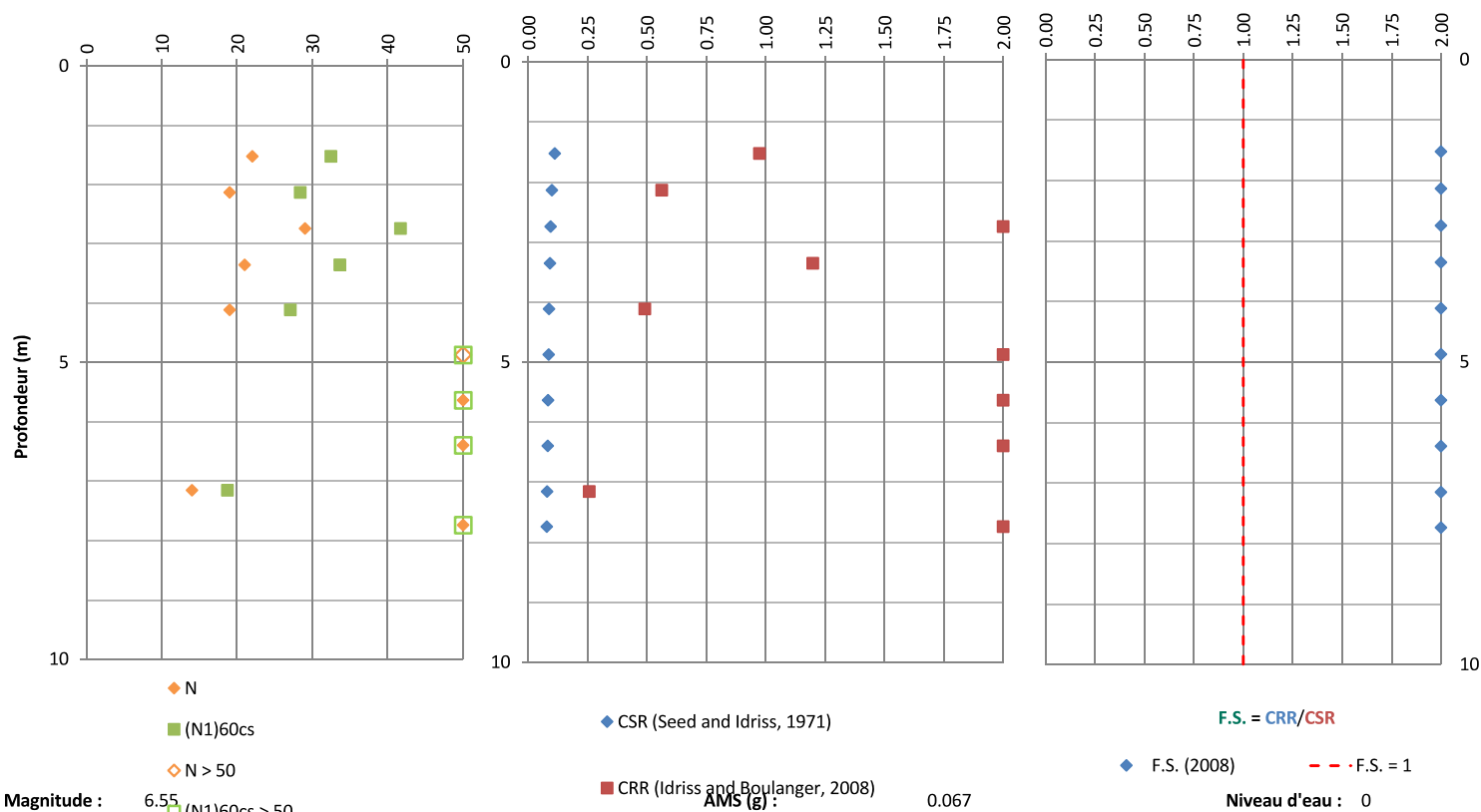


Figure C-12

Évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction des sols granulaires - Opération

Projet : Analyses géotechniques pour la conception du parc à résidus en support à l'étude de faisabilité
 No de projet : 2148985706-04

Forage : BJ-F01-21
 Site : Projet Windfall

Date du forage : 2021-08-08

Profondeur (m)	Type de sol	Pourcentage de fines (%)	N	(N ₁) _{60cs}	CSR	CRR (2008)	F.S. (2008)
1.5	Silt à sable moyen	34	11	20	0.09	0.30	2.0
2.1	Silt à sable moyen	34	21	34	0.09	1.29	2.0
2.7	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	26	17	30	0.09	0.66	2.0
3.4	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	26	7	15	0.09	0.22	2.0
4.1	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	26	6	14	0.09	0.20	2.0
4.9	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	26	6	14	0.08	0.20	2.0

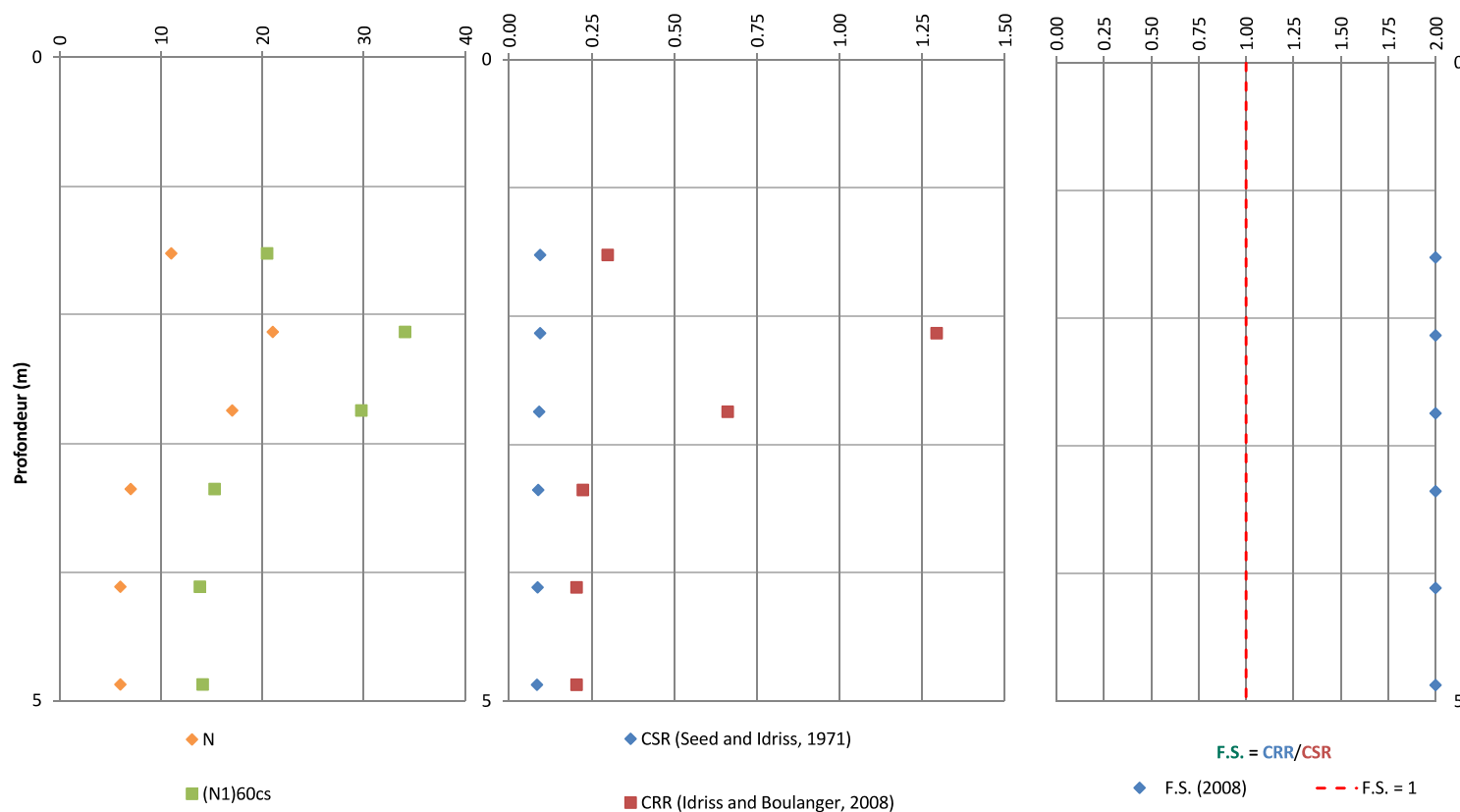


Figure C-13

Évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction des sols granulaires - Opération

Projet : Analyses géotechniques pour la conception du parc à résidus en support à l'étude de faisabilité
 No de projet : 2148985706-04

Forage : HMTN-F03-22
 Site : Projet Windfall

Date du forage : 2022-03-21

Profondeur (m)	Type de sol	Pourcentage de fines (%)	N	$(N_1)_{60cs}$	CSR	CRR (2008)	F.S. (2008)
3.3	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	13	23	0.08	0.36	2.0
4.1	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	16	25	0.08	0.41	2.0
4.9	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	7	15	0.08	0.21	2.0
5.6	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	4	10	0.08	0.16	2.0
6.4	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	43	80	91	0.08	2.00	2.0
7.2	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	47	54	0.08	2.00	2.0
7.5	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	50	56	0.08	2.00	2.0

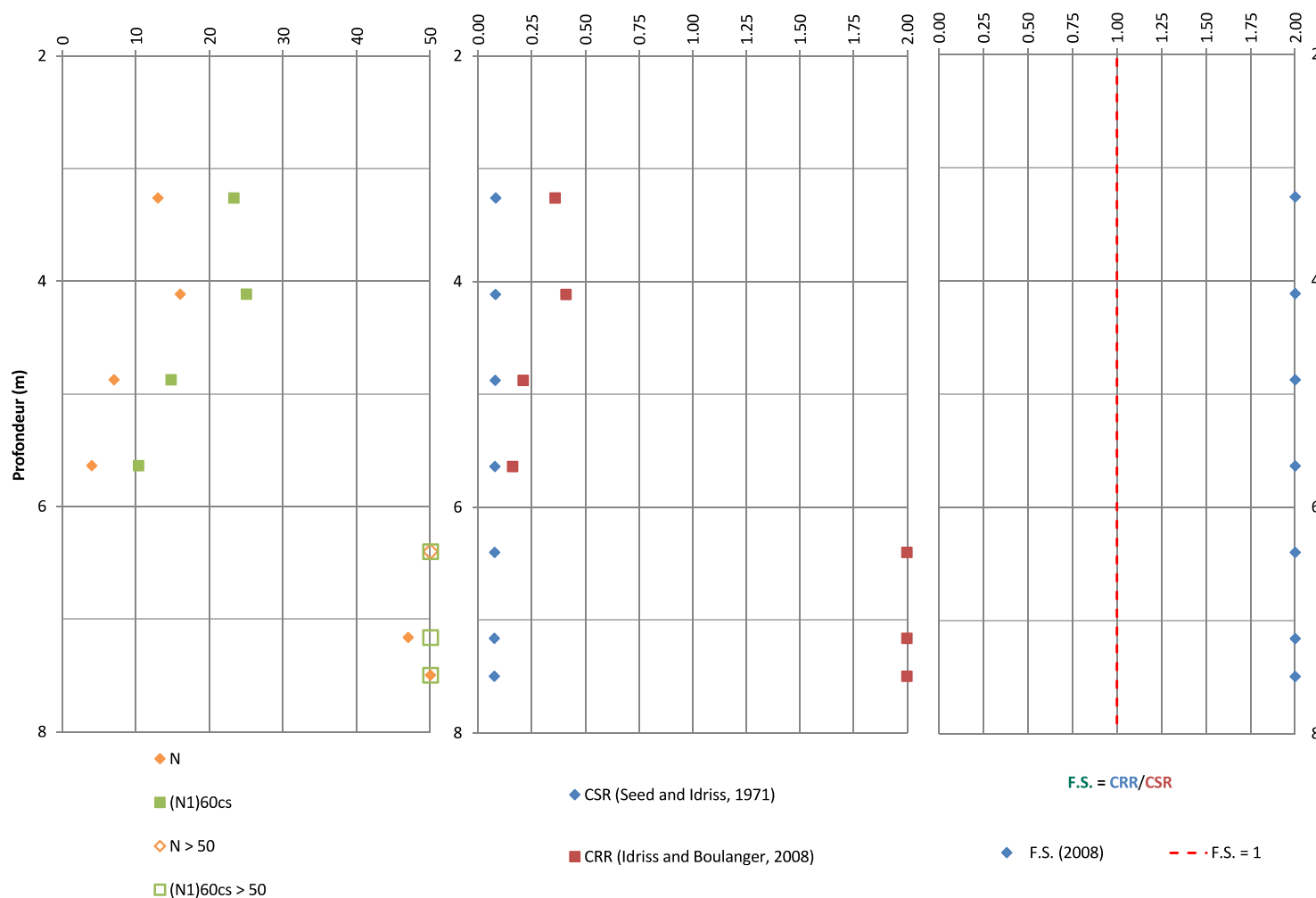


Figure C-14

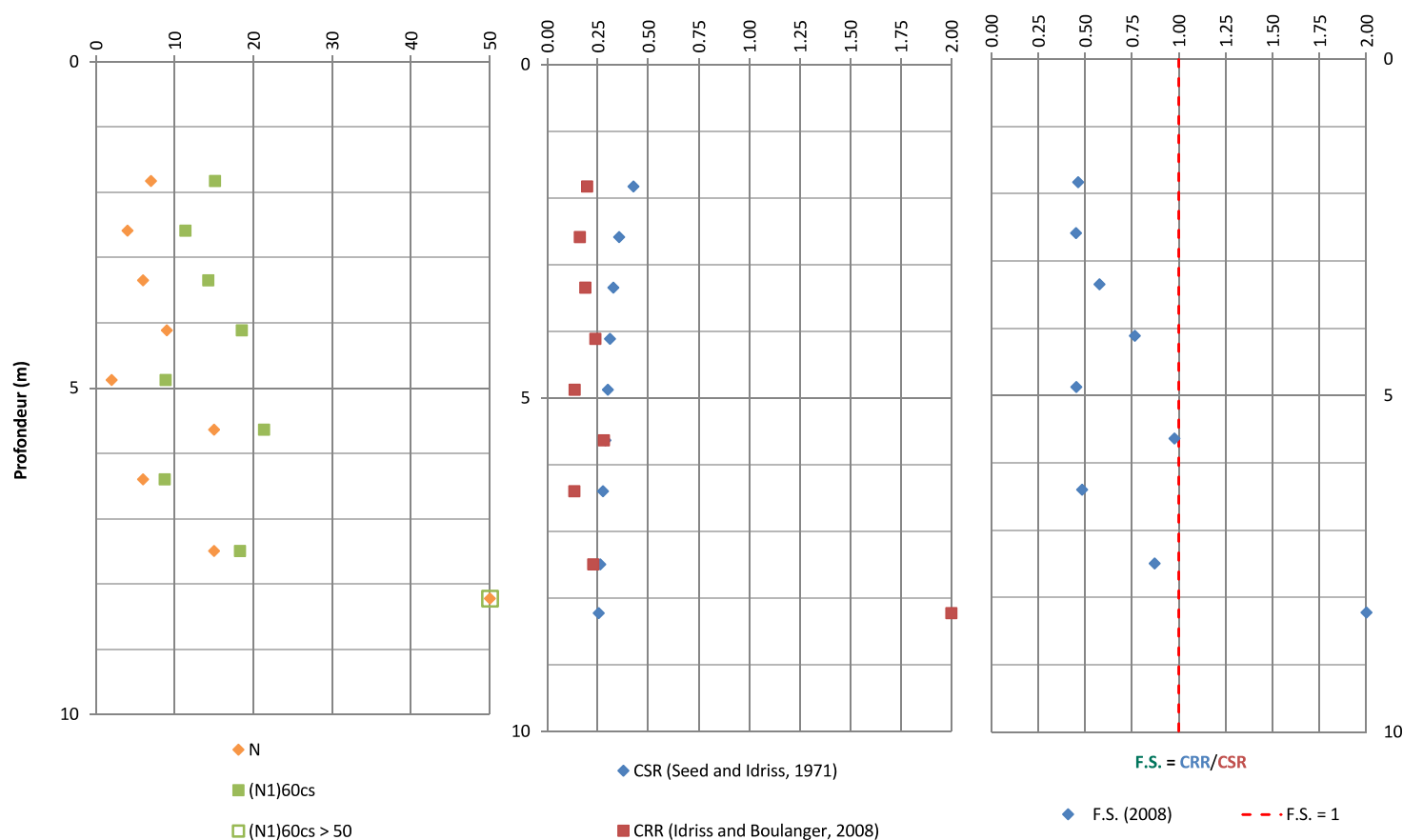
Évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction des sols granulaires - Post-restauration

Projet : Analyses géotechniques pour la conception du parc à résidus en support à l'étude de faisabilité
 No de projet : 2148985706-04

Forage : BH-22-01
 Site : Projet Windfall

Date du forage : 2022-02-03

Profondeur (m)	Type de sol	Pourcentage de fines (%)	N	(N ₁) _{60cs}	CSR	CRR (2008)	F.S. (2008)
1.8	Silt à sable moyen	59	7	15	0.43	0.20	0.5
2.6	Silt à sable moyen	59	4	11	0.36	0.16	0.5
3.3	Silt à sable moyen	59	6	14	0.33	0.19	0.6
4.1	Silt à sable moyen	90	9	19	0.31	0.24	0.8
4.9	Silt à sable moyen	59	2	9	0.30	0.14	0.5
5.6	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	5	15	21	0.29	0.28	1.0
6.4	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	5	6	9	0.28	0.13	0.5
7.5	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	5	15	18	0.26	0.23	0.9
8.2	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	5	50	53	0.25	2.00	2.0



Magnitude : 7.00

AMS (g) :

0.196

Niveau d'eau (m) : 0

Figure C-15

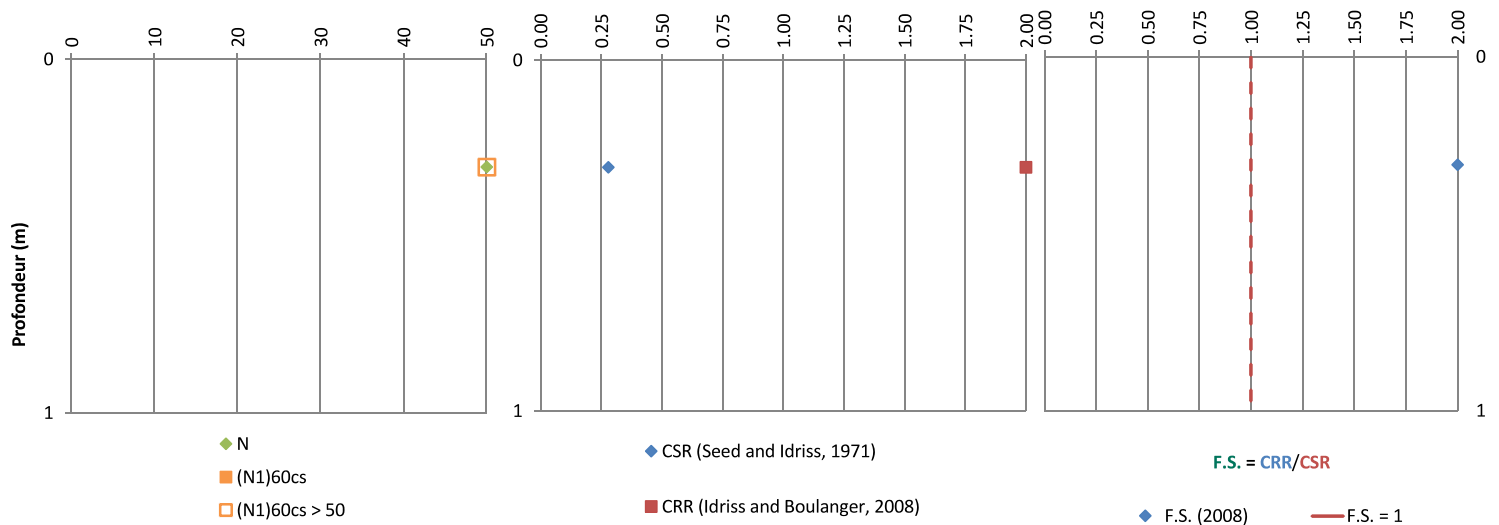
Évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction des sols granulaires - Post-restauration

Projet : Analyses géotechniques pour la conception du parc à résidus en support à l'étude de faisabilité
 No de projet : 2148985706-04

Forage : BH-22-12
 Site : Projet Windfall

Date du forage : 2022-03-24

Profondeur (m)	Type de sol	Pourcentage de fines (%)	N	(N ₁) _{60cs}	CSR	CRR (2008)	F.S. (2008)
0.3	Silt à sable moyen	22	50	69	0.280	2.0	2.00



Magnitude : 7.00

AMS (g) : 0.196

Niveau d'eau (m) : 0

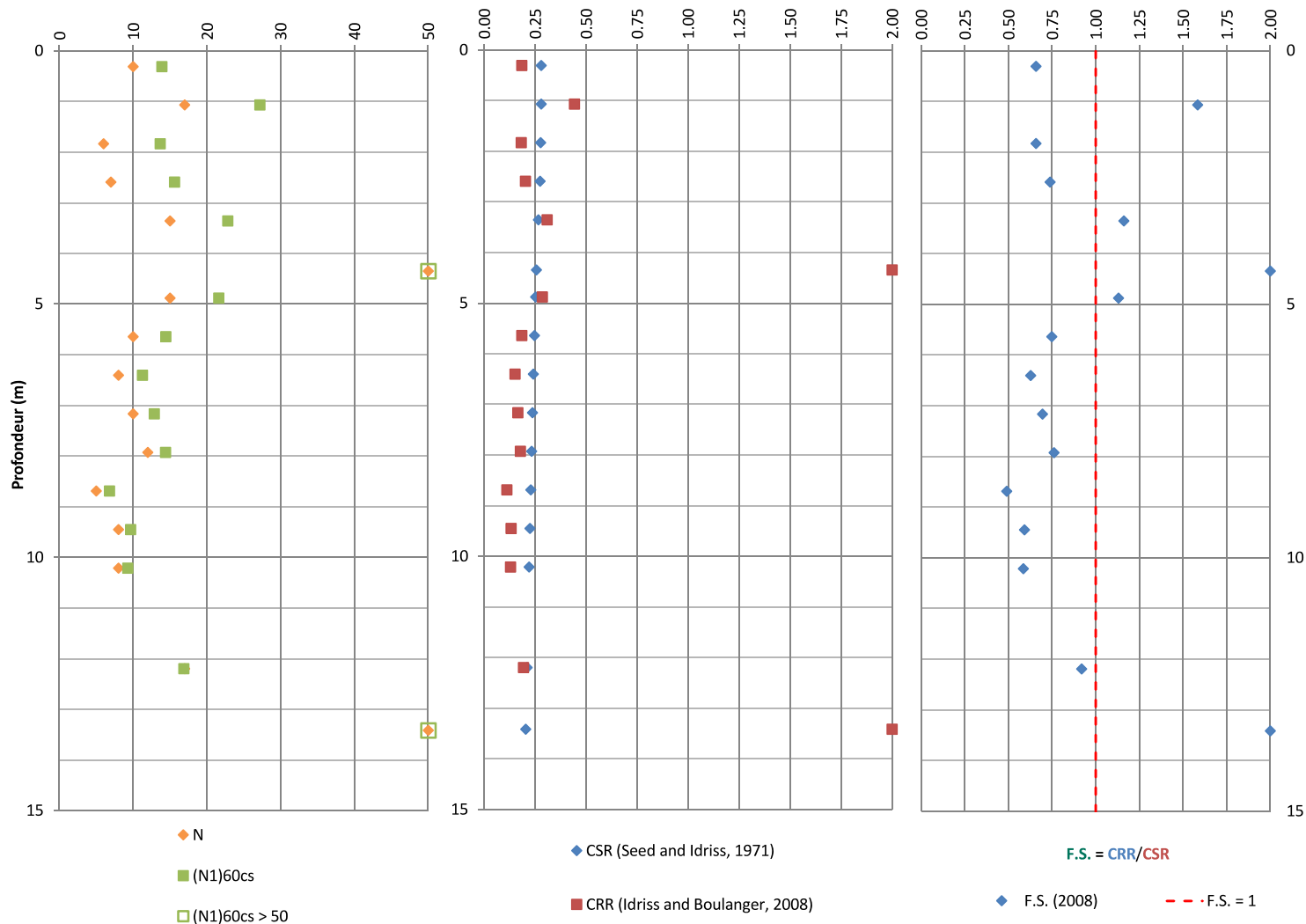
Figure C-17

Évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction des sols granulaires - Post-restauration

Projet : Analyses géotechniques pour la conception du parc à résidus en support à l'étude de faisabilité
No de projet : 2148985706-04

Forage : BH-22-13
Site : Windfall Project

Date du forage : 2022-04-06



Magnitude : 7.00

AMS (g) : 0.196

Niveau d'eau (m) : 0

Figure C-16

Évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction des sols granulaires - Post-restauration

Projet : Analyses géotechniques pour la conception du parc à résidus en support à l'étude de faisabilité
 No de projet : 2148985706-04

Forage : BH-22-13
 Site : Windfall Project

Date du forage : 2022-04-06

Profondeur (m)	Type de sol	Pourcentage de fines (%)	N	$(N_1)_{60cs}$	CSR	CRR (2008)	F.S. (2008)
0.3	Silt à sable moyen	10	10	14	0.28	0.18	0.7
1.1	Silt à sable moyen	94	17	27	0.28	0.44	1.6
1.8	Silt à sable moyen	94	6	14	0.28	0.18	0.7
2.6	Silt à sable moyen	94	7	16	0.27	0.20	0.7
3.4	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	10	15	23	0.27	0.31	1.2
4.3	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	10	50	56	0.26	2.00	2.0
4.9	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	10	15	22	0.25	0.29	1.1
5.6	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	10	10	14	0.25	0.18	0.7
6.4	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	10	8	11	0.24	0.15	0.6
7.2	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	10	10	13	0.24	0.17	0.7
7.9	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	10	12	14	0.23	0.18	0.8
8.7	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	10	5	7	0.23	0.11	0.5
9.4	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	10	8	10	0.23	0.13	0.6
10.2	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	10	8	9	0.22	0.13	0.6
12.2	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	10	17	17	0.21	0.19	0.9
13.4	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	33	50	52	0.20	2.00	2.0
14.9	Sable silteux graveleux plastique	38	50	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
15.4	Sable silteux graveleux plastique	33	50	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
16.2	Sable silteux graveleux plastique	33	50	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A

Figure C-18

Évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction des sols granulaires - Post-restauration

Projet : Analyses géotechniques pour la conception du parc à résidus en support à l'étude de faisabilité
 No de projet : 2148985706-04

Forage : BH-22-14
 Site : Projet Windfall

Date du forage : 2022-04-07

Profondeur (m)	Type de sol	Pourcentage de fines (%)	N	(N ₁) _{60cs}	CSR	CRR (2008)	F.S. (2008)
0.3	Silt à sable moyen	22	3	9	0.28	0.14	0.5
0.9	Silt à sable moyen	22	10	18	0.28	0.22	0.8
1.8	Silt à sable moyen	22	6	13	0.28	0.18	0.6
2.6	Silt à sable moyen	22	1	6	0.27	0.12	0.4
3.4	Silt à sable moyen	22	1	6	0.27	0.12	0.4
4.1	Silt à sable moyen	22	1	6	0.27	0.11	0.4
4.9	Silt à sable moyen	22	1	6	0.27	0.11	0.4
5.6	Silt à sable moyen	22	0	5	0.26	0.10	0.4
6.4	Silt à sable moyen	22	5	12	0.26	0.16	0.6
7.2	Silt à sable moyen	22	1	6	0.26	0.11	0.4
7.9	Silt argileux à argile silteuse	96	0	5	0.25	0.10	0.4
9.4	Silt à sable moyen	22	7	13	0.25	0.16	0.7
10.2	Silt à sable moyen	22	3	8	0.24	0.12	0.5
11.0	Silt à sable moyen	22	10	15	0.24	0.18	0.8
11.7	Silt à sable moyen	22	7	12	0.23	0.15	0.6
12.5	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	8	13	0.22	0.16	0.7
13.3	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	16	20	0.22	0.23	1.1
14.0	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	18	21	0.21	0.25	1.2
14.8	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	50	52	0.21	2.00	2.0
15.5	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	29	31	0.20	0.57	2.0
16.3	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	13	16	0.20	0.18	0.9
17.1	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	9	12	0.20	0.15	0.7
17.8	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	13	15	0.19	0.17	0.9
19.5	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	26	25	0.18	0.31	1.7
21.0	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	27	50	47	0.18	1.84	2.0
22.6	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	113	98	0.17	1.79	2.0
24.1	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	43	38	0.16	1.86	2.0
25.8	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	102	86	0.16	1.69	2.0
27.1	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	50	42	0.16	1.66	2.0

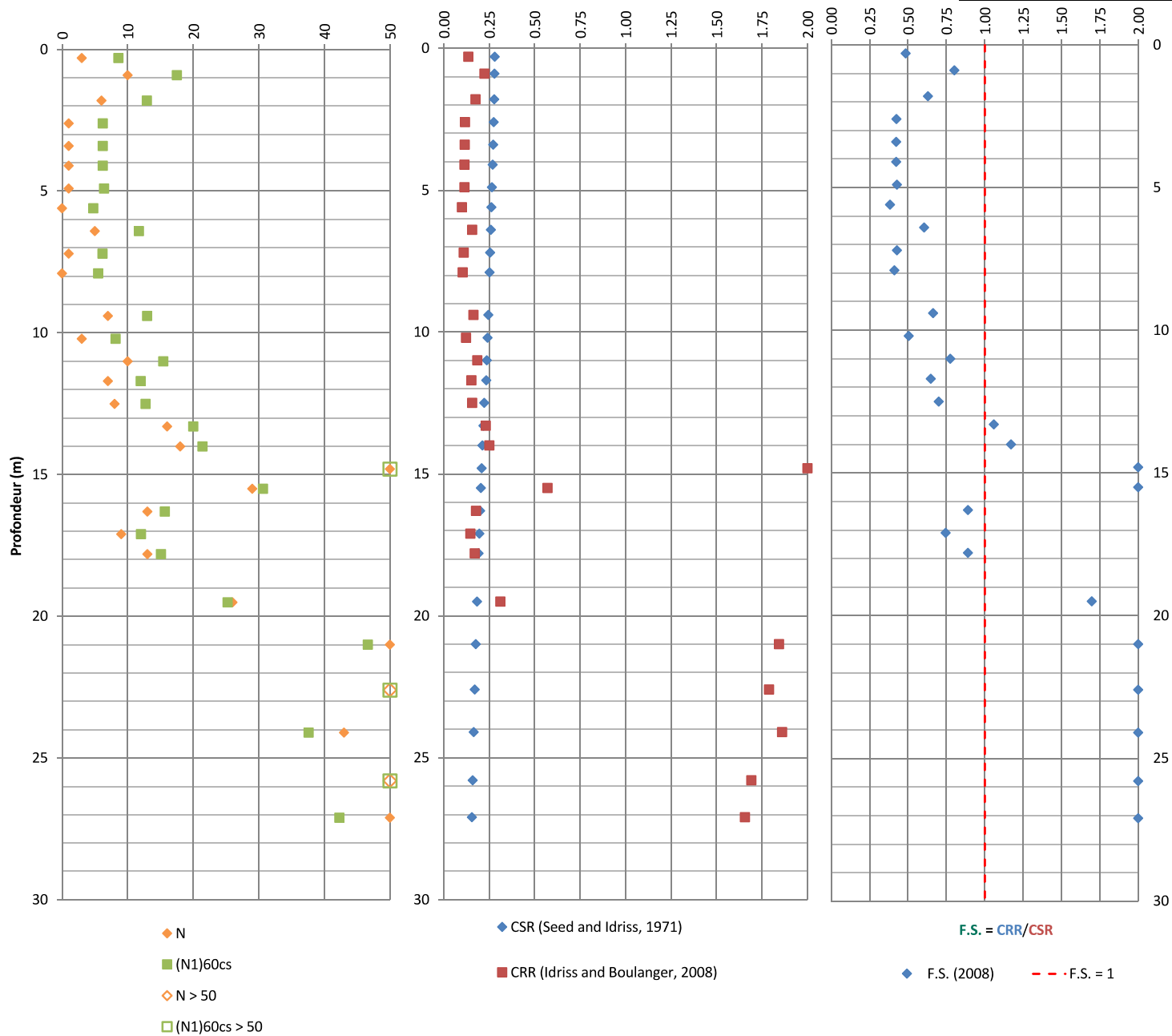
Figure C-19

Évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction des sols granulaires - Post-restauration

Projet : Analyses géotechniques pour la conception du parc à résidus en support à l'étude de faisabilité
 No de projet : 2148985706-04

Forage : BH-22-14
 Site : Projet Windfall

Date du forage : 2022-04-07



Magnitude : 7.00

AMS (g) :

0.196

Niveau d'eau (m) : 0

Figure C-20

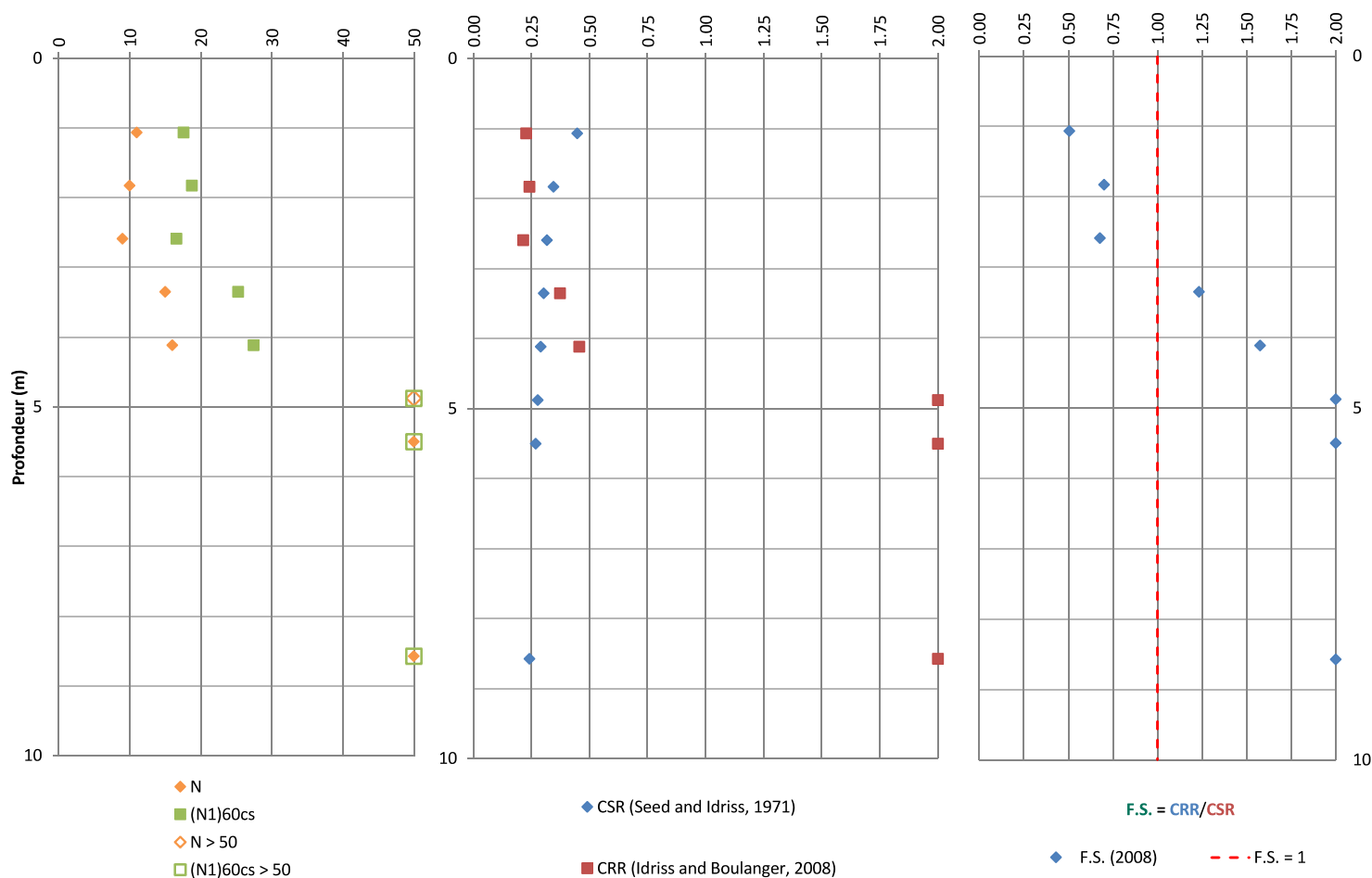
Évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction des sols granulaires - Post-restauration

Projet : Analyses géotechniques pour la conception du parc à résidus en support à l'étude de faisabilité
 No de projet : 2148985706-04

Forage : BH-22-16
 Site : Projet Windfall

Date du forage : 2022-03-23

Profondeur (m)	Type de sol	Pourcentage de fines (%)	N	(N ₁) _{60cs}	CSR	CRR (2008)	F.S. (2008)
1.1	Silt à sable moyen	16	11	18	0.45	0.23	0.5
1.8	Silt à sable moyen	26	10	19	0.34	0.24	0.7
2.6	Silt à sable moyen	16	9	17	0.32	0.21	0.7
3.3	Silt à sable moyen	16	15	25	0.30	0.37	1.2
4.1	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	22	16	27	0.29	0.45	1.6
4.9	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	22	68	89	0.28	2.00	2.0
5.5	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	22	50	64	0.27	2.00	2.0
8.6	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	22	50	59	0.24	2.00	2.0



Magnitude : 7.00

AMS (g) :

0.196

Niveau d'eau (m) : 0

Figure C-21

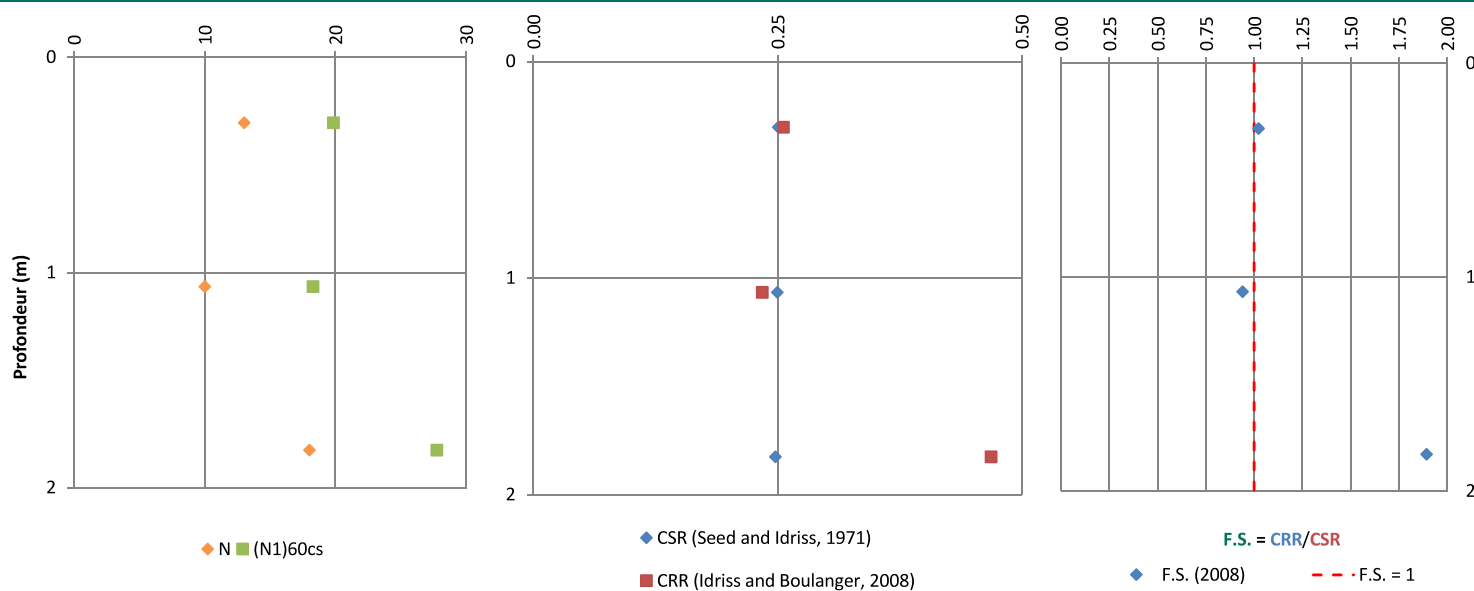
Évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction des sols granulaires - Post-restauration

Projet : Analyses géotechniques pour la conception du parc à résidus en support à l'étude de faisabilité
 No de projet : 2148985706-04

Forage : BH-22-23
 Site : Projet Windfall

Date du forage : 2022-04-05

Profondeur (m)	Type de sol	Pourcentage de fines (%)	N	$(N_1)_{60cs}$	CSR	CRR (2008)	F.S. (2008)
0.3	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	15	13	20	0.250	0.3	1.02
1.1	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	36	10	18	0.250	0.2	0.94
1.8	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	15	18	28	0.248	0.5	1.89



Magnitude : 7.00

AMS (g) :

0.196

Niveau d'eau (m) : 0

Figure C-22

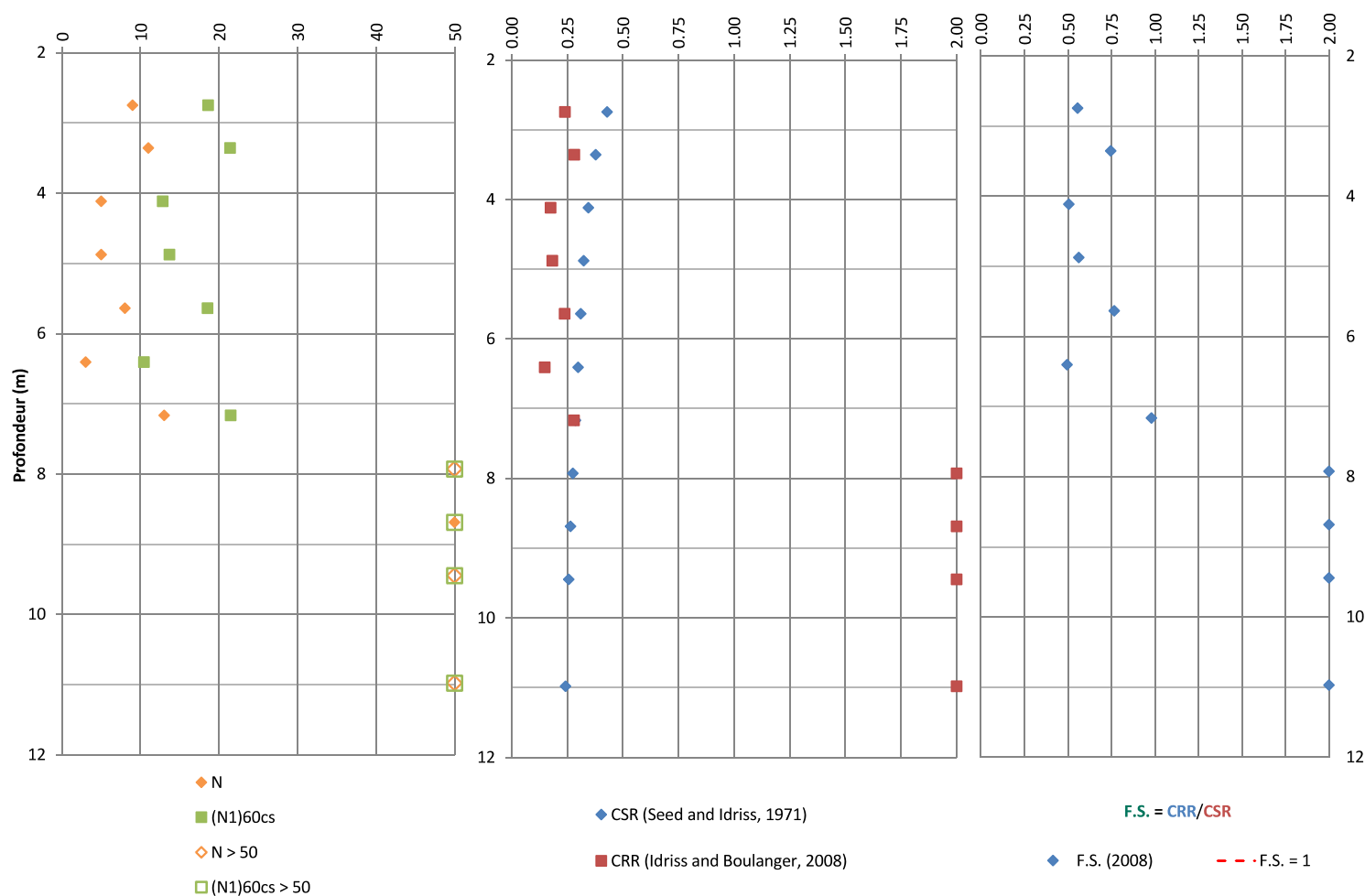
Évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction des sols granulaires - Post-restauration

Projet : Analyses géotechniques pour la conception du parc à résidus en support à l'étude de faisabilité
 No de projet : 2148985706-04

Forage : BH-22-25
 Site : Windfall Project

Date du forage : 2022-05-25

Profondeur (m)	Type de sol	Pourcentage de fines (%)	N	(N ₁) _{60cs}	CSR	CRR (2008)	F.S. (2008)
2.7	Silt à sable moyen	47	9	19	0.43	0.24	0.6
3.4	Silt à sable moyen	90	11	21	0.38	0.28	0.7
4.1	Silt à sable moyen	47	5	13	0.34	0.17	0.5
4.9	Silt à sable moyen	47	5	14	0.32	0.18	0.6
5.6	Silt à sable moyen	47	8	19	0.31	0.24	0.8
6.4	Silt à sable moyen	47	3	10	0.30	0.15	0.5
7.2	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	18	13	22	0.29	0.28	1.0
7.9	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	18	71	83	0.27	2.00	2.0
8.7	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	18	50	61	0.26	2.00	2.0
9.4	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	18	87	99	0.26	2.00	2.0
11.0	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	18	104	112	0.24	2.00	2.0



Magnitude : 7.00

Figure C-23

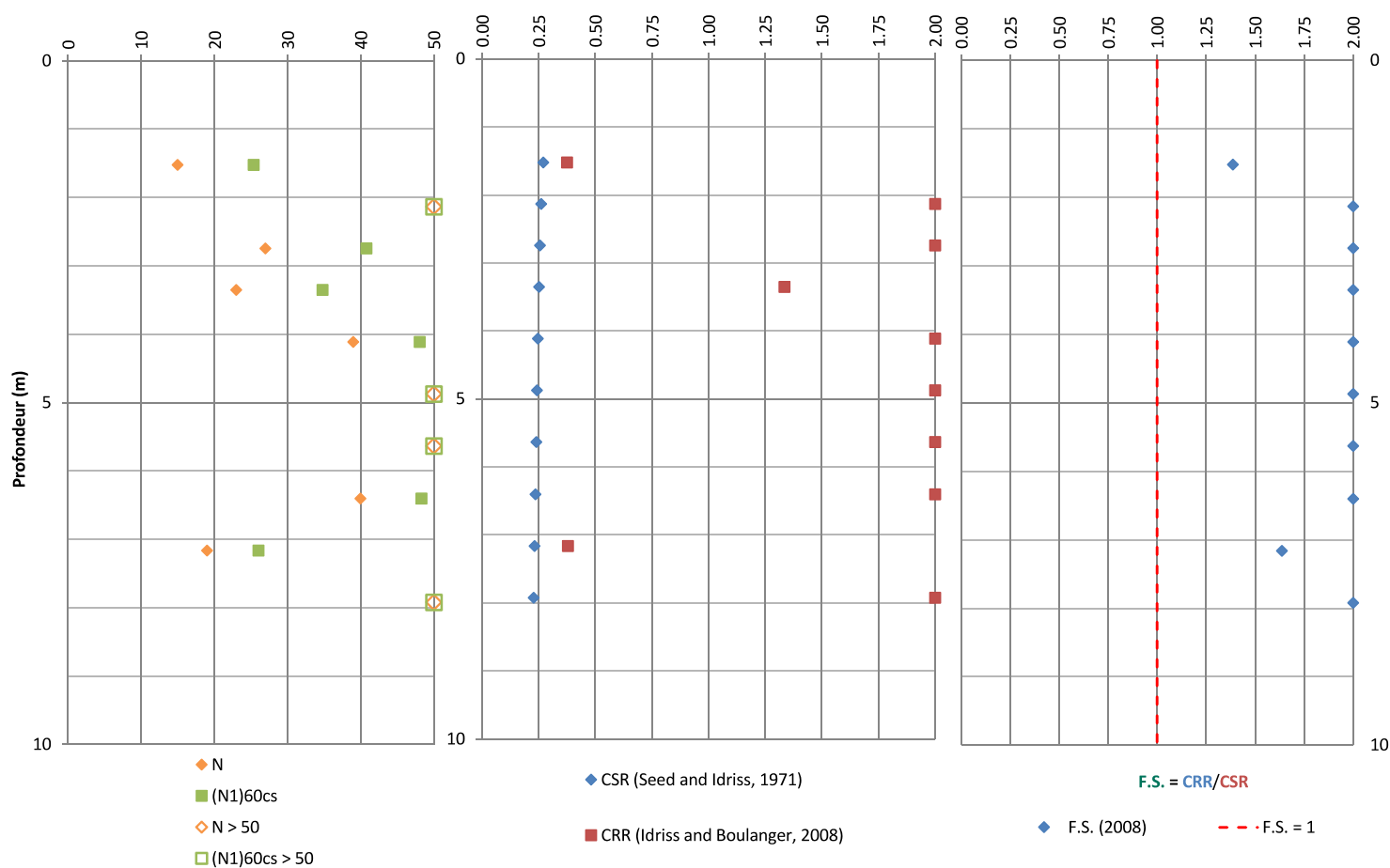
Évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction des sols granulaires - Post-restauration

Projet : Analyses géotechniques pour la conception du parc à résidus en support à l'étude de faisabilité
 No de projet : 2148985706-04

Forage : BH-22-26
 Site : Windfall Project

Date du forage : 2022-05-24

Profondeur (m)	Type de sol	Pourcentage de fines (%)	N	$(N_1)_{60cs}$	CSR	CRR (2008)	F.S. (2008)
1.5	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	15	25	0.271	0.4	1.39
2.1	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	74	96	0.262	2.0	2.00
2.7	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	27	41	0.256	2.0	2.00
3.4	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	23	35	0.252	1.3	2.00
4.1	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	39	48	0.248	2.0	2.00
4.9	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	86	105	0.243	2.0	2.00
5.6	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	89	104	0.240	2.0	2.00
6.4	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	40	48	0.236	2.0	2.00
7.2	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	19	26	0.232	0.4	1.64
7.9	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	51	57	0.229	2.0	2.00



Magnitude : 7.00

AMS (g) :

0.196

Niveau d'eau (m) : 0

Figure C-24

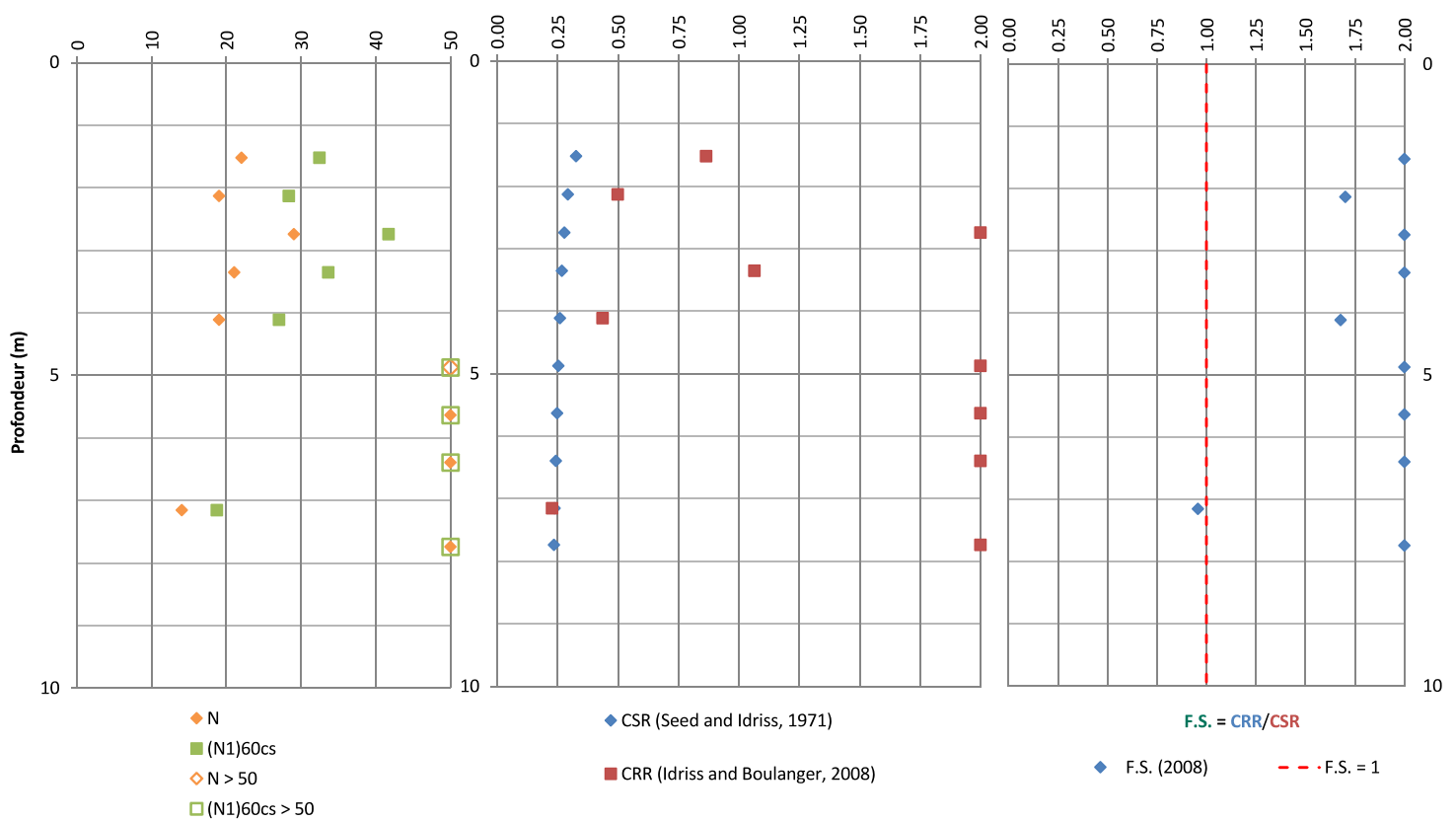
Évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction des sols granulaires - Post-restauration

Projet : Analyses géotechniques pour la conception du parc à résidus en support à l'étude de faisabilité
 No de projet : 2148985706-04

Forage : BH-22-27
 Site : Windfall Project

Date du forage : 2022-05-24

Profondeur (m)	Type de sol	Pourcentage de fines (%)	N	$(N_1)_{60cs}$	CSR	CRR (2008)	F.S. (2008)
1.5	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	13	22	32	0.327	0.9	2.00
2.1	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	13	19	28	0.294	0.5	1.70
2.7	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	13	29	42	0.278	2.0	2.00
3.4	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	23	21	34	0.269	1.1	2.00
4.1	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	13	19	27	0.260	0.4	1.68
4.9	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	13	78	95	0.254	2.0	2.00
5.6	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	13	50	59	0.248	2.0	2.00
6.4	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	13	50	57	0.243	2.0	2.00
7.2	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	13	14	19	0.239	0.2	0.96
7.7	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	13	50	54	0.235	2.0	2.00



Magnitude : 7.00

AMS (g) :

0.196

Niveau d'eau (m) : 0

Figure C-25

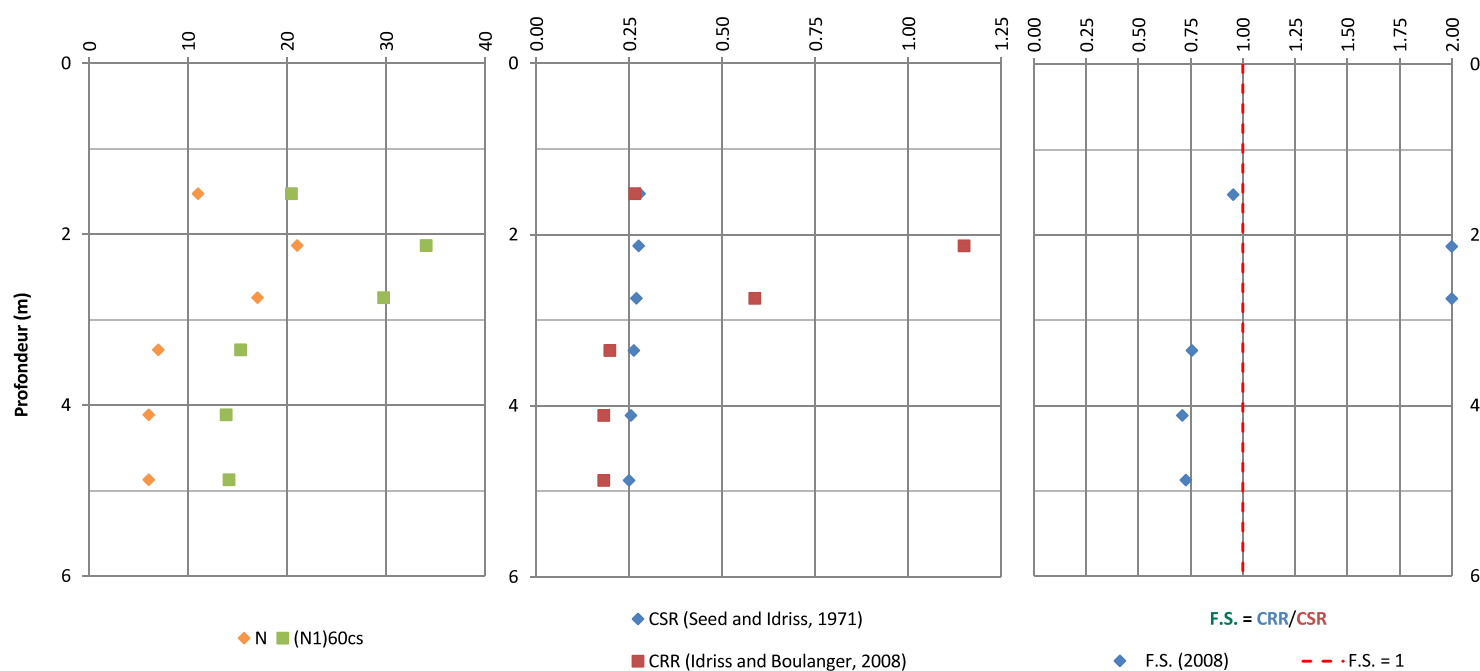
Évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction des sols granulaires - Post-restauration

Projet : Analyses géotechniques pour la conception du parc à résidus en support à l'étude de faisabilité
 No de projet : 2148985706-04

Forage : BJ-F01-21
 Site : Windfall Project

Date du forage : 2021-08-08

Profondeur (m)	Type de sol	Pourcentage de fines (%)	N	(N ₁) _{60cs}	CSR	CRR (2008)	F.S. (2008)
1.5	Silt à sable moyen	34	11	20	0.278	0.3	0.95
2.1	Silt à sable moyen	34	21	34	0.276	1.2	2.00
2.7	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	26	17	30	0.270	0.6	2.00
3.4	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	26	7	15	0.263	0.2	0.76
4.1	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	26	6	14	0.256	0.2	0.71
4.9	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	26	6	14	0.250	0.2	0.73



Magnitude : 7.00

AMS (g) :

0.196

Niveau d'eau (m) : 0

Figure C-26

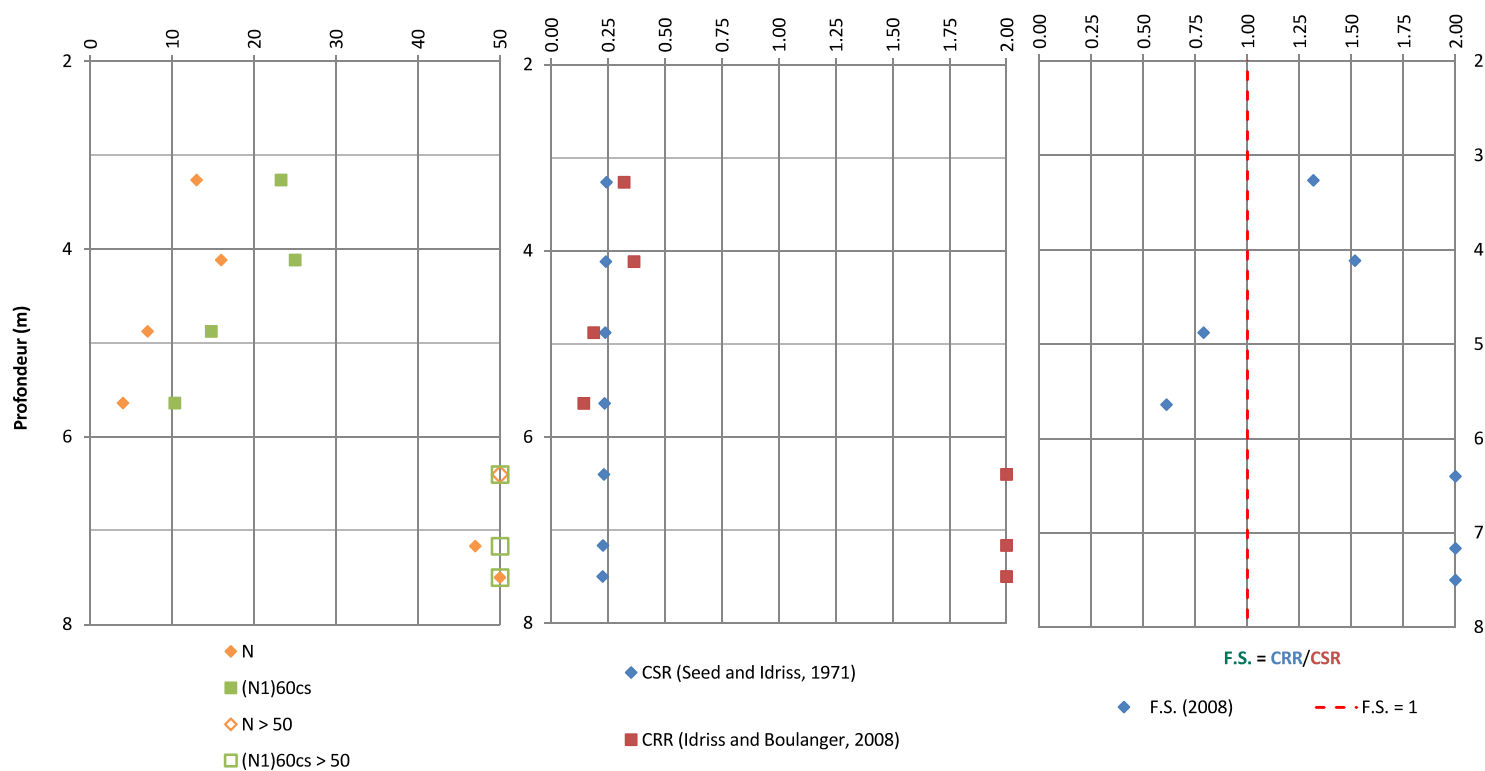
Évaluation simplifiée du potentiel de liquéfaction des sols granulaires - Post-restauration

Projet : Analyses géotechniques pour la conception du parc à résidus en support à l'étude de faisabilité
 No de projet : 2148985706-04

Forage : HMTN-F03-22
 Site : Projet Windfall

Date du forage : 2022-03-21

Profondeur (m)	Type de sol	Pourcentage de fines (%)	N	$(N_1)_{60cs}$	CSR	CRR (2008)	F.S. (2008)
3.3	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	13	23	0.243	0.3	1.32
4.1	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	16	25	0.240	0.4	1.52
4.9	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	7	15	0.237	0.2	0.79
5.6	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	4	10	0.235	0.1	0.61
6.4	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	43	80	91	0.232	2.0	2.00
7.2	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	47	54	0.228	2.0	2.00
7.5	Sable silteux avec un peu de gravier à cailloux et blocs	24	50	56	0.227	2.0	2.00



Magnitude : 7.00

AMS (g) :

0.196

Niveau d'eau (m) : 0

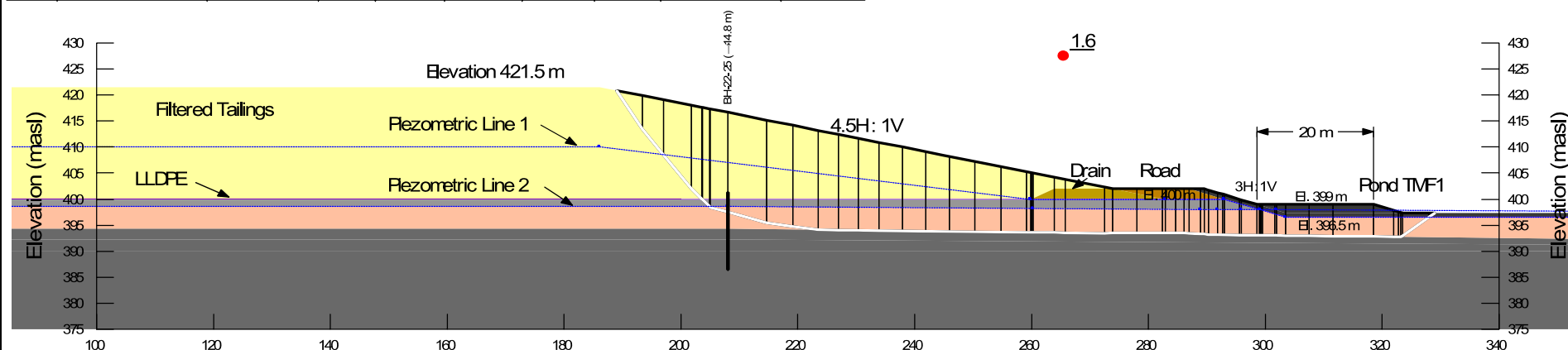
ANNEXE D

Analyses de stabilité des pentes

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Minimum Strength (kPa)	Tau/Sigma Ratio	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Strength Function	Piezometric Line
	1a-Dilative Filtered Tailings	Shear/Normal Fn.	19.5					Dilative Tailings : $t=1.9927sn^{0.8479}$	1
	2a-Granular Material (road)	Mohr-Coulomb	20			0	32		1
	2b-Granular Material (drains)	Mohr-Coulomb	20			0	32		1
	2c-Granular Material (pond)	Mohr-Coulomb	20			0	32		1
	2d-Granular Material (foundation raising)	Mohr-Coulomb	20			0	32		2
	3a-Interface LLDPE-S - GT	Mohr-Coulomb	18			0	10		1
	3b-Interface LLDPE-T - GT	Mohr-Coulomb	18			8	26		1
	4a-Contractive Silt/Sand	SHANSEP	18	5	0.23				2
	8-Bedrock	Bedrock (Impenetrable)							2

Coupe A
OPÉRATION
CONDITION STATIQUE
Résistance au pic

F.S.	1.6
------	-----



CLIENT
OSISKO MINING inc.

CONSULTANT



DATE MARS 2023
PRÉPARÉE G. TONUS
RÉVISÉE G. BOUDRIAS
APPROUVÉE N. PÉPIN

PROJET
ANALYSES GÉOTECHNIQUES POUR LA CONCEPTION DU PARC À RÉSIDUS EN SUPPORT À L'ÉTUDE DE FAISABILITÉ - PROJET WINDFALL

TITRE
ANNEXE A - ANALYSE DE STABILITÉ

No de Projet	No de Phase	Rev	FIGURE
2148985706	4	0	D-01

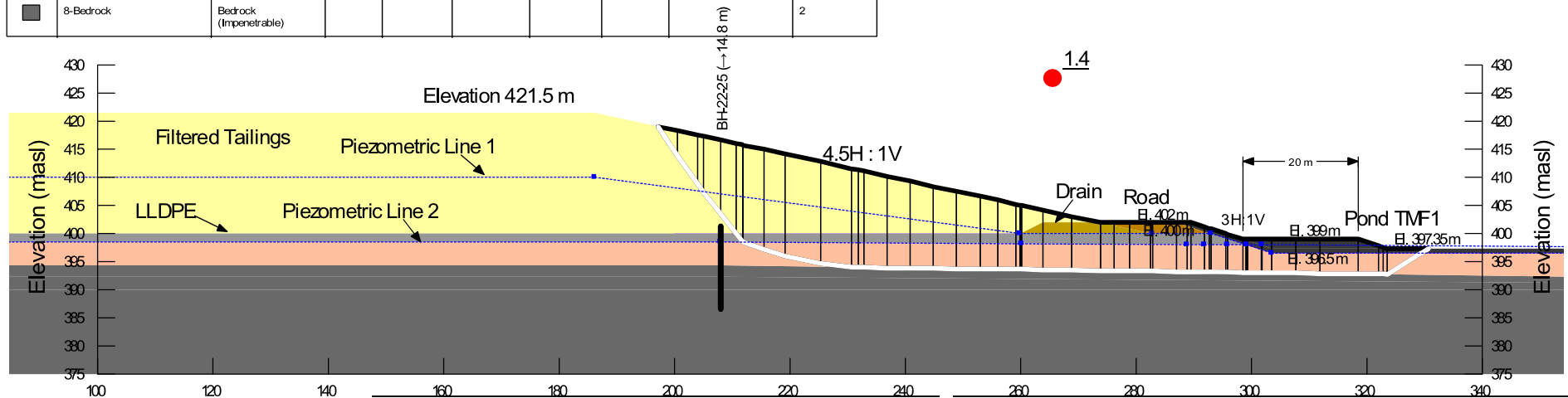
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Minimum Strength (kPa)	Tau/Sigma Ratio	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Strength Function	Piezometric Line
	1a-Dilative Filtered Tailings	Shear/Normal Fn.	19,5					Dilative Tailings : $\tau = 1,9927 \sigma^{0,8479}$	1
	2a-Granular Material (road)	Mohr-Coulomb	20			0	32		1
	2b-Granular Material (drains)	Mohr-Coulomb	20			0	32		1
	2c-Granular Material (pond)	Mohr-Coulomb	20			0	32		1
	2d-Granular Material (foundation raising)	Mohr-Coulomb	20			0	32		2
	3a-Interface LLDPE-S - GT	Mohr-Coulomb	18			0	10		1
	3b-Interface LLDPE-T - GT	Mohr-Coulomb	18			8	26		1
	4a-Contractive Silt/Sand	SHANSEP	18	5	0,23				2
	8-Bedrock	Bedrock (Impenetrable)							2

Coupe A **OPÉRATION** **CONDITION SISMIQUE**

Pseudo-statique - Période de retour du séisme de conception : 2 475 ans
 $kH = 50 \% \text{ PGA} = 0,0235$

F.S.

1.4



CLIENT
OSISKO MINING inc.

CONSULTANT



DATE MARS 2023
 PRÉPARÉE G. TONUS
 RÉVISÉE G. BOUDRIAS
 APPROUVÉE N. PÉPIN

PROJET
ANALYSES GÉOTECHNIQUES POUR LA CONCEPTION DU PARC À RÉSIDUS EN SUPPORT À
L'ÉTUDE DE FAISABILITÉ - PROJET WINDFALL

TITRE
ANNEXE A - ANALYSE DE STABILITÉ

No de Projet
2148985706

No de Phase
4

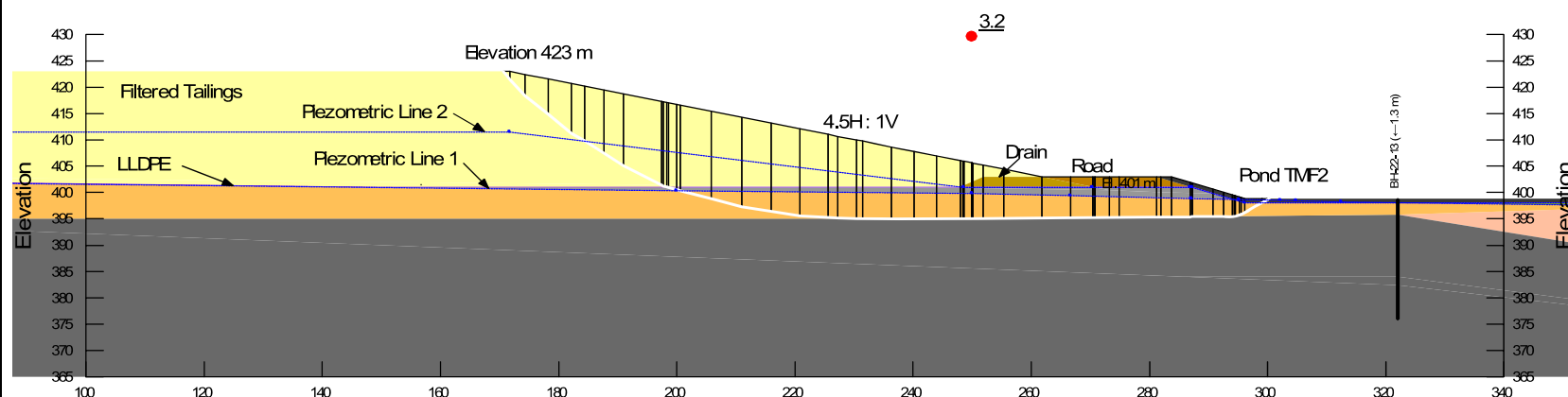
Rev
0

FIGURE
D-02

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Minimum Strength (kPa)	Tau/Sigma Ratio	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Strength Function	Piezometric Line
	1a-Dilative Filtered Tailings	Shear/Normal Fn.	19.5					Dilative Tailings : $t = 1.9927 \sin^2 0.8479$	2
	2a-Granular Material (road)	Mohr-Coulomb	20			0	32		2
	2b-Granular Material (drains)	Mohr-Coulomb	20			0	32		2
	2c-Granular Material (pond)	Mohr-Coulomb	20			0	32		2
	2d-Granular Material (foundation raising)	Mohr-Coulomb	20			0	32		1
	3a-Interface LLDPE-S- GT	Mohr-Coulomb	18			0	10		2
	3b-Interface LLDPE-T - GT	Mohr-Coulomb	18			8	26		2
	4a-Contractive Silt/Sand	SHANSEP	18	5	0.23				1
	5-Dilative Silt/Sand	Mohr-Coulomb	19			0	31		1
	8-Bedrock (Impenetrable)								1
	9-Organic Soils	SHANSEP	18	0	0.23				1

Coupe B
OPÉRATION
CONDITION STATIQUE
Résistance au pic

F.S.	3.2
-------------	------------



CLIENT
OSISKO MINING inc.

CONSULTANT



DATE MARS 2023
PRÉPARÉE G. TONUS
RÉVISÉE G. BOUDRIAS
APPROUVÉE N. PÉPIN

PROJET
ANALYSES GÉOTECHNIQUES POUR LA CONCEPTION DU PARC À RÉSIDUS EN SUPPORT À L'ÉTUDE DE FAISABILITÉ - PROJET WINDFALL

TITRE
ANNEXE A - ANALYSE DE STABILITÉ

No de Projet	No de Phase	Rev	FIGURE
2148985706	4	0	D-03

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Minimum Strength (kPa)	Tau/Sigma Ratio	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Strength Function	Piezometric Line
	1a-Dilative Filtered Tailings	Shear/Normal Fn.	19.5					Dilative Tailings : $\tau = 1.9927\sigma^{0.8479}$	2
	2a-Granular Material (road)	Mohr-Coulomb	20			0	32		2
	2b-Granular Material (drains)	Mohr-Coulomb	20			0	32		2
	2c-Granular Material (pond)	Mohr-Coulomb	20			0	32		2
	2d-Granular Material (foundation raising)	Mohr-Coulomb	20			0	32		1
	3a-Interface LLDPE-S- GT	Mohr-Coulomb	18			0	10		2
	3b-Interface LLDPE-T - GT	Mohr-Coulomb	18			8	26		2
	4a-Contractive Silt/Sand	SHANSEP	18	5	0.23				1
	5-Dilative Silt/Sand	Mohr-Coulomb	19			0	31		1
	8-Bedrock	Bedrock (Impenetrable)							1
	9-Organic Soils	SHANSEP	18	0	0.23				1

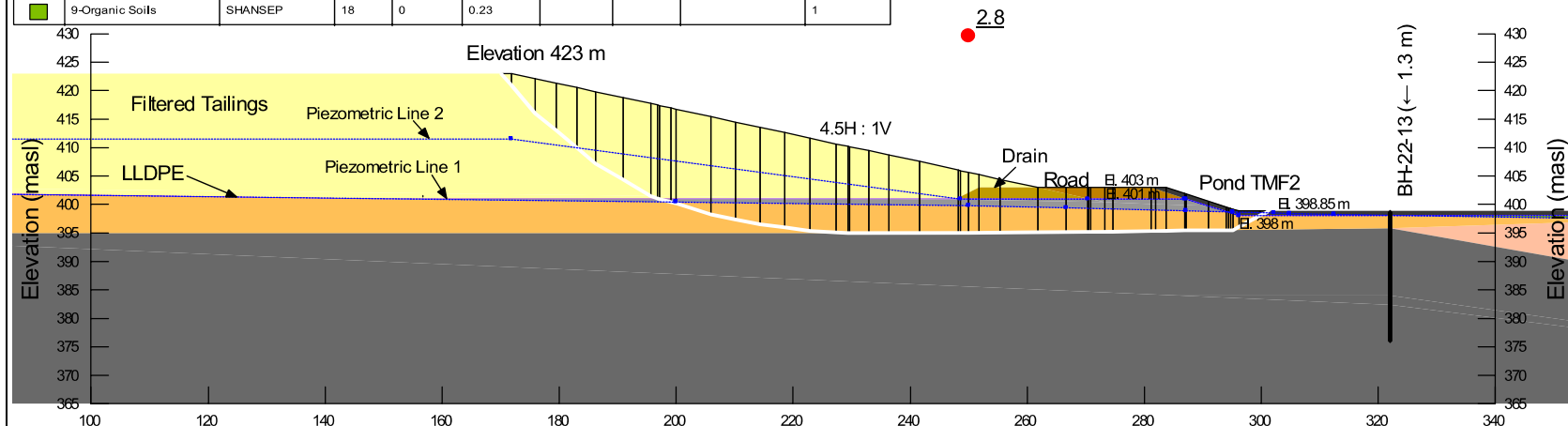
Coupe B

OPÉRATION CONDITION SISMIQUE

Pseudo-statique - Période de retour du séisme de conception : 2 475 ans
 $kH = 50 \% \text{ PGA} = 0,0235$

F.S.

2.8



CLIENT

OSISKO MINING inc.

CONSULTANT



DATE MARS 2023
 PRÉPARÉE G. TONUS
 RÉVISÉE G. BOUDRIAS
 APPROUVÉE N. PÉPIN

PROJET

ANALYSES GÉOTECHNIQUES POUR LA CONCEPTION DU PARC À RÉSIDUS EN SUPPORT À
 L'ÉTUDE DE FAISABILITÉ - PROJET WINDFALL

TITRE

ANNEXE A - ANALYSE DE STABILITÉ

No de Projet
 2148985706

No de Phase
 4

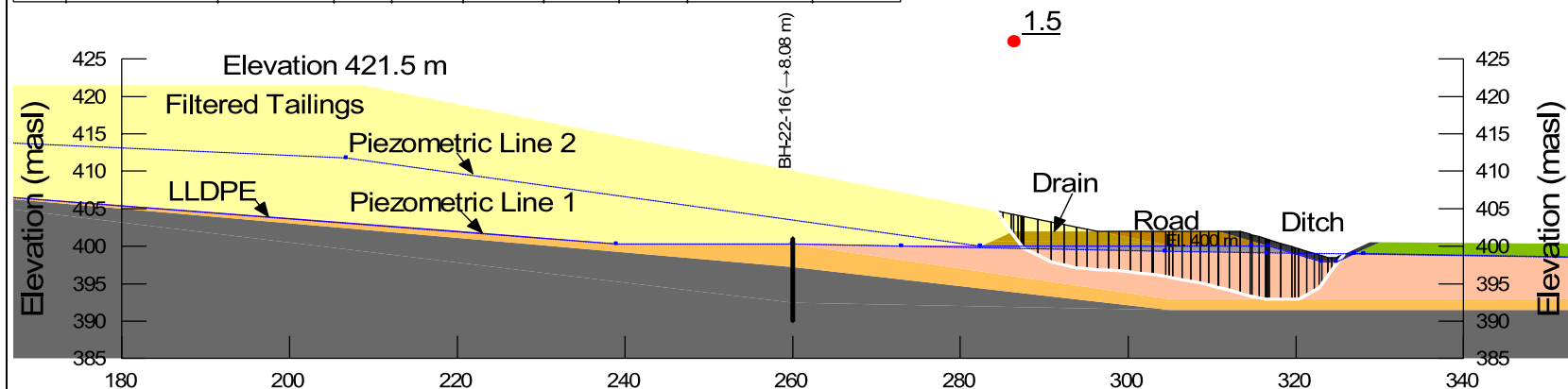
Rev
 0

FIGURE
 D-04

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight	Minimum Strength	Tau/Sigma Ratio	Effective Cohesion	Effective Friction Angle	Strength Function	Piezometric Line
	1a-Dilative Filtered Tailings	Shear/Normal Fn.	19,5					Dilative Tailings : $\tau = 1.9927\sigma \tan 0.8479$	2
	2a-Granular Material (road)	Mohr-Coulomb	20			0	32		2
	2b-Granular Material (drains)	Mohr-Coulomb	20			0	32		2
	2c-Granular Material (pond)	Mohr-Coulomb	20			0	32		2
	2d-Granular Material (foundation raising)	Mohr-Coulomb	20			0	32		1
	3a-Interface LLDPE-S-GT	Mohr-Coulomb	18			0	10		2
	3b-Interface LLDPE-T-GT	Mohr-Coulomb	18			8	26		2
	4a-Contractive Silt/Sand	SHANSEP	18	5	0.23				1
	5-Dilative Silt/Sand	Mohr-Coulomb	19			0	31		1
	8-Bedrock	Bedrock (Impenetrable)							1
	9-Organic Soils	SHANSEP	18	0	0.23				1

Coupe C
OPÉRATION
CONDITION STATIQUE
Résistance au pic

F.S.	1.5
-------------	------------



CLIENT
OSISKO MINING inc.

CONSULTANT



DATE MARS 2023
 PRÉPARÉE G. TONUS
 RÉVISÉE G. BOUDRIAS
 APPROUVÉE N. PÉPIN

PROJET
ANALYSES GÉOTECHNIQUES POUR LA CONCEPTION DU PARC À RÉSIDUS EN SUPPORT À L'ÉTUDE DE FAISABILITÉ - PROJET WINDFALL

TITRE
ANNEXE A - ANALYSE DE STABILITÉ

No de Projet	No de Phase	Rev	FIGURE
2148985706	4	0	D-05

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight	Minimum Strength	Tau/Sigma Ratio	Effective Cohesion	Effective Friction Angle	Strength Function	Piezometric Line
	1a-Dilative Filtered Tailings	Shear/Normal Fn.	19.5					Dilative Tailings : $t=1.9927s n^0.8479$	2
	2a-Granular Material (road)	Mohr-Coulomb	20			0	32		2
	2b-Granular Material (drains)	Mohr-Coulomb	20			0	32		2
	2c-Granular Material (pond)	Mohr-Coulomb	20			0	32		2
	2d-Granular Material (foundation raising)	Mohr-Coulomb	20			0	32		1
	3a-Interface LLDPE-S-GT	Mohr-Coulomb	18			0	10		2
	3b-Interface LLDPE-T-GT	Mohr-Coulomb	18			8	26		2
	4a-Contrative Silt/Sand	SHANSEP	18	5	0,23				1
	5-Dilative Silt/Sand	Mohr-Coulomb	19			0	31		1
	7a-Silty Gravelly Sand	Mohr-Coulomb	20			0	35		1
	8-Bedrock	Bedrock (Impenetrable)							1
	9-Organic Soils	SHANSEP	18	0	0,23				1

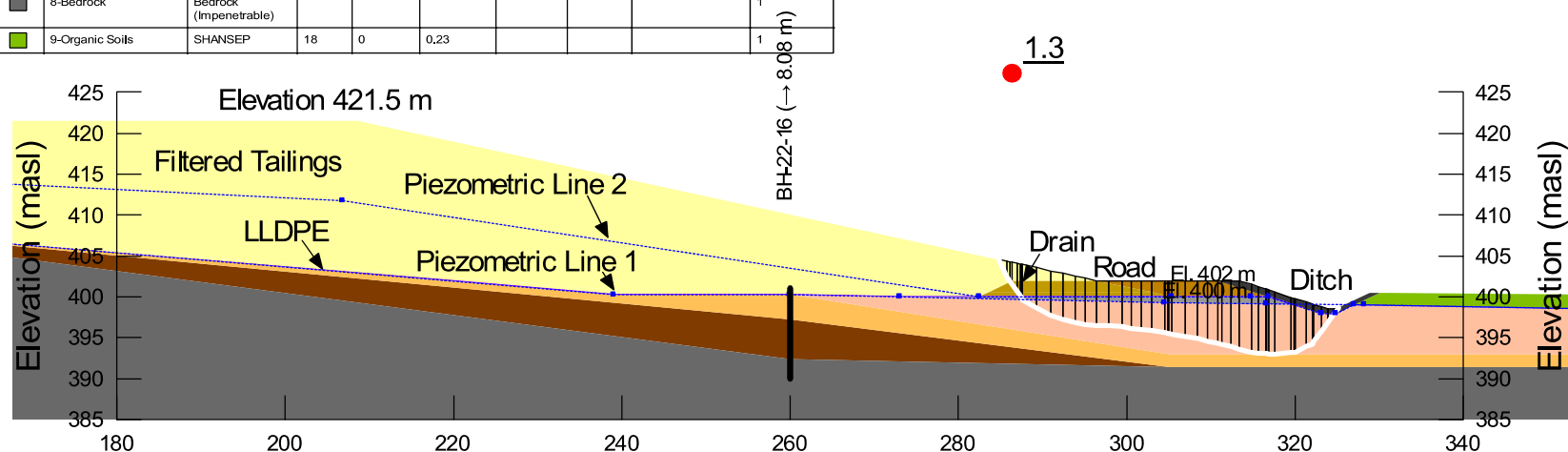
Coupe C

OPÉRATION CONDITION SISMIQUE

Pseudo-statique - Période de retour du séisme de conception : 2 475 ans
 $kH = 50\% \text{ PGA} = 0,0235$

F.S.

1.3



CLIENT
OSISKO MINING inc.

CONSULTANT



DATE MARS 2023
 PRÉPARÉE G. TONUS
 RÉVISÉE G. BOUDRIAS
 APPROUVÉE N. PÉPIN

PROJET
ANALYSES GÉOTECHNIQUES POUR LA CONCEPTION DU PARC À RÉSIDUS EN SUPPORT À
L'ÉTUDE DE FAISABILITÉ - PROJET WINDFALL

TITRE
ANNEXE A - ANALYSE DE STABILITÉ

No de Projet	No de Phase	Rev	FIGURE
2148985706	4	0	D-06

ANNEXE E

**Conditions et limitations générales
de l'étude**

CONDITIONS GÉNÉRALES ET LIMITATIONS
DOCUMENT D'EXPERTISE TECHNIQUE

UTILISATION DU PRÉSENT DOCUMENT ET DE SON CONTENU

Ce document a été préparé pour l'usage exclusif du Client ou de ses agents. Les données factuelles, les interprétations, les commentaires ainsi que les recommandations qu'il contient sont spécifiques à l'étude qu'il couvre et ne s'appliquent à aucun autre projet ou autre site. Ce document doit être lu dans son ensemble, puisque des sections pourraient être faussement interprétées lorsque prises individuellement ou hors contexte. Par ailleurs, la version finale de ce document prévaut sur tout autre texte, opinion ou version préliminaire émis par WSP.

À moins d'avis contraire, les interprétations, commentaires et/ou les recommandations présentés dans ce document ont été formulés, conformément à la portée de l'expertise. Ces mêmes interprétations, commentaires et/ou recommandations ont été formulés en tenant compte des limitations générales décrites sur cette page de même qu'à la lumière de nos connaissances concernant l'utilisation courante et/ou prévue du site, l'emplacement du site, les règlements, normes et critères environnementaux en vigueur ainsi que les règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées au moment de l'étude.

WSP doit se fier en toute bonne foi à la véracité des renseignements fournis par les personnes contactées et interrogées au cours de l'exécution de ce mandat. À moins qu'il ne soit démontré qu'elle a été négligente, WSP ne pourra pas être tenue responsable des dommages, quels qu'ils soient, qui seraient la conséquence directe ou indirecte, de déclarations fausses ou mensongères, de réticence ou de non-divulgence d'une information pertinente par les personnes interrogées. Les références aux lois ou aux règlements contenues dans ce document sont fournies à titre indicatif, sur une base technique. Comme les lois et règlements sont sujets à interprétation, WSP recommande au Client de consulter ses conseillers juridiques afin d'obtenir les avis appropriés.

WSP ne pourra être tenue responsable de dommages résultant de conditions imprévisibles, de conditions qui lui seraient inconnues, de l'inexactitude de données provenant d'autres sources que WSP et de changements ultérieurs aux conditions du site à moins d'avoir été prévenue par le Client de tout événement, activité, information, découverte passée ou future susceptible de modifier les conditions décrites dans ce document et d'avoir eu la possibilité de réviser les interprétations, commentaires et recommandations formulés dans ce document. De plus, WSP ne pourra être tenue responsable de dommages résultant de toutes modifications futures aux règlements, normes ou critères applicables, de toute utilisation faite du présent document par un tiers et/ou à des fins autres que celles pour lesquelles il a été rédigé, de perte de valeur réelle ou perçue du site ou de la propriété, ni de l'échec d'une quelconque transaction en raison des informations factuelles contenues dans ce document.

ÉVALUATION DES CONDITIONS DU SITE

L'expertise technique effectuée par WSP et décrite dans ce document a été réalisée conformément aux règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées au moment de sa réalisation. À moins d'avis contraire, les résultats de travaux antérieurs ou simultanés, provenant d'autres sources que WSP, cités et/ou utilisés dans ce document furent considérés comme ayant été obtenus en respectant les règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées et, conséquemment, comme étant valides.

Dans le cadre de ce mandat, WSP n'a pas réalisé de sondages, de prise de mesures, d'échantillonnage ou d'inventaire détaillé de déchets, de produits, de sol, d'air, d'eau ou de toute autre matière sur le site à l'étude ou dans ses environs.



wsp.com

ANNEXE

RQC9-4

*NOUVELLE CONFIGURATION DE LA
HALDE À MORT-TERRAIN – ANALYSE
DE STABILITÉ*



NOTE TECHNIQUE

Client :	Groupe Minier Windfall		
Projet :	Projet minier Windfall	Référence WSP :	CA0002449.5772
Objet :	Nouvelle configuration de la halde à mort-terrain – Analyse de stabilité	Date :	23 novembre 2023
Destinataire :	Kim-Quên Nguyễn		

1. Mise en contexte et objectifs

Dans le cadre du développement du site Windfall, une mise à jour de la future halde à mort-terrain a été réalisée par suite d'une demande de Groupe Minier Windfall (GMW) d'augmenter la capacité de la halde. Initialement, dans le cadre de l'étude de faisabilité (WSP, 2023), la halde pouvait entreposer un maximum de 639 250 m³ de mort-terrain. Suivant la mise à jour de l'emplacement de plusieurs infrastructures au site, la nouvelle configuration de la halde doit permettre d'entreposer 756 965 m³. La halde à mort-terrain comporte encore trois paliers de 7 m de hauteur chacun et atteint une hauteur totale maximale de 21 m. Les deux paliers inférieurs présentent des pentes de 4H:1V alors que le palier supérieur possède des pentes de 3H:1V, afin d'augmenter la quantité d'entreposage.

La présente note technique a pour but de ré-évaluer la stabilité de la halde à mort-terrain à la suite des modifications apportées lors de l'augmentation de la quantité d'entreposage. La figure 1 à la page suivante présente la nouvelle configuration de la halde à mort-terrain ainsi que les coupes étudiées. Les coupes ayant fait l'objet d'une analyse de stabilité sont la HMT2, la HMT4 et la HMT7.

2. Documents consultés

Dans le cadre de la présente note technique, les documents suivants ont été consultés et appuient les hypothèses utilisées :

- MERN, 2022. Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles. 97 pages et annexes.
- Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. 2012. Directive 019 sur l'industrie minière, mars 2012.
- WSP, 2023a. Investigation géotechnique, Rapport géotechnique factuel – Campagne été 2021, Site minier Windfall, Baie-James. Rapport produit pour Osisko Mining Inc. Réf. WSP : 201-11330-29. 47 pages et annexes.

- WSP, 2023b. Investigation géotechnique, Rapport géotechnique factuel – Campagne hiver-printemps 2022, Site minier Windfall, Baie-James. Rapport produit pour Osisko Mining Inc. Réf. WSP : 201-11330-29. 47 pages et annexes.
- WSP, 2023c. Investigation géotechnique, Rapport géotechnique factuel – Campagne automne 2022, Site minier Windfall, Baie-James. Rapport produit pour Osisko Mining Inc. Réf. WSP : 2011133029. 47 pages et annexes.
- WSP, 2023d. Étude de faisabilité – Conception des haldes et des infrastructures de gestion des eaux. Document produit pour Minière Osisko inc. Réf. WSP : 221-11330-08. 55 pages et annexes.
- WSP, 2023e. Tailings Management Facility Design in Support of the Feasibility Study. Windfall project. Ref. WSP. GAL 134-2148985706-RA-Rev0.

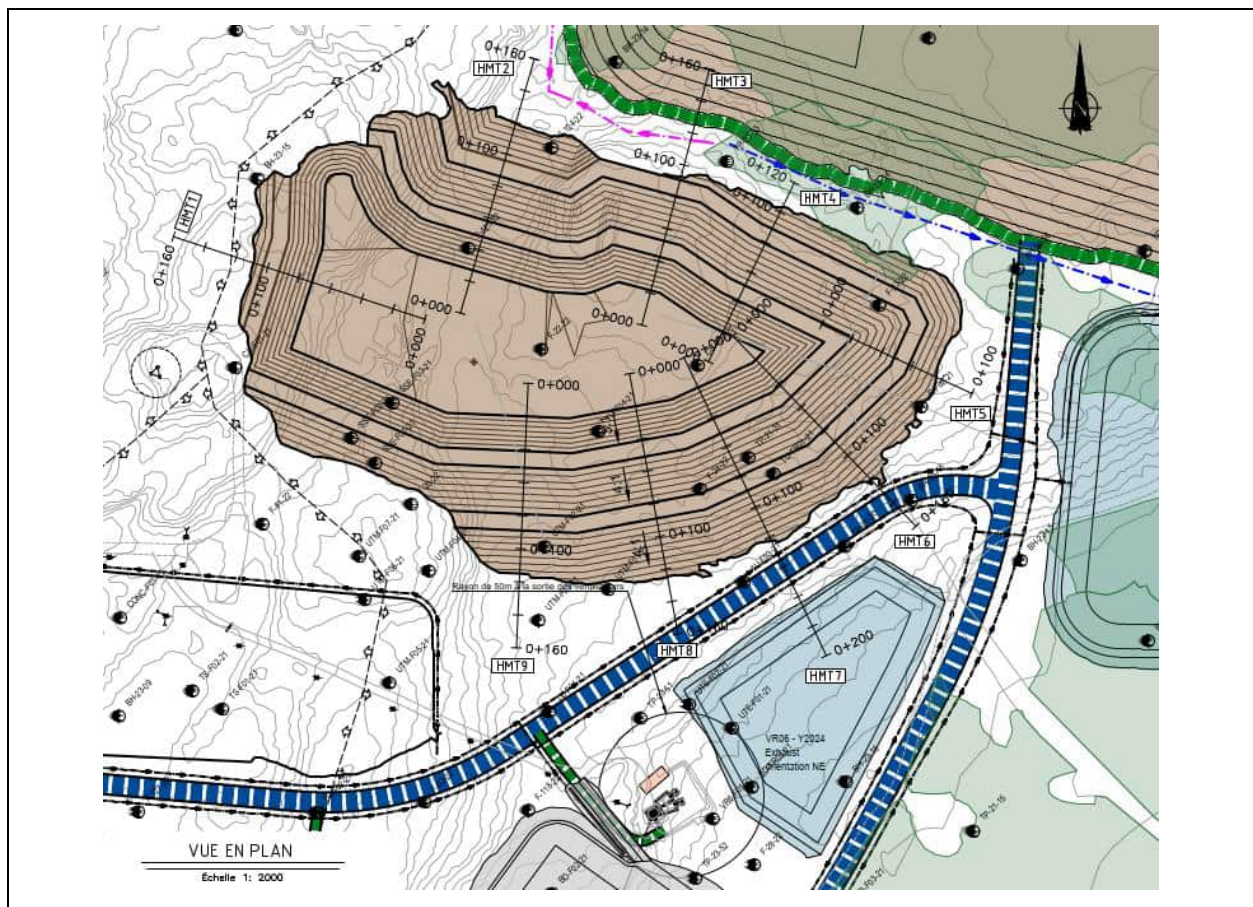


Figure 1 Localisation des coupes à l'étude

3. Méthodologie et paramètres d'analyses

Le logiciel SLOPE/W, version 2023.1.2 de la suite GeoStudio, a été utilisé pour procéder à tous les calculs de stabilité selon la méthode de l'équilibre limite et la distribution des forces suivant la méthode de Morgenstern-Price.

La méthode « Entrée-Sortie » a été utilisée pour spécifier les zones de recherche des surfaces de ruptures circulaires critiques. L'option d'optimisation incrémentale a été appliquée pour toutes les analyses afin de raffiner la géométrie des surfaces de rupture et ainsi obtenir les coefficients de sécurité minimum associés à chaque condition évaluée.

3.1 Stratigraphie

La stratigraphie des coupes étudiées a été établie selon les rapports de sondages provenant des diverses campagnes d'investigation géotechniques (WSP, 2023a; WSP, 2023b; et WSP, 023c).

Selon les sondages disponibles, le sol naturel composant l'assise de la halde à mort-terrain est un sable avec un peu (ou des traces) de gravier et des traces de silt compact déposé directement sur le socle rocheux. L'épaisseur de cette couche varie de 0,3 à 3 m.

Présentement, un chemin composé de remblai de sable compacté passe au sud-ouest de la halde à mort-terrain.

3.2 Paramètres géotechniques

Les paramètres géotechniques ont été établis lors de l'étude de faisabilité (WSP, 2023d). Un résumé des paramètres retenus pour l'évaluation de la stabilité de la halde à mort-terrain est présenté au tableau 1.

Tableau 1 Paramètres géotechniques pour l'analyse de stabilité

Matériaux	Masse volumique (kN/m ³)	Cohésion (kPa)	Angle de friction (°)
Mort-terrain	17,0	0	26
Sable avec un peu (ou des traces) de gravier et des traces de silt, compact	18,5	0	32
Remblai compacté	20,0	0	34
Roc	Impénétrable		

3.3 Eau souterraine

Les analyses de stabilité ont été réalisées en considérant que la position de la nappe phréatique restera basse, au contact du TN. Par ailleurs, la nappe d'eau est considérée constante. Les niveaux de la nappe phréatique utilisés pour les analyses de stabilité sont basés sur les observations notées sur les sondages disponibles.

3.4 Sismicité du site

3.4.1 Catégorie d'emplacement sismique

La catégorie d'emplacement sismique du site sert à l'analyse du potentiel de liquéfaction ainsi qu'à la vérification de stabilité des pentes en conditions pseudo-statiques.

La catégorie d’emplacement sismique de la halde à mort-terrain est de classe C. Veuillez-vous référer à l’étude de faisabilité (WSP, 2023d) pour plus d’information sur la manière employée pour déterminer la catégorie d’emplacement. Selon les caractéristiques des dépôts rencontrés sous la halde à mort-terrain, les sols ne sont pas liquéfiables.

3.4.2 Aléa sismique

Une évaluation probabiliste des risques sismiques du site Windfall est présentement en cours, suivant des recommandations de l’étude de faisabilité du parc à résidus (WSP, 2023e). Selon les résultats préliminaires de cette étude, la valeur de l’accélération maximale au sol (AMS) a été modifiée à 0,08. Le coefficient sismique k_h retenu pour les analyses de stabilité pseudo-statique est considéré égale à 50 % de l’AMS; une valeur de 0,04 a donc été retenue pour les analyses.

3.5 Critères de stabilité

La halde à mort-terrain doit respecter les critères énoncés dans le Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec (Guide de restauration) (MERN¹, 2022).

Les pentes de la halde à mort-terrain doivent rester stables lorsqu’elles sont sollicitées par les chargements statiques et dynamiques à court et à long terme. Conformément aux recommandations mentionnées à l’annexe 1 du Guide de restauration (MERN, 2022), les facteurs de sécurité minimaux ont été considérés pour évaluer la stabilité de l’ouvrage. Les critères de stabilité retenus dans le cadre de cette étude sont détaillés au tableau 2.

Tableau 2 Valeurs minimales de coefficients de sécurité requis pour la stabilité des pentes

Type d'ouvrage	Condition	Coefficient de sécurité ciblé
Halde à mort-terrain	Stabilité locale statique – palier haut, centre et bas (long terme)	1,2
	Stabilité globale statique (court et long terme)	1,5
	Analyse pseudo-statique	1,1

4. Résultats

Trois coupes considérées critiques de la halde à mort-terrain ont été analysées selon quatre cas de figure différents : une rupture globale, une rupture en bas de talus, une rupture au centre du talus et une rupture en sommet de talus. Ces quatre cas de figure ont été analysés en conditions statiques et pseudo-statiques.

Les résultats des analyses de stabilité pour les trois coupes sont présentés aux tableaux 3 à 5. Les configurations géométriques et les surfaces potentielles de rupture associées au coefficient de sécurité minimum obtenu sont présentées à l’annexe A pour chacune des analyses effectuées.

¹ Aujourd’hui le ministère des Ressources naturelles et des Forêts (MRNF).

Tableau 3 Résultats des analyses de stabilité de la coupe HMT2

Ouvrage	Chargement	Conditions des analyses	Facteurs de sécurité minimums		Figure
			Obtenus	Requis	
Halde à mort-terrain	Statique	Global	2,22	1,5	1
		Haut de talus	1,48	1,2	2
		Centre du talus	1,97	1,2	3
		Bas de talus	1,97	1,2	4
	Pseudo-statique	Global	1,89	1,1	5
		Haut de talus	1,30	1,1	6
		Centre du talus	1,68	1,1	7
		Bas de talus	1,68	1,1	8

Tableau 4 Résultats des analyses de stabilité de la coupe HMT4

Ouvrage	Chargement	Conditions des analyses	Facteurs de sécurité minimums		Figure
			Obtenus	Requis	
Halde à mort-terrain	Statique	Global	2,24	1,5	9
		Haut de talus	1,48	1,2	10
		Centre du talus	1,96	1,2	11
		Bas de talus	2,00	1,2	12
	Pseudo-statique	Global	1,90	1,1	13
		Haut de talus	1,30	1,1	14
		Centre du talus	1,68	1,1	15
		Bas de talus	1,71	1,1	16

Tableau 5 Résultats des analyses de stabilité de la coupe HMT7

Ouvrage	Chargement	Conditions des analyses	Facteurs de sécurité minimums		Figure
			Obtenus	Requis	
Halde à mort-terrain	Statique	Global	2,28	1,5	17
		Haut de talus	1,48	1,2	18
		Centre du talus	1,97	1,2	19
		Bas de talus	1,96	1,2	20
	Pseudo-statique	Global	1,89	1,1	21
		Haut de talus	1,31	1,1	22
		Centre du talus	1,68	1,1	23
		Bas de talus	1,67	1,1	24

5. Conclusion

Les résultats des analyses de stabilité montrent que les pentes projetées pour la halde à mort-terrain respectent les recommandations décrites dans le Guide de restauration (MERN, 2022) ainsi que la D019 sur l'industrie minière (MDDELCC, 2012).

L'interprétation des analyses de stabilité réalisées dans le cadre de ce mandat montre que la configuration actuellement projetée de la halde à mort-terrain est entièrement conforme aux critères de stabilité établis. Il faut toutefois mentionner que les analyses de stabilité ont été effectuées en considérant que la nappe phréatique se retrouve au niveau du terrain initial. En réalité, le mort-terrain entreposé dans la halde risque d'être en partie ou en totalité saturé en raison des conditions de sol excavé, ceci pouvant affecter la position et la géométrie de la nappe. Au cours de l'ingénierie de détail, il sera nécessaire d'investiguer davantage cet aspect afin d'éviter de potentielles accumulations d'eau, par exemple le séquençage de la déposition pour favoriser l'assèchement des matériaux ou faire un tri des matériaux selon leur degré de saturation.

PRÉPARÉ PAR

William.Larouche-
Tremblay@wsp.com

Signé numériquement par William.Larouche-
Tremblay@wsp.com
DN : cn=William.Larouche-
Tremblay@wsp.com
Date : 2023.11.27 16:42:37 -05'00'

William Larouche-Tremblay, CPI., M.Sc.
N° OIQ : 6051574

23 novembre 2023

Date

RÉVISÉ PAR



Kristina Bondy, ing., M.ing.
N° OIQ : 146117

23 novembre 2023

Date



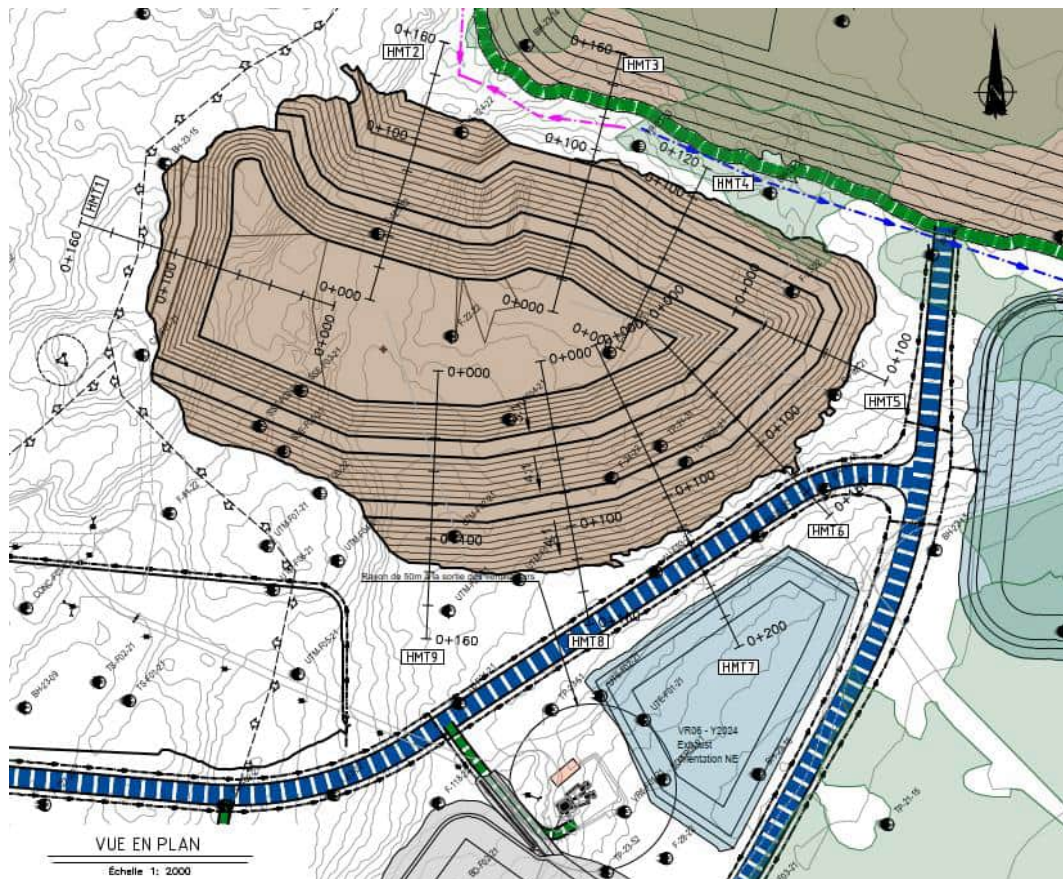
ANNEXE A

Résultats des analyses de stabilité



Analyses de stabilité Halde à mort-terrain

Date: 2023-10-24



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Ingénierie de détail – Conception
des haldes et des bassins

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : William Larouche-Tremblay CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

No. Projet : CA0002449.5772

ANNEXE A – Figure 1

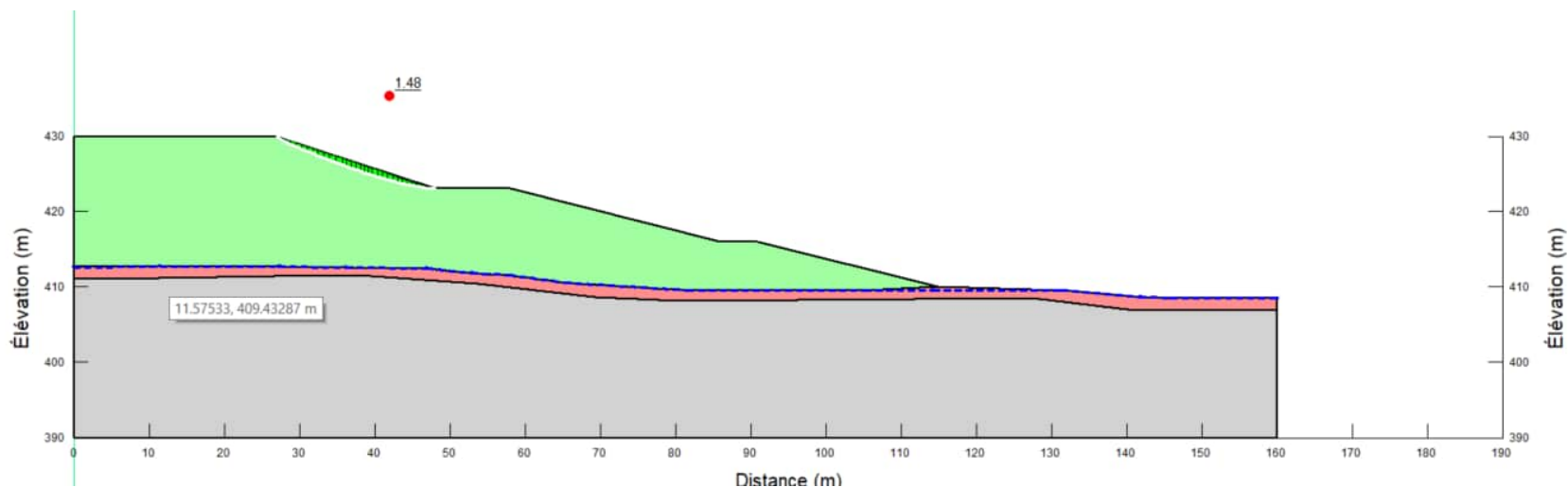
Emplacement des coupes de la halde à mort-terrain





Coupe HMT2 – Analyse de stabilité
Statique – Haut de talus
Halde à mort-terrain

Date: 2023-10-24



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Ingénierie de détail – Conception
des haldes et des bassins

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : William Larouche-Tremblay CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1.48 FS requis : 1.20

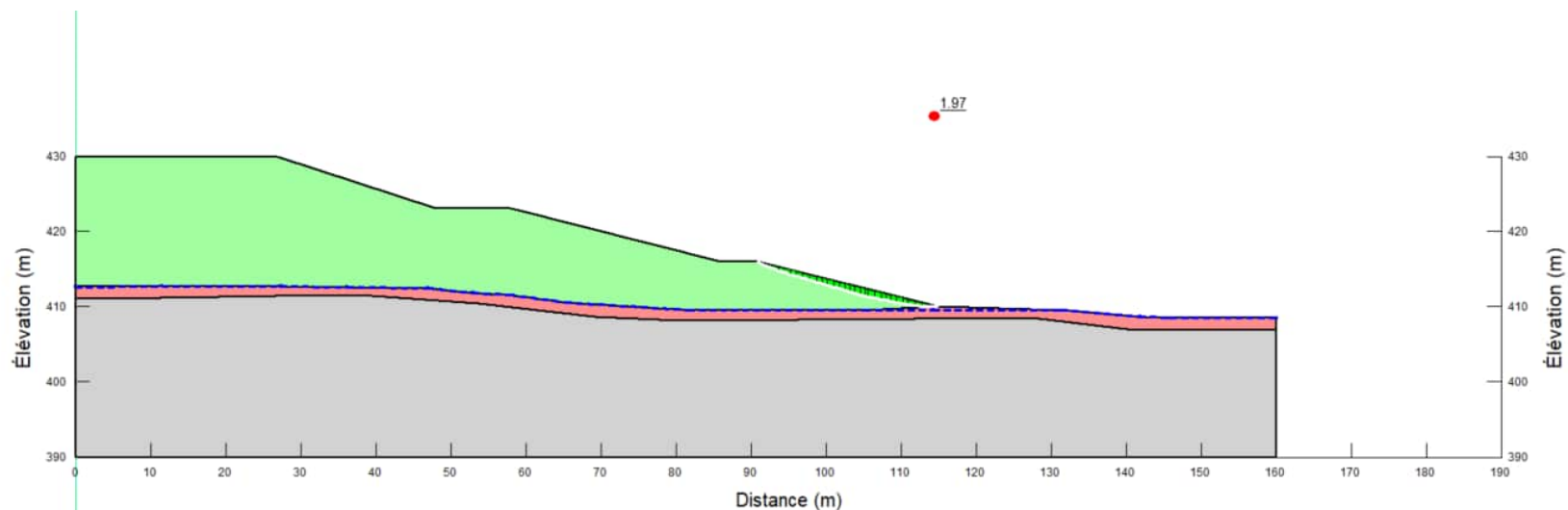
No. Projet : CA0002449.5772

ANNEXE A – Figure 3



Coupe HMT2 – Analyse de stabilité
Statique – Bas de talus
Halde à Mort-terrain

Date: 2023-10-24



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Ingénierie de détail – Conception
des haldes et des bassins

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : William Larouche-Tremblay CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1.97 FS requis : 1.20

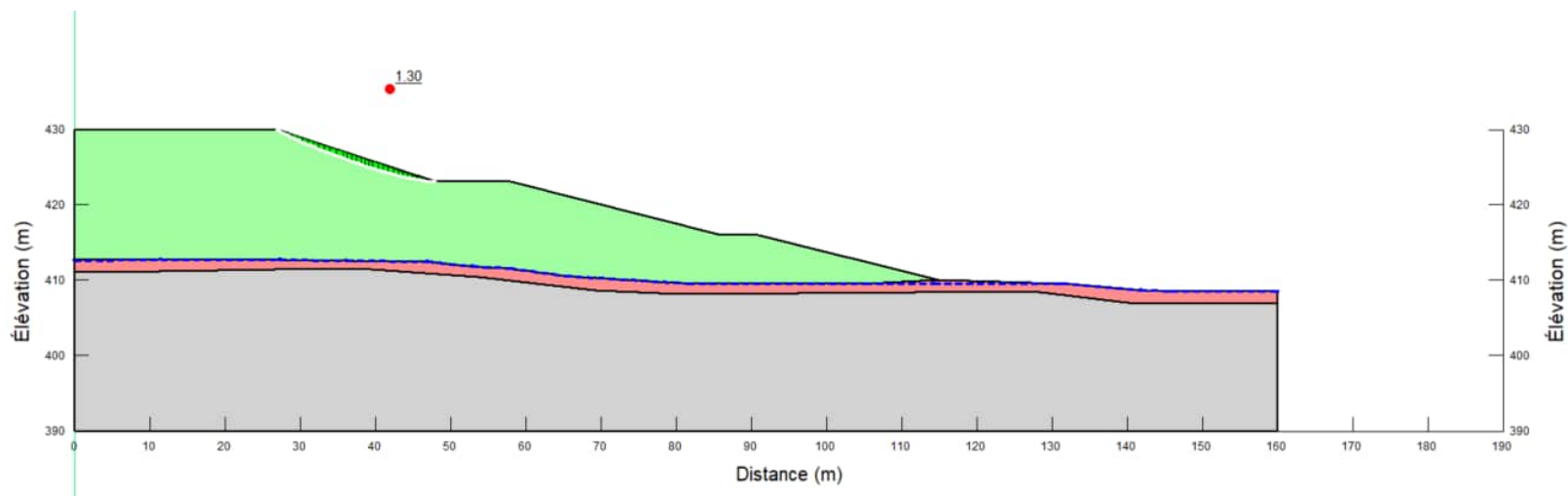
No. Projet : CA0002449.5772

ANNEXE A – Figure 5



Coupe HMT2 – Analyse de stabilité
Pseudostatique – Haut de talus
Halde à mort-terrain

Date: 2023-10-24



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Ingénierie de détail – Conception
des haldes et des bassins

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : William Larouche-Tremblay CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1.30 FS requis : 1.10

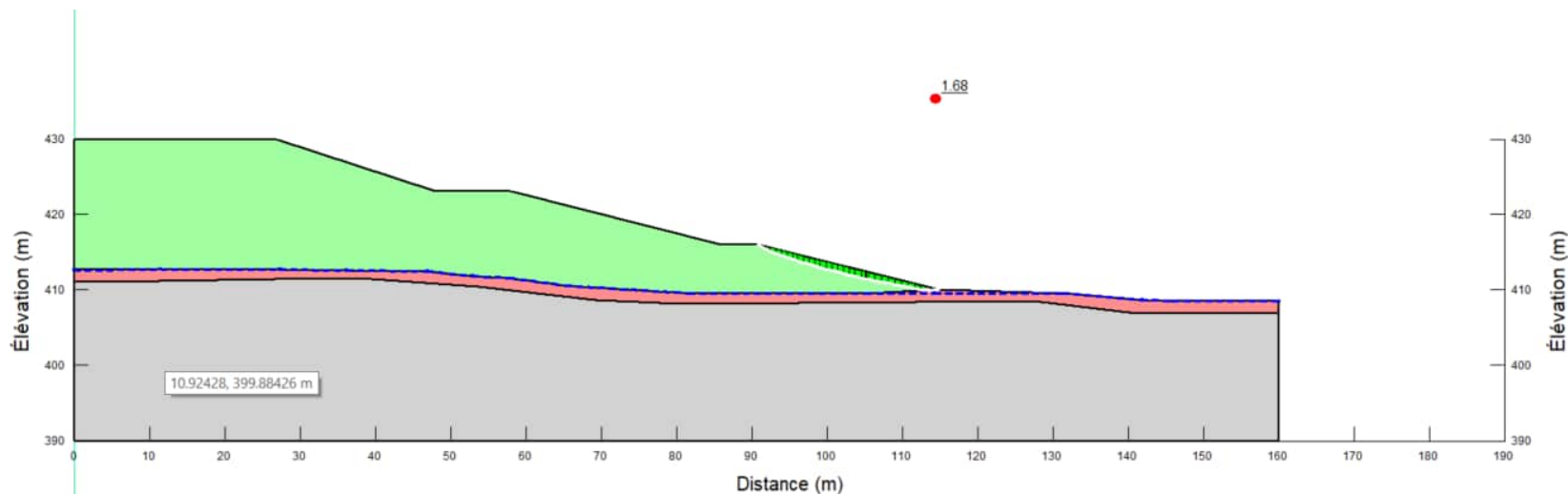
No. Projet : CA0002449.5772

ANNEXE A – Figure 7



Coupe HMT2 – Analyse de stabilité
Pseudostatique – Bas de talus
Halde à Mort-terrain

Date: 2023-10-24



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Ingénierie de détail – Conception
des haldes et des bassins

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : William Larouche-Tremblay CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1.68

FS requis : 1.10

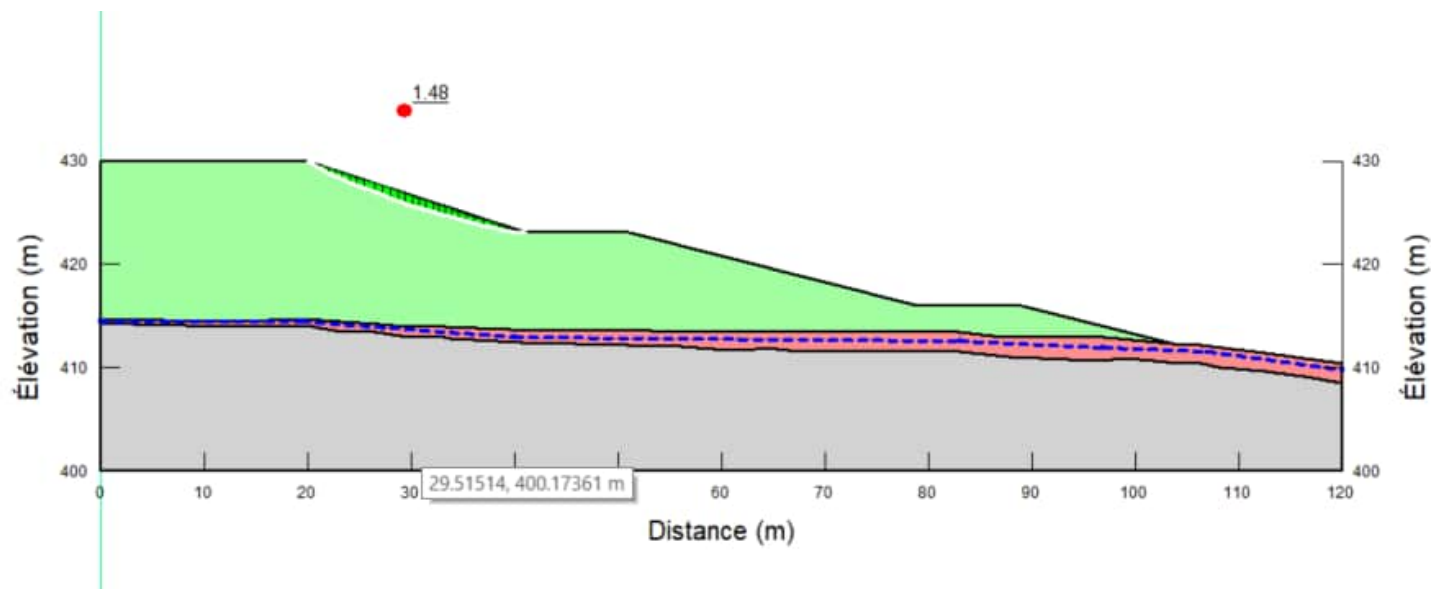
No. Projet : CA0002449.5772

ANNEXE A – Figure 9



Coupe HMT4 – Analyse de stabilité
Statique – Haut de talus
Halde à mort-terrain

Date: 2023-10-24



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Ingénierie de détail – Conception
des haldes et des bassins

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : William Larouche-Tremblay CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1.48

FS requis : 1.20

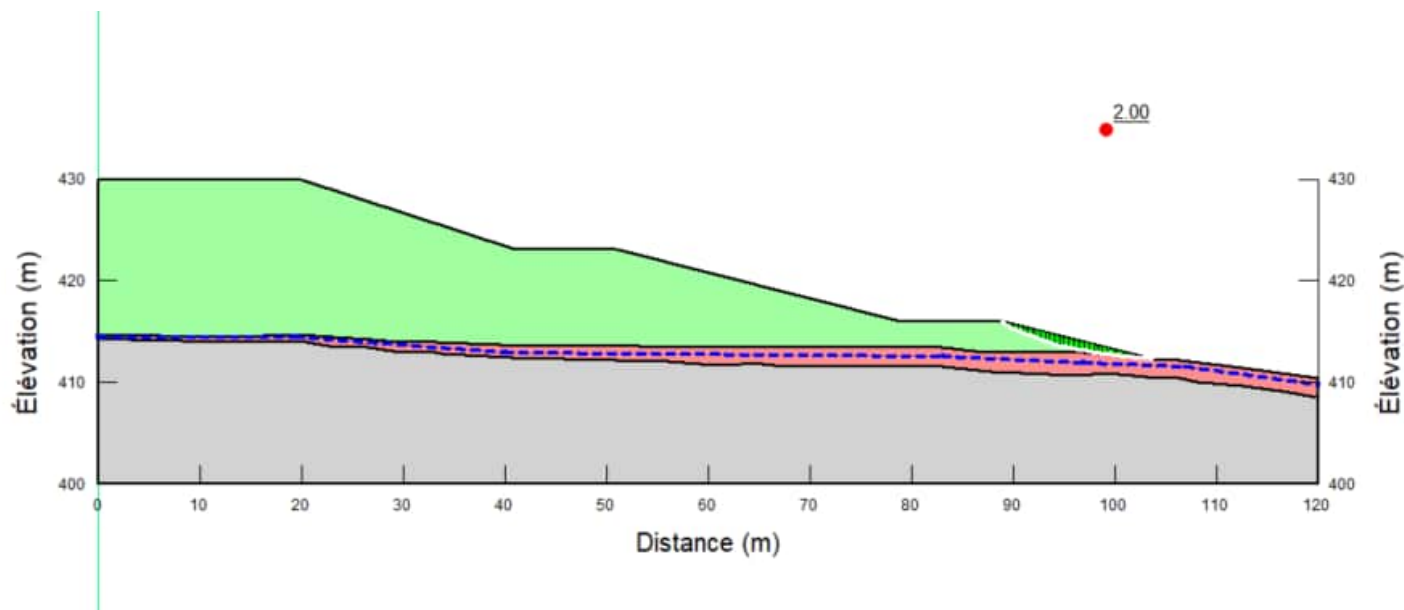
No. Projet : CA0002449.5772

ANNEXE A – Figure 11



Coupe HMT4 – Analyse de stabilité
Statique – Bas de talus
Halde à Mort-terrain

Date: 2023-10-24



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Ingénierie de détail – Conception
des haldes et des bassins

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : William Larouche-Tremblay CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 2.00 FS requis : 1.20

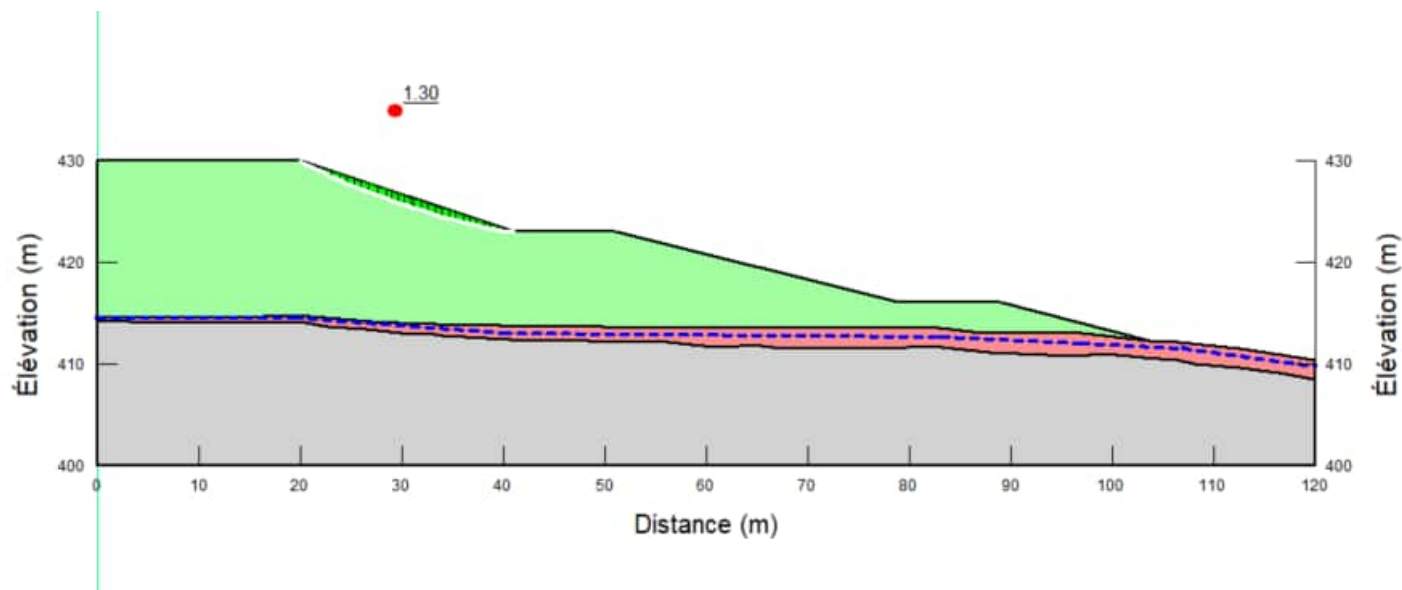
No. Projet : CA0002449.5772

ANNEXE A – Figure 13



Coupe HMT4 – Analyse de stabilité
Pseudostatique – Haut de talus
Halde à mort-terrain

Date: 2023-10-24



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Ingénierie de détail – Conception
des haldes et des bassins

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : William Larouche-Tremblay CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1.30 FS requis : 1.10

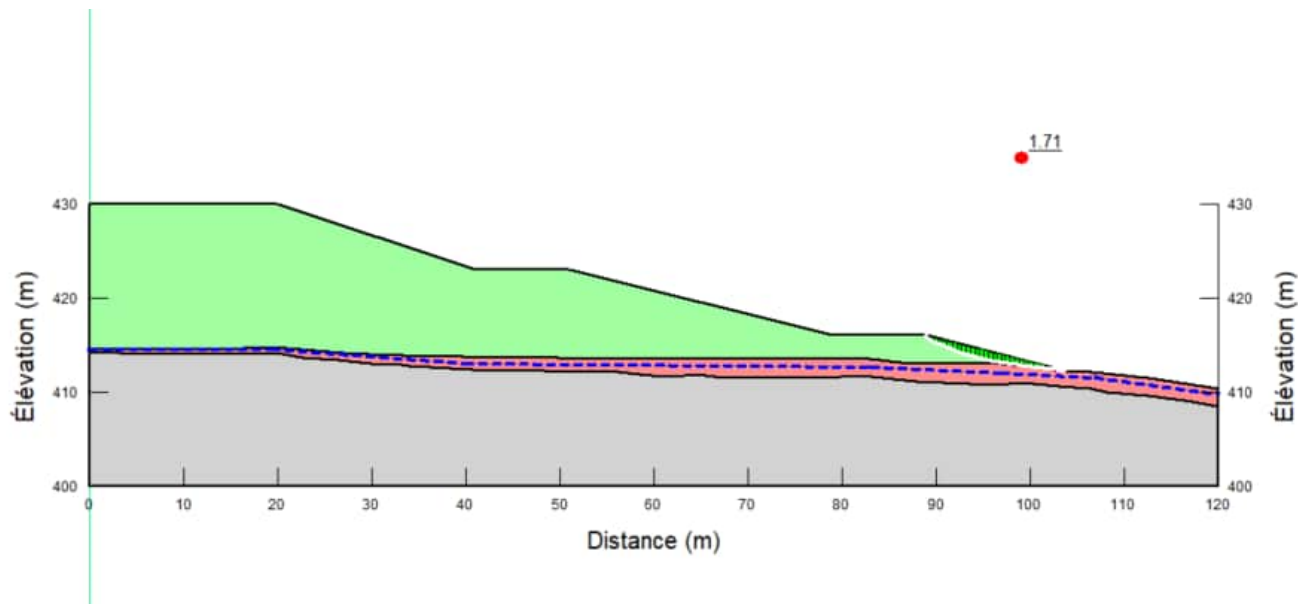
No. Projet : CA0002449.5772

ANNEXE A – Figure 15



Coupe HMT4 – Analyse de stabilité
Pseudostatique – Bas de talus
Halde à Mort-terrain

Date: 2023-10-24



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Ingénierie de détail – Conception
des haldes et des bassins

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : William Larouche-Tremblay CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1.71

FS requis : 1.10

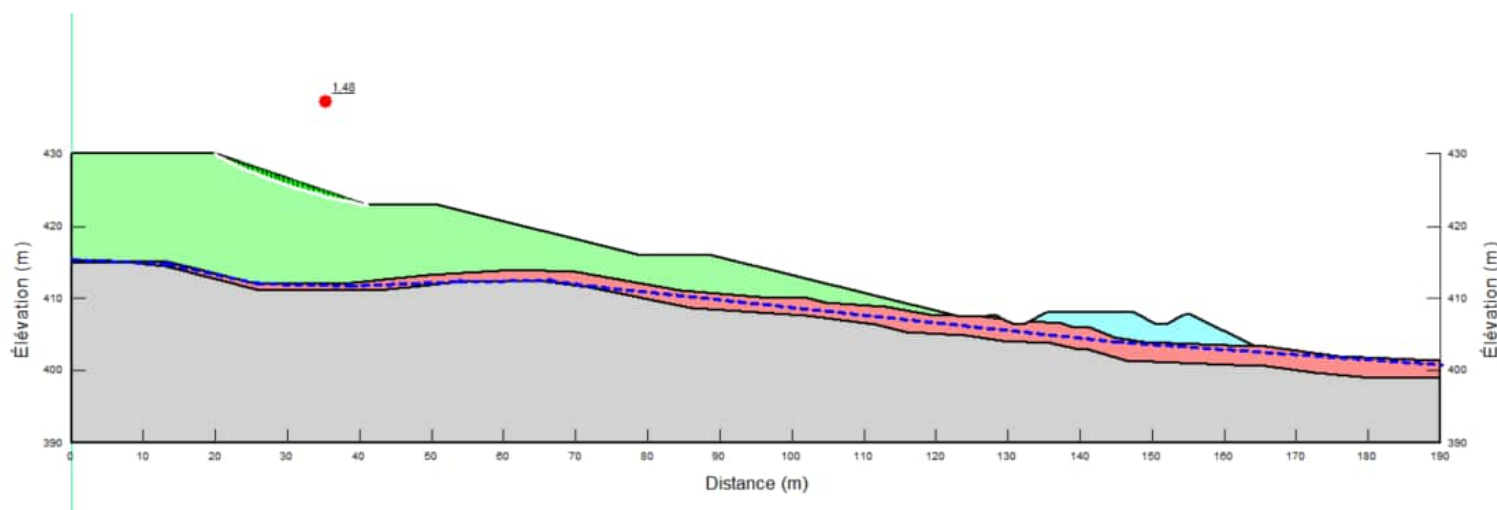
No. Projet : CA0002449.5772

ANNEXE A – Figure 17



Coupe HMT7 – Analyse de stabilité
Statique – Haut de talus
Halde à mort-terrain

Date: 2023-10-24



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Ingénierie de détail – Conception
des haldes et des bassins

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : William Larouche-Tremblay CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1.48 FS requis : 1.20

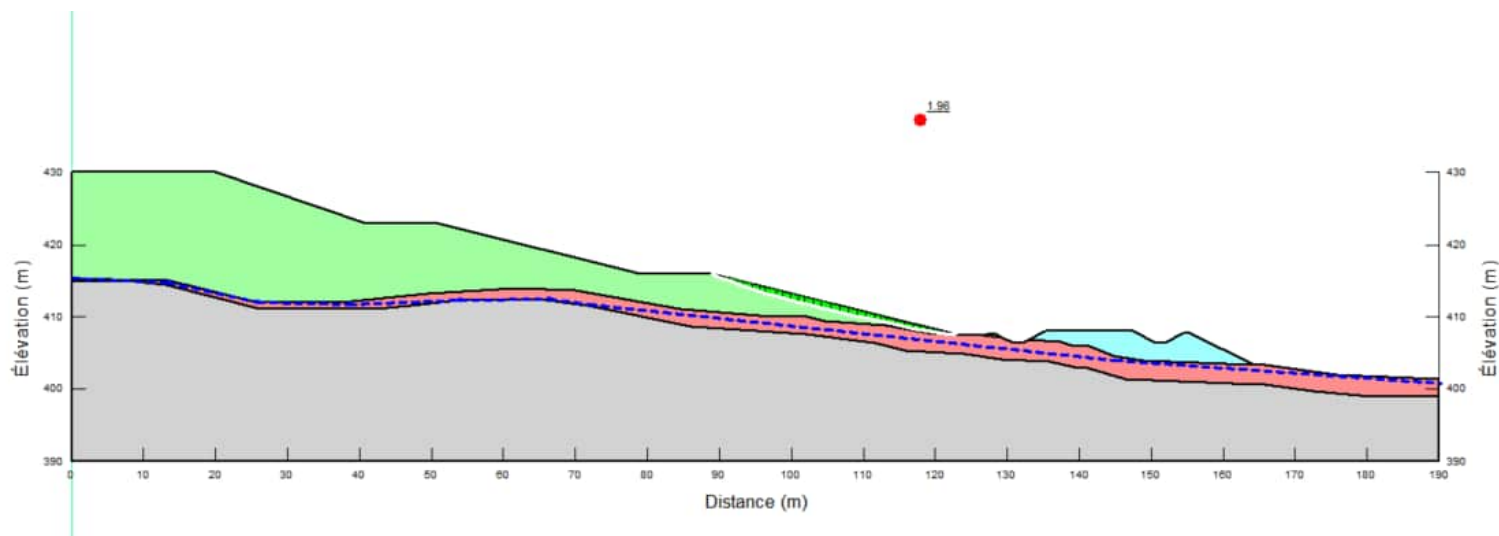
No. Projet : CA0002449.5772

ANNEXE A – Figure 19



Coupe HMT7 – Analyse de stabilité
Statique – Bas de talus
Halde à Mort-terrain

Date: 2023-10-24



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Ingénierie de détail – Conception
des haldes et des bassins

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : William Larouche-Tremblay CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Statique

FS : 1.96 FS requis : 1.20

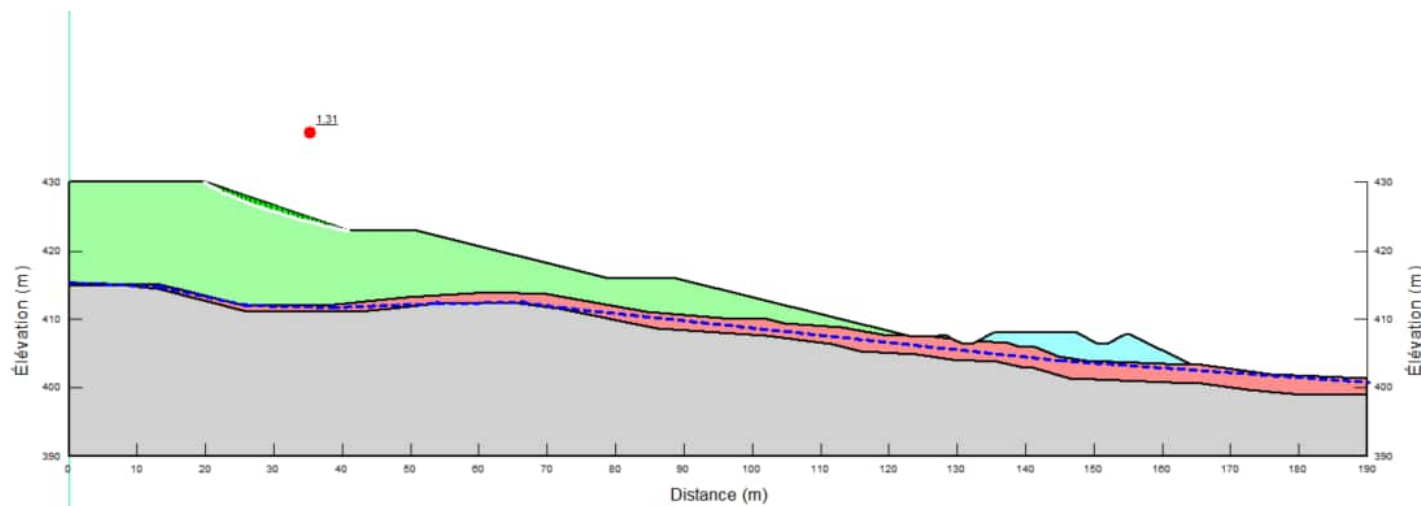
No. Projet : CA0002449.5772

ANNEXE A – Figure 21



Coupe HMT7 – Analyse de stabilité
Pseudostatique – Haut de talus
Halde à mort-terrain

Date: 2023-10-24



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Ingénierie de détail – Conception
des haldes et des bassins

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : William Larouche-Tremblay CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1.31 FS requis : 1.10

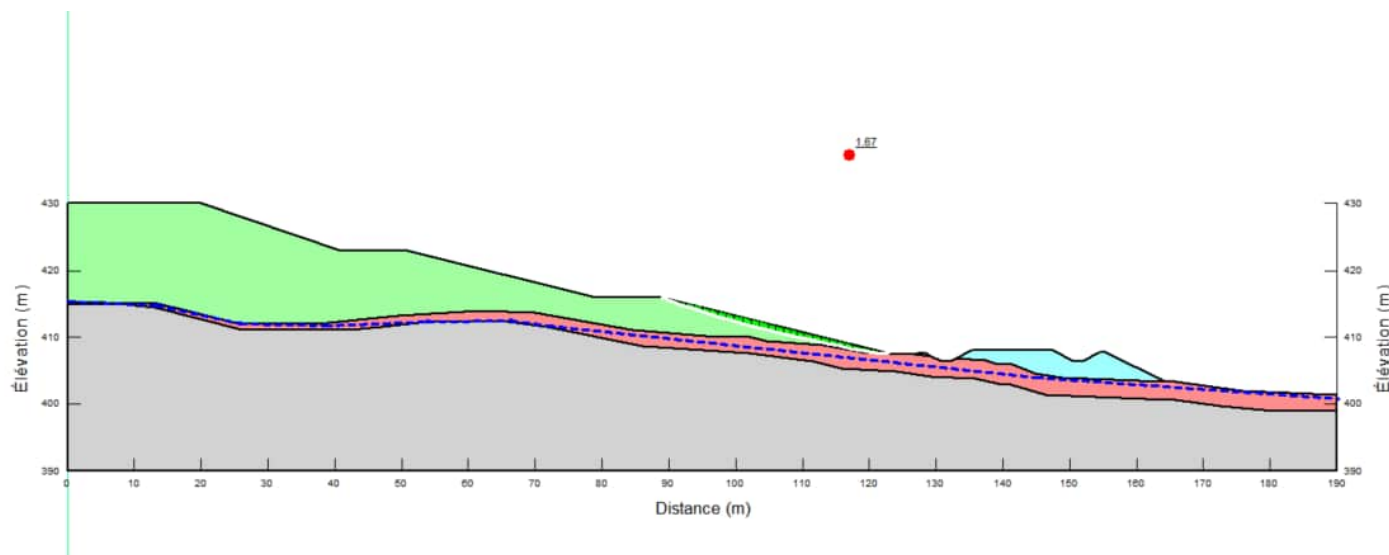
No. Projet : CA0002449.5772

ANNEXE A – Figure 23



Coupe HMT7 – Analyse de stabilité
Pseudostatique – Bas de talus
Halde à Mort-terrain

Date: 2023-10-24



Client : Minière Osisko Inc.

Projet : Ingénierie de détail – Conception
des haldes et des bassins

Localisation : Site minier Windfall, QC

Préparé par : William Larouche-Tremblay CPI.

Révisé par : Kristina Bondy, ing., M.ing.

Cas de chargement : Pseudostatique

FS : 1.67

FS requis : 1.10

No. Projet : CA0002449.5772

ANNEXE A – Figure 25

ANNEXE

RQC10

RQC10-1

**CARACTÉRISATION DE LA ROCHE DE CONSTRUCTION DE LA
PLATEFORME DU COMPLEXE MULTISERVICE SELON LE GUIDE DE
CARACTÉRISATION DES RÉSIDUS MINIERES ET DU MINÉRAI
(ECOMETRIX)**

RQC10-2

**ÉTUDE GÉOTECHNIQUE COMPLÉMENTAIRE 2024 DES BANCS
D'EMPRUNT GRAVTEST-3 ET GRAVTEST-4**

ANNEXE

RQC10-1

*CARACTÉRISATION DE LA ROCHE DE
CONSTRUCTION DE LA PLATEFORME DU
COMPLEXE MULTISERVICE SELON LE
GUIDE DE CARACTÉRISATION DES
RÉSIDUS MINIERS ET DU MINÉRAI
(ECOMETRIX)*

**Une traduction française de ce document est
disponible à l'annexe C. La version anglaise
demeure la version officielle.**

TO:

Windfall Mining Group

FROM:

Ecometrix
Daniel Skruch

REF:

Characterization of Construction Rock from
the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de
caractérisation des résidus miniers et du
minéral' Guidance

DATE:

15 April 2024

SOMMAIRE DE LA CARACTÉRISATION DES ROCHES DE CONSTRUCTION

Ce mémo technique fournit un résumé d'un programme ciblé de caractérisation des roches de construction entrepris sur le site Windfall pour d'évaluation des impacts sur l'environnement afin de comprendre les risques potentiels géochimiques des roches de mine provenant de la zone de l'empiètement du bâtiment multi-services. Cette zone d'excavation devrait englober un volume d'environ 150 000 t de roche-mère qui n'a jamais été affectée par des activités anthropogéniques.

Il est prévu de récupérer la roche d'excavation et de l'utiliser sur place à des fins de construction. Le processus de caractérisation de cette roche d'excavation a été entrepris en conformité avec les directives du Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral (MELCCFP 2020). Ce mémo est considéré comme un référentiel complet de tous les échantillonnages géochimiques de cette zone d'excavation spécifiques qui n'ont pas été échantillonnées auparavant.

Un nombre représentatif d'échantillons de roche provenant des zones d'excavation prévues de la empiètement du bâtiment multi-services ont été caractérisés dans le cadre de cette évaluation. La campagne de forage achevée en mars 2023, comprenait la collecte d'échantillons spatialement représentatifs de cette zone.

Les analyses de laboratoire (**Tableau 1**) menées sur les échantillons récupérés ont été effectuées par SGS Lakefield, ON, et ALS Canada, tous deux des laboratoires accrédités par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) pour les analyses effectuées.

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance

Tous les matériaux caractérisés constituent des roches mères n'ayant jamais été affectées par l'activité humaine. Le matériau rocheux d'excavation caractérisé dans le cadre de cette évaluation est considéré comme étant exempt de cyanure, ainsi que de contamination par des composés organiques, radioactifs ou inflammables.

Compte tenu des caractéristiques de comptabilisation acido-basiques établies dans cette évaluation, les roches d'excavation issues de ces zones peuvent être considérées comme non-potentiellement génératrices d'acide. En outre, compte tenu de la teneur en solides et de la caractérisation SPLP et CTEU-9, les roches d'excavation évaluées sont également considérées comme étant non-lixiviables.

En résumé, la roche issue de cette zone d'excavation est considérée comme présentant un risque faible, car elle s'avère non-génératrice d'acide, n'est pas considérée comme étant lixiviable, et n'est contaminée ni par du cyanure, ni par des composés organiques, radioactifs ou inflammables. Ce matériau rocheux d'excavation est considéré à faible risque et géochimiquement adapté à la construction sur le site.

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai' Guidance

CONSTRUCTION ROCK CHARACTERIZATION SUMMARY

This technical memo provides a summary of a focused construction rock characterisation program undertaken at the Windfall site as part of the site's Environmental Impact Assessment to understand the potential geochemical risks of rock from the Multi-Services Complex pad excavation zone. This excavation zone is planned to encompass a combined volume of approximately 150,000 tonnes of bedrock that has not previously been affected by anthropogenic activities.

The excavation rock is planned to be recovered and used on-site for construction purposes. Characterization of this excavation rock was undertaken to be consistent with the guidance of the Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai (MELCCFP 2020). This memo is considered to a complete repository of all geochemical sampling and characterization results from this excavation zone that has not previously been sampled.

A representative number of rock samples from within the planned excavation zones at the 'Multi-Services Complex Pad' were characterized in this assessment. A drilling campaign was completed in March 2023, that considered spatially representative sample collection from this zone.

Laboratory analyses (**Table 1**) on the recovered samples were completed at SGS Lakefield, ON and ALS Canada, both laboratories accredited by the Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) for the performed analyses.

All materials characterized represent bedrock that has not been affected by human activity. The excavation rock characterized in this assessment are not considered to be cyanide-containing, contaminated by organic compounds, radioactive, nor flammable as per the 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai' (MELCCFP 2020).

As per the 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai' (MELCCFP 2020) guidance and the acid-base-accounting characteristics evaluated in this assessment the excavation rock from these zones is considered to be non-potentially acid generating. Additionally, in consideration of the solids contents and supporting SPLP and CTEU-9 testing, the excavation rock evaluated is also not considered to be leachable.

In summary, as per the 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai' (MELCCFP 2020) guidance, rock from this planned excavation zone is considered to be of low-risk for use as construction material, as it is not considered to be acid generating, leachable, cyanide-containing, contaminated with organic compounds, radioactive, or flammable. This low-risk excavation rock is considered to be geochemically suitable for construction use on-site.

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai' Guidance

INTRODUCTION

This technical memo provides a summary of a focused construction rock characterisation program undertaken at the Windfall site as part of the site's Environmental Impact Assessment to understand the potential geochemical risks of rock from the Multi-Services Complex pad excavation zone. The rock from this zone is planned to be utilized for on-site construction purposes. The rock characterization strategy was undertaken to be consistent with the guidance of the Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai (MELCCFP 2020), hereafter referenced as the '*Characterization Guide*' although this material is not considered to be a mining waste.

The Windfall project site is located in the Northern Quebec administrative region approximately 115 km east of Lebel-sur-Quévillon and approximately 175 km northeast of Val d'Or (**Figure 1**). The Windfall project is presently at an advanced stage of exploration with operations planned to begin in 2025. The planned layout of project infrastructure is shown in **Figure 2** for reference. The location of the characterization zone is shown in **Figure 3**.

This memo is considered to be a complete repository of all geochemical sampling from the Multi-Services Complex excavation zones that have not previously been sampled. A broader report on the geochemical characterization of waste rock and ore that are proposed to be stored on the Windfall site as part of active mining operations is available in WSP (2023a).

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai' Guidance

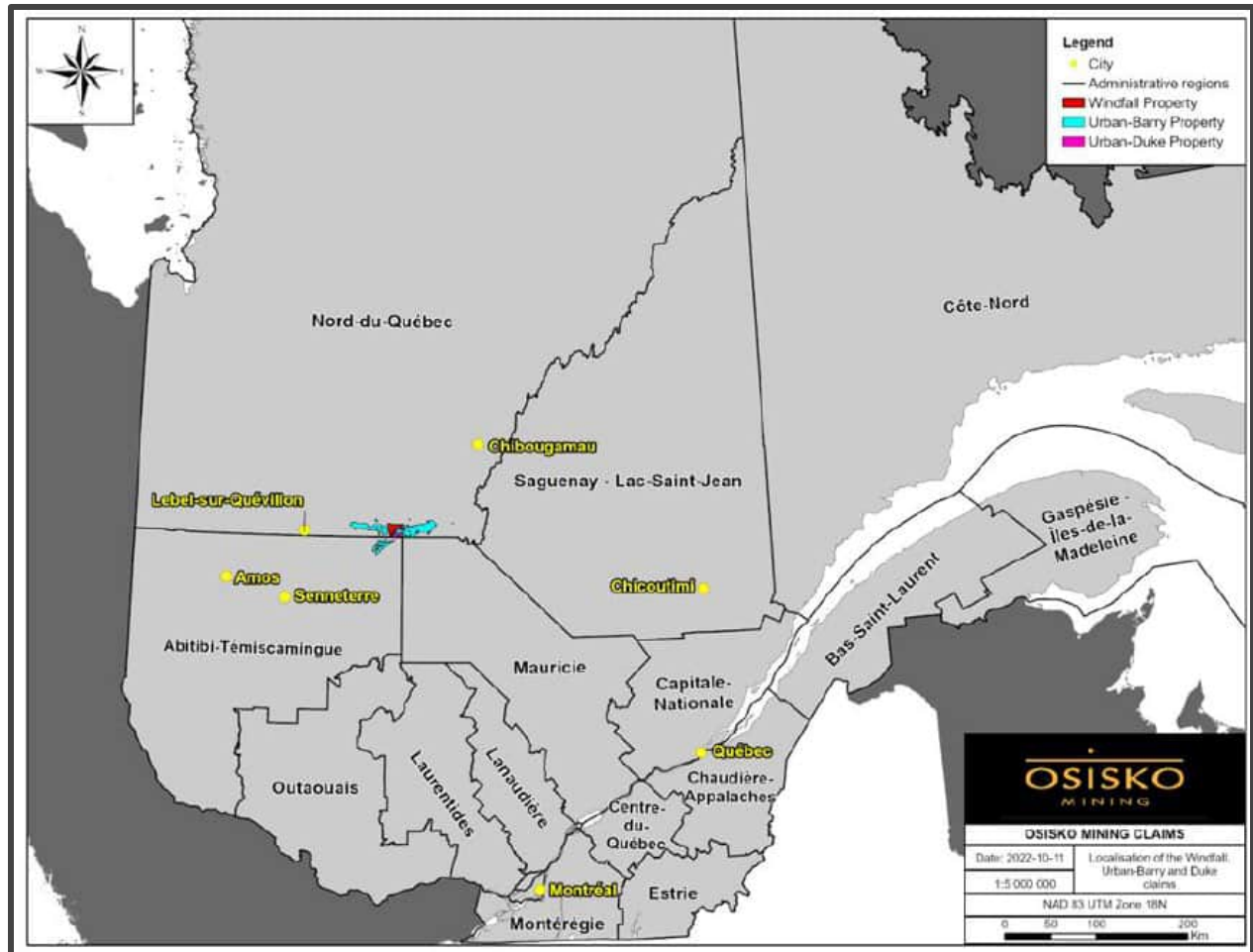


Figure 1: Location of Windfall Site (shown in red)

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai' Guidance

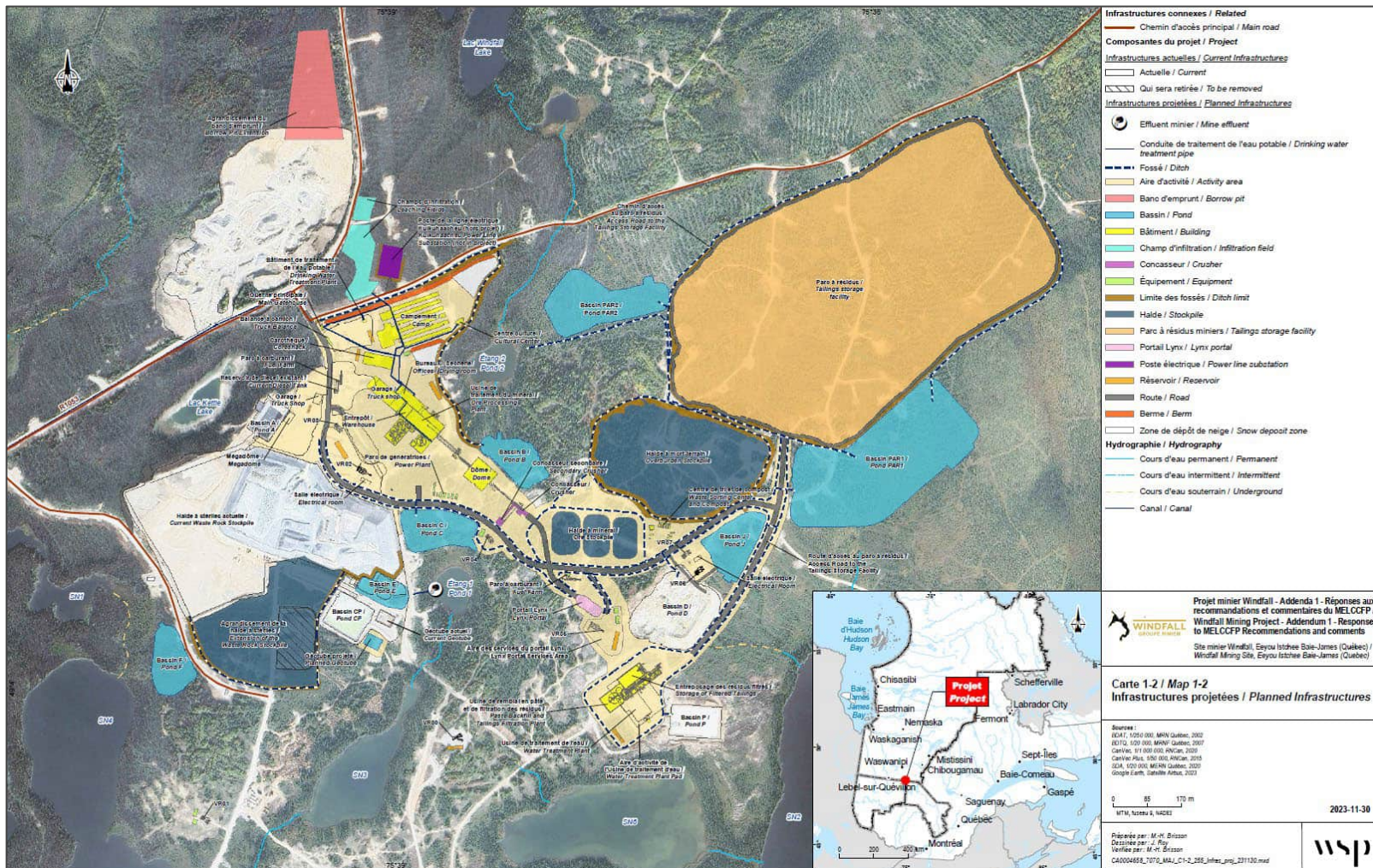


Figure 2: Windfall Site – Project Planned Infrastructure Layout (Adapted from WSP 2023b)

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai' Guidance

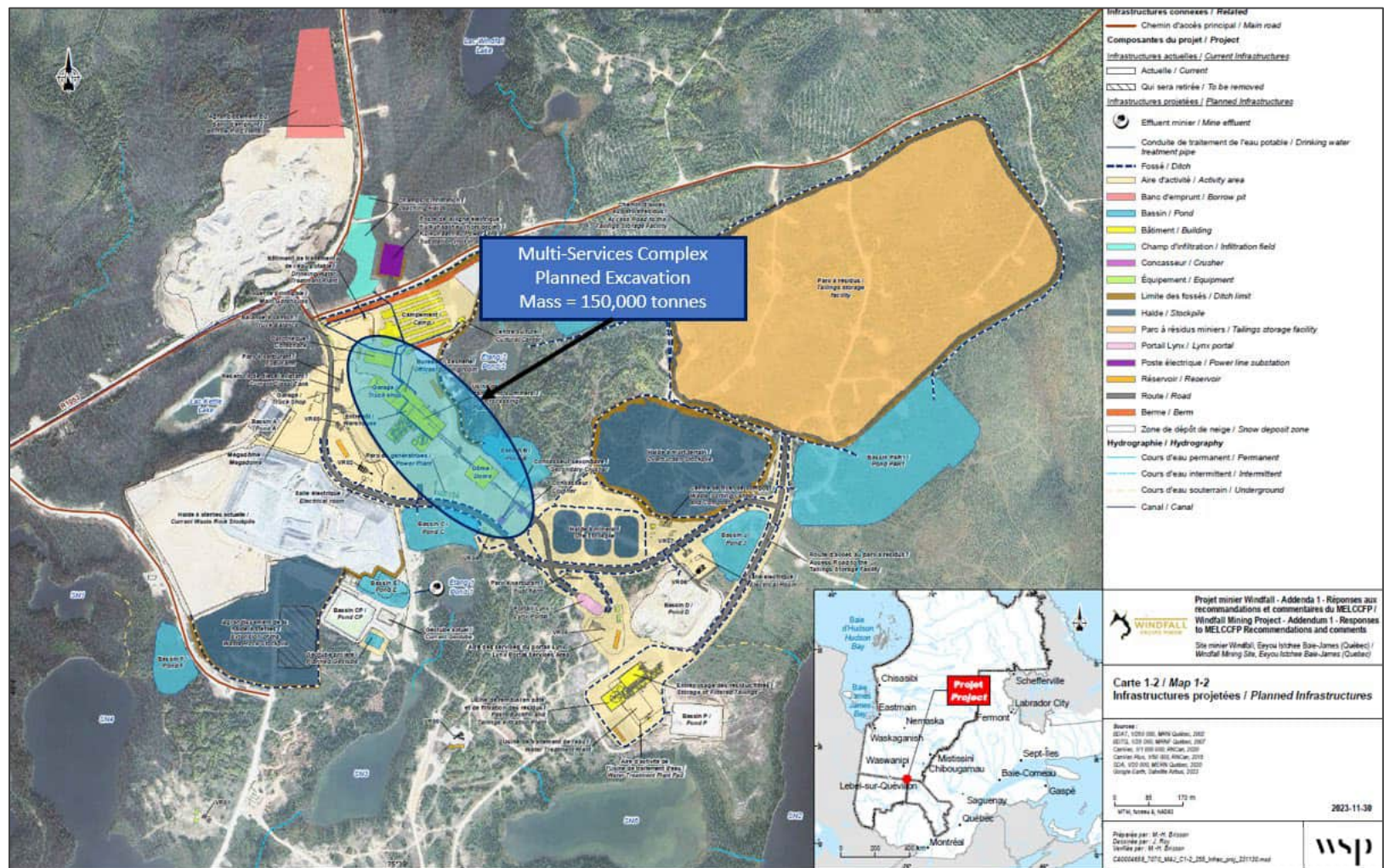


Figure 3: Approximate Locations and Excavation Quantities at the Multi-Services Complex Excavation Areas (Adapted from WSP 2023b)

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance

GENERAL INFORMATION ON THE GEOLOGICAL CONTEXT OF THE PROJECT AND THE MATERIALS CHARACTERIZED

The Windfall project site is located within the Abitibi sub-province of the Archean Superior Province, within the central part of the Urban-Barry greenstone belt. The Windfall deposit is an intrusion-related hydrothermal gold deposit of the Macho Formation that primarily consists of felsic and intermediate volcanic rocks including tuff and lava units (WSP 2023a).

The waste rock lithological units for the broader mine site that are expected to be encountered as part of active mining operations are described as follows, as per core logging observations and geochemical analyses carried out by Windfall Mining Group:

- V1: Felsic intrusives (Rhyolite/dacite);
- V2: Intermediate to mafic volcanics (Basalt/andesite);
- I1 Frg: Felsic intrusives (Fragmental granodiorite);
- I1P/I2P: Felsic intrusives (Granodiorite);
- I2F/I13: Felsic intrusives (Granodiorite with hematite);
- I3A: Mafic intrusives (Gabbro/diorite); and,
- S6: Sediments.

As reported in WSP (2023a), quartz and muscovite were the most abundant minerals in site waste rock samples. The quartz content is highest in the felsic lithologies (V1, I2P, I2F, I1P, I1 Frg) and muscovite content varied between units.

The primary sulphide in site waste rock was pyrite while carbonates were mostly present as calcite or dolomite with some ankerite identified in most samples and minor siderite identified in a small proportion of the samples.

The 'Multi-Services Complex' excavation zone has not historically been extensively characterized and is generally expected to encompass the same lithological units of the broader mine site. This memo presents a summary of the geochemical characteristics of the rock sampled from this excavation zone.

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance

SAMPLING PROGRAM

The number of samples selected to be sampled were based on the estimated quantity of material to be excavated and to exceed the sample quantity relationships as recommended in Section 3.2.2 of the *Characterization Guide*.

For the Multi-Services Complex Pad, with an estimated excavation volume of 150,000 tonnes, 22 excavation rock samples were recovered. An example cross-section from the zone is shown in **Figure 4**. The maximum depth drilled at the 'Multi-Services Complex' zone, in consideration of the planned excavation depths and inclusive of an additional buffer distance beyond the targeted zone, was 34.25 ft.

A drilling campaign incorporating spatially representative drilling and sample collection from this zone was planned and implemented in March 2023. The spatial distribution of the drillholes is presented in **Figure 5**. Note that these locations were marked with stakes by Windfall Mining Group staff in advance of the drilling campaign, with surface elevations surveyed (**Figure 6**). The coordinates and drill hole depths for each location are included in **Attachment A**.

The drill rig operator was instructed to drill through the overburden and marginally beyond the planned excavation depth for each zone. Excavation rock drill cuttings produced from the drill rig were generally recovered and composited across 5 foot intervals – an example photograph of the drill rig cuttings is shown in **Figure 7**. Approximately 500 g of drill cuttings was sampled for every 5 foot interval. The samples from each borehole were subsequently composited for submission to the laboratory to have samples representative of the planned excavation depth at each borehole.

Figure 4: Example Cross-Section from within the 'Multi-Services Complex' Excavation Zone
(adapted from Windfall Mining Group, pers. comm, 6March2023, filename "proposed_mur_soutenement_2022-10-05.pdf")

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance

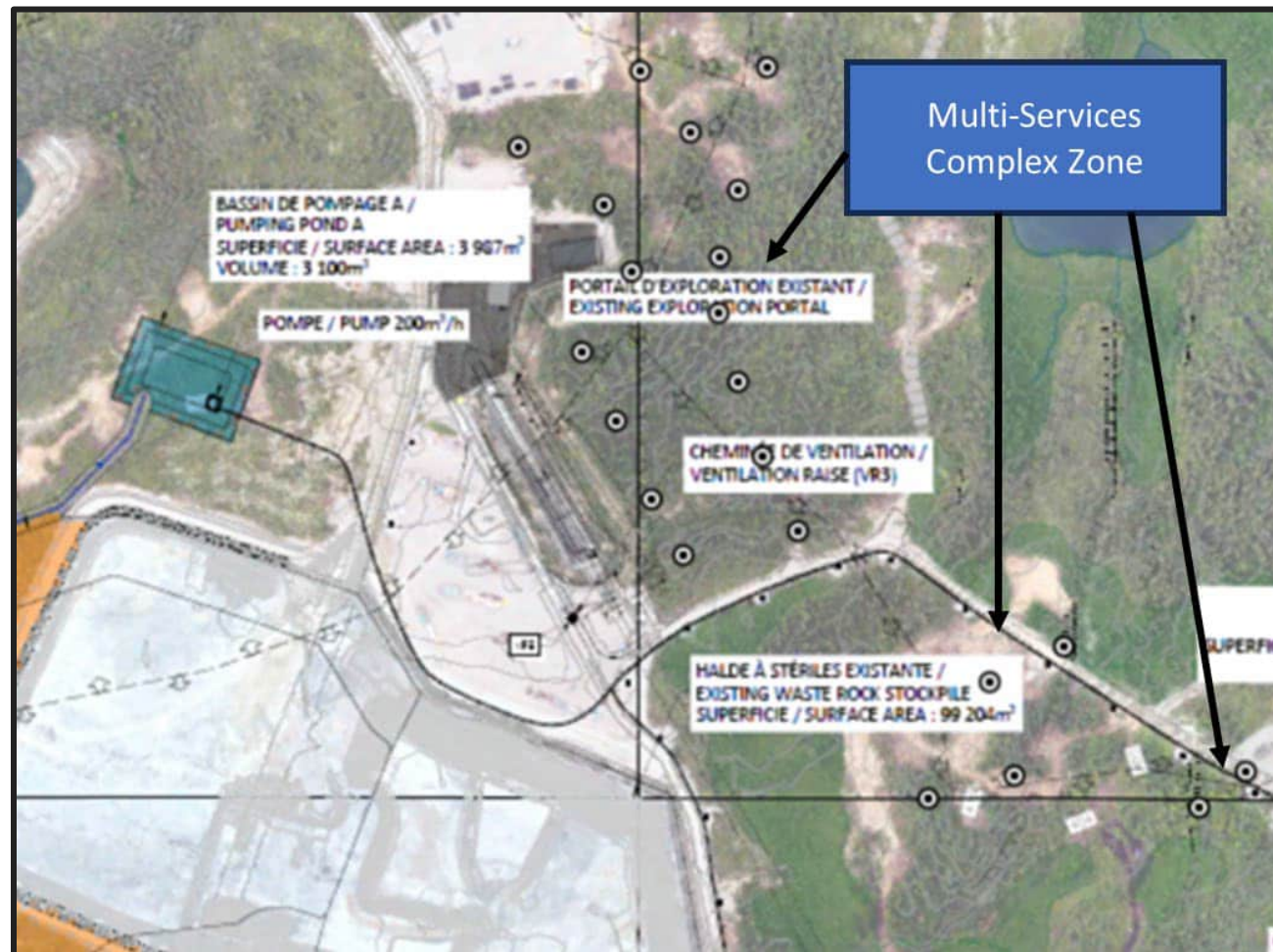


Figure 5: Spatial Distribution of Sampling Boreholes at the Multi-Services Complex Zone

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance



Figure 6: Stake Marking the Location of a Borehole at the Multi-Services Complex Pad (SI-BH17)

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance



Figure 7: Photographs Showing Excavation Rock Drill Cuttings

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance

METHODS OF ANALYSIS AND TEST PROTOCOLS

The analyses undertaken on the solids samples in this assessment are summarized in **Table 1**. Full Acid Base Accounting, solids contents, CTEU-9, and SPLP testing was performed at SGS Lakefield, ON. Total carbon and total sulphur analysis was performed at ALS Canada. Both labs are accredited by the Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) for analyses performed. All analyses were performed in April and May of 2023.

Note that the excavation rock materials characterized in this assessment are not considered to be cyanide-containing, contaminated by organic compounds, radioactive, nor flammable. The excavation rock represents bedrock that has not previously been affected by human activity.

Table 1: Windfall Excavation Rock - List of Analyses Performed and Comparative Criteria

Analysis Completed ¹	Criteria for Evaluation
Acid Base Accounting (Includes: MA110 ACISOL 1.0 for NP and ASTM E1918 for Carbon and Sulphur Species at SGS) Total Sulphur (S-IR08) and Total Carbon (C-IR07) at ALS	Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral (MELCCFP 2020)
Solids Content Analysis (MA. 200 - Met 1.2)	Guide d'intervention - Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés (MELCCFP 2021) Annexe 1 (Supérieur) and Annexe 2
CTEU-9 Testing (MA.100 - Lix.com.1.1)	Guide d'intervention - Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés (MELCCFP 2021) Annexe 7 Résurgence dans l'eau de surface
SPLP Testing (MA.100 - Lix.com.1.1)	

Note:

1) All analyses were performed at a lab accredited by the Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) for analyses performed.

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance

ANALYSIS AND TEST RESULTS

The location data of each sample and all analytical results are summarized in **Attachment A** and their respective laboratory certificates of analysis are included in **Attachment B**.

Excavation materials are intended to be used for on-site construction and the test result data from the two excavation zones are interpreted in aggregate.

Acid Base Accounting

The ABA characteristics that are used to determine the potential risk of acid generation in mine materials include the acid potential (AP) that is calculated from the sulphide-sulphur content and the neutralization potential (NP) that can be estimated in several ways. Both AP and NP are presented in units of $\text{kg}_{\text{CaCO}_3}/\text{tonne}$ that represent the kilograms of calcium carbonate equivalent per tonne of rock. The NP is commonly measured using some modification of the Sobek method that includes addition of a strong acid to a sample, allowing time to react and then measuring the remaining acid to determine the amount of acid consumed.

The Acisol-NP (MA. 110 – ACISOL 1.0 in CEAE, 2014) is one such similar method of estimating NP. Another method to estimate NP is to measure carbonate (CO_3) in the sample and calculate the equivalent CaCO_3 content. The ratio of NP/AP is then used to determine if the material has adequate NP to consume the acid produced if all the sulphide-sulphur is oxidized. If the AP exceeds the NP, resulting in an NP/AP ratio less than 1, the material is classified as potentially acid generating (PAG).

Theoretically, one unit of AP (as S) will produce 2 units of acid (H^+). Also, theoretically, one unit of NP (as CaCO_3) will consume either 1 or 2 units of acid, depending on the physio-chemical conditions when the neutralization reactions occur (Price, 2009). Therefore, as a conservative measure, it is assumed that 2 units of NP will be required to neutralize the acid from 1 unit of AP in order to maintain neutral conditions in the mine material indefinitely and to classify the material as non-potentially acid generating (non-PAG). This means the ratio of NP/AP should be greater than 2 to maintain neutral conditions, theoretically. Materials having NPR values between 1 and 2 can be classified as having an "uncertain" potential for acid generation. A common precautionary approach is to assume that materials classified as uncertain are conservatively treated as PAG.

An investigation was performed using a subset of samples that identified the carbonate neutralization potential (Carb-NP) was well correlated with the Acisol-NP in the excavation rock – see **Figure 8**. As such, and in consideration of the typical "effectiveness" of the Carb-NP this estimate of the available NP was preferred in this investigation. Further, the total carbon

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance

contents were observed to be well correlated with the carbonate contents – see **Figure 9**. As such, carbon contents are used as an estimator of carbonate and Carb-NP contents.

The sulphide species were also measured and the total sulphur contents were observed to be well correlated with the sulphide contents – see **Figure 10**. As such, the total sulphur contents were used as a conservative estimator of the acid potential (AP) of the excavation rock.

The ratio represented by the Carb-NP divided by the AP is referred to as the carbonate neutralization potential ratio (Carb-NPR) and was used as a key metric to evaluate the potential for acid generation status of the rock samples.

An additional ABA consideration for identifying non-PAG materials presented in the *Characterization Guide* is that the net neutralization potential (NNP), the difference between the neutralization potential and the acid generation potential ($NNP = NP - AP$), should be greater than 20 kg CaCO_3 /tonne. The net Carb-NP ($\text{Net Carb-NP} = \text{Carb-NP} - AP$) values were used in this assessment to support the identification of non-PAG materials.

As per *Characterization Guide* guidance it is noted that the majority of samples characterized have total sulphur contents greater than 0.04%, summarized in **Table 2**, and as such should be evaluated to identify the potential risk of acid generation. It is also noted that no samples had total sulphur contents of greater than 5% and are not assumed to de facto be acid-producing.

The ABA results are presented and summarized in **Table 2**. As per *Characterization Guide* guidance approximately 91% of the samples are considered to be non-potentially acid generating. Approximately 9% (2 out of 22) of the samples may be considered potentially acid generating with two samples having a Carb-NPR of less than 2 with values of 1.97 and 1.73; however, it is noted that these samples had Net Carb-NP values of 32 and 51 kg CaCO_3 /tonne respectively.

A plot of the Carb-NPR contents versus sulphur contents is shown in **Figure 11** presenting the distribution of the potentially acid generating samples.

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance

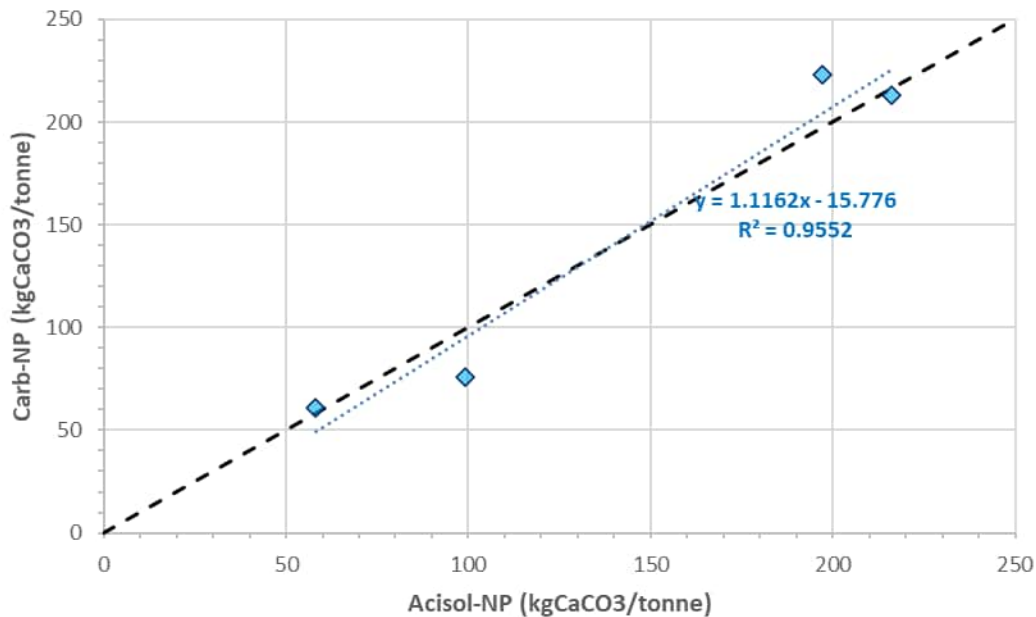


Figure 8: Multi-Services Complex Excavation Rock - Carb-NP vs Acisol-NP in Drill Cuttings

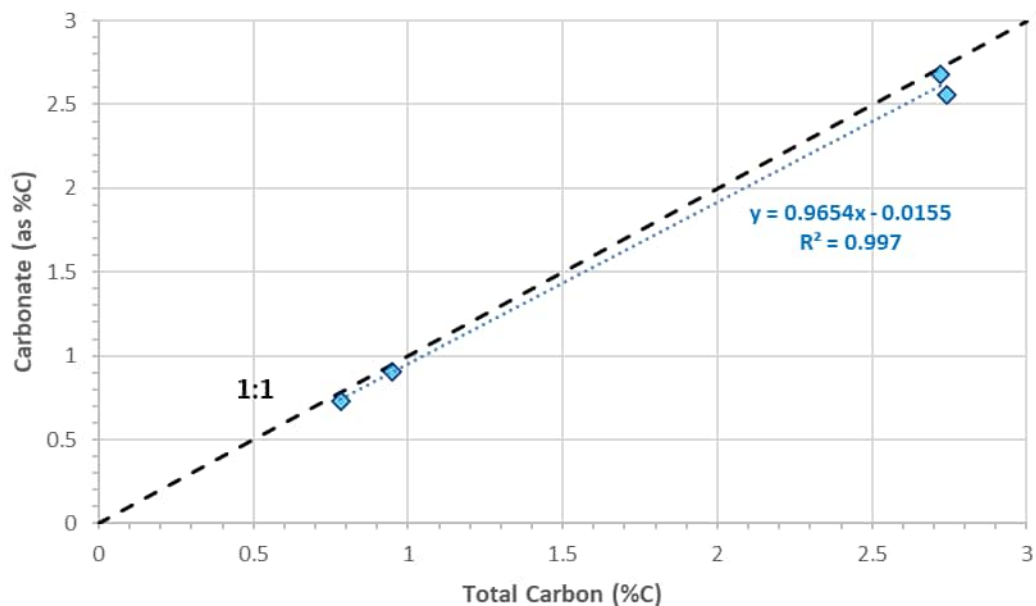


Figure 9: Multi-Services Complex Excavation Rock - Carbonate (as %C) vs Total Carbon (%C) in Drill Cuttings

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance

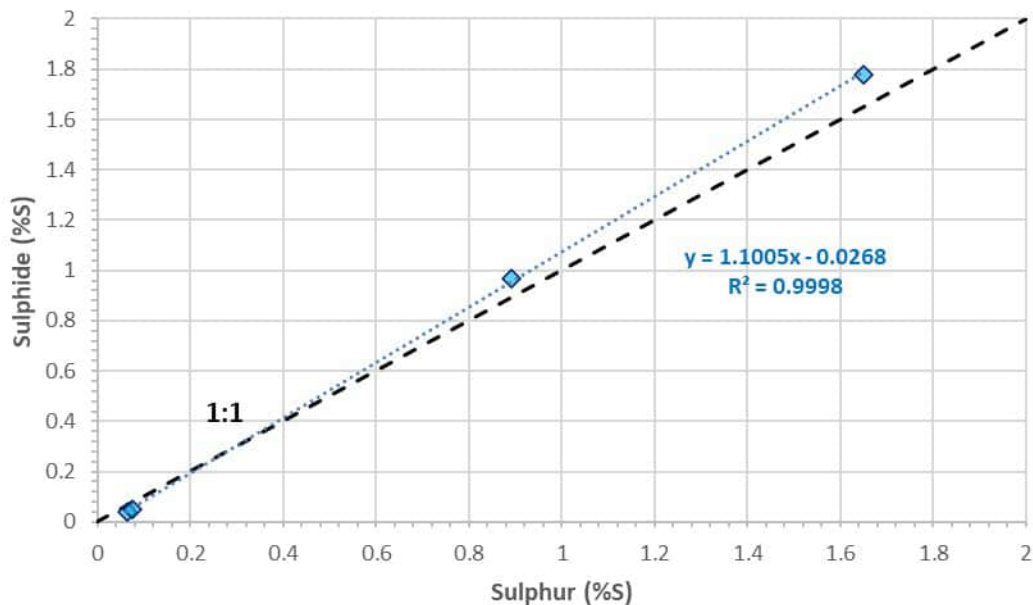
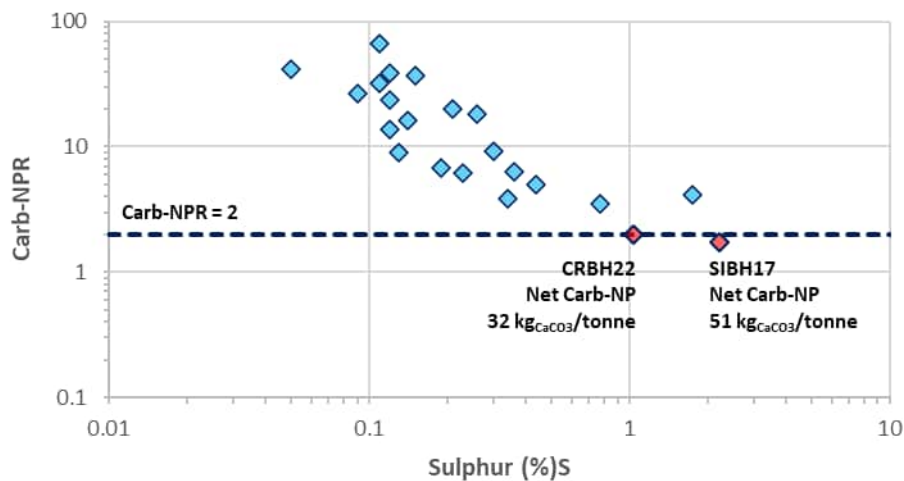


Figure 10: Multi-Services Complex Excavation Rock – Sulphide (%S) vs Total Sulphur (%S) in Drill Cuttings



Note: Red shaded diamonds indicate excavation rock samples with a Carb-NPR of less than 2.

Figure 11: Multi-Services Complex Excavation Rock - Carb-NPR vs Sulphur Content in Drill Cuttings

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance

Table 2: Multi-Services Complex Excavation Rock - Summary of ABA Characterization

Parameter		Multi Services Complex (n=22)
Total Carbon (%C)	Average	1.18
	Standard Deviation	0.67
	Minimum	0.44
	Maximum	2.72
	25th Percentile	0.7325
	75th Percentile	1.61
Total Sulphur (%S)	Average	0.42
	Standard Deviation	0.56
	Minimum	0.05
	Maximum	2.24
	25th Percentile	0.12
	75th Percentile	0.38
Carb-NP (kg _{CaCO3} /tonne)	Average	98.37
	Standard Deviation	55.58
	Minimum	36.67
	Maximum	226.67
	25th Percentile	61.04
	75th Percentile	134.17
Carb-NPR	Average	17.78
	Standard Deviation	16.65
	Minimum	1.73
	Maximum	65.94
	25th Percentile	4.80
	75th Percentile	28.06
Net Carb-NP (kg _{CaCO3} /tonne)	Average	85.22
	Standard Deviation	53.53
	Minimum	30.21
	Maximum	223.23
	25th Percentile	45.18
	75th Percentile	127.84

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance

Solids Contents

The summarized results for those constituents that have background comparison criteria as per Annexe 1 (Supérieur province) and Annexe 2 of the *Guide d'intervention* (MELCCFP, 2021) are shown below in **Table 3**. The full solids contents analyses for all parameters are included in **Attachment A**, for completeness.

The average arsenic content in all excavation rock samples (n=22) was 10.9 mg/kg and approximately 41% of all samples had arsenic contents greater than the regional background criterion value of 5 mg/kg. More than 10% of samples had either copper, manganese, or nickel solids contents greater than their respective comparative criteria. All other parameters had less than 10% of samples exceed their respective regional background criterion values. Additional statistical information on the distribution of the arsenic, copper, manganese, and nickel solids contents is presented in **Table 4**.

Table 3: Multi-Services Complex Excavation Rock - Summary of Solids Contents (n=22)

Parameter		Units	Criteria A Solids Content	Number of Samples Greater than Criteria A Value	Percentage of Samples with Solids Contents Greater than Criteria A	Average Content Value (mg/kg)
Arsenic	As	mg/kg	5	9	41%	10.9
Barium	Ba	mg/kg	240	0	0%	26.7
Bromide	Br	mg/kg	6	0	0%	1.5
Cadmium	Cd	mg/kg	0.9	0	0%	0.05
Chromium	Cr	mg/kg	100	0	0%	11.8
Cobalt	Co	mg/kg	30	1	5%	16.7
Copper	Cu	mg/kg	65	3	14%	38.1
Fluoride	F	mg/kg	200	0	0%	1.6
Lead	Pb	mg/kg	40	0	0%	1.9
Manganese	Mn	mg/kg	1000	3	14%	735
Mercury	Hg	mg/kg	0.3	0	0%	0.05
Molybdenum	Mo	mg/kg	8	0	0%	1.1
Nickel	Ni	mg/kg	50	3	14%	21.2
Selenium	Se	mg/kg	3	0	0%	0.2
Silver	Ag	mg/kg	0.5	0	0%	0.5
Tin	Sn	mg/kg	5	0	0%	5.0
Zinc	Zn	mg/kg	150	0	0%	63.6

Note:

Shaded cells indicate that more than 10% off samples were greater than the comparative criterion or that the average value of all samples is greater than the comparative criterion.

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance

Table 4: Multi-Services Complex Excavation Rock - Summary of Arsenic, Copper, Manganese, and Nickel Solids Contents (n=22)

Parameter	Criteria A Background Value (MELCCFP, 2021) (mg/kg)	Summary Statistic (n=22) (mg/kg)	
Arsenic	5	Average	10.9
		Standard Deviation	21.6
		Minimum	1.8
		Maximum	102.0
		25th Percentile	2.3
		75th Percentile	8.1
Copper	65	Average	38.1
		Standard Deviation	19.0
		Minimum	6.4
		Maximum	82.0
		25th Percentile	25.8
		75th Percentile	47.5
Manganese	1000	Average	735
		Standard Deviation	434
		Minimum	220
		Maximum	2000
		25th Percentile	460
		75th Percentile	883
Nickel	50	Average	21.2
		Standard Deviation	18.1
		Minimum	6.9
		Maximum	68.0
		25th Percentile	9.3
		75th Percentile	29.5

SPLP and CTEU-9 Leachability Tests

As more than 10% of samples had arsenic, copper, manganese, or nickel solids contents greater than the comparative regional background criteria the SPLP and CTEU-9 concentrations from these parameters were also evaluated. The summarized SPLP and CTEU-9 results from all samples are shown graphically for arsenic, copper, manganese, and nickel in **Figure 12** to **Figure 19**.

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance

As the excavation rock is planned for re-use as construction rock on-site and as site drinking water is not taken from local subsurface water the appropriate comparative metric for water quality interpretation is the 'Resurgence dans l'eau de surface' criterion.

All samples had arsenic, copper, manganese, and nickel concentrations less than their respective 'Resurgence dans l'eau de surface' criteria values. Additional statistical information on the distribution of the arsenic, copper, manganese, and nickel concentrations from the SPLP and CTEU-9 tests are shown in **Table 5**. The full SPLP and CTEU-9 water quality for all parameters are included in **Attachment A**.

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance

Table 5: Multi-Services Complex Excavation Rock – Summary of Arsenic, Copper, Manganese, and Nickel Concentrations from SPLP and CTEU-9 Tests (n=22)

Parameter	Resurgence dans l'eau de surface Value (MELCCFP, 2021) (µg/L)	Summary Statistic	SPLP Results (n=22) (µg/L)	CTEU-9 Results (n=22) (µg/L)
Arsenic	340	Average	1.0	2.0
		Standard Deviation	1.0	2.0
		Minimum	0.2	0.3
		Maximum	4.0	7.4
		25th Percentile	0.4	0.6
		75th Percentile	0.9	2.5
Copper	7.3	Average	0.9	2.8
		Standard Deviation	0.7	1.8
		Minimum	0.2	0.6
		Maximum	2.9	7.2
		25th Percentile	0.5	1.6
		75th Percentile	1.1	3.7
Manganese	2300	Average	5.0	37.3
		Standard Deviation	4.3	81.8
		Minimum	1.0	1.6
		Maximum	17.3	384
		25th Percentile	2.0	6.5
		75th Percentile	7.4	27.9
Nickel	260	Average	0.1	0.3
		Standard Deviation	0.07	0.4
		Minimum	0.1	0.1
		Maximum	0.40	1.7
		25th Percentile	0.1	0.1
		75th Percentile	0.1	0.4

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance

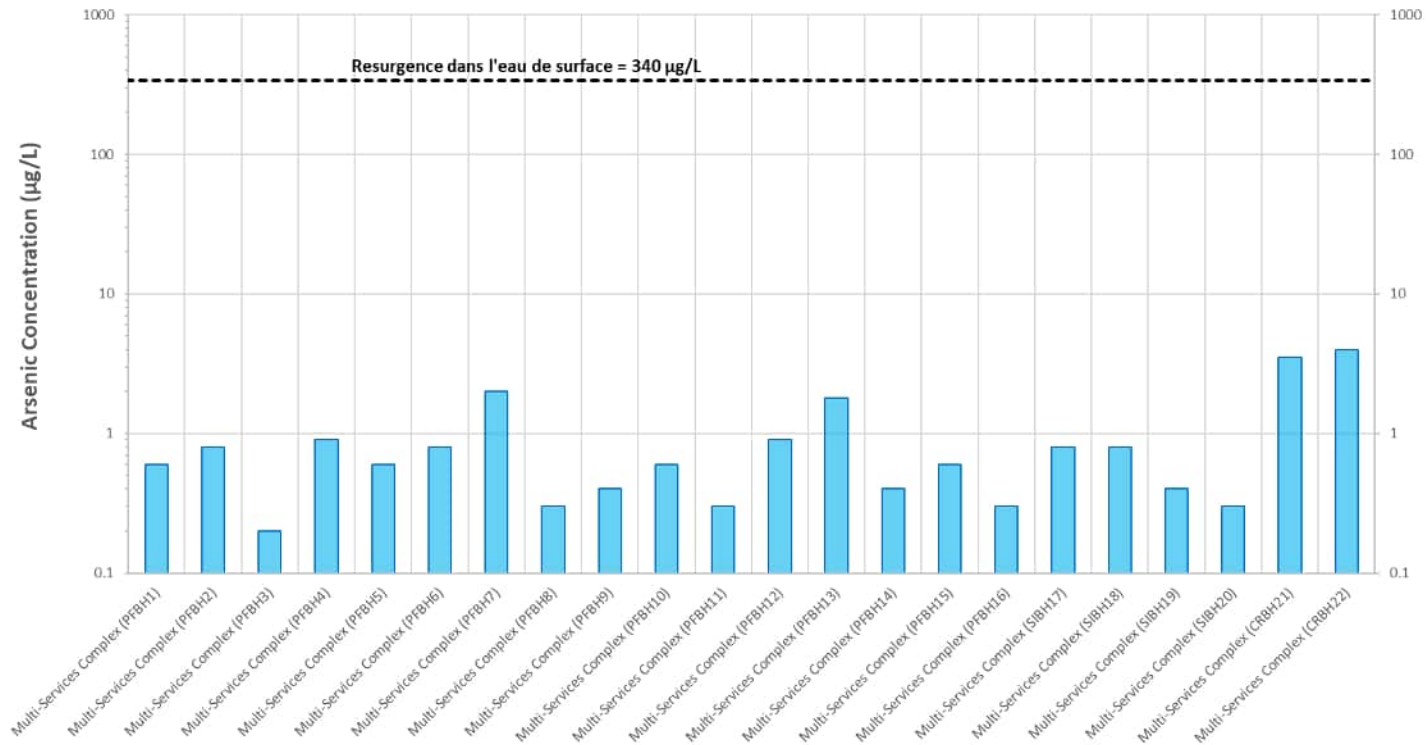


Figure 12: Multi-Services Complex Excavation Rock - SPLP Leachability Test (MA.100 – Lix.com.1.1) - Arsenic Concentrations

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance

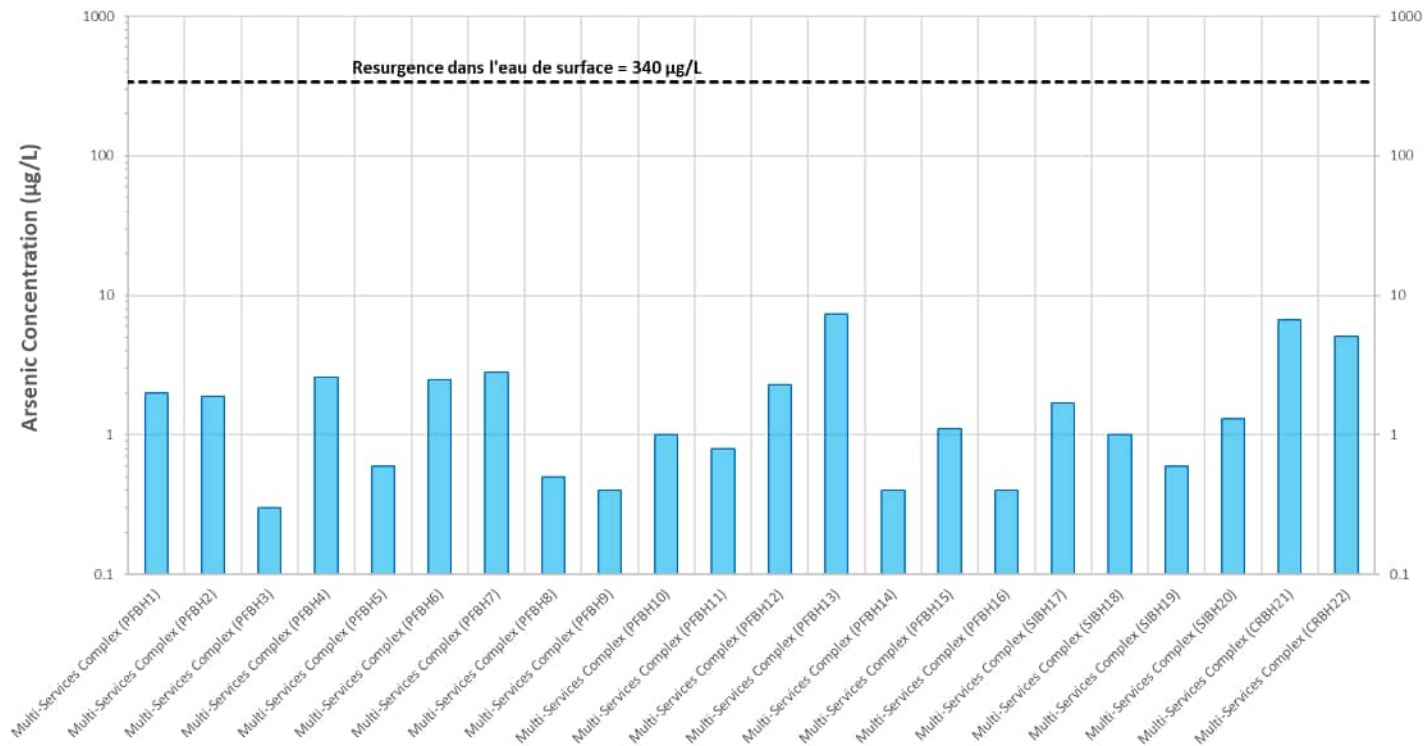


Figure 13: Multi-Services Complex Excavation Rock - CTEU-9 Leachability Test (MA.100 – Lix.com.1.1) - Arsenic Concentrations

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance

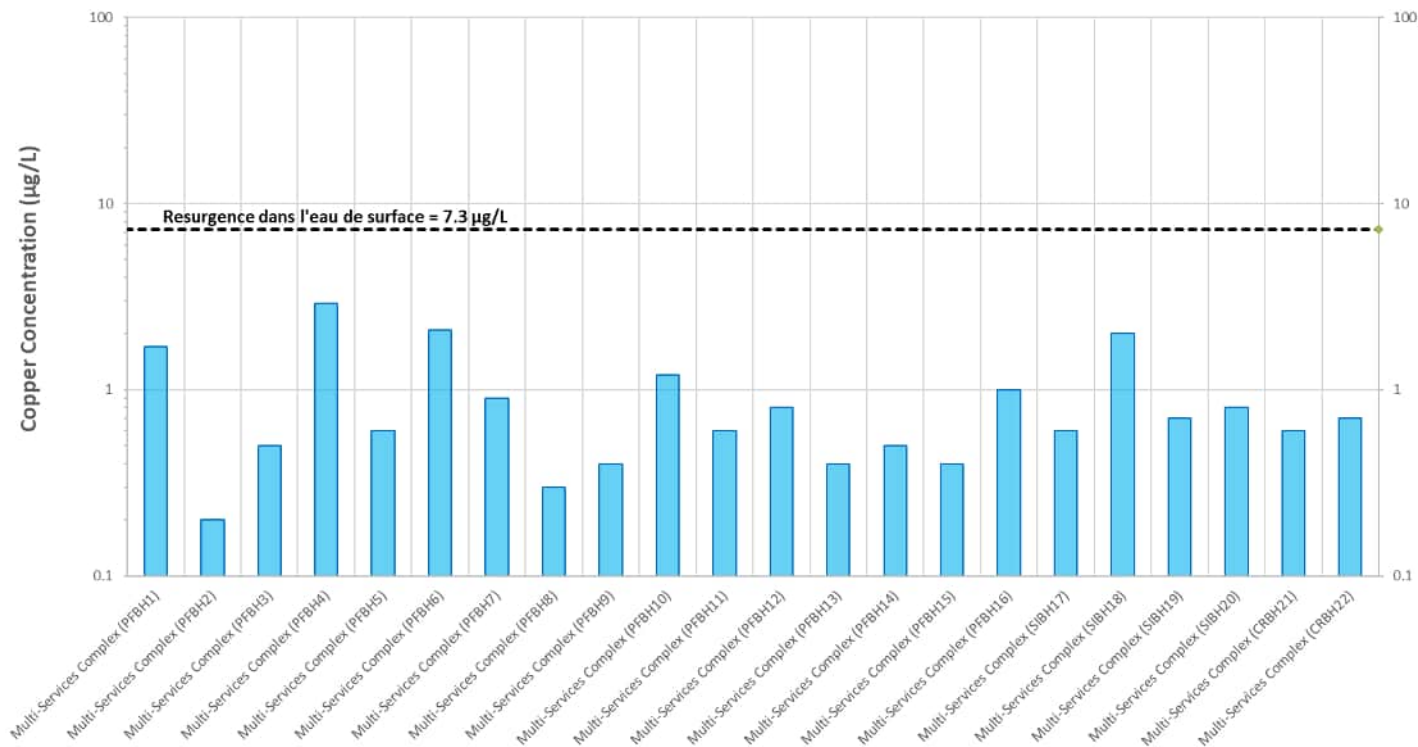


Figure 14: Multi-Services Complex Excavation Rock - SPLP Leachability Test (MA.100 – Lix.com.1.1) - Copper Concentrations

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance

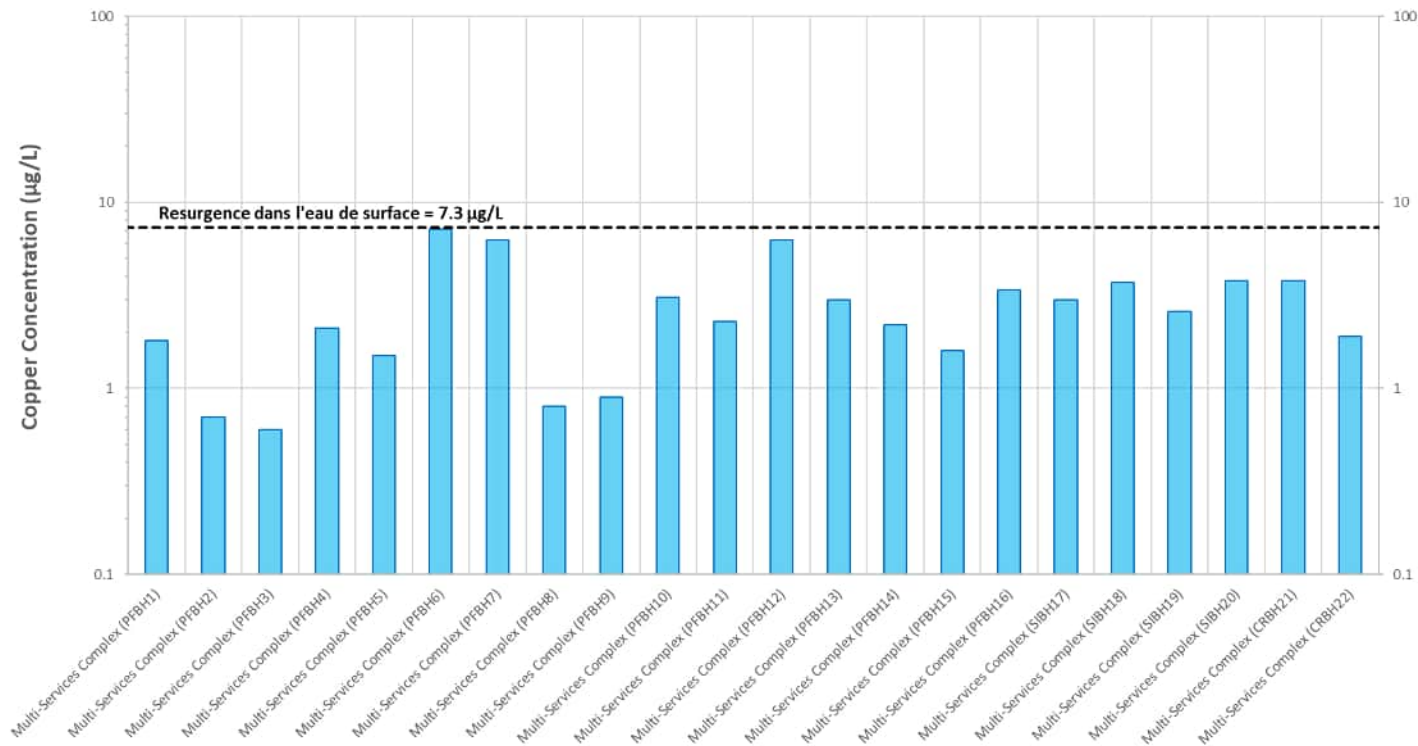


Figure 15: Multi-Services Complex Excavation Rock - CTEU-9 Leachability Test (MA.100 – Lix.com.1.1) - Copper Concentrations

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance

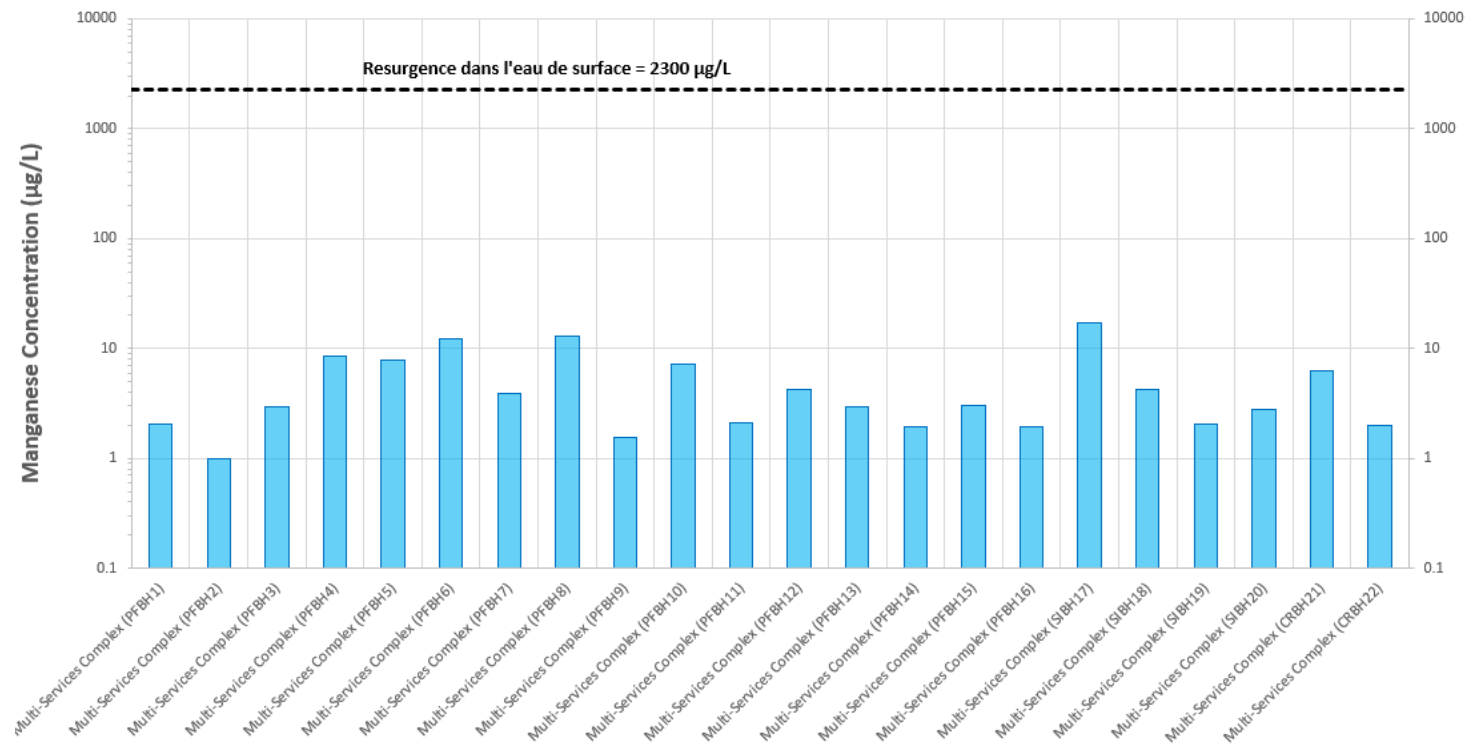


Figure 16: Multi-Services Complex Excavation Rock - SPLP Leachability Test (MA.100 – Lix.com.1.1) - Manganese Concentrations

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance

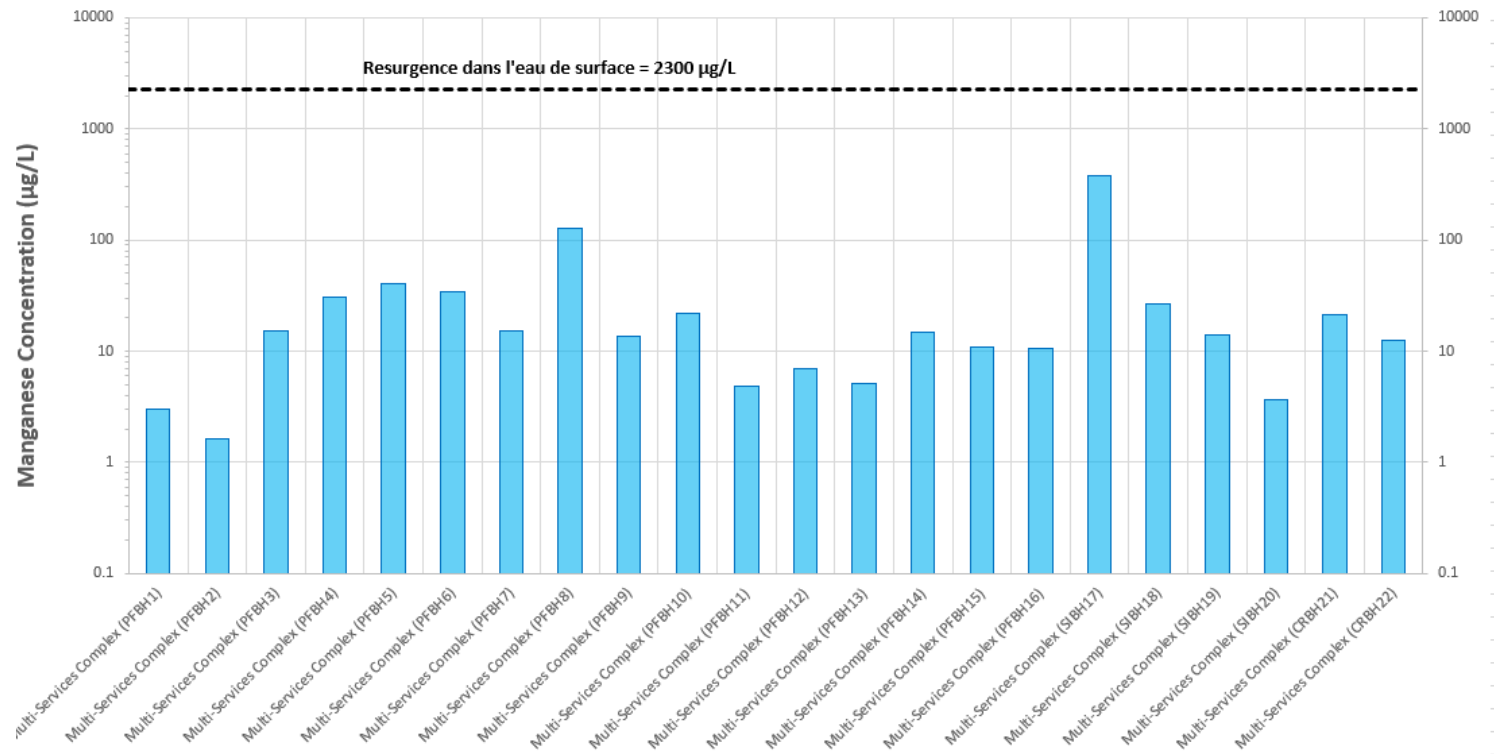


Figure 17: Multi-Services Complex Excavation Rock - CTEU-9 Leachability Test (MA.100 – Lix.com.1.1) - Manganese Concentrations

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance

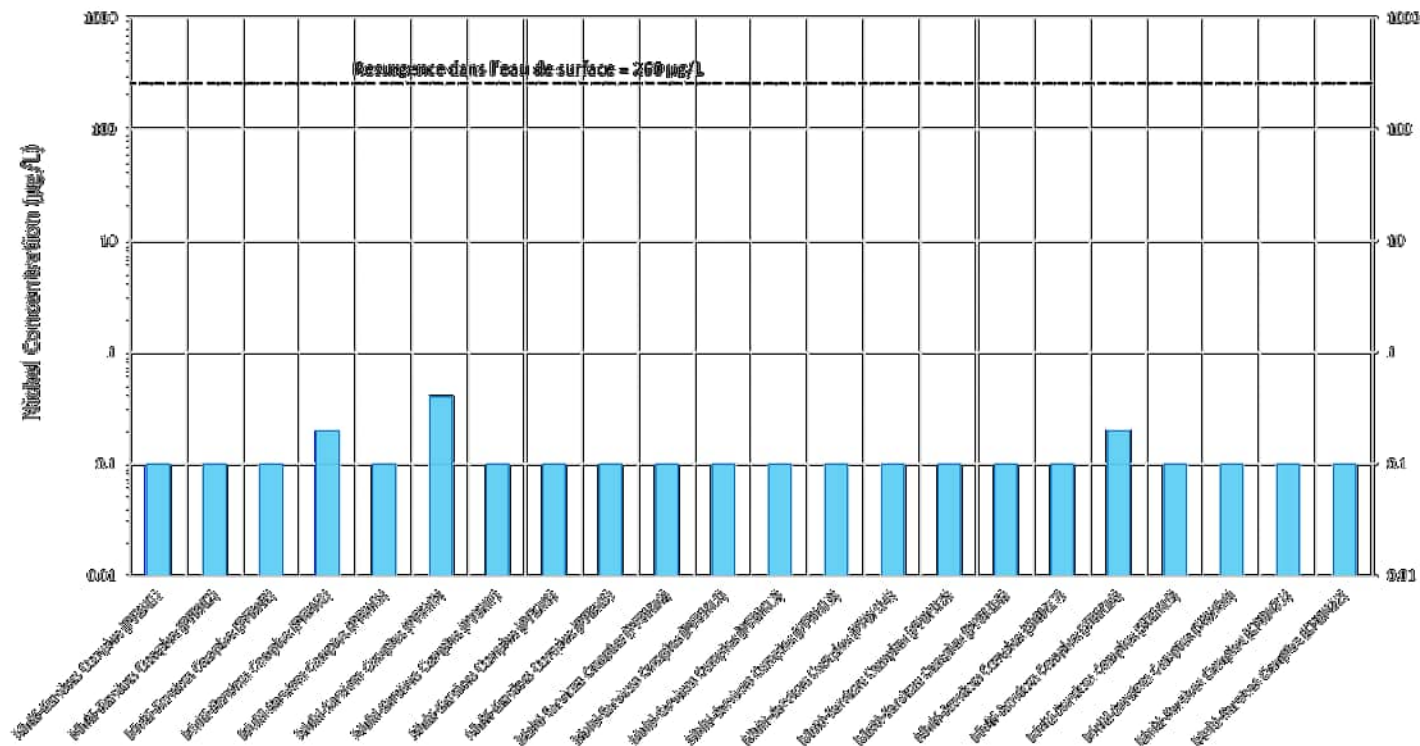


Figure 18: Multi-Services Complex Excavation Rock - SPLP Leachability Test (MA.100 – Lix.com.1.1) - Nickel Concentrations

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai' Guidance

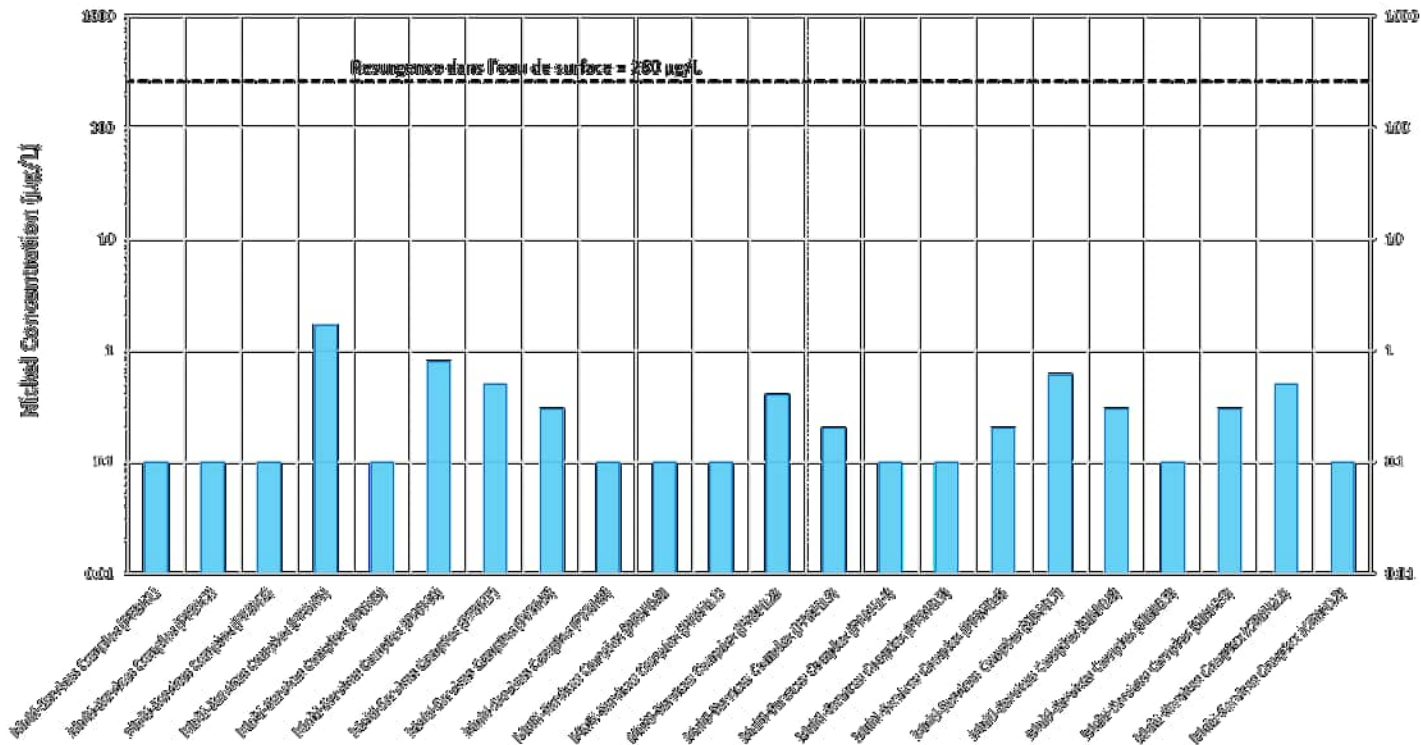


Figure 19: Multi-Services Complex Excavation Rock - CTEU-9 Leachability Test (MA.100 – Lix.com.1.1) - Nickel Concentrations

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance

INTERPRETATION OF RESULTS

An evaluation of static ABA characteristics of the rock from the excavation zones identified that more than 90% of the samples evaluated are considered to be non-potentially acid generating and the central tendency statistics of **Table 2** indicate that, in general, the excavation rock has a substantial excess of NP with an average Carb-NPR of 17.8 and an average Net Carb-NP of 85.2 kg_{CaCO3}/tonne. Further, the two samples that had Carb-NPR values of less than 2 were only marginally lesser than 2, while they both had Net Carb-NP values greater than 20 kg_{CaCO3}/tonne (**Figure 11**).

In consideration of these aggregate ABA characteristics, where only a minority of samples are marginally below the non-potentially acid generating criterion, and where the central tendency of the material ABA data is dominantly non-potentially acid generating with substantial excess NP, as per *Characterization Guide* guidance the rock from these excavation zones is considered to be non-potentially acid generating.

An evaluation of the solids contents analysis identified that arsenic content (**Table 4**) in the Multi-Services Complex excavation rock is often greater (41% of samples) than the comparative background criteria (5 mg/kg) for the site. Additionally, more than 10% of the samples had either copper, manganese, or nickel solids contents greater than their respective criteria value. In consideration of these solids contents all samples were subjected to SPLP and CTEU-9 leachability tests to support material characterization.

The arsenic, copper, manganese, and nickel concentrations from the SPLP and CTEU-9 leachability tests were compared to the 'Resurgence dans l'eau de surface' criteria from the *Guide d'intervention* (MELCCFP, 2021) as subsurface water from the site will not be used as a drinking water source. This comparison identified that all SPLP and CTEU-9 tests produced arsenic, copper, manganese, and nickel concentrations less than their respective comparative criteria values.

In consideration of the solids contents and supporting SPLP and CTEU-9 characterization as per *Characterization Guide* guidance the Multi-Services Complex excavation rock evaluated is not considered to be leachable.

A diagrammed interpretation of the leachability characterization results of this assessment as per Figure 4.2 of the *Characterization Guide* is shown in **Figure 20**.

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group

REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance

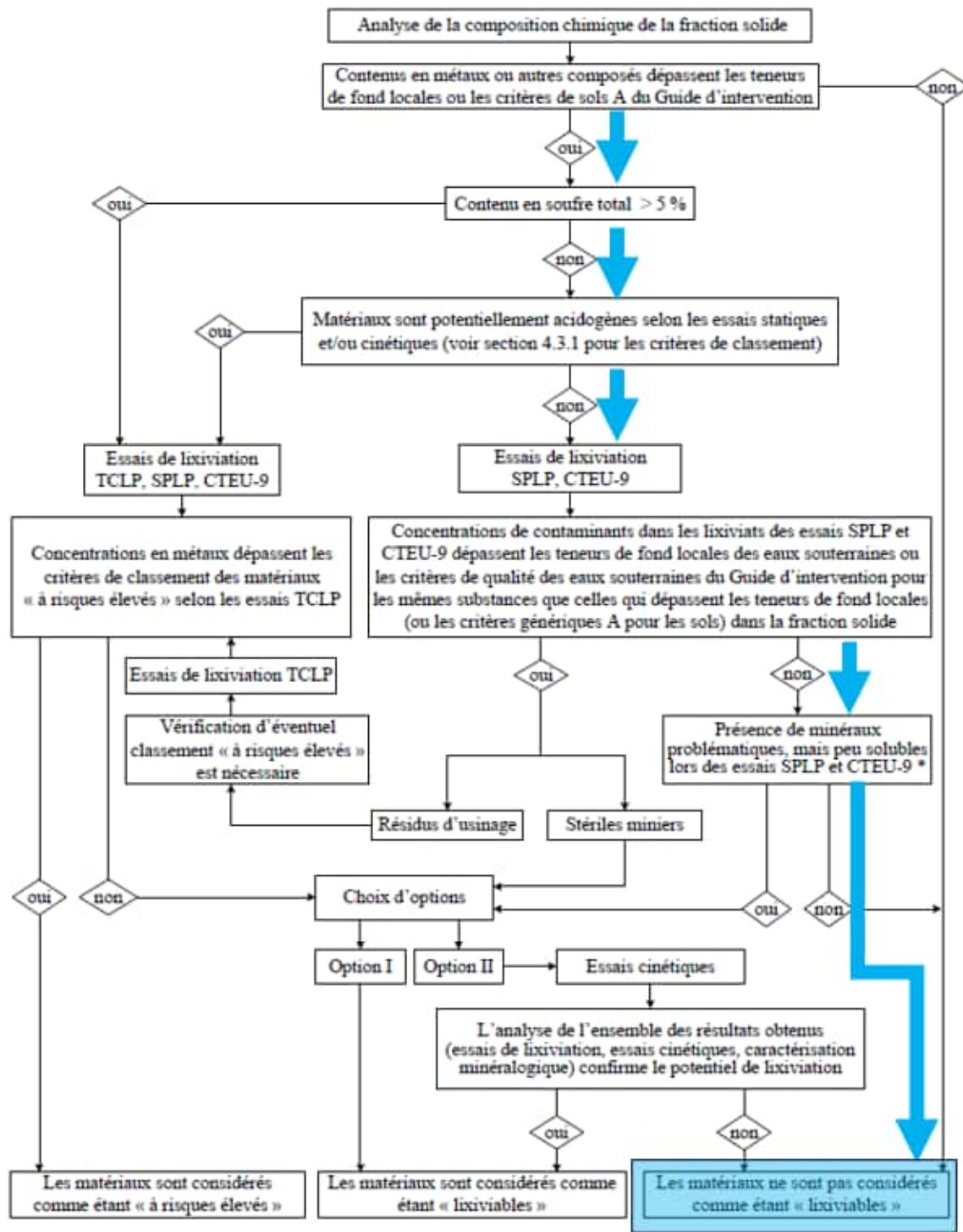


Figure 20: Diagrammed Leachability Assessment as per *Characterization Guide* Figure 4.2

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance

CONCLUSIONS

In summary the rock from these planned excavation zones is considered to be low-risk as, according to the *Characterization Guide* it can be classified as not acid generating, leachable, cyanide-containing, contaminated with organic compounds, radioactive, or flammable. This low-risk excavation rock from the Multi-Services Complex is considered to be geochemically suitable for construction use on-site.

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance

REFERENCES

CEAEQ (Centre d'expertise en Analyse Environnementale du Québec) 2014. *Détermination du pouvoir neutralisant, du potentiel de génération d'acide et du potentiel acidogène d'un solide, MA. 110 – ACISOL 1.0, Rév. 4*, Ministère du Développement durable et de la Lutte contre les changements climatiques, 17 p.

MELCCFP (Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs) 2021. *Guide d'intervention. Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés*, Gouvernement du Québec. Mai 2021.

MELCCFP (Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs) 2020. *Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral*, Gouvernement du Québec. Juin 2020.

WSP, 2023a. *Geochemical Characterization of Ore and Waste Materials for the Windfall Project, Québec*, WSP. GAL 137-2148985706-RA-Rev1. 10 March, 2023.

WSP, 2023b. *Addendum 1: Responses to MELCCFP Recommendations and Comments, Volume 1*. CA0004658.7070. December 2023.

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance

ATTACHMENT A – LAB DATA SUMMARY

SAMPLE COORDINATES

Borehole ID	Latitude	Longitude	Drill Depth (ft)
PFBH1	49.0720000	-75.6499999	22.75
PFBH2	49.0721298	-75.6490601	19.00
PFBH3	49.0722998	-75.6502600	23.00
PFBH4	49.0725299	-75.6493499	16.50
PFBH5	49.0727198	-75.6505499	31.25
PFBH6	49.0729297	-75.6495501	19.25
PFBH7	49.0730898	-75.6508300	34.25
PFBH8	49.0732998	-75.6497098	29.00
PFBH9	49.0735212	-75.6504220	21.50
PFBH10	49.0736000	-75.6497001	24.00
PFBH11	49.0738799	-75.6506498	17.25
PFBH12	49.0739599	-75.6495501	25.25
PFBH13	49.0741899	-75.6513502	18.00
PFBH14	49.0742699	-75.6499399	28.50
PFBH15	49.0745998	-75.6503503	18.50
PFBH16	49.0746198	-75.6493102	27.75
SIBH17	49.0706999	-75.6479999	22.00
SIBH18	49.0708197	-75.6472901	25.00
SIBH19	49.0713199	-75.6474900	14.00
SIBH20	49.0715098	-75.6468799	15.00
CRBH21	49.0706566	-75.6457968	21.00
CRBH22	49.0708500	-75.6454202	25.00

ACID BASE ACCOUNTING
ANALYTICAL RESULTS

SAMPLE	Carbon and Sulphur		Acid Base Accounting											
	Total Carbon	Total Sulphur	Sample weight	Initial pH	Vol H2SO4	H2SO4	Acisol-NP	AP	NNP	Sulphur (total)	Acid Leachable SO4-S	Sulphide	Carbon (total)	Carbonate (HCl) as %CO3
Units	%	%	g	--	mL	Normality	kgCaCO3/tonne	kgCaCO3/tonne	kg CaCO3/ tonne	%	%	%	%	%
PFBH1	0.9	0.09	2.02	9.32	4	1	99	1.25	98	0.063	< 0.04	0.04	0.949	4.54
PFBH2	1.57	0.21												
PFBH3	2.08	0.15												
PFBH4	1.76	0.26												
PFBH5	1.01	0.77												
PFBH6	1.73	0.12												
PFBH7	1.03	0.3												
PFBH8	2.67	1.74	2.06	9.07	8.1	1	197	55.6	141	1.65	< 0.04	1.78	2.72	13.4
PFBH9	0.86	0.36												
PFBH10	0.83	0.44												
PFBH11	0.62	0.12												
PFBH12	0.44	0.13												
PFBH13	0.48	0.19												
PFBH14	0.53	0.23												
PFBH15	0.49	0.34												
PFBH16	0.85	0.14												
SIBH17	1.45	2.24												
SIBH18	2.72	0.11	2.1	9.08	9.05	1	216	1.56	214	0.075	< 0.04	0.05	2.74	12.8
SIBH19	1.07	0.12												
SIBH20	0.78	0.05												
CRBH21	1.33	0.11												
CRBH22	0.77	1.04	2.02	9.26	2.35	1	58.2	30.3	28	0.89	< 0.04	0.97	0.782	3.66

**ACID BASE ACCOUNTING
ANALYTICAL RESULTS**

SAMPLE	Calculated Parameters			
	Carb-NP from Carbon	AP from Sulphur	Carb-NP / AP	Net Carb-NP
Units	kgCaCO3/tonne	kgCaCO3/tonne	--	kgCaCO3/tonne
PFBH1	75	2.8	26.67	72
PFBH2	131	6.6	19.94	124
PFBH3	173	4.7	36.98	169
PFBH4	147	8.1	18.05	139
PFBH5	84	24.1	3.50	60
PFBH6	144	3.8	38.44	140
PFBH7	86	9.4	9.16	76
PFBH8	223	54.4	4.09	168
PFBH9	72	11.3	6.37	60
PFBH10	69	13.8	5.03	55
PFBH11	52	3.8	13.78	48
PFBH12	37	4.1	9.03	33
PFBH13	40	5.9	6.74	34
PFBH14	44	7.2	6.14	37
PFBH15	41	10.6	3.84	30
PFBH16	71	4.4	16.19	66
SIBH17	121	70.0	1.73	51
SIBH18	227	3.4	65.94	223
SIBH19	89	3.8	23.78	85
SIBH20	65	1.6	41.60	63
CRBH21	111	3.4	32.24	107
CRBH22	64	32.5	1.97	32

SOLIDS CONTENTS - ANALYTICAL RESULTS

Solids Contents		PFBH1	PFBH2	PFBH3	PFBH4	PFBH5	PFBH6	PFBH7	PFBH8	PFBH9	PFBH10	PFBH11	PFBH12	PFBH13
Fluoride	mg/kg	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	3	1	2
Bromide	mg/kg	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5
Mercury	mg/kg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Silver	mg/kg	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Aluminum	mg/kg	10000	13000	14000	8300	12000	14000	7300	22000	17000	20000	15000	6700	5800
Arsenic	mg/kg	2.0	3.0	2.0	9.3	3.2	7.7	7.0	6.8	2.5	4.8	1.9	5.2	15
Boron	mg/kg	1	1	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	1	<1.0	<1.0
Barium	mg/kg	24	13	22	37	19	24	21	11	26	22	41	34	31
Beryllium	mg/kg	0.04	0.05	0.11	0.18	0.11	0.17	0.16	0.28	0.24	0.23	0.20	0.15	0.12
Bismuth	mg/kg	<0.09	0.14	<0.09	<0.09	0.19	0.12	0.23	0.29	0.10	<0.09	<0.09	0.10	0.10
Calcium	mg/kg	21000	34000	32000	23000	19000	27000	19000	37000	20000	17000	16000	9500	11000
Cadmium	mg/kg	0.10	0.06	0.06	0.07	<0.02	0.05	0.02	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05
Cobalt	mg/kg	21	30	21	31	24	19	6.1	27	16	18	13	5.3	5.5
Chromium	mg/kg	9.6	47	7.1	22	7.5	17	7.2	11	4.9	4.9	9.0	12	16
Copper	mg/kg	40	58	35	66	28	44	17	82	29	42	30	6.4	12
Iron	mg/kg	17000	25000	43000	33000	38000	39000	18000	77000	48000	53000	37000	14000	12000
Potassium	mg/kg	550	460	380	1300	560	680	770	340	600	670	810	840	690
Lithium	mg/kg	35	46	50	25	50	57	35	91	57	74	59	28	24
Magnesium	mg/kg	3400	4700	7800	5900	5300	5800	4000	13000	6500	7000	6400	2900	2800
Manganese	mg/kg	340	480	930	820	740	920	400	2000	760	870	610	260	290
Molybdenum	mg/kg	1.1	0.4	0.6	1.0	0.6	0.9	1.6	0.5	1.1	1.1	1.3	1.6	2.6
Sodium	mg/kg	580	540	150	300	240	240	430	64	190	150	510	470	420
Nickel	mg/kg	31	61	21	68	19	29	8.8	36	11	8.0	10	12	11
Phosphorus	mg/kg	190	240	680	380	670	800	280	510	970	940	960	260	380
Lead	mg/kg	5.8	0.83	0.58	1.1	0.94	0.68	0.95	1.8	1.6	1.1	2.2	1.8	2.7
Antimony	mg/kg	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8
Selenium	mg/kg	<0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	<0.1	0.3	0.3	0.2	0.2	<0.1	<0.1
Tin	mg/kg	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
Strontium	mg/kg	14	15	33	29	21	27	18	59	22	22	22	13	15
Titanium	mg/kg	24	21	24	30	22	35	21	32	170	63	380	89	120
Thallium	mg/kg	0.02	0.02	<0.02	0.03	<0.02	<0.02	0.02	<0.02	0.03	<0.02	0.03	0.06	0.04
Uranium	mg/kg	0.041	0.032	0.075	0.054	0.077	0.052	0.40	0.044	0.16	0.097	0.20	0.55	0.48
Vanadium	mg/kg	21	40	19	26	18	15	8	48	14	14	17	11	11
Zinc	mg/kg	36	50	71	43	40	77	27	80	81	96	79	20	23

SOLIDS CONTENTS - ANALYTICAL RESULTS

Solids Contents		PFBH14	PFBH15	PFBH16	SIBH17	SIBH18	SIBH19	SIBH20	CRBH21	CRBH22
Fluoride	mg/kg	2	2	2	2	1	2	3	<1.0	1
Bromide	mg/kg	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5
Mercury	mg/kg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.12
Silver	mg/kg	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Aluminum	mg/kg	21000	16000	20000	11000	21000	13000	13000	5600	6300
Arsenic	mg/kg	2.4	3.9	2.1	102	4.9	2.5	1.8	14	35
Boron	mg/kg	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	1	1	1
Barium	mg/kg	25	24	41	19	23	24	52	28	27
Beryllium	mg/kg	0.23	0.22	0.20	0.19	0.15	0.14	0.21	0.13	0.12
Bismuth	mg/kg	<0.09	0.10	<0.09	0.29	<0.09	<0.09	<0.09	<0.09	0.14
Calcium	mg/kg	15000	13000	22000	22000	44000	20000	19000	18000	11000
Cadmium	mg/kg	0.13	0.04	0.04	0.12	0.06	0.06	0.03	0.05	0.03
Cobalt	mg/kg	18	13	16	19	29	10	8.6	10	6.2
Chromium	mg/kg	3.8	9.7	5.3	5.2	30	2.9	9.5	9.8	7.7
Copper	mg/kg	41	38	33	58	67	38	37	19	18
Iron	mg/kg	56000	41000	50000	65000	62000	30000	29000	20000	18000
Potassium	mg/kg	570	760	980	700	590	580	990	620	1100
Lithium	mg/kg	81	76	89	30	65	39	33	13	18
Magnesium	mg/kg	7300	6900	7600	8600	14000	5900	4700	4300	4900
Manganese	mg/kg	820	530	720	1700	1100	620	550	490	220
Molybdenum	mg/kg	0.9	1.3	1.4	1.6	0.7	0.8	0.7	1.3	1.3
Sodium	mg/kg	330	180	310	210	270	270	620	410	590
Nickel	mg/kg	6.9	9.6	7.3	19	53	7.7	9.5	16	12
Phosphorus	mg/kg	1400	1000	1400	770	440	850	720	340	250
Lead	mg/kg	3.5	3.3	2.0	3.0	0.82	2.1	1.1	1.4	1.7
Antimony	mg/kg	<0.8	<0.8	<0.8	0.9	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8
Selenium	mg/kg	0.3	0.2	0.3	0.4	0.2	0.2	0.2	<0.1	<0.1
Tin	mg/kg	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
Strontium	mg/kg	15	18	16	21	34	15	26	17	14
Titanium	mg/kg	300	180	430	31	39	21	140	120	16
Thallium	mg/kg	0.03	0.04	0.04	0.03	0.02	<0.02	0.03	0.03	0.05
Uranium	mg/kg	0.15	0.19	0.15	0.11	0.062	0.13	0.25	0.32	0.27
Vanadium	mg/kg	13	14	12	20	70	10	17	13	7
Zinc	mg/kg	140	110	92	64	73	69	71	36	21

SPLP ANALYTICAL RESULTS

Sample ID	Units	PFBH1 0-22.75	PFBH2 0-19'	PFBH3 0-23'	PFBH4 3-16.5'	PFBH5 5-31.25'	PFBH6 (6-9.5' & 12-19.25')	PFBH7 3-34.25'	PFBH8 1-29'	PFBH9 1-21.5'	PFBH10 6-24'	PFBH11 6-17.25'	PFBH12 5-25.25'
Sample weight	g	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Ext Fluid	#1 or #2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ext Volume	mL	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Final pH	no unit	8.89	9.02	8.95	8.95	8.85	8.82	9.05	8.73	8.99	8.80	9.00	8.81
pH	No unit	7.85	7.84	7.97	7.96	7.86	7.98	7.92	7.89	7.80	7.87	7.85	7.82
Alkalinity	mg/L as CaCO3	29	29	40	46	35	47	33	42	30	37	32	30
Conductivity	uS/cm	66	65	80	102	90	95	71	128	74	86	67	69
Fluoride	mg/L	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	0.23	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06
Bromide	mg/L	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0
Chloride	mg/L	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0
Nitrite (as N)	as N mg/L	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0
Nitrate (as N)	as N mg/L	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0
Sulphate	mg/L	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	21	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0
Total Reactive Phosphorous (o-phosphate as P)	mg/L	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Ammonia+Ammonium (N)	as N mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Mercury	mg/L	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Silver	mg/L	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
Aluminum	mg/L	1.32	1.36	1.03	1.16	1.31	2.35	1.31	0.627	1.29	1.81	1.41	1.32
Arsenic	mg/L	0.0006	0.0008	<0.0002	0.0009	0.0006	0.0008	0.0020	0.0003	0.0004	0.0006	0.0003	0.0009
Barium	mg/L	0.00085	0.00025	0.00088	0.00077	0.00133	0.00098	0.00076	0.00082	0.00180	0.00089	0.00190	0.00137
Beryllium	mg/L	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	0.000007	<0.000007
Boron	mg/L	0.005	0.004	0.003	0.002	0.004	<0.002	<0.002	0.005	<0.002	<0.002	0.002	<0.002
Bismuth	mg/L	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Calcium	mg/L	8.83	7.67	10.2	11.7	12.3	13.7	9.49	17.0	10.9	13.4	10.1	11.0
Cadmium	mg/L	<0.000003	<0.000003	0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	0.000005	<0.000003
Cobalt	mg/L	0.000031	0.000009	0.000005	0.000028	0.000023	0.000071	0.000028	0.000008	0.000011	0.000045	0.000018	0.000031
Chromium	mg/L	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	0.00011	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008
Copper	mg/L	0.0017	<0.0002	0.0005	0.0029	0.0006	0.0021	0.0009	0.0003	0.0004	0.0012	0.0006	0.0008
Iron	mg/L	0.018	<0.007	<0.007	0.011	0.014	0.062	0.020	<0.007	0.010	0.029	0.017	0.011
Potassium	mg/L	1.89	1.23	2.10	5.34	2.23	2.66	1.64	1.58	1.87	2.16	1.20	1.43
Lithium	mg/L	0.0021	0.0037	0.0028	0.0026	0.0025	0.0020	0.0033	0.0045	0.0016	0.0019	0.0015	0.0007
Magnesium	mg/L	0.422	0.419	1.76	2.36	1.11	1.36	0.828	3.63	0.561	0.671	0.480	0.288
Manganese	mg/L	0.00205	0.00098	0.00292	0.00847	0.00774	0.0121	0.00385	0.0129	0.00153	0.00723	0.00210	0.00421
Molybdenum	mg/L	0.00061	0.00039	0.00068	0.00052	0.00046	0.00062	0.00301	0.00080	0.00085	0.00112	0.00118	0.00115
Nickel	mg/L	0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0002	<0.0001	0.0004	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0001
Phosphorus	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.006	0.005
Lead	mg/L	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009
Antimony	mg/L	<0.0009	0.0016	<0.0009	0.0021	<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009

SPLP ANALYTICAL RESULTS

Sample ID	Units	PFBH13 14-18'	PFBH14 12-28.5'	PFBH15 14-18.5'	PFBH16 (5- 15' & 16- 27.75')	SIBH17 (5- 22')	SIBH18 3- 25'	SIBH19 4- 14'	SIBH20 10- 15'	CRBH21 (9 12' & 16- 21')	CRBH22 (0 5' & 9-25')
Sample weight	g	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Ext Fluid	#1 or #2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ext Volume	mL	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Final pH	no unit	9.02	8.97	8.87	9.05	8.75	8.97	9.09	9.10	8.83	9.16
pH	No unit	7.85	7.79	7.83	7.86	7.82	7.94	7.87	7.86	7.90	7.88
Alkalinity	mg/L as CaCO3	28	28	31	32	39	47	34	32	41	33
Conductivity	uS/cm	66	68	74	69	143	97	73	66	90	93
Fluoride	mg/L	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06
Bromide	mg/L	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0
Chloride	mg/L	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0
Nitrite (as N)	as N mg/L	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0
Nitrate (as N)	as N mg/L	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0
Sulphate	mg/L	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	23	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0
Total Reactive Phosphorous (o-phosphate as P)	mg/L	<0.03	<0.03	<0.03	0.08	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Ammonia+Ammonium (N)	as N mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.1	0.1
Mercury	mg/L	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Silver	mg/L	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
Aluminum	mg/L	1.27	0.947	1.18	1.44	0.374	1.11	1.08	1.48	1.05	1.01
Arsenic	mg/L	0.0018	0.0004	0.0006	0.0003	0.0008	0.0008	0.0004	0.0003	0.0035	0.0040
Barium	mg/L	0.00114	0.00074	0.00103	0.00174	0.00049	0.00080	0.00040	0.00103	0.00071	0.00046
Beryllium	mg/L	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007
Boron	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.004	<0.002	<0.002	<0.002	0.002	0.004
Bismuth	mg/L	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Calcium	mg/L	9.31	10.7	11.7	10.3	18.7	12.5	10.1	9.01	11.7	9.53
Cadmium	mg/L	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003
Cobalt	mg/L	0.000014	0.000011	0.000015	0.000022	0.000014	0.000042	0.000009	0.000017	0.000051	0.000015
Chromium	mg/L	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008
Copper	mg/L	0.0004	0.0005	0.0004	0.0010	0.0006	0.0020	0.0007	0.0008	0.0006	0.0007
Iron	mg/L	<0.007	<0.007	<0.007	0.023	<0.007	0.033	<0.007	0.019	0.037	0.008
Potassium	mg/L	1.66	0.781	1.55	1.67	2.40	1.60	1.89	1.84	1.38	2.67
Lithium	mg/L	0.0010	0.0017	0.0012	0.0019	0.0019	0.0019	0.0013	0.0012	0.0018	0.0033
Magnesium	mg/L	0.340	0.476	0.566	0.464	3.58	2.41	0.822	0.418	1.97	1.80
Manganese	mg/L	0.00297	0.00196	0.00307	0.00192	0.0173	0.00420	0.00203	0.00281	0.00630	0.00198
Molybdenum	mg/L	0.00386	0.00211	0.00171	0.00091	0.00358	0.00061	0.00256	0.00099	0.00104	0.00081
Nickel	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0002	<0.0001	<0.0001	0.0001	<0.0001
Phosphorus	mg/L	0.011	0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Lead	mg/L	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009
Antimony	mg/L	<0.0009	<0.0009	<0.0009	0.0012	<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009

SPLP ANALYTICAL RESULTS

[illegible]

SPLP ANALYTICAL RESULTS

Sample ID	Units	PFBH13 14-18'	PFBH14 12-28.5'	PFBH15 14-18.5'	PFBH16 (5- 15' & 16- 27.75')	SIBH17 (5- 22')	SIBH18 3- 25'	SIBH19 4- 14'	SIBH20 10- 15'	CRBH21 (9- 12' & 16- 21')	CRBH22 (0- 5' & 9-25')
Selenium	mg/L	0.00005	0.00008	0.00007	0.00011	0.00009	0.00008	0.00005	0.00008	0.00007	0.00014
Silicon	mg/L	1.25	0.99	0.73	0.97	0.96	0.87	1.14	1.28	0.96	1.59
Strontium	mg/L	0.00930	0.00969	0.0111	0.0113	0.0160	0.0124	0.00815	0.00912	0.00950	0.00779
Titanium	mg/L	0.00034	0.00014	0.00017	0.00073	0.00012	0.00076	0.00016	0.00103	0.00115	0.00019
Thallium	mg/L	<0.000005	0.000006	<0.000005	<0.000005	<0.000005	<0.000005	<0.000005	<0.000005	<0.000005	<0.000005
Uranium	mg/L	0.000132	0.000017	0.000020	0.000022	0.000021	0.000056	0.000055	0.000093	0.000106	0.000107
Vanadium	mg/L	0.00135	0.00022	0.00035	0.00033	0.00008	0.00087	0.00035	0.00106	0.00072	0.00060
Zinc	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.003	<0.002	<0.002

CTEU-9 ANALYTICAL RESULTS

Sample ID	Units	PFBH1 0-22.75'	PFBH2 0-19'	PFBH3 0-23'	PFBH4 3-16.5'	PFBH5 5-31.25'	PFBH6 (6-9.5' & 12-19.25')	PFBH7 3-34.25'	PFBH8 1-29'	PFBH9 1-21.5'	PFBH10 6-24'	PFBH11 6-17.25'	PFBH12 5-25.25'
Sample weight	g	100	101	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
pH	No unit	8.14	8.32	8.31	8.40	8.29	8.32	8.29	8.21	8.11	8.13	8.06	8.10
Alkalinity	mg/L as CaCO3	94	89	156	201	148	160	132	183	85	94	77	89
Conductivity	uS/cm	217	234	323	469	406	346	323	567	299	274	201	243
Carbonate	mg/L as CaCO3	<2.0	<2.0	<2.0	5	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Bicarbonate	mg/L as CaCO3	94	89	156	196	148	159	132	183	85	94	77	89
Fluoride	mg/L	0.22	0.15	0.15	0.26	0.24	0.15	0.18	0.09	0.21	0.18	0.31	0.26
Bromide	mg/L	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0
Chloride	mg/L	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0
Nitrite (as N)	as N mg/L	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0
Nitrate (as N)	as N mg/L	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0
Sulphate	mg/L	<20.0	<20.0	<20.0	25	36	<20.0	<20.0	89	34	24	<20.0	<20.0
Total Reactive Phosphorous (o-phosphate as P)	mg/L	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Ammonia+Ammonium (N)	as N mg/L	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Mercury	mg/L	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Silver	mg/L	0.00008	<0.00005	<0.00005	0.00007	0.00011	<0.00005	<0.00005	0.00035	0.00151	0.00043	0.00008	0.00010
Aluminum	mg/L	0.859	1.18	0.260	0.288	0.258	0.320	0.318	0.093	0.270	0.323	0.704	0.429
Arsenic	mg/L	0.0020	0.0019	0.0003	0.0026	0.0006	0.0025	0.0028	0.0005	0.0004	0.0010	0.0008	0.0023
Barium	mg/L	0.00242	0.00048	0.00415	0.00574	0.00591	0.00338	0.00323	0.00475	0.00724	0.00345	0.00564	0.00413
Beryllium	mg/L	<0.000007	0.000008	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	0.000015	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	0.000025
Boron	mg/L	0.060	0.044	0.025	0.026	0.040	0.018	0.020	0.032	0.021	0.014	0.023	0.019
Bismuth	mg/L	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Calcium	mg/L	7.78	6.36	20.7	28.3	29.8	33.9	24.3	52.6	29.1	29.8	15.6	17.3
Cadmium	mg/L	0.000006	<0.000003	<0.000003	0.000003	0.000003	0.000003	0.000005	0.000003	0.000004	0.000005	0.000003	0.000045
Cobalt	mg/L	0.000036	0.000014	0.000030	0.000173	0.000062	0.000208	0.000119	0.000107	0.000044	0.000103	0.000054	0.000121
Chromium	mg/L	0.00021	0.00058	<0.00008	0.00014	<0.00008	0.00010	0.00009	<0.00008	<0.00008	<0.00008	0.00015	0.00029
Copper	mg/L	0.0018	0.0007	0.0006	0.0021	0.0015	0.0072	0.0063	0.0008	0.0009	0.0031	0.0023	0.0063
Iron	mg/L	0.013	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.039	0.013	<0.007	<0.007	0.010	0.009	0.021
Potassium	mg/L	7.14	6.28	19.7	46.3	23.2	20.5	15.3	15.2	15.1	16.9	8.02	13.4
Lithium	mg/L	0.0069	0.0065	0.0085	0.0119	0.0114	0.0043	0.0108	0.0170	0.0060	0.0045	0.0038	0.0018
Magnesium	mg/L	1.14	1.04	13.2	13.1	10.4	7.68	5.32	36.5	5.49	4.64	2.24	1.36
Manganese	mg/L	0.00301	0.00163	0.0153	0.0310	0.0408	0.0344	0.0152	0.129	0.0136	0.0218	0.00482	0.00701
Molybdenum	mg/L	0.00335	0.00208	0.00335	0.00416	0.00365	0.00424	0.00762	0.00534	0.00744	0.00789	0.0107	0.0129
Nickel	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0017	<0.0001	0.0008	0.0005	0.0003	<0.0001	0.0001	0.0001	0.0004
Phosphorus	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	0.003	<0.003	0.009	0.005	<0.003	<0.003	<0.003	0.008	0.021
Lead	mg/L	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009
Antimony	mg/L	0.0071	0.0088	0.0010	0.0159	0.0021	0.0028	0.0049	0.0015	0.0032	0.0023	0.0031	0.0028
Selenium	mg/L	0.00042	0.00063	0.00042	0.00135	0.00067	0.00044	0.00019	0.00090	0.00045	0.00060	0.00045	0.00036

CTEU-9 ANALYTICAL RESULTS

Sample ID	Units	PFBH13 14-18'	PFBH14 12-28.5'	PFBH15 14-18.5'	PFBH16 (5-15' & 16-27.75')	SIBH17 (5-22')	SIBH18 3-25'	SIBH19 4-14'	SIBH20 10-15'	CRBH21 (9-12' & 16-21')	CRBH22 (0-5' & 9-25')
Sample weight	g	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
pH	No unit	8.03	8.03	8.07	8.09	8.18	8.30	8.16	8.21	8.25	8.24
Alkalinity	mg/L as CaCO3	76	78	81	85	160	198	102	86	152	119
Conductivity	uS/cm	249	237	252	219	641	413	241	208	339	383
Carbonate	mg/L as CaCO3	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Bicarbonate	mg/L as CaCO3	76	78	81	85	160	197	102	86	152	119
Fluoride	mg/L	0.32	0.26	0.28	0.23	0.21	0.12	0.22	0.38	0.19	0.21
Bromide	mg/L	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0
Chloride	mg/L	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0
Nitrite (as N)	as N mg/L	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0
Nitrate (as N)	as N mg/L	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0
Sulphate	mg/L	20	<20.0	25	<20.0	130	<20.0	<20.0	<20.0	20	52
Total Reactive Phosphorous (o-phosphate as P)	mg/L	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Ammonia+Ammonium (N)	as N mg/L	<0.1	0.1	<0.1	0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Mercury	mg/L	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Silver	mg/L	0.00016	0.00014	0.00008	<0.00005	0.00076	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	0.00024
Aluminum	mg/L	0.535	0.311	0.342	0.412	0.068	0.195	0.437	0.885	0.220	0.329
Arsenic	mg/L	0.0074	0.0004	0.0011	0.0004	0.0017	0.0010	0.0006	0.0013	0.0067	0.0051
Barium	mg/L	0.00409	0.00317	0.00514	0.00480	0.00263	0.00324	0.00115	0.00295	0.00250	0.00162
Beryllium	mg/L	0.000010	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007	<0.000007
Boron	mg/L	0.027	0.018	0.019	0.018	0.038	0.020	0.020	0.024	0.025	0.038
Bismuth	mg/L	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Calcium	mg/L	14.2	23.9	25.3	18.0	62.6	31.7	14.9	10.4	30.5	23.6
Cadmium	mg/L	0.000058	0.000068	0.000007	0.000026	0.000012	0.000007	0.000029	0.000010	0.000025	0.000006
Cobalt	mg/L	0.000069	0.000072	0.000052	0.000094	0.000198	0.000139	0.000037	0.000036	0.000263	0.000031
Chromium	mg/L	0.00035	<0.00008	0.00009	0.00009	<0.00008	<0.00008	<0.00008	0.00029	0.00011	<0.00008
Copper	mg/L	0.0030	0.0022	0.0016	0.0034	0.0030	0.0037	0.0026	0.0038	0.0038	0.0019
Iron	mg/L	<0.007	0.007	<0.007	0.013	<0.007	<0.007	<0.007	0.007	0.015	<0.007
Potassium	mg/L	12.9	5.39	15.4	11.3	23.1	17.2	13.5	11.1	10.5	17.7
Lithium	mg/L	0.0025	0.0049	0.0045	0.0052	0.0107	0.0094	0.0054	0.0024	0.0095	0.0164
Magnesium	mg/L	1.45	3.06	3.87	2.83	27.0	18.6	3.75	1.15	7.05	8.61
Manganese	mg/L	0.00510	0.01497	0.0108	0.0106	0.384	0.0268	0.0139	0.00368	0.0212	0.0125
Molybdenum	mg/L	0.0385	0.0140	0.0152	0.00939	0.0202	0.00398	0.0160	0.00487	0.00867	0.00496
Nickel	mg/L	0.0002	0.0001	<0.0001	0.0002	0.0006	0.0003	<0.0001	0.0003	0.0005	<0.0001
Phosphorus	mg/L	0.017	0.004	0.007	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.007	<0.003	<0.003
Lead	mg/L	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009
Antimony	mg/L	0.0040	0.0029	0.0039	0.0038	0.0024	0.0014	0.0014	0.0011	0.0045	0.0068
Selenium	mg/L	0.00038	0.00049	0.00053	0.00038	0.00037	0.00026	0.00025	0.00026	0.00017	0.00036

CTEU-9 ANALYTICAL RESULTS

Sample ID	Units	PFBH1 0-22.75'	PFBH2 0-19'	PFBH3 0-23'	PFBH4 3-16.5'	PFBH5 5-31.25'	PFBH6 (6-9.5' & 12-19.25')	PFBH7 3-34.25'	PFBH8 1-29'	PFBH9 1-21.5'	PFBH10 6-24'	PFBH11 6-17.25'	PFBH12 5-25.25'
Silicon	mg/L	2.09	1.80	2.08	2.46	2.30	2.11	2.53	2.13	1.86	1.71	1.76	2.31
Strontium	mg/L	0.0150	0.0100	0.0657	0.0641	0.0704	0.0551	0.0477	0.159	0.0715	0.0439	0.0330	0.0296
Titanium	mg/L	0.00114	0.00033	0.00008	0.00032	0.00015	0.00073	0.00062	0.00006	0.00018	0.00025	0.00037	0.00109
Thallium	mg/L	0.000010	0.000008	0.000022	0.000052	0.000027	0.000026	0.000017	0.000013	0.000016	0.000015	0.000011	0.000013
Uranium	mg/L	0.000237	0.000097	0.000035	0.000245	0.000180	0.000297	0.00131	0.000062	0.000102	0.000202	0.000293	0.00129
Vanadium	mg/L	0.00777	0.0105	0.00047	0.00194	0.00064	0.00057	0.00074	0.00016	0.00031	0.00017	0.00061	0.00150
Zinc	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Sodium	mg/L	37.0	40.2	20.0	27.1	28.8	20.8	29.9	6.86	15.6	11.2	20.1	26.0
Tin	mg/L	0.00010	<0.00006	<0.00006	<0.00006	0.00011	0.00084	<0.00006	<0.00006	<0.00006	0.00013	<0.00006	0.00011
Tellurium	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Thorium	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Tungsten	mg/L	0.00122	0.00128	0.00065	0.00367	0.00204	0.00127	0.0140	0.00061	0.00136	0.00166	0.00605	0.00695

CTEU-9 ANALYTICAL RESULTS

Sample ID	Units	PFBH13 14-18'	PFBH14 12-28.5'	PFBH15 14-18.5'	PFBH16 (5-15' & 16-27.75')	SIBH17 (5-22')	SIBH18 3-25'	SIBH19 4-14'	SIBH20 10-15'	CRBH21 (9-12' & 16-21')	CRBH22 (0-5' & 9-25')
Silicon	mg/L	2.21	2.01	1.83	1.80	3.19	2.48	2.15	1.92	3.13	2.63
Strontium	mg/L	0.0335	0.0375	0.0481	0.0297	0.100	0.0537	0.0212	0.0230	0.0345	0.0334
Titanium	mg/L	0.00034	0.00021	0.00026	0.00052	0.00036	0.00008	0.00013	0.00036	0.00036	0.00008
Thallium	mg/L	0.000013	0.000007	0.000018	0.000010	0.000021	0.000019	0.000011	0.000012	0.000010	0.000019
Uranium	mg/L	0.00135	0.000170	0.000303	0.000177	0.000260	0.000106	0.000329	0.000696	0.000974	0.00113
Vanadium	mg/L	0.00286	0.00024	0.00039	0.00025	0.00015	0.00094	0.00057	0.00204	0.00080	0.00076
Zinc	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Sodium	mg/L	29.4	18.4	12.7	17.8	22.1	23.7	24.1	27.5	29.9	36.0
Tin	mg/L	0.00012	0.00007	0.00006	<0.00006	<0.00006	0.00066	<0.00006	0.00008	<0.00006	<0.00006
Tellurium	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Thorium	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Tungsten	mg/L	0.0166	0.00423	0.00409	0.00307	0.00176	0.00055	0.00221	0.00214	0.00185	0.00574

DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance

ATTACHMENT B – LABORATORY CERTIFICATES OF ANALYSIS



ALS Canada Ltd.

2103 Dollarton Hwy

North Vancouver BC V7H 0A7

Téléphone: +1 604 984 0221

Télécopieur: +1 604 984 0218

www.alsglobal.com/geochemistry

À: OSISKO MINING INC.
155 UNIVERSITY AVENUE
SUITE 1440
TORONTO ON M5H 3B7

Page: 1

Nombre total de pages: 3 (A)

plus les pages d'annexe

Finalisée date: 5-AVRIL-2023

Compte: WINABO

CERTIFICAT VO23076887

Projet: KIM

Bon de commande #: 04090-windfall

Ce rapport s'applique à 45 échantillons de Reject soumis à notre laboratoire de Val d'Or, QC, Canada le 24-MARS-2023.

Les résultats sont transmis à:

KIM NGUYEN

PRÉPARATION ÉCHANTILLONS

CODE ALS	DESCRIPTION
WEI-21	Poids échantillon reçu
LOG-22	Entrée échantillon – Reçu sans code barre
PUL-31	Pulvérisé à 85 % <75 um
PUL-QC	Test concassage QC

PROCÉDURES ANALYTIQUES

CODE ALS	DESCRIPTION	INSTRUMENT
C-IR07	Total carbone (IR Spec)	LECO
S-IR08	Soufre total (IR Spec)	LECO

Ce rapport est final et remplace tout autre rapport préliminaire portant ce numéro de certificat. Les résultats s'appliquent aux échantillons soumis. Toutes les pages de ce rapport ont été vérifiées et approuvées avant publication.

***** Voir la page d'annexe pour les commentaires en ce qui concerne ce certificat *****

Signature:

Nacera Amara

Nacera Amara, Chimiste 2015-065, Laboratory Manager, Val d



ALS Canada Ltd.

2103 Dollarton Hwy
North Vancouver BC V7H 0A7
Téléphone: +1 604 984 0221 Télécopieur: +1 604 984 0218
www.alsglobal.com/geochemistry

À: OSISKO MINING INC.
155 UNIVERSITY AVENUE
SUITE 1440
TORONTO ON M5H 3B7

Page: 2 - A
Nombre total de pages: 3 (A)
plus les pages d'annexe
Finalisée date: 5-AVRIL-2023
Compte: WINABO

Projet: KIM

CERTIFICAT D'ANALYSE VO23076887

Description échantillon	Méthode élément unités LDI	WEI-21	C-IR07	S-IR08
		Poids reçu kg 0.02	C % 0.01	S % 0.01
PFBH1		0.11	0.90	0.09
PFBH2		0.10	1.57	0.21
PFBH3		0.11	2.08	0.15
PFBH4		0.10	1.76	0.26
PFBH5		0.10	1.01	0.77
PFBH6		0.10	1.73	0.12
PFBH7		0.11	1.03	0.30
PFBH8		0.10	2.67	1.74
PFBH9		0.17	0.86	0.36
PFBH10		0.11	0.83	0.44
PFBH11		0.06	0.62	0.12
PFBH12		0.11	0.44	0.13
PFBH13		0.11	0.48	0.19
PFBH14		0.11	0.53	0.23
PFBH15		0.12	0.49	0.34
PFBH16		0.10	0.85	0.14
SIBH17		0.10	1.45	2.24
SIBH18		0.11	2.72	0.11
SIBH19		0.10	1.07	0.12
SIBH20		0.07	0.78	0.05
CRBH21		0.10	1.33	0.11
CRBH22		0.10	0.77	1.04
WTPBH1		0.11	1.43	0.09
WTPBH2		0.10	1.65	0.06
WTPBH3		0.11	1.37	0.11
WTPBH4		0.10	1.61	0.58
WTPBH5		0.11	1.62	0.10
WTPBH6		0.12	0.53	0.20
PDBH1 12-22		0.10	0.93	0.08
PDBH1 22-31		0.11	1.58	0.14
PDBH2 12-22		0.10	2.01	0.70
PDBH2 22-31		0.10	1.70	1.44
PDBH3		0.20	0.22	0.05
PDBH4 7-17		0.11	1.01	0.11
PDBH4 17-27		0.10	1.36	0.11
PDBH5 13-26,5		0.10	1.63	0.24
PDBH5 3-13		0.11	1.96	0.76
PDBH6 7-17		0.10	0.75	0.55
PDBH6 17-26,5		0.11	0.78	0.58
PDBH7 9-18,5		0.10	0.78	1.16



ALS Canada Ltd.

2103 Dollarton Hwy
North Vancouver BC V7H 0A7
Téléphone: +1 604 984 0221 Télécopieur: +1 604 984 0218
www.alsglobal.com/geochemistry

À: OSISKO MINING INC.
155 UNIVERSITY AVENUE
SUITE 1440
TORONTO ON M5H 3B7

Page: 3 - A
Nombre total de pages: 3 (A)
plus les pages d'annexe
Finalisée date: 5- AVRIL-2023
Compte: WINABO

Projet: KIM

CERTIFICAT D'ANALYSE VO23076887

Description échantillon	Méthode élément unités LDI	WEI-21	C-IR07	S-IR08
		Poids reçu kg	C %	S %
		0.02	0.01	0.01
PDBH7 4-9		0.07	0.93	1.19
PDBH8 10-15		0.07	1.90	0.36
PDBH8 15-20		0.08	2.73	1.33
PDBH9 11-15		0.10	1.13	0.04
PDBH10 9-12		0.08	1.58	0.10



ALS Canada Ltd.

2103 Dollarton Hwy

North Vancouver BC V7H 0A7

Téléphone: +1 604 984 0221

Télécopieur: +1 604 984 0218

www.alsglobal.com/geochemistry

À: OSISKO MINING INC.

155 UNIVERSITY AVENUE

SUITE 1440

TORONTO ON M5H 3B7

Page: Annexe 1

Total # les pages d'annexe: 1

Finalisée date: 5-AVRIL-2023

Compte: WINABO

Projet: KIM

CERTIFICAT D'ANALYSE VO23076887

COMMENTAIRE DE CERTIFICAT

ADRESSE DE LABORATOIRE

Applique à la Méthode:

Traité à ALS Val d'Or, 1324 Rue Turcotte, Val d'Or, QC, Canada.

C-IR07

LOG-22

PUL-31

PUL-QC

S-IR08

WEI-21

**SGS Canada Inc.**

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - K0L 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

CTEU-9--(4:1 L/S ratio, 7 day on 100mesh)

Project : PO#OSK-619

15-May-2023

Osisko Mining Inc.

Attn : Kim Nguyen

1100 Avenues des Canadiens-de-Montreal, Bureau
Montreal, QC
H3B- 2S2, Canada

Phone: 514-206-3917
Fax:

Date Rec. : 26 April 2023
LR Report: CA11034-APR23
Reference: Windfall - PO#OSK-619

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Analysis	3: Analysis Completed Date	4: Analysis Completed Time	5: PFBH1 0-22.75'	6: PFBH2 0-19'	7: PFBH3 0-23'	8: PFBH4 3-16.5'	9: PFBH5 5-31.25'
Sample Date & Time			N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Sample weight [g]	11-May-23	13:37	100	101	100	100	100
Volume D.I. Water [mL]	11-May-23	13:37	400	400	400	400	400
pH [No unit]	12-May-23	13:54	8.14	8.32	8.31	8.40	8.29
Alkalinity [mg/L as CaCO ₃]	12-May-23	13:54	94	89	156	201	148
Conductivity [uS/cm]	12-May-23	13:54	217	234	323	469	406
CO ₃ [mg/L as CaCO ₃]	12-May-23	13:54	< 2	< 2	< 2	5	< 2
HCO ₃ [mg/L as CaCO ₃]	12-May-23	13:54	94	89	156	196	148
F [mg/L]	12-May-23	13:36	0.22	0.15	0.15	0.26	0.24
Br [mg/L]	15-May-23	13:58	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30
Cl [mg/L]	15-May-23	13:58	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
NO ₂ [as N mg/L]	15-May-23	13:58	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
NO ₃ [as N mg/L]	15-May-23	13:58	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6
SO ₄ [mg/L]	15-May-23	13:58	< 20	< 20	< 20	25	36
NH ₃ +NH ₄ [as N mg/L]	15-May-23	11:09	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1
Tot.Reactive P [mg/L]	12-May-23	13:32	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
Hg [mg/L]	12-May-23	14:16	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Al [mg/L]	12-May-23	14:12	0.859	1.18	0.260	0.288	0.258
As [mg/L]	12-May-23	14:12	0.0020	0.0019	0.0003	0.0026	0.0006
Ag [mg/L]	12-May-23	14:12	0.00008	< 0.00005	< 0.00005	0.00007	0.00011
Ba [mg/L]	12-May-23	14:12	0.00242	0.00048	0.00415	0.00574	0.00591
Be [mg/L]	12-May-23	14:12	< 0.000007	0.000008	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007
B [mg/L]	12-May-23	14:12	0.060	0.044	0.025	0.026	0.040
Bi [mg/L]	12-May-23	14:12	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Ca [mg/L]	12-May-23	14:12	7.78	6.36	20.7	28.3	29.8
Cd [mg/L]	12-May-23	14:12	0.000006	< 0.000003	< 0.000003	0.000003	0.000003
Co [mg/L]	12-May-23	14:12	0.000036	0.000014	0.000030	0.000173	0.000062
Cr [mg/L]	12-May-23	14:12	0.00021	0.00058	< 0.00008	0.00014	< 0.00008
Cu [mg/L]	12-May-23	14:12	0.0018	0.0007	0.0006	0.0021	0.0015
Fe [mg/L]	12-May-23	14:12	0.013	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Project : PO#OSK-619
LR Report : CA11034-APR23

Analysis	3: Analysis Completed Date	4: Analysis Completed Time	5: PFBH1 0-22.75'	6: PFBH2 0-19'	7: PFBH3 0-23'	8: PFBH4 3-16.5'	9: PFBH5 5-31.25'
K [mg/L]	12-May-23	14:12	7.14	6.28	19.7	46.3	23.2
Li [mg/L]	12-May-23	14:12	0.0069	0.0065	0.0085	0.0119	0.0114
Mg [mg/L]	12-May-23	14:12	1.14	1.04	13.2	13.1	10.4
Mn [mg/L]	12-May-23	14:12	0.00301	0.00163	0.0153	0.0310	0.0408
Mo [mg/L]	12-May-23	14:12	0.00335	0.00208	0.00335	0.00416	0.00365
Na [mg/L]	12-May-23	14:12	37.0	40.2	20.0	27.1	28.8
Ni [mg/L]	12-May-23	14:12	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0017	< 0.0001
P [mg/L]	12-May-23	14:12	< 0.003	< 0.003	< 0.003	0.003	< 0.003
Pb [mg/L]	12-May-23	14:12	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009
Sb [mg/L]	12-May-23	14:12	0.0071	0.0088	0.0010	0.0159	0.0021
Se [mg/L]	12-May-23	14:12	0.00042	0.00063	0.00042	0.00135	0.00067
Si [mg/L]	12-May-23	14:12	2.09	1.80	2.08	2.46	2.30
Sn [mg/L]	12-May-23	14:12	0.00010	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006	0.00011
Sr [mg/L]	12-May-23	14:12	0.0150	0.0100	0.0657	0.0641	0.0704
Te [mg/L]	12-May-23	14:12	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Th [mg/L]	12-May-23	14:12	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Ti [mg/L]	12-May-23	14:12	0.00114	0.00033	0.00008	0.00032	0.00015
Tl [mg/L]	12-May-23	14:12	0.000010	0.000008	0.000022	0.000052	0.000027
U [mg/L]	12-May-23	14:12	0.000237	0.000097	0.000035	0.000245	0.000180
V [mg/L]	12-May-23	14:12	0.00777	0.0105	0.00047	0.00194	0.00064
W [mg/L]	12-May-23	14:12	0.00122	0.00128	0.00065	0.00367	0.00204
Zn [mg/L]	12-May-23	14:12	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002

Analysis	10: PFBH6 (6-9.5' & 12-19.25')	11: PFBH7 3-34.25'	12: PFBH8 1-29'	13: PFBH9 1-21.5'	14: PFBH10 6-24'	15: PFBH11 6-17.25'	16: PFBH12 5-25.25'	17: PFBH13 14-18'
Sample Date & Time	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Sample weight [g]	100	100	100	100	100	100	100	100
Volume D.I. Water [mL]	400	400	400	400	400	400	400	400
pH [No unit]	8.32	8.29	8.21	8.11	8.13	8.06	8.10	8.03
Alkalinity [mg/L as CaCO3]	160	132	183	85	94	77	89	76
Conductivity [uS/cm]	346	323	567	299	274	201	243	249
CO3 [mg/L as CaCO3]	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
HCO3 [mg/L as CaCO3]	159	132	183	85	94	77	89	76
F [mg/L]	0.15	0.18	0.09	0.21	0.18	0.31	0.26	0.32
Br [mg/L]	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30
Cl [mg/L]	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
NO2 [as N mg/L]	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
NO3 [as N mg/L]	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6
SO4 [mg/L]	< 20	< 20	89	34	24	< 20	< 20	20
NH3+NH4 [as N mg/L]	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Tot.Reactive P [mg/L]	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
Hg [mg/L]	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Al [mg/L]	0.320	0.318	0.093	0.270	0.323	0.704	0.429	0.535

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Project : PO#OSK-619
LR Report : CA11034-APR23

Analysis	10: PFBH6 (6-9.5' & 12-19.25')	11: PFBH7 3-34.25'	12: PFBH8 1-29'	13: PFBH9 1-21.5'	14: PFBH10 6-24'	15: PFBH11 6-17.25'	16: PFBH12 5-25.25'	17: PFBH13 14-18'
As [mg/L]	0.0025	0.0028	0.0005	0.0004	0.0010	0.0008	0.0023	0.0074
Ag [mg/L]	< 0.00005	< 0.00005	0.00035	0.00151	0.00043	0.00008	0.00010	0.00016
Ba [mg/L]	0.00338	0.00323	0.00475	0.00724	0.00345	0.00564	0.00413	0.00409
Be [mg/L]	< 0.000007	0.000015	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	0.000025	0.000010
B [mg/L]	0.018	0.020	0.032	0.021	0.014	0.023	0.019	0.027
Bi [mg/L]	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Ca [mg/L]	33.9	24.3	52.6	29.1	29.8	15.6	17.3	14.2
Cd [mg/L]	0.000003	0.000005	0.000003	0.000004	0.000005	0.000003	0.000045	0.000058
Co [mg/L]	0.000208	0.000119	0.000107	0.000044	0.000103	0.000054	0.000121	0.000069
Cr [mg/L]	0.00010	0.00009	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	0.00015	0.00029	0.00035
Cu [mg/L]	0.0072	0.0063	0.0008	0.0009	0.0031	0.0023	0.0063	0.0030
Fe [mg/L]	0.039	0.013	< 0.007	< 0.007	0.010	0.009	0.021	< 0.007
K [mg/L]	20.5	15.3	15.2	15.1	16.9	8.02	13.4	12.9
Li [mg/L]	0.0043	0.0108	0.0170	0.0060	0.0045	0.0038	0.0018	0.0025
Mg [mg/L]	7.68	5.32	36.5	5.49	4.64	2.24	1.36	1.45
Mn [mg/L]	0.0344	0.0152	0.129	0.0136	0.0218	0.00482	0.00701	0.00510
Mo [mg/L]	0.00424	0.00762	0.00534	0.00744	0.00789	0.0107	0.0129	0.0385
Na [mg/L]	20.8	29.9	6.86	15.6	11.2	20.1	26.0	29.4
Ni [mg/L]	0.0008	0.0005	0.0003	< 0.0001	0.0001	0.0001	0.0004	0.0002
P [mg/L]	0.009	0.005	< 0.003	< 0.003	< 0.003	0.008	0.021	0.017
Pb [mg/L]	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009
Sb [mg/L]	0.0028	0.0049	0.0015	0.0032	0.0023	0.0031	0.0028	0.0040
Se [mg/L]	0.00044	0.00019	0.00090	0.00045	0.00060	0.00045	0.00036	0.00038
Si [mg/L]	2.11	2.53	2.13	1.86	1.71	1.76	2.31	2.21
Sn [mg/L]	0.00084	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006	0.00013	< 0.00006	0.00011	0.00012
Sr [mg/L]	0.0551	0.0477	0.159	0.0715	0.0439	0.0330	0.0296	0.0335
Te [mg/L]	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Th [mg/L]	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Ti [mg/L]	0.00073	0.00062	0.00006	0.00018	0.00025	0.00037	0.00109	0.00034
Tl [mg/L]	0.000026	0.000017	0.000013	0.000016	0.000015	0.000011	0.000013	0.000013
U [mg/L]	0.000297	0.00131	0.000062	0.000102	0.000202	0.000293	0.00129	0.00135
V [mg/L]	0.00057	0.00074	0.00016	0.00031	0.00017	0.00061	0.00150	0.00286
W [mg/L]	0.00127	0.0140	0.00061	0.00136	0.00166	0.00605	0.00695	0.0166
Zn [mg/L]	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002

Analysis	18: PFBH14 12-28.5'	19: PFBH15 14-18.5'	20: PFBH16 (5-15' & 16-27.75')	21: SIBH17 (5-22')	22: SIBH18 3-25'	23: SIBH19 4-14'	24: SIBH20 10-15'
Sample Date & Time	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Sample weight [g]	100	100	100	100	100	100	100
Volume D.I. Water [mL]	400	400	400	400	400	400	400
pH [No unit]	8.03	8.07	8.09	8.18	8.30	8.16	8.21
Alkalinity [mg/L as CaCO3]	78	81	85	160	198	102	86
Conductivity [uS/cm]	237	252	219	641	413	241	208

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - KOL 2H0

Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Project : PO#OSK-619

LR Report : CA11034-APR23

Analysis	18: PFBH14 12-28.5'	19: PFBH15 14-18.5'	20: PFBH16 (5-15' & 16-27.75')	21: SIBH17 (5-22')	22: SIBH18 3-25'	23: SIBH19 4-14'	24: SIBH20 10-15'
CO3 [mg/L as CaCO3]	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
HCO3 [mg/L as CaCO3]	78	81	85	160	197	102	86
F [mg/L]	0.26	0.28	0.23	0.21	0.12	0.22	0.38
Br [mg/L]	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30
Cl [mg/L]	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
NO2 [as N mg/L]	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
NO3 [as N mg/L]	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6
SO4 [mg/L]	< 20	25	< 20	130	< 20	< 20	< 20
NH3+NH4 [as N mg/L]	0.1	< 0.1	0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Tot.Reactive P [mg/L]	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
Hg [mg/L]	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Al [mg/L]	0.311	0.342	0.412	0.068	0.195	0.437	0.885
As [mg/L]	0.0004	0.0011	0.0004	0.0017	0.0010	0.0006	0.0013
Ag [mg/L]	0.00014	0.00008	< 0.00005	0.00076	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005
Ba [mg/L]	0.00317	0.00514	0.00480	0.00263	0.00324	0.00115	0.00295
Be [mg/L]	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007
B [mg/L]	0.018	0.019	0.018	0.038	0.020	0.020	0.024
Bi [mg/L]	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Ca [mg/L]	23.9	25.3	18.0	62.6	31.7	14.9	10.4
Cd [mg/L]	0.000068	0.000007	0.000026	0.000012	0.000007	0.000029	0.000010
Co [mg/L]	0.000072	0.000052	0.000094	0.000198	0.000139	0.000037	0.000036
Cr [mg/L]	< 0.00008	0.00009	0.00009	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	0.00029
Cu [mg/L]	0.0022	0.0016	0.0034	0.0030	0.0037	0.0026	0.0038
Fe [mg/L]	0.007	< 0.007	0.013	< 0.007	< 0.007	< 0.007	0.007
K [mg/L]	5.39	15.4	11.3	23.1	17.2	13.5	11.1
Li [mg/L]	0.0049	0.0045	0.0052	0.0107	0.0094	0.0054	0.0024
Mg [mg/L]	3.06	3.87	2.83	27.0	18.6	3.75	1.15
Mn [mg/L]	0.01497	0.0108	0.0106	0.384	0.0268	0.0139	0.00368
Mo [mg/L]	0.0140	0.0152	0.00939	0.0202	0.00398	0.0160	0.00487
Na [mg/L]	18.4	12.7	17.8	22.1	23.7	24.1	27.5
Ni [mg/L]	0.0001	< 0.0001	0.0002	0.0006	0.0003	< 0.0001	0.0003
P [mg/L]	0.004	0.007	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	0.007
Pb [mg/L]	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009
Sb [mg/L]	0.0029	0.0039	0.0038	0.0024	0.0014	0.0014	0.0011
Se [mg/L]	0.00049	0.00053	0.00038	0.00037	0.00026	0.00025	0.00026
Si [mg/L]	2.01	1.83	1.80	3.19	2.48	2.15	1.92
Sn [mg/L]	0.00007	0.00006	< 0.00006	< 0.00006	0.00066	< 0.00006	0.00008
Sr [mg/L]	0.0375	0.0481	0.0297	0.100	0.0537	0.0212	0.0230
Te [mg/L]	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Th [mg/L]	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Ti [mg/L]	0.00021	0.00026	0.00052	0.00036	0.00008	0.00013	0.00036
Tl [mg/L]	0.000007	0.000018	0.000010	0.000021	0.000019	0.000011	0.000012
U [mg/L]	0.000170	0.000303	0.000177	0.000260	0.000106	0.000329	0.000696
V [mg/L]	0.00024	0.00039	0.00025	0.00015	0.00094	0.00057	0.00204
W [mg/L]	0.00423	0.00409	0.00307	0.00176	0.00055	0.00221	0.00214

**SGS Canada Inc.**

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - KOL 2H0

Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Project : PO#OSK-619**LR Report :** CA11034-APR23

Analysis	18: PFBH14 12-28.5'	19: PFBH15 PFBH16 (5-15' SIBH17 (5-22') 14-18.5' & 16-27.75')	20:	21:	22:	23:	24:
Zn [mg/L]	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002

Analysis	25: CRBH21 (9-12' & 16-21')	26: CRBH22 (0-5' WTPBH1 2-30' & 9-25')	27:	28: WTPBH2 WTPBH3 8-22' WTPBH4 4-28'	29:	30:	31: WTPBH5 WTPBH6 8-16' 4-20'	32:
Sample Date & Time	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Sample weight [g]	100	100	100	100	100	100	100	100
Volume D.I. Water [mL]	400	400	400	400	400	400	400	400
pH [No unit]	8.25	8.24	8.41	8.30	8.35	8.32	8.35	8.29
Alkalinity [mg/L as CaCO ₃]	152	119	151	141	152	222	153	137
Conductivity [uS/cm]	339	383	307	292	310	564	336	293
CO ₃ [mg/L as CaCO ₃]	< 2	< 2	4	< 2	2	< 2	2	< 2
HCO ₃ [mg/L as CaCO ₃]	152	119	147	141	150	220	152	137
F [mg/L]	0.19	0.21	0.26	0.31	0.25	0.31	0.20	0.36
Br [mg/L]	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30
Cl [mg/L]	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
NO ₂ [as N mg/L]	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
NO ₃ [as N mg/L]	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6
SO ₄ [mg/L]	20	52	< 20	< 20	< 20	61	< 20	< 20
NH ₃ +NH ₄ [as N mg/L]	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 1
Tot.Reactive P [mg/L]	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	0.04	0.04	< 0.03
Hg [mg/L]	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Al [mg/L]	0.220	0.329	0.488	0.486	0.504	0.193	0.361	0.460
As [mg/L]	0.0067	0.0051	0.0612	0.0352	0.0463	0.0063	0.0325	0.0093
Ag [mg/L]	< 0.00005	0.00024	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	0.00020	0.00006	< 0.00005
Ba [mg/L]	0.00250	0.00162	0.00183	0.00185	0.00140	0.00389	0.00210	0.00178
Be [mg/L]	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	0.000012	< 0.000007	0.000010	0.000010	< 0.000007
B [mg/L]	0.025	0.038	0.029	0.037	0.032	0.035	0.026	0.029
Bi [mg/L]	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Ca [mg/L]	30.5	23.6	16.4	16.2	20.3	51.8	19.8	16.6
Cd [mg/L]	0.000025	0.000006	0.000004	0.000004	0.000006	< 0.000003	0.000011	< 0.000003
Co [mg/L]	0.000263	0.000031	0.000140	0.000234	0.000313	0.000253	0.000212	0.000143
Cr [mg/L]	0.00011	< 0.00008	0.00016	0.00021	0.00017	< 0.00008	0.00020	0.00037
Cu [mg/L]	0.0038	0.0019	0.0019	0.0085	0.0059	0.0042	0.0038	0.0086
Fe [mg/L]	0.015	< 0.007	< 0.007	0.063	0.022	0.010	0.023	0.163
K [mg/L]	10.5	17.7	14.0	7.70	9.62	17.2	10.5	9.44
Li [mg/L]	0.0095	0.0164	0.0124	0.0119	0.0070	0.0112	0.0089	0.0047
Mg [mg/L]	7.05	8.61	5.78	4.50	5.21	15.8	6.63	2.38
Mn [mg/L]	0.0212	0.0125	0.00587	0.00641	0.00853	0.0498	0.00676	0.00612
Mo [mg/L]	0.00867	0.00496	0.00350	0.00611	0.00465	0.00870	0.0161	0.00523
Na [mg/L]	29.9	36.0	36.9	42.0	39.5	38.7	39.2	42.9
Ni [mg/L]	0.0005	< 0.0001	0.0004	0.0008	0.0010	0.0007	0.0008	0.0007
P [mg/L]	< 0.003	< 0.003	0.003	0.012	0.005	0.008	0.008	0.011
Pb [mg/L]	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009

**SGS Canada Inc.**

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Project : PO#OSK-619**LR Report : CA11034-APR23**

Analysis	25: CRBH21 (9-12' & 16-21')	26: CRBH22 (0-5' & 9-25')	27: WTPBH1 2-30'	28: WTPBH2 8-28'	29: WTPBH3 8-22'	30: WTPBH4 4-28'	31: WTPBH5 4-20'	32: WTPBH6 8-16'
Sb [mg/L]	0.0045	0.0068	0.0076	0.0078	0.0094	0.0118	0.0141	0.0059
Se [mg/L]	0.00017	0.00036	0.00016	0.00013	0.00016	0.00023	0.00027	0.00032
Si [mg/L]	3.13	2.63	2.58	2.65	2.36	2.89	2.93	2.80
Sn [mg/L]	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006	0.00007	< 0.00006	0.00013	0.00015	0.00013
Sr [mg/L]	0.0345	0.0334	0.0232	0.0217	0.0248	0.0654	0.0244	0.0214
Te [mg/L]	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Th [mg/L]	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0002	0.0001
Ti [mg/L]	0.00036	0.00008	0.00010	0.00112	0.00061	0.00015	0.00044	0.00171
Tl [mg/L]	0.000010	0.000019	0.000014	0.000009	0.000010	0.000022	0.000015	0.000010
U [mg/L]	0.000974	0.00113	0.00144	0.00279	0.00239	0.00173	0.00358	0.00338
V [mg/L]	0.00080	0.00076	0.00210	0.00173	0.00129	0.00034	0.00117	0.00094
W [mg/L]	0.00185	0.00574	0.00195	0.00171	0.00193	0.00630	0.00286	0.00156
Zn [mg/L]	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002

Analysis	33: PDBH1 12-22	34: PDBH1 22-31	35: PDBH2 12-22	36: PDBH2 22-31	37: PDBH3 12-31	38: PDBH4 7-17	39: PDBH4 17-27	40: PDBH5 13-26,5
Sample Date & Time	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Sample weight [g]	100	100	100	100	100	100	100	100
Volume D.I. Water [mL]	400	400	400	400	400	400	400	400
pH [No unit]	8.26	8.31	8.32	8.21	8.26	8.30	8.36	8.32
Alkalinity [mg/L as CaCO ₃]	138	170	165	177	125	173	222	192
Conductivity [uS/cm]	310	373	485	665	291	355	449	416
CO ₃ [mg/L as CaCO ₃]	< 2	< 2	2	< 2	< 2	< 2	3	2
HCO ₃ [mg/L as CaCO ₃]	138	169	164	177	125	173	219	191
F [mg/L]	0.23	0.15	0.19	0.18	0.41	0.25	0.21	0.16
Br [mg/L]	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30
Cl [mg/L]	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
NO ₂ [as N mg/L]	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
NO ₃ [as N mg/L]	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6
SO ₄ [mg/L]	< 20	< 20	57	120	< 20	< 20	< 20	20
NH ₃ +NH ₄ [as N mg/L]	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1
Tot.Reactive P [mg/L]	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
Hg [mg/L]	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Al [mg/L]	0.285	0.266	0.208	0.143	0.272	0.244	0.142	0.268
As [mg/L]	0.0131	0.0071	0.0052	0.0024	0.0095	0.0024	0.0031	0.0033
Ag [mg/L]	< 0.00005	0.00008	0.00048	0.00055	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005
Ba [mg/L]	0.00185	0.00200	0.00247	0.00335	0.00272	0.00228	0.00286	0.00173
Be [mg/L]	< 0.000007	< 0.000007	0.000008	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	0.000009	0.000007
B [mg/L]	0.023	0.033	0.025	0.029	0.029	0.021	0.020	0.044
Bi [mg/L]	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Ca [mg/L]	24.6	24.1	37.4	50.9	20.2	26.5	34.3	26.4
Cd [mg/L]	< 0.000003	0.000005	0.000011	< 0.000003	< 0.000003	0.000003	0.000003	0.000009
Co [mg/L]	0.000102	0.000143	0.000074	0.000118	0.000088	0.000060	0.000128	0.000078

**SGS Canada Inc.**

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Project : PO#OSK-619**LR Report : CA11034-APR23**

Analysis	33: PDBH1 12-22	34: PDBH1 22-31	35: PDBH2 12-22	36: PDBH2 22-31	37: PDBH3 12-31	38: PDBH4 7-17	39: PDBH4 17-27	40: PDBH5 13-26,5
Cr [mg/L]	0.00021	0.00008	0.00011	0.00010	0.00021	0.00027	< 0.00008	0.00019
Cu [mg/L]	0.0022	0.0011	0.0026	0.0015	0.0054	0.0048	0.0049	0.0023
Fe [mg/L]	0.012	< 0.007	0.007	< 0.007	0.028	0.022	0.016	< 0.007
K [mg/L]	7.81	15.0	13.2	19.5	8.18	7.98	8.88	12.9
Li [mg/L]	0.0112	0.0144	0.0091	0.0119	0.0053	0.0085	0.0121	0.0261
Mg [mg/L]	7.38	12.7	15.1	21.9	5.06	7.52	10.8	10.5
Mn [mg/L]	0.0115	0.0180	0.0198	0.0485	0.00637	0.00862	0.0138	0.0182
Mo [mg/L]	0.00815	0.00718	0.00761	0.0136	0.00658	0.00630	0.0132	0.00548
Na [mg/L]	28.8	30.3	36.8	44.6	31.9	38.7	46.6	44.3
Ni [mg/L]	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002	0.0006	0.0003	0.0006	0.0002
P [mg/L]	< 0.003	< 0.003	0.003	0.004	0.007	0.015	0.016	0.003
Pb [mg/L]	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009
Sb [mg/L]	0.0064	0.0091	0.0315	0.0136	0.0048	0.0037	0.0036	0.0098
Se [mg/L]	0.00013	0.00017	0.00024	0.00036	0.00016	0.00054	0.00032	0.00019
Si [mg/L]	2.93	2.75	3.18	3.41	3.12	3.42	4.22	3.03
Sn [mg/L]	0.00012	0.00011	0.00012	0.00016	0.00008	0.00016	0.00015	0.00017
Sr [mg/L]	0.0274	0.0295	0.0360	0.0497	0.0361	0.0331	0.0399	0.0284
Te [mg/L]	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Th [mg/L]	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0005	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Ti [mg/L]	0.00016	0.00022	0.00016	< 0.00005	0.00042	0.00050	0.00028	0.00025
Tl [mg/L]	0.000008	0.000023	0.000015	0.000025	0.000006	0.000005	0.000007	0.000016
U [mg/L]	0.00161	0.00108	0.000892	0.000805	0.00175	0.00274	0.00186	0.00217
V [mg/L]	0.00098	0.00072	0.00071	0.00068	0.00155	0.00155	0.00091	0.00078
W [mg/L]	0.00262	0.00276	0.00369	0.0260	0.0149	0.00200	0.00370	0.00313
Zn [mg/L]	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002

Analysis	41: PDBH5 3-13	42: PDBH6 7-17	43: PDBH6 17-26,5	44: PDBH7 9-18,5	45: PDBH7 4-9	46: PDBH8 10-15	47: PDBH8 15-20	48: PDBH9 11-15
Sample Date & Time	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Sample weight [g]	100	100	100	100	100	100	100	100
Volume D.I. Water [mL]	400	400	400	400	400	400	400	400
pH [No unit]	8.29	8.31	8.28	8.26	8.25	8.35	8.27	8.29
Alkalinity [mg/L as CaCO3]	221	148	153	164	187	220	313	220
Conductivity [uS/cm]	600	389	409	497	584	533	920	434
CO3 [mg/L as CaCO3]	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	3	< 2	< 2
HCO3 [mg/L as CaCO3]	221	148	153	164	187	217	313	220
F [mg/L]	0.13	0.23	0.20	0.19	0.18	0.15	< 0.06	0.12
Br [mg/L]	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30
Cl [mg/L]	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
NO2 [as N mg/L]	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
NO3 [as N mg/L]	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6
SO4 [mg/L]	77	44	40	70	110	53	170	< 20
NH3+NH4 [as N mg/L]	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.3	< 0.1	0.1



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - KOL 2H0

Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Project : PO#OSK-619

LR Report : CA11034-APR23

Analysis	41: PDBH5 3-13	42: PDBH6 7-17	43: PDBH6 17-26,5	44: PDBH7 9-18,5	45: PDBH7 4-9	46: PDBH8 10-15	47: PDBH8 15-20	48: PDBH9 11-15
Tot.Reactive P [mg/L]	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
Hg [mg/L]	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Al [mg/L]	0.142	0.225	0.258	0.201	0.156	0.159	0.055	0.062
As [mg/L]	0.0033	0.0019	0.0056	0.0024	0.0018	0.0074	0.0033	0.0029
Ag [mg/L]	< 0.00005	< 0.00005	0.00041	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	0.00013	< 0.00005
Ba [mg/L]	0.00313	0.00180	0.00189	0.00208	0.00268	0.00339	0.00599	0.00892
Be [mg/L]	< 0.000007	0.000015	< 0.000007	0.000009	< 0.000007	0.000007	0.000007	< 0.000007
B [mg/L]	0.028	0.033	0.029	0.028	0.031	0.033	0.035	0.017
Bi [mg/L]	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Ca [mg/L]	50.1	26.1	28.0	29.5	39.5	48.0	85.6	48.2
Cd [mg/L]	< 0.000003	0.000008	< 0.000003	0.000006	0.000014	0.000008	0.000009	0.000018
Co [mg/L]	0.000199	0.000094	0.000112	0.000117	0.000135	0.000159	0.000392	0.000315
Cr [mg/L]	< 0.00008	0.00020	0.00016	0.00011	0.00011	< 0.00008	< 0.00008	0.00025
Cu [mg/L]	0.0038	0.0062	0.0015	0.0037	0.0031	0.0040	0.0013	0.0048
Fe [mg/L]	< 0.007	0.029	0.007	< 0.007	0.007	0.010	< 0.007	0.028
K [mg/L]	16.0	6.96	11.7	12.0	12.1	9.82	12.9	7.46
Li [mg/L]	0.0203	0.0123	0.0233	0.0231	0.0269	0.0176	0.0262	0.0015
Mg [mg/L]	20.1	7.67	9.08	11.7	14.8	12.8	50.8	12.9
Mn [mg/L]	0.0519	0.0205	0.0210	0.0330	0.0499	0.0349	0.124	0.0625
Mo [mg/L]	0.0108	0.00597	0.00722	0.0111	0.0131	0.0107	0.0138	0.0197
Na [mg/L]	41.1	45.2	38.9	54.3	57.4	44.0	34.4	27.7
Ni [mg/L]	0.0003	0.0004	0.0003	0.0003	0.0003	0.0011	0.0020	0.0017
P [mg/L]	0.006	0.011	0.003	0.010	0.010	0.016	0.003	0.024
Pb [mg/L]	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009
Sb [mg/L]	0.0102	0.0048	0.0097	0.0079	0.0078	0.0089	0.0084	0.0022
Se [mg/L]	0.00027	0.00021	0.00030	0.00016	0.00026	0.00040	0.00110	0.00021
Si [mg/L]	3.33	3.43	2.83	3.62	4.12	3.46	3.65	6.01
Sn [mg/L]	0.00012	0.00012	0.00012	0.00015	0.00014	0.00017	0.00018	0.00013
Sr [mg/L]	0.0480	0.0318	0.0322	0.0303	0.0408	0.0576	0.113	0.0724
Te [mg/L]	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Th [mg/L]	< 0.0001	0.0002	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Ti [mg/L]	< 0.00005	0.00034	0.00008	< 0.00005	0.00024	0.00009	0.00012	0.00110
Tl [mg/L]	0.000023	0.000008	0.000015	0.000012	0.000010	0.000027	0.000027	0.000014
U [mg/L]	0.00180	0.00141	0.00124	0.00111	0.00108	0.00320	0.000891	0.000344
V [mg/L]	0.00040	0.00081	0.00064	0.00104	0.00071	0.00074	0.00013	0.00080
W [mg/L]	0.00533	0.00434	0.00311	0.0252	0.0203	0.00171	0.00152	0.00053
Zn [mg/L]	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002

Analysis	49: PDBH10 9-12	50: PDBH10 9-12	51: PFBH12 5-25.25'	52:BLK: CTEU Blank
Sample Date & Time	N/A			
Sample weight [g]	100	74	100	---
Volume D.I. Water [mL]	400	296	400	400

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Project : PO#OSK-619
LR Report : CA11034-APR23

Analysis	49: PDBH10 9-12	50: PDBH10 9-12	51: PFBH12 5-25.25'	52:BLK: CTEU Blank
pH [No unit]	8.23	8.30	8.06	6.37
Alkalinity [mg/L as CaCO3]	214	246	83	3
Conductivity [uS/cm]	435	489	222	4
CO3 [mg/L as CaCO3]	< 2	2	< 2	< 2
HCO3 [mg/L as CaCO3]	214	244	83	3
F [mg/L]	0.06	0.06	0.27	< 0.06
Br [mg/L]	< 30	< 30	< 30	< 30
Cl [mg/L]	< 20	< 20	< 20	< 20
NO2 [as N mg/L]	< 3	< 3	< 3	< 3
NO3 [as N mg/L]	< 6	< 6	< 6	< 6
SO4 [mg/L]	< 20	< 20	< 20	< 20
NH3+NH4 [as N mg/L]	< 1	0.3	< 0.1	< 0.1
Tot.Reactive P [mg/L]	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
Hg [mg/L]	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Al [mg/L]	0.047	0.053	0.471	0.004
As [mg/L]	0.0027	0.0034	0.0028	< 0.0002
Ag [mg/L]	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	0.00021
Ba [mg/L]	0.00674	0.00703	0.00344	0.00008
Be [mg/L]	< 0.000007	0.000013	0.000015	< 0.000007
B [mg/L]	0.014	0.015	0.017	< 0.002
Bi [mg/L]	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Ca [mg/L]	52.1	51.0	16.3	0.08
Cd [mg/L]	0.000038	0.000032	0.000008	< 0.000003
Co [mg/L]	0.000307	0.000371	0.000091	0.000007
Cr [mg/L]	0.00032	0.00037	0.00030	0.00008
Cu [mg/L]	0.0058	0.0057	0.0056	0.0002
Fe [mg/L]	0.017	0.024	0.017	< 0.007
K [mg/L]	7.08	7.38	11.7	0.077
Li [mg/L]	0.0009	0.0009	0.0016	< 0.0001
Mg [mg/L]	12.8	12.4	1.17	0.021
Mn [mg/L]	0.707	0.690	0.00569	0.00054
Mo [mg/L]	0.0425	0.0435	0.0113	0.00059
Na [mg/L]	22.9	38.9	22.6	0.87
Ni [mg/L]	0.0019	0.0025	0.0003	< 0.0001
P [mg/L]	0.032	0.041	0.020	< 0.003
Pb [mg/L]	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009
Sb [mg/L]	0.0018	0.0019	0.0026	< 0.0009
Se [mg/L]	0.00029	0.00031	0.00033	< 0.00004
Si [mg/L]	5.74	6.04	2.21	< 0.02
Sn [mg/L]	0.00011	0.00014	< 0.00006	0.00012
Sr [mg/L]	0.0564	0.0573	0.0271	0.00010
Te [mg/L]	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Th [mg/L]	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Ti [mg/L]	0.00053	0.00080	0.00129	< 0.00005
Tl [mg/L]	0.000029	0.000030	0.000010	< 0.000005

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Project : PO#OSK-619

LR Report : CA11034-APR23

Analysis	49: PDBH10 9-12	50: PDBH10 9-12	51: PFBH12 5-25.25'	52:BLK: CTEU Blank
U [mg/L]	0.00113	0.00141	0.00137	0.000005
V [mg/L]	0.00067	0.00072	0.00152	< 0.00001
W [mg/L]	0.00035	0.00022	0.00666	0.00052
Zn [mg/L]	< 0.002	0.002	< 0.002	< 0.002

Catharine Arnold
Catharine Arnold, B.Sc., C.Chem
Project Specialist,
Environment, Health & Safety





SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Osisko Mining Inc.

Attn : Kim Nguyen

1100 Avenues des Canadiens-de-Montreal, Bureau
Montreal, QC
H3B- 2S2, Canada

Phone: 514-206-3917

Fax:

SPLP1312--(Quebec Modified Version - MA. 100
-Lix.com.1.0) 20:1 L/S ratio, 18hr
Project : PO#OSK-619

12-May-2023

Date Rec. : 04 May 2023
LR Report: CA11015-MAY23
Reference: Windfall - PO#OSK-619

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Analysis	3: Analysis Completed Date	4: Analysis Completed Time	5: PFBH1 0-22.75'	6: PFBH2 0-19'	7: PFBH3 0-23'	8: PFBH4 3-16.5'	9: PFBH5 5-31.25'	10: PFBH6 (6-9.5' & 12-19.25')	11: PFBH7 3-34.25'	12: PFBH8 1-29'
Sample Date & Time			N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Sample weight [g]	11-May-23	11:28	20	20	20	20	20	20	20	20
Ext Fluid [#1 or #2]	11-May-23	11:28	1	1	1	1	1	1	1	1
Ext Volume [mL]	11-May-23	11:28	400	400	400	400	400	400	400	400
Final pH [no unit]	11-May-23	11:28	8.89	9.02	8.95	8.95	8.85	8.82	9.05	8.73
pH [No unit]	12-May-23	13:47	7.85	7.84	7.97	7.96	7.86	7.98	7.92	7.89
Alkalinity [mg/L as CaCO3]	12-May-23	13:47	29	29	40	46	35	47	33	42
Conductivity [uS/cm]	12-May-23	13:47	66	65	80	102	90	95	71	128
F [mg/L]	12-May-23	09:06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	0.23	< 0.06	< 0.06	< 0.06
Br [mg/L]	12-May-23	15:16	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30
Cl [mg/L]	12-May-23	15:16	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
NO2 [as N mg/L]	12-May-23	15:16	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
NO3 [as N mg/L]	12-May-23	15:16	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6
SO4 [mg/L]	12-May-23	15:16	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	21
Tot.Reactive P [mg/L]	12-May-23	09:38	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
NH3+NH4 [as N mg/L]	12-May-23	12:51	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1
Hg [mg/L]	12-May-23	12:22	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001

Analysis	3: Analysis Completed Date Completed Time	4: Analysis Completed Time	5: PFBH1 0-22.75'	6: PFBH2 0-19'	7: PFBH3 0-23'	8: PFBH4 3-16.5'	9: PFBH5 5-31.25'	10: PFBH6 (6-9.5' & 12-19.25')	11: PFBH7 3-34.25'	12: PFBH8 1-29'
Ag [mg/L]	12-May-23	12:22	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005
Al [mg/L]	12-May-23	12:22	1.32	1.36	1.03	1.16	1.31	2.35	1.31	0.627
As [mg/L]	12-May-23	12:22	0.0006	0.0008	< 0.0002	0.0009	0.0006	0.0008	0.0020	0.0003
Ba [mg/L]	12-May-23	12:22	0.00085	0.00025	0.00088	0.00077	0.00133	0.00098	0.00076	0.00082
Be [mg/L]	12-May-23	12:22	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007
B [mg/L]	12-May-23	12:22	0.005	0.004	0.003	0.002	0.004	< 0.002	< 0.002	0.005
Bi [mg/L]	12-May-23	12:22	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Ca [mg/L]	12-May-23	12:22	8.83	7.67	10.2	11.7	12.3	13.7	9.49	17.0
Cd [mg/L]	12-May-23	12:22	< 0.000003	< 0.000003	0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003
Co [mg/L]	12-May-23	12:22	0.000031	0.000009	0.000005	0.000028	0.000023	0.000071	0.000028	0.000008
Cr [mg/L]	12-May-23	12:22	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	0.00011	< 0.00008	< 0.00008
Cu [mg/L]	12-May-23	12:22	0.0017	< 0.0002	0.0005	0.0029	0.0006	0.0021	0.0009	0.0003
Fe [mg/L]	12-May-23	12:22	0.018	< 0.007	< 0.007	0.011	0.014	0.062	0.020	< 0.007
K [mg/L]	12-May-23	12:22	1.89	1.23	2.10	5.34	2.23	2.66	1.64	1.58
Li [mg/L]	12-May-23	12:22	0.0021	0.0037	0.0028	0.0026	0.0025	0.0020	0.0033	0.0045
Mg [mg/L]	12-May-23	12:22	0.422	0.419	1.76	2.36	1.11	1.36	0.828	3.63
Mn [mg/L]	12-May-23	12:22	0.00205	0.00098	0.00292	0.00847	0.00774	0.0121	0.00385	0.0129
Mo [mg/L]	12-May-23	12:22	0.00061	0.00039	0.00068	0.00052	0.00046	0.00062	0.00301	0.00080
Ni [mg/L]	12-May-23	12:22	0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0002	< 0.0001	0.0004	< 0.0001	< 0.0001
P [mg/L]	12-May-23	12:22	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	0.003	< 0.003	< 0.003
Pb [mg/L]	12-May-23	12:22	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009
Sb [mg/L]	12-May-23	12:22	< 0.0009	0.0016	< 0.0009	0.0021	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009
Se [mg/L]	12-May-23	12:22	0.00008	0.00014	0.00007	0.00025	0.00011	0.00009	0.00006	0.00010
Si [mg/L]	12-May-23	12:22	1.43	1.54	1.05	1.13	0.90	0.76	1.33	0.57
Sr [mg/L]	12-May-23	12:22	0.00941	0.00663	0.0171	0.0136	0.0151	0.0147	0.0107	0.0310
Ti [mg/L]	12-May-23	12:22	0.00089	0.00009	0.00010	0.00049	0.00057	0.00179	0.00057	< 0.00005
Tl [mg/L]	12-May-23	12:22	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005	0.000005	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005
U [mg/L]	12-May-23	12:22	0.000047	0.000015	0.000012	0.000052	0.000028	0.000073	0.000188	0.000006
V [mg/L]	12-May-23	12:22	0.00227	0.00335	0.00035	0.00132	0.00063	0.00050	0.00065	0.00010
Zn [mg/L]	12-May-23	12:22	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - KOL 2HO

Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

SPLP1312--(Quebec Modified Version - MA. 100

-Lix.com.1.0) 20:1 L/S ratio, 18hr

Project : PO#OSK-619

LR Report : CA11015-MAY23

Analysis	13: PFBH9 1-21.5'	14: PFBH10 6-24'	15: PFBH11 6-17.25'	16: PFBH12 PFBH13 5-25.25'	17: 14-18'	18: PFBH14 12-28.5'	19: PFBH15 PFBH16 14-18.5' & 16-27.75')	20: SIBH17 (5-22')	21: SIBH18 3-25'	22: SIBH19 4-14'	23:
Sample Date & Time	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Sample weight [g]	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Ext Fluid [#1 or #2]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ext Volume [mL]	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Final pH [no unit]	8.99	8.80	9.00	8.81	9.02	8.97	8.87	9.05	8.75	8.97	9.09
pH [No unit]	7.80	7.87	7.85	7.82	7.85	7.79	7.83	7.86	7.82	7.94	7.87
Alkalinity [mg/L as CaCO3]	30	37	32	30	28	28	31	32	39	47	34
Conductivity [uS/cm]	74	86	67	69	66	68	74	69	143	97	73
F [mg/L]	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06
Br [mg/L]	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30
Cl [mg/L]	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
NO2 [as N mg/L]	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
NO3 [as N mg/L]	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6
SO4 [mg/L]	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	23	< 20	< 20
Tot.Reactive P [mg/L]	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	0.08	< 0.03	< 0.03	< 0.03
NH3+NH4 [as N mg/L]	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Hg [mg/L]	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Ag [mg/L]	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005
Al [mg/L]	1.29	1.81	1.41	1.32	1.27	0.947	1.18	1.44	0.374	1.11	1.08
As [mg/L]	0.0004	0.0006	0.0003	0.0009	0.0018	0.0004	0.0006	0.0003	0.0008	0.0008	0.0004
Ba [mg/L]	0.00180	0.00089	0.00190	0.00137	0.00114	0.00074	0.00103	0.00174	0.00049	0.00080	0.00040
Be [mg/L]	< 0.000007	< 0.000007	0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007
B [mg/L]	< 0.002	< 0.002	0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	0.004	< 0.002	< 0.002
Bi [mg/L]	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Ca [mg/L]	10.9	13.4	10.1	11.0	9.31	10.7	11.7	10.3	18.7	12.5	10.1
Cd [mg/L]	< 0.000003	< 0.000003	0.000005	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003
Co [mg/L]	0.000011	0.000045	0.000018	0.000031	0.000014	0.000011	0.000015	0.000022	0.000014	0.000042	0.000009
Cr [mg/L]	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008
Cu [mg/L]	0.0004	0.0012	0.0006	0.0008	0.0004	0.0005	0.0004	0.0010	0.0006	0.0020	0.0007
Fe [mg/L]	0.010	0.029	0.017	0.011	< 0.007	< 0.007	< 0.007	0.023	< 0.007	0.033	< 0.007
K [mg/L]	1.87	2.16	1.20	1.43	1.66	0.781	1.55	1.67	2.40	1.60	1.89



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - KOL 2HO

Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

SPLP1312--(Quebec Modified Version - MA. 100

-Lix.com.1.0) 20:1 L/S ratio, 18hr

Project : PO#OSK-619

LR Report : CA11015-MAY23

Analysis	13: PFBH9 1-21.5'	14: PFBH10 6-24'	15: PFBH11 6-17.25'	16: PFBH12 PFBH13 5-25.25'	17: PFBH14 14-18'	18: PFBH14 12-28.5'	19: PFBH15 PFBH16 (5-15' 14-18.5' & 16-27.75')	20: SIBH17 (5-22')	21: SIBH18 3-25'	22: SIBH19 4-14'	23:
Li [mg/L]	0.0016	0.0019	0.0015	0.0007	0.0010	0.0017	0.0012	0.0019	0.0019	0.0019	0.0013
Mg [mg/L]	0.561	0.671	0.480	0.288	0.340	0.476	0.566	0.464	3.58	2.41	0.822
Mn [mg/L]	0.00153	0.00723	0.00210	0.00421	0.00297	0.00196	0.00307	0.00192	0.0173	0.00420	0.00203
Mo [mg/L]	0.00085	0.00112	0.00118	0.00115	0.00386	0.00211	0.00171	0.00091	0.00358	0.00061	0.00256
Ni [mg/L]	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0002	< 0.0001
P [mg/L]	< 0.003	< 0.003	0.006	0.005	0.011	0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003
Pb [mg/L]	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009
Sb [mg/L]	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	0.0012	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009
Se [mg/L]	0.00010	0.00016	0.00011	0.00008	0.00005	0.00008	0.00007	0.00011	0.00009	0.00008	0.00005
Si [mg/L]	0.92	0.65	1.00	0.90	1.25	0.99	0.73	0.97	0.96	0.87	1.14
Sr [mg/L]	0.0170	0.0138	0.0114	0.00902	0.00930	0.00969	0.0111	0.0113	0.0160	0.0124	0.00815
Ti [mg/L]	0.00025	0.00109	0.00060	0.00072	0.00034	0.00014	0.00017	0.00073	0.00012	0.00076	0.00016
Tl [mg/L]	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005	0.000006	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005
U [mg/L]	0.000024	0.000036	0.000029	0.000110	0.000132	0.000017	0.000020	0.000022	0.000021	0.000056	0.000055
V [mg/L]	0.00035	0.00019	0.00050	0.00080	0.00135	0.00022	0.00035	0.00033	0.00008	0.00087	0.00035
Zn [mg/L]	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002

Analysis	24: SIBH20 10-15' CRBH21 (9-12' & 16-21')	25: CRBH22 (0-5' WTPBH1 2-30' & 9-25')	26: WTPBH1 2-30'	27: WTPBH2 8-28'	28: WTPBH3 8-22'	29: WTPBH4 4-28'	30: WTPBH5 4-20'	31: WTPBH6 8-16'	32: PDBH1 12-22	33: PDBH1 22-31	34:
Sample Date & Time	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Sample weight [g]	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Ext Fluid [#1 or #2]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ext Volume [mL]	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Final pH [no unit]	9.10	8.83	9.16	9.22	9.17	9.06	8.94	9.11	8.69	9.20	9.10
pH [No unit]	7.86	7.90	7.88	8.01	7.92	8.07	7.90	7.93	7.80	7.86	7.90
Alkalinity [mg/L as CaCO3]	32	41	33	39	37	42	40	37	30	33	37
Conductivity [uS/cm]	66	90	93	85	78	93	101	79	65	71	84
F [mg/L]	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06
Br [mg/L]	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - KOL 2HO

Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

SPLP1312--(Quebec Modified Version - MA. 100

-Lix.com.1.0) 20:1 L/S ratio, 18hr

Project : PO#OSK-619

LR Report : CA11015-MAY23

Analysis	24: SIBH20 10-15' CRBH21 (9-12' & 16-21')	25: CRBH22 (0-5' WTPBH1 2-30' WTPBH2 8-28' WTPBH3 8-22' WTPBH4 4-28' WTPBH5 4-20' WTPBH6 8-16' PDBH1 12-22 PDBH1 22-31	26: CRBH22 (0-5' WTPBH1 2-30' WTPBH2 8-28' WTPBH3 8-22' WTPBH4 4-28' WTPBH5 4-20' WTPBH6 8-16' PDBH1 12-22 PDBH1 22-31	27: CRBH22 (0-5' WTPBH1 2-30' WTPBH2 8-28' WTPBH3 8-22' WTPBH4 4-28' WTPBH5 4-20' WTPBH6 8-16' PDBH1 12-22 PDBH1 22-31	28: CRBH22 (0-5' WTPBH1 2-30' WTPBH2 8-28' WTPBH3 8-22' WTPBH4 4-28' WTPBH5 4-20' WTPBH6 8-16' PDBH1 12-22 PDBH1 22-31	29: CRBH22 (0-5' WTPBH1 2-30' WTPBH2 8-28' WTPBH3 8-22' WTPBH4 4-28' WTPBH5 4-20' WTPBH6 8-16' PDBH1 12-22 PDBH1 22-31	30: CRBH22 (0-5' WTPBH1 2-30' WTPBH2 8-28' WTPBH3 8-22' WTPBH4 4-28' WTPBH5 4-20' WTPBH6 8-16' PDBH1 12-22 PDBH1 22-31	31: CRBH22 (0-5' WTPBH1 2-30' WTPBH2 8-28' WTPBH3 8-22' WTPBH4 4-28' WTPBH5 4-20' WTPBH6 8-16' PDBH1 12-22 PDBH1 22-31	32: CRBH22 (0-5' WTPBH1 2-30' WTPBH2 8-28' WTPBH3 8-22' WTPBH4 4-28' WTPBH5 4-20' WTPBH6 8-16' PDBH1 12-22 PDBH1 22-31	33: CRBH22 (0-5' WTPBH1 2-30' WTPBH2 8-28' WTPBH3 8-22' WTPBH4 4-28' WTPBH5 4-20' WTPBH6 8-16' PDBH1 12-22 PDBH1 22-31	34: CRBH22 (0-5' WTPBH1 2-30' WTPBH2 8-28' WTPBH3 8-22' WTPBH4 4-28' WTPBH5 4-20' WTPBH6 8-16' PDBH1 12-22 PDBH1 22-31
Cl [mg/L]	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
NO2 [as N mg/L]	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
NO3 [as N mg/L]	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6
SO4 [mg/L]	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
Tot.Reactive P [mg/L]	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
NH3+NH4 [as N mg/L]	0.1	0.1	0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	0.1	0.1
Hg [mg/L]	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Ag [mg/L]	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005
Al [mg/L]	1.48	1.05	1.01	1.11	1.25	1.55	1.01	1.27	1.30	0.939	1.05
As [mg/L]	0.0003	0.0035	0.0040	0.0069	0.0082	0.0082	0.0023	0.0092	0.0021	0.0048	0.0038
Ba [mg/L]	0.00103	0.00071	0.00046	0.00095	0.00061	0.00065	0.00063	0.00078	0.00112	0.00065	0.00044
Be [mg/L]	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007
B [mg/L]	< 0.002	0.002	0.004	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	< 0.002	0.002	0.003
Bi [mg/L]	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Ca [mg/L]	9.01	11.7	9.53	8.95	8.47	10.1	12.9	9.65	10.8	9.45	9.89
Cd [mg/L]	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	0.000007	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003
Co [mg/L]	0.000017	0.000051	0.000015	0.000056	0.000096	0.000113	0.000039	0.000069	0.000066	0.000036	0.000018
Cr [mg/L]	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	0.00014	< 0.00008	< 0.00008
Cu [mg/L]	0.0008	0.0006	0.0007	0.0009	0.0042	0.0014	0.0006	0.0010	0.0022	0.0006	0.0006
Fe [mg/L]	0.019	0.037	0.008	0.072	0.059	0.048	0.042	0.068	0.074	0.023	< 0.007
K [mg/L]	1.84	1.38	2.67	2.28	1.38	1.81	1.63	1.53	0.615	0.974	1.79
Li [mg/L]	0.0012	0.0018	0.0033	0.0030	0.0030	0.0024	0.0019	0.0018	0.0004	0.0020	0.0030
Mg [mg/L]	0.418	1.97	1.80	1.83	1.64	1.73	2.27	1.47	0.518	1.33	2.06
Mn [mg/L]	0.00281	0.00630	0.00198	0.00488	0.00389	0.00567	0.00570	0.00311	0.00354	0.00207	0.00300
Mo [mg/L]	0.00099	0.00104	0.00081	0.00052	0.00088	0.00072	0.00142	0.00263	0.00336	0.00068	0.00121
Ni [mg/L]	< 0.0001	0.0001	< 0.0001	0.0002	0.0003	0.0004	0.0002	0.0003	0.0004	0.0001	< 0.0001
P [mg/L]	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	0.003	0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003
Pb [mg/L]	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009
Sb [mg/L]	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	0.0011	0.0010	0.0011	0.0014	0.0014	< 0.0009	< 0.0009	0.0009
Se [mg/L]	0.00008	0.00007	0.00014	0.00005	0.00008	0.00007	0.00009	0.00010	0.00013	0.00006	0.00006
Si [mg/L]	1.28	0.96	1.59	1.66	1.45	1.20	0.92	1.47	0.79	1.26	1.22

OnLine LIMS



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - KOL 2HO

Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

SPLP1312--(Quebec Modified Version - MA. 100

-Lix.com.1.0) 20:1 L/S ratio, 18hr

Project : PO#OSK-619

LR Report : CA11015-MAY23

Analysis	24: SIBH20 10-15' CRBH21 (9-12' & 16-21')	25: CRBH22 (0-5' & 9-25')	26: WTPBH1 2-30' WTPBH2 8-28' WTPBH3 8-22' WTPBH4 4-28' WTPBH5 4-20' WTPBH6 8-16'	27:	28:	29:	30:	31:	32:	33:	34:
Sr [mg/L]	0.00912	0.00950	0.00779	0.00762	0.00681	0.00814	0.0105	0.00671	0.00766	0.00610	0.00608
Ti [mg/L]	0.00103	0.00115	0.00019	0.00162	0.00108	0.00203	0.00103	0.00093	0.00176	0.00077	0.00012
Tl [mg/L]	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005	0.000016	< 0.000005	< 0.000005
U [mg/L]	0.000093	0.000106	0.000107	0.000271	0.000422	0.000413	0.000213	0.000474	0.000132	0.000122	0.000226
V [mg/L]	0.00106	0.00072	0.00060	0.00086	0.00083	0.00064	0.00023	0.00083	0.00043	0.00056	0.00043
Zn [mg/L]	0.003	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	0.003	< 0.002

Analysis	35: PDBH2 12-22	36: PDBH2 22-31	37: PDBH3 12-31	38: PDBH4 7-17	39: PDBH4 17-27	40: PDBH5 13-26,5	41: PDBH5 3-13	42: PDBH6 7-17	43: PDBH6 17-26,5	44: PDBH7 9-18,5	45: PDBH7 4-9
Sample Date & Time	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Sample weight [g]	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Ext Fluid [#1 or #2]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ext Volume [mL]	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Final pH [no unit]	8.98	9.10	8.75	8.80	8.96	8.93	8.82	8.62	8.95	8.92	8.79
pH [No unit]	7.90	7.88	7.71	7.86	7.88	7.91	7.89	7.82	7.80	7.80	7.79
Alkalinity [mg/L as CaCO3]	37	35	26	34	38	40	40	32	34	32	32
Conductivity [uS/cm]	98	104	56	71	81	86	118	84	86	94	99
F [mg/L]	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06
Br [mg/L]	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30
Cl [mg/L]	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
NO2 [as N mg/L]	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
NO3 [as N mg/L]	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6
SO4 [mg/L]	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
Tot.Reactive P [mg/L]	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
NH3+NH4 [as N mg/L]	0.1	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	< 0.1
Hg [mg/L]	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Ag [mg/L]	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005
Al [mg/L]	1.09	0.940	0.670	1.15	0.956	1.11	0.900	1.27	0.858	0.866	0.852
As [mg/L]	0.0030	0.0025	0.0013	0.0012	0.0015	0.0040	0.0041	0.0009	0.0039	0.0014	0.0013

OnLine LIMS



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - KOL 2HO

Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

SPLP1312--(Quebec Modified Version - MA. 100

-Lix.com.1.0) 20:1 L/S ratio, 18hr

Project : PO#OSK-619

LR Report : CA11015-MAY23

Analysis	35: PDBH2 12-22	36: PDBH2 22-31	37: PDBH3 12-31	38: PDBH4 7-17	39: PDBH4 17-27	40: PDBH5 13-26,5	41: PDBH5 3-13	42: PDBH6 7-17	43: PDBH6 17-26,5	44: PDBH7 9-18,5	45: PDBH7 4-9
Ba [mg/L]	0.00057	0.00047	0.00110	0.00079	0.00068	0.00047	0.00059	0.00076	0.00056	0.00062	0.00049
Be [mg/L]	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007
B [mg/L]	0.003	0.002	< 0.002	< 0.002	0.002	0.004	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002
Bi [mg/L]	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Ca [mg/L]	10.1	10.3	8.02	9.09	8.97	10.1	12.7	10.1	10.1	8.53	9.50
Cd [mg/L]	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003
Co [mg/L]	0.000024	0.000015	0.000045	0.000024	0.000025	0.000026	0.000054	0.000050	0.000017	0.000053	0.000040
Cr [mg/L]	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	0.00008	< 0.00008	< 0.00008	0.00013
Cu [mg/L]	0.0013	0.0005	0.0009	0.0008	0.0009	0.0008	0.0017	0.0013	0.0012	0.0008	0.0005
Fe [mg/L]	0.014	< 0.007	0.052	0.032	0.037	0.019	0.024	0.066	0.012	0.020	0.019
K [mg/L]	1.64	1.97	0.571	1.22	1.24	1.63	1.93	0.709	1.36	1.54	1.53
Li [mg/L]	0.0025	0.0037	0.0005	0.0016	0.0026	0.0044	0.0043	0.0022	0.0041	0.0049	0.0051
Mg [mg/L]	2.84	2.89	1.11	1.79	1.82	1.63	3.10	1.53	1.67	2.48	2.31
Mn [mg/L]	0.00440	0.00355	0.00538	0.00268	0.00248	0.00411	0.00782	0.00925	0.00444	0.00668	0.00672
Mo [mg/L]	0.00124	0.00238	0.00084	0.00105	0.00115	0.00072	0.00233	0.00084	0.00115	0.00259	0.00183
Ni [mg/L]	0.0001	< 0.0001	0.0002	< 0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0003	0.0001	0.0002	0.0001
P [mg/L]	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003
Pb [mg/L]	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	0.00018	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009
Sb [mg/L]	0.0017	0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	0.0013	0.0014	< 0.0009	0.0009	< 0.0009	< 0.0009
Se [mg/L]	0.00005	0.00007	< 0.00004	0.00015	0.00016	0.00012	0.00015	< 0.00004	0.00005	< 0.00004	0.00008
Si [mg/L]	1.18	1.30	0.86	1.08	1.22	1.35	0.99	0.97	1.17	1.34	1.27
Sr [mg/L]	0.00579	0.00566	0.00766	0.00723	0.00637	0.00650	0.00766	0.00735	0.00650	0.00562	0.00619
Ti [mg/L]	0.00034	0.00018	0.00176	0.00230	0.00062	0.00058	0.00042	0.00138	0.00018	0.00096	0.00075
Tl [mg/L]	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005
U [mg/L]	0.000118	0.000075	0.000057	0.000118	0.000126	0.000290	0.000152	0.000075	0.000061	0.000056	0.000059
V [mg/L]	0.00053	0.00061	0.00047	0.00069	0.00056	0.00056	0.00028	0.00043	0.00029	0.00052	0.00043
Zn [mg/L]	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - K0L 2H0

Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

SPLP1312--(Quebec Modified Version - MA. 100

-Lix.com.1.0) 20:1 L/S ratio, 18hr

Project : PO#OSK-619

LR Report : CA11015-MAY23

Analysis	46: PDBH8 10-15	47: PDBH8 15-20	48: PDBH9 11-15	49: PDBH10 9-12	50: PFBH16 (5-15' & 16-27.75')	51: PDBH5 13-26,5	52:BLK: \$SPLP1312 Blank #1
Sample Date & Time	N/A	N/A	N/A	N/A			
Sample weight [g]	20	20	20	15	20	20	---
Ext Fluid [#1 or #2]	1	1	1	1	1	1	1
Ext Volume [mL]	400	400	400	300	400	400	400
Final pH [no unit]	8.75	8.73	8.06	8.27	9.00	8.95	4.20
pH [No unit]	7.88	7.96	7.78	7.87	7.82	7.93	4.59
Alkalinity [mg/L as CaCO3]	40	54	37	39	32	40	< 2
Conductivity [uS/cm]	95	192	78	81	72	88	17
F [mg/L]	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06	0.06	< 0.06
Br [mg/L]	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30
Cl [mg/L]	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
NO2 [as N mg/L]	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
NO3 [as N mg/L]	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6
SO4 [mg/L]	< 20	32	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
Tot.Reactive P [mg/L]	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
NH3+NH4 [as N mg/L]	0.1	< 0.1	0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Hg [mg/L]	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Ag [mg/L]	< 0.00005	0.00010	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005
Al [mg/L]	0.910	0.500	0.628	0.732	1.34	1.20	0.002
As [mg/L]	0.0021	0.0019	0.0016	0.0019	0.0003	0.0042	< 0.0002
Ba [mg/L]	0.00078	0.00094	0.00139	0.00139	0.00155	0.00046	0.00010
Be [mg/L]	< 0.000007	< 0.000007	0.000009	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007
B [mg/L]	0.003	0.004	< 0.002	< 0.002	0.002	0.004	< 0.002
Bi [mg/L]	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Ca [mg/L]	11.9	24.8	11.0	11.6	10.6	10.4	0.04
Cd [mg/L]	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003
Co [mg/L]	0.000026	0.000035	0.000066	0.000036	0.000026	0.000022	0.000008
Cr [mg/L]	< 0.00008	< 0.00008	0.00010	0.00014	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008
Cu [mg/L]	0.0006	0.0005	0.0009	0.0008	0.0008	0.0018	0.0005
Fe [mg/L]	0.035	< 0.007	0.081	0.046	0.023	0.018	< 0.007
K [mg/L]	1.35	1.68	0.858	0.747	2.18	1.50	< 0.009



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - K0L 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

SPLP1312--(Quebec Modified Version - MA. 100

-Lix.com.1.0) 20:1 L/S ratio, 18hr
Project : PO#OSK-619

LR Report : CA11015-MAY23

Analysis	46: PDBH8 10-15	47: PDBH8 15-20	48: PDBH9 11-15	49: PDBH10 9-12	50: PFBH16 (5-15' & 16-27.75')	51: PDBH5 13-26,5	52:BLK: \$SPLP1312 Blank #1
Li [mg/L]	0.0023	0.0054	0.0002	0.0002	0.0018	0.0044	< 0.0001
Mg [mg/L]	1.92	5.97	1.82	1.85	0.473	1.64	0.005
Mn [mg/L]	0.00275	0.0119	0.00532	0.00302	0.00211	0.00453	0.00047
Mo [mg/L]	0.00108	0.00344	0.00173	0.00260	0.00097	0.00085	0.00020
Ni [mg/L]	0.0002	0.0003	0.0005	0.0004	< 0.0001	< 0.0001	0.0001
P [mg/L]	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003
Pb [mg/L]	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009
Sb [mg/L]	< 0.0009	0.0024	< 0.0009	< 0.0009	0.0009	0.0011	< 0.0009
Se [mg/L]	0.00013	0.00017	< 0.00004	0.00006	< 0.00004	0.00006	< 0.00004
Si [mg/L]	0.98	0.83	0.54	0.52	0.95	1.22	< 0.02
Sr [mg/L]	0.00922	0.0182	0.0102	0.00937	0.0111	0.00659	0.00012
Ti [mg/L]	0.00110	0.00005	0.00337	0.00163	0.00120	0.00047	< 0.00005
Tl [mg/L]	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005	< 0.000005
U [mg/L]	0.000119	0.000179	0.000029	0.000066	0.000027	0.000280	< 0.000002
V [mg/L]	0.00046	0.00009	0.00047	0.00049	0.00033	0.00055	< 0.00001
Zn [mg/L]	< 0.002	< 0.002	0.004	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002

Catharine Arnold
Catharine Arnold, B.Sc., C.Chem
Project Specialist,
Environment, Health & Safety





SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - K0L 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Osisko Mining Inc.

Attn : Kim Nguyen

1100 Avenues des Canadiens-de-Montreal, Bureau
Montreal, QC
H3B- 2S2, Canada

Phone: 514-206-3917

Fax:

Quebec MA110 ACISOL 1.0

Project : PO#OSK-619

05-April-2023

Date Rec. : 24 March 2023
LR Report: CA11035-MAR23
Reference: Windfall

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Analysis	3: Analysis Completed Date	4: Analysis Completed Time	5: PF BH 1	6: WTP BH2	7: SI BH18	8: POND D BH4 7-17'	9: PF BH 8	10: CR BH 22
Sample Date & Time			Mar-23	Mar-23	Mar-23	Mar-23	Mar-23	Mar-23
Sample weight [g]	03-Apr-23	17:15	2.02	2.07	2.10	2.10	2.06	2.02
Initial pH	03-Apr-23	17:15	9.32	9.23	9.08	9.06	9.07	9.26
Vol H2SO4 [mL]	03-Apr-23	17:15	4.00	4.85	9.05	3.15	8.10	2.35
H2SO4 [Normality]	03-Apr-23	17:15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
NP [t CaCO3/1000 t]	03-Apr-23	17:15	99.0	117	216	75.0	197	58.2
AP [t CaCO3/1000 t]	03-Apr-23	17:15	1.25	1.25	1.56	1.56	55.6	30.3
NNP [kg CaCO3/ tonne]	03-Apr-23	17:15	98	116	214	73	141	28
Sulphur (total) [%]	30-Mar-23	16:05	0.063	0.041	0.075	0.080	1.65	0.890
Acid Leachable SO4-S [%]	30-Mar-23	16:05	< 0.04	< 0.04	< 0.04	< 0.04	< 0.04	< 0.04
Sulphide [%]	30-Mar-23	16:05	0.04	< 0.04	0.05	0.05	1.78	0.97
Carbon (total) [%]	30-Mar-23	12:27	0.949	1.61	2.74	1.06	2.72	0.782
Carbonate (HCl) as %CO3 [%]	30-Mar-23	12:27	4.54	7.78	12.8	4.20	13.4	3.66

MA110 ACI SOL 1.0

Gross NP (kg CaCO3/tonne) Section 7.3
AP (kg CaCO3/tonne) = Total S x 31.25

ASTM E1918 - S and C specification



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - KOL 2H0

Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Quebec MA110 ACISOL 1.0

Project : PO#OSK-619

LR Report : CA11035-MAR23

Method Descriptions

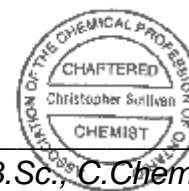
Parameter	SGS Method Code	Reference Method Code	PALA
Carbon/Sulphur	ME-CA-[ENV]ARD-LAK-AN-019	ASTM E1915-07A	Y
Carbon/Sulphur	ME-CA-[ENV]ARD-LAK-AN-020	ASTM E1915-07A	N
Neutralization Potential	ME-CA-[ENV]ARD-LAK-AN-001/003	MEND PROJECT 1.16.1B	N

Accreditation Descriptions

PALA:

SGS Canada Industries & Environment conforms to the requirements of ISO/IEC 17025 for specific tests as listed on their scope of accreditation found at https://www.ceaegouv.qc.ca/documents/publications/listes.htm#labo_accr. Analytes and SGS Method Codes marked with a "Y" in the "PALA" column in the table denote ISO/IEC17025 accreditation.

Chris Sullivan



Chris Sullivan, B.Sc., C.Chem
Project Specialist,
Environment, Health & Safety



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - KOL 2H0

Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Quebec MA110 ACISOL 1.0

Project : PO#OSK-619

LR Report : CA11035-MAR23

Quality Control Report

Inorganic Analysis													
Parameter	Reporting Limit	Unit	Method Blank	Duplicate				LCS / Spike Blank			Matrix Spike / Reference Material		
				Result 1	Result 2	RPD	Acceptance Criteria	Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)		Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)	
							%		Low	High		Low	High
Carbon/Sulphur - QCBatchID: ECS0105-MAR23													
Carbonate (HCl) as %CO3	0.04	%	<0.04			0	20	98	80	120			
Carbon/Sulphur - QCBatchID: ECS0106-MAR23													
Carbon (total)	0.005	%	<0.005			1	20				98	70	
Sulphur (total)	0.005	%	<0.005			5	20				102	70	
Carbon/Sulphur - QCBatchID: ECS0109-MAR23													
Sulphide	0.04	%	< 0.04			ND	20	113	80	120			

**SGS Canada Inc.**

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - K0L 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Project : PO#OSK-619

28-April-2023

Osisko Mining Inc.

Attn : Kim Nguyen

1100 Avenues des Canadiens-de-Montreal, Bureau
Montreal, QC
H3B- 2S2, Canada

Date Rec. : 19 April 2023
LR Report: CA11024-APR23
Reference: PO#OSK-619

Copy: #1

Phone: 514-206-3917
Fax:

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Analysis	1: Analysis Start Date	2: Analysis Start Time Completed	3: Analysis Date Completed	4: Analysis Time Completed	5: PFBH1	6: PFBH2	7: PFBH3	8: PFBH4	9: PFBH5	10: PFBH6	11: PFBH7
Sample Date & Time					N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
F [µg/g]	25-Apr-23	09:54	26-Apr-23	13:41	1	1	1	2	2	2	1
Br [µg/g]	25-Apr-23	23:04	28-Apr-23	08:50	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5
Hg [µg/g]	25-Apr-23	14:50	26-Apr-23	09:59	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Ag [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:45	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Al [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:45	10000	13000	14000	8300	12000	14000	7300
As [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:45	2.0	3.0	2.0	9.3	3.2	7.7	7.0
B [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:45	1	1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Ba [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:45	24	13	22	37	19	24	21
Be [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:45	0.04	0.05	0.11	0.18	0.11	0.17	0.16
Bi [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:45	< 0.09	0.14	< 0.09	< 0.09	0.19	0.12	0.23
Ca [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:45	21000	34000	32000	23000	19000	27000	19000
Cd [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:45	0.10	0.06	0.06	0.07	< 0.02	0.05	0.02
Co [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:46	21	30	21	31	24	19	6.1
Cr [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:46	9.6	47	7.1	22	7.5	17	7.2
Cu [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:46	40	58	35	66	28	44	17
Fe [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:46	17000	25000	43000	33000	38000	39000	18000
K [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:46	550	460	380	1300	560	680	770
Li [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:46	35	46	50	25	50	57	35
Mg [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:46	3400	4700	7800	5900	5300	5800	4000
Mn [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:46	340	480	930	820	740	920	400
Mo [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:46	1.1	0.4	0.6	1.0	0.6	0.9	1.6
Na [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:46	580	540	150	300	240	240	430
Ni [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:46	31	61	21	68	19	29	8.8
P [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:46	190	240	680	380	670	800	280
Pb [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:46	5.8	0.83	0.58	1.1	0.94	0.68	0.95
Sb [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:46	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8
Se [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:46	< 0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	< 0.1
Sn [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:46	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Sr [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:46	14	15	33	29	21	27	18
Ti [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:46	24	21	24	30	22	35	21
Tl [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:46	0.02	0.02	< 0.02	0.03	< 0.02	< 0.02	0.02
U [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:46	0.041	0.032	0.075	0.054	0.077	0.052	0.40
V [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:47	21	40	19	26	18	15	8



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - KOL 2H0

Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Project : PO#OSK-619

LR Report : CA11024-APR23

Analysis	1: Analysis Start Date	2: Analysis Start Time Completed	3: Analysis Date Completed	4: Analysis Time Completed	5: PFBH1	6: PFBH2	7: PFBH3	8: PFBH4	9: PFBH5	10: PFBH6	11: PFBH7
Zn [µg/g]	24-Apr-23	23:49	26-Apr-23	14:47	36	50	71	43	40	77	27

Analysis	12: PFBH8	13: PFBH9	14: PFBH10	15: PFBH11	16: PFBH12	17: PFBH13	18: PFBH14	19: PFBH15	20: PFBH16	21: SIBH17	22: SIBH18
Sample Date & Time	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
F [µg/g]	1	1	2	3	1	2	2	2	2	2	1
Br [µg/g]	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5
Hg [µg/g]	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Ag [µg/g]	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Al [µg/g]	22000	17000	20000	15000	6700	5800	21000	16000	20000	11000	21000
As [µg/g]	6.8	2.5	4.8	1.9	5.2	15	2.4	3.9	2.1	102	4.9
B [µg/g]	< 1	< 1	< 1	1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Ba [µg/g]	11	26	22	41	34	31	25	24	41	19	23
Be [µg/g]	0.28	0.24	0.23	0.20	0.15	0.12	0.23	0.22	0.20	0.19	0.15
Bi [µg/g]	0.29	0.10	< 0.09	< 0.09	0.10	0.10	< 0.09	0.10	< 0.09	0.29	< 0.09
Ca [µg/g]	37000	20000	17000	16000	9500	11000	15000	13000	22000	22000	44000
Cd [µg/g]	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.13	0.04	0.04	0.12	0.06
Co [µg/g]	27	16	18	13	5.3	5.5	18	13	16	19	29
Cr [µg/g]	11	4.9	4.9	9.0	12	16	3.8	9.7	5.3	5.2	30
Cu [µg/g]	82	29	42	30	6.4	12	41	38	33	58	67
Fe [µg/g]	77000	48000	53000	37000	14000	12000	56000	41000	50000	65000	62000
K [µg/g]	340	600	670	810	840	690	570	760	980	700	590
Li [µg/g]	91	57	74	59	28	24	81	76	89	30	65
Mg [µg/g]	13000	6500	7000	6400	2900	2800	7300	6900	7600	8600	14000
Mn [µg/g]	2000	760	870	610	260	290	820	530	720	1700	1100
Mo [µg/g]	0.5	1.1	1.1	1.3	1.6	2.6	0.9	1.3	1.4	1.6	0.7
Na [µg/g]	64	190	150	510	470	420	330	180	310	210	270
Ni [µg/g]	36	11	8.0	10	12	11	6.9	9.6	7.3	19	53
P [µg/g]	510	970	940	960	260	380	1400	1000	1400	770	440
Pb [µg/g]	1.8	1.6	1.1	2.2	1.8	2.7	3.5	3.3	2.0	3.0	0.82
Sb [µg/g]	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	0.9	< 0.8
Se [µg/g]	0.3	0.3	0.2	0.2	< 0.1	< 0.1	0.3	0.2	0.3	0.4	0.2
Sn [µg/g]	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Sr [µg/g]	59	22	22	22	13	15	15	18	16	21	34
Ti [µg/g]	32	170	63	380	89	120	300	180	430	31	39
Tl [µg/g]	< 0.02	0.03	< 0.02	0.03	0.06	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.02
U [µg/g]	0.044	0.16	0.097	0.20	0.55	0.48	0.15	0.19	0.15	0.11	0.062
V [µg/g]	48	14	14	17	11	11	13	14	12	20	70
Zn [µg/g]	80	81	96	79	20	23	140	110	92	64	73

Analysis	23: SIBH19	24: SIBH20	25: CRBH21	26: CRBH22	27: WTPBH1	28: WTPBH2	29: WTPBH3	30: WTPBH4	31: WTPBH5	32: WTPBH6
Sample Date & Time	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
F [µg/g]	2	3	< 1	1	1	< 1	1	2	< 1	1
Br [µg/g]	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5
Hg [µg/g]	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.12	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Ag [µg/g]	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Al [µg/g]	13000	13000	5600	6300	3500	3900	4300	6300	4400	6200



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - KOL 2HO

Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Project : PO#OSK-619

LR Report : CA11024-APR23

Analysis	23: SIBH19	24: SIBH20	25: CRBH21	26: CRBH22	27: WTPBH1	28: WTPBH2	29: WTPBH3	30: WTPBH4	31: WTPBH5	32: WTPBH6
As [µg/g]	2.5	1.8	14	35	19	17	20	29	19	33
B [µg/g]	< 1	1	1	1	1	1	1	1	< 1	2
Ba [µg/g]	24	52	28	27	38	31	29	29	29	41
Be [µg/g]	0.14	0.21	0.13	0.12	0.08	0.11	0.10	0.08	0.10	0.16
Bi [µg/g]	< 0.09	< 0.09	< 0.09	0.14	< 0.09	< 0.09	< 0.09	0.12	< 0.09	0.40
Ca [µg/g]	20000	19000	18000	11000	19000	22000	18000	20000	26000	9200
Cd [µg/g]	0.06	0.03	0.05	0.03	0.04	0.06	0.05	0.05	0.06	0.04
Co [µg/g]	10	8.6	10	6.2	8.4	7.5	7.4	14	9.5	13
Cr [µg/g]	2.9	9.5	9.8	7.7	3.7	7.2	7.6	5.9	5.7	23
Cu [µg/g]	38	37	19	18	6.6	15	7.7	19	14	39
Fe [µg/g]	30000	29000	20000	18000	19000	18000	19000	36000	20000	20000
K [µg/g]	580	990	620	1100	810	770	710	720	680	890
Li [µg/g]	39	33	13	18	8	7	11	22	14	14
Mg [µg/g]	5900	4700	4300	4900	5300	6900	5000	6300	5400	1900
Mn [µg/g]	620	550	490	220	350	390	380	720	420	210
Mo [µg/g]	0.8	0.7	1.3	1.3	0.8	1.3	1.3	1.0	1.3	2.9
Na [µg/g]	270	620	410	590	480	710	590	460	510	960
Ni [µg/g]	7.7	9.5	16	12	14	12	14	21	17	17
P [µg/g]	850	720	340	250	330	360	350	290	380	490
Pb [µg/g]	2.1	1.1	1.4	1.7	1.6	2.6	2.0	3.3	2.2	2.2
Sb [µg/g]	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8
Se [µg/g]	0.2	0.2	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1
Sn [µg/g]	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Sr [µg/g]	15	26	17	14	21	25	20	23	19	18
Ti [µg/g]	21	140	120	16	13	23	23	37	15	65
Tl [µg/g]	< 0.02	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.04
U [µg/g]	0.13	0.25	0.32	0.27	0.19	0.43	0.35	0.38	0.42	0.47
V [µg/g]	10	17	13	7	6	7	7	10	6	11
Zn [µg/g]	69	71	36	21	34	33	39	69	47	40

Analysis	33: PDBH1 12-22	34: PDBH1 22-31	35: PDBH2 12-22	36: PDBH2 22-31	37: PDBH3	38: PDBH4 7-17	39: PDBH4 17-27	40: PDBH5 13-26,5	41: PDBH5 3-13	42: PDBH6 7-17	43: PDBH6 17-26,5
Sample Date & Time	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
F [µg/g]	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
Br [µg/g]	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5
Hg [µg/g]	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Ag [µg/g]	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Al [µg/g]	4600	6000	3500	3600	6000	4500	3700	4600	4700	3900	6100
As [µg/g]	12	17	31	32	3.6	4.2	6.5	13	27	8.3	44
B [µg/g]	< 1	< 1	1	< 1	1	< 1	< 1	1	< 1	1	< 1
Ba [µg/g]	29	33	28	29	38	36	29	28	23	28	22
Be [µg/g]	0.10	0.15	0.11	0.09	0.10	0.11	0.10	0.10	0.07	0.08	0.08
Bi [µg/g]	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09	0.15	< 0.09	< 0.09	< 0.09	0.12	< 0.09	< 0.09
Ca [µg/g]	16000	24000	26000	23000	3700	11000	14000	25000	24000	8700	10000
Cd [µg/g]	0.03	0.04	0.04	0.04	< 0.02	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.07
Co [µg/g]	8.5	14	6.3	11	6.2	5.3	5.2	11	16	5.8	8.9
Cr [µg/g]	9.4	7.3	18	6.0	18	21	8.4	5.5	10	7.0	5.1
Cu [µg/g]	22	17	16	11	11	10	18	12	19	6.9	25
Fe [µg/g]	18000	23000	23000	24000	16000	15000	15000	21000	29000	16000	25000
K [µg/g]	590	800	760	900	710	760	620	760	600	640	550

Results relate only to the sample tested. Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at <https://www.sgs.ca/en/terms-and-conditions> (Printed copies are available upon request.)

Test method information available upon request. *Temperature Upon Receipt* is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc. Environment-Health & Safety statement of conformity decision rule does not consider uncertainty when analytical results are compared to a specified standard or regulation.

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Project : PO#OSK-619
LR Report : CA11024-APR23

Analysis	33: PDBH1 12-22	34: PDBH1 22-31	35: PDBH2 12-22	36: PDBH2 22-31	37: PDBH3 PDBH4 7-17	38: PDBH4 17-27	39: PDBH4 17-27	40: PDBH5 13-26,5	41: PDBH5 3-13 PDBH6 7-17	42: PDBH6 7-17	43: PDBH6 17-26,5
Li [µg/g]	13	11	6	4	12	7	7	13	16	6	26
Mg [µg/g]	3600	4800	10000	8900	3600	3600	3900	5000	7000	3200	4300
Mn [µg/g]	400	650	710	630	160	220	250	480	640	230	420
Mo [µg/g]	1.0	1.7	3.3	1.2	1.8	3.2	1.0	1.1	2.2	0.7	1.3
Na [µg/g]	420	460	540	600	540	640	520	630	430	730	420
Ni [µg/g]	14	18	15	17	13	11	11	14	22	9.7	15
P [µg/g]	350	310	340	330	270	300	320	330	300	240	250
Pb [µg/g]	1.3	1.0	1.8	2.1	1.6	1.5	1.5	1.2	1.7	2.0	2.0
Sb [µg/g]	< 0.8	< 0.8	0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8
Se [µg/g]	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1
Sn [µg/g]	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Sr [µg/g]	16	14	15	15	28	27	17	15	14	15	11
Ti [µg/g]	85	22	23	20	290	110	85	12	18	32	13
Tl [µg/g]	0.03	0.03	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03	0.02	0.02
U [µg/g]	0.39	0.31	0.20	0.21	0.37	0.33	0.28	0.30	0.25	0.18	0.19
V [µg/g]	8	8	7	7	17	11	9	6	7	8	8
Zn [µg/g]	37	39	33	31	28	23	27	40	52	21	60

Analysis	44: PDBH7 9-18,5	45: PDBH7 4-9	46: PDBH8 10-15	47: PDBH8 15-20	48: PDBH9 11-15	49: PDBH10 9-12
Sample Date & Time	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
F [µg/g]	1	1	1	< 1	1	1
Br [µg/g]	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5
Hg [µg/g]	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Ag [µg/g]	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Al [µg/g]	4100	3600	6000	5300	4900	5100
As [µg/g]	14	11	16	36	4.4	8.3
B [µg/g]	1	1	2	< 1	1	1
Ba [µg/g]	34	30	36	21	32	54
Be [µg/g]	0.09	0.09	0.13	0.08	0.12	0.11
Bi [µg/g]	< 0.09	< 0.09	0.10	0.12	< 0.09	< 0.09
Ca [µg/g]	8000	10000	20000	38000	5800	8100
Cd [µg/g]	0.02	0.03	0.05	0.07	0.03	0.05
Co [µg/g]	5.8	6.2	12	18	4.5	6.2
Cr [µg/g]	15	4.4	11	12	15	18
Cu [µg/g]	8.7	7.5	20	26	8.2	11
Fe [µg/g]	16000	16000	24000	43000	13000	14000
K [µg/g]	860	750	800	520	590	650
Li [µg/g]	5	5	15	14	7	8
Mg [µg/g]	3300	4100	4400	7700	3100	3400
Mn [µg/g]	210	240	490	940	190	720
Mo [µg/g]	2.8	0.9	1.7	2.3	0.9	1.9
Na [µg/g]	840	730	820	440	590	590
Ni [µg/g]	11	10	18	31	12	14
P [µg/g]	200	210	290	250	250	330
Pb [µg/g]	2.4	2.5	1.6	1.7	2.0	2.0
Sb [µg/g]	< 0.8	< 0.8	< 0.8	0.8	< 0.8	< 0.8
Se [µg/g]	< 0.1	< 0.1	0.1	0.2	< 0.1	0.1
Sn [µg/g]	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Sr [µg/g]	12	13	25	24	25	24

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Project : PO#OSK-619

LR Report : CA11024-APR23

Analysis	44: PDBH7 9-18,5	45: PDBH7 4-9	46: PDBH8 10-15	47: PDBH8 15-20	48: PDBH9 PDBH10 11-15	49: PDBH10 9-12
Ti [µg/g]	16	16	47	23	270	210
Tl [µg/g]	0.03	0.03	0.04	0.04	0.02	0.04
U [µg/g]	0.16	0.15	0.35	0.29	0.25	0.36
V [µg/g]	7	6	10	8	17	15
Zn [µg/g]	14	18	40	57	20	26

Catharine Arnold
Catharine Arnold, B.Sc., C.Chem
Project Specialist,
Environment, Health & Safety



DATE: 15 April 2024

TO: Windfall Mining Group



REF: Characterization of Construction Rock from the Multi-Services Complex Pad per 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral' Guidance

**ATTACHMENT C – FRENCH-LANGUAGE COPY OF THE
'CHARACTERIZATION OF CONSTRUCTION ROCK FROM THE
MULTI-SERVICES COMPLEX PAD PER 'GUIDE DE
CARACTÉRISATION DES RÉSIDUS MINIERS ET DU MINÉRAI'
GUIDANCE' MEMO**

À :

Windfall Mining Group

DE :

Ecometrix
Daniel Skruch

REF :

Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral

DATE :

15 avril 2024

SOMMAIRE DE LA CARACTÉRISATION DES ROCHES DE CONSTRUCTION

Ce mémo technique fournit un résumé d'un programme ciblé de caractérisation des roches de construction entrepris sur le site Windfall pour d'évaluation des impacts sur l'environnement afin de comprendre les risques potentiels géochimiques des roches de mine provenant de la zone de l'empiètement du bâtiment multi-services. Cette zone d'excavation devrait englober un volume d'environ 150 000 t de roche-mère qui n'a jamais été affectée par des activités anthropogéniques.

Il est prévu de récupérer la roche d'excavation et de l'utiliser sur place à des fins de construction. Le processus de caractérisation de cette roche d'excavation a été entrepris en conformité avec les directives du Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral (MELCCFP 2020). Ce mémo est considéré comme un référentiel complet de tous les échantillonnages géochimiques de cette zone d'excavation spécifiques qui n'ont pas été échantillonnées auparavant.

Un nombre représentatif d'échantillons de roche provenant des zones d'excavation prévues de l'empiètement du bâtiment multi-services ont été caractérisés dans le cadre de cette évaluation. La campagne de forage achevée en mars 2023, comprenait la collecte d'échantillons spatialement représentatifs de cette zone.

Les analyses de laboratoire (**Tableau 1**) menées sur les échantillons récupérés ont été effectuées par SGS Lakefield, ON, et ALS Canada, tous deux des laboratoires accrédités par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) pour les analyses effectuées.

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group



RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai

Tous les matériaux caractérisés constituent des roches mères n'ayant jamais été affectées par l'activité humaine. Le matériau rocheux d'excavation caractérisé dans le cadre de cette évaluation est considéré comme étant exempt de cyanure, ainsi que de contamination par des composés organiques, radioactifs ou inflammables.

Compte tenu des caractéristiques de comptabilisation acido-basiques établies dans cette évaluation, les roches d'excavation issues de ces zones peuvent être considérées comme non-potentiellement génératrices d'acide. En outre, compte tenu de la teneur en solides et de la caractérisation SPLP et CTEU-9, les roches d'excavation évaluées sont également considérées comme étant non-lixiviables.

En résumé, la roche issue de cette zone d'excavation est considérée comme présentant un risque faible, car elle s'avère non-génératrice d'acide, n'est pas considérée comme étant lixiviable, et n'est contaminée ni par du cyanure, ni par des composés organiques, radioactifs ou inflammables. Ce matériau rocheux d'excavation est considéré à faible risque et géochimiquement adapté à la construction sur le site.

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group



RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai

CONSTRUCTION ROCK CHARACTERIZATION SUMMARY

This technical memo provides a summary of a focused construction rock characterisation program undertaken at the Windfall site as part of the site's Environmental Impact Assessment to understand the potential geochemical risks of rock from the Multi-Services Complex pad excavation zone. This excavation zone is planned to encompass a combined volume of approximately 150,000 tonnes of bedrock that has not previously been affected by anthropogenic activities.

The excavation rock is planned to be recovered and used on-site for construction purposes. Characterization of this excavation rock was undertaken to be consistent with the guidance of the Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai (MELCCFP 2020). This memo is considered to a complete repository of all geochemical sampling and characterization results from this excavation zone that has not previously been sampled.

A representative number of rock samples from within the planned excavation zones at the 'Multi-Services Complex Pad' were characterized in this assessment. A drilling campaign was completed in March 2023, that considered spatially representative sample collection from this zone.

Laboratory analyses (**Table 1**) on the recovered samples were completed at SGS Lakefield, ON and ALS Canada, both laboratories accredited by the Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) for the performed analyses.

All materials characterized represent bedrock that has not been affected by human activity. The excavation rock characterized in this assessment are not considered to be cyanide-containing, contaminated by organic compounds, radioactive, nor flammable as per the 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai' (MELCCFP 2020).

As per the 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai' (MELCCFP 2020) guidance and the acid-base-accounting characteristics evaluated in this assessment the excavation rock from these zones is considered to be non-potentially acid generating. Additionally, in consideration of the solids contents and supporting SPLP and CTEU-9 testing, the excavation rock evaluated is also not considered to be leachable.

In summary, as per the 'Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai' (MELCCFP 2020) guidance, rock from this planned excavation zone is considered to be of low-risk for use as construction material, as it is not considered to be acid generating, leachable, cyanide-containing, contaminated with organic compounds, radioactive, or flammable. This low-risk excavation rock is considered to be geochemically suitable for construction use on-site.

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group



RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai

INTRODUCTION

Ce mémo technique fournit un résumé d'un programme ciblé de caractérisation de la roche de construction entrepris sur le site Windfall dans le cadre de l'évaluation de l'impact environnemental du site afin de comprendre les risques géochimiques potentiels de la roche provenant de la zone d'excavation de la plateforme du complexe multiservice. Il est prévu d'utiliser la roche de cette zone pour la construction du site. La stratégie de caractérisation de la roche a été entreprise pour être cohérente avec les orientations du Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai (MELCCFP 2020), ci-après dénommé « *Guide de caractérisation* », bien que ce matériau ne soit pas considéré comme un déchet minier.

Le site du projet Windfall est situé dans la région administrative du Nord du Québec, à environ 115 km à l'est de Lebel-sur-Quévillon et à environ 175 km au nord-est de Val-d'Or (**Figure 1**). Le projet Windfall est actuellement à un stade avancé d'exploration et son exploitation devrait débuter en 2025. Le plan prévu pour l'infrastructure du projet est indiqué dans la **Figure 2** à titre de référence. L'emplacement de la zone de caractérisation est indiqué dans la **Figure 3**.

Ce mémo est considéré comme un recueil complet de tous les échantillons géochimiques prélevés dans les zones d'excavation du complexe multiservice et qui n'ont pas été échantillonnés auparavant. Un rapport élargi sur la caractérisation géochimique des stériles et du minerai qu'il est proposé de stocker sur le site Windfall dans le cadre des opérations minières actives est disponible dans WSP (2023a).

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group

RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral

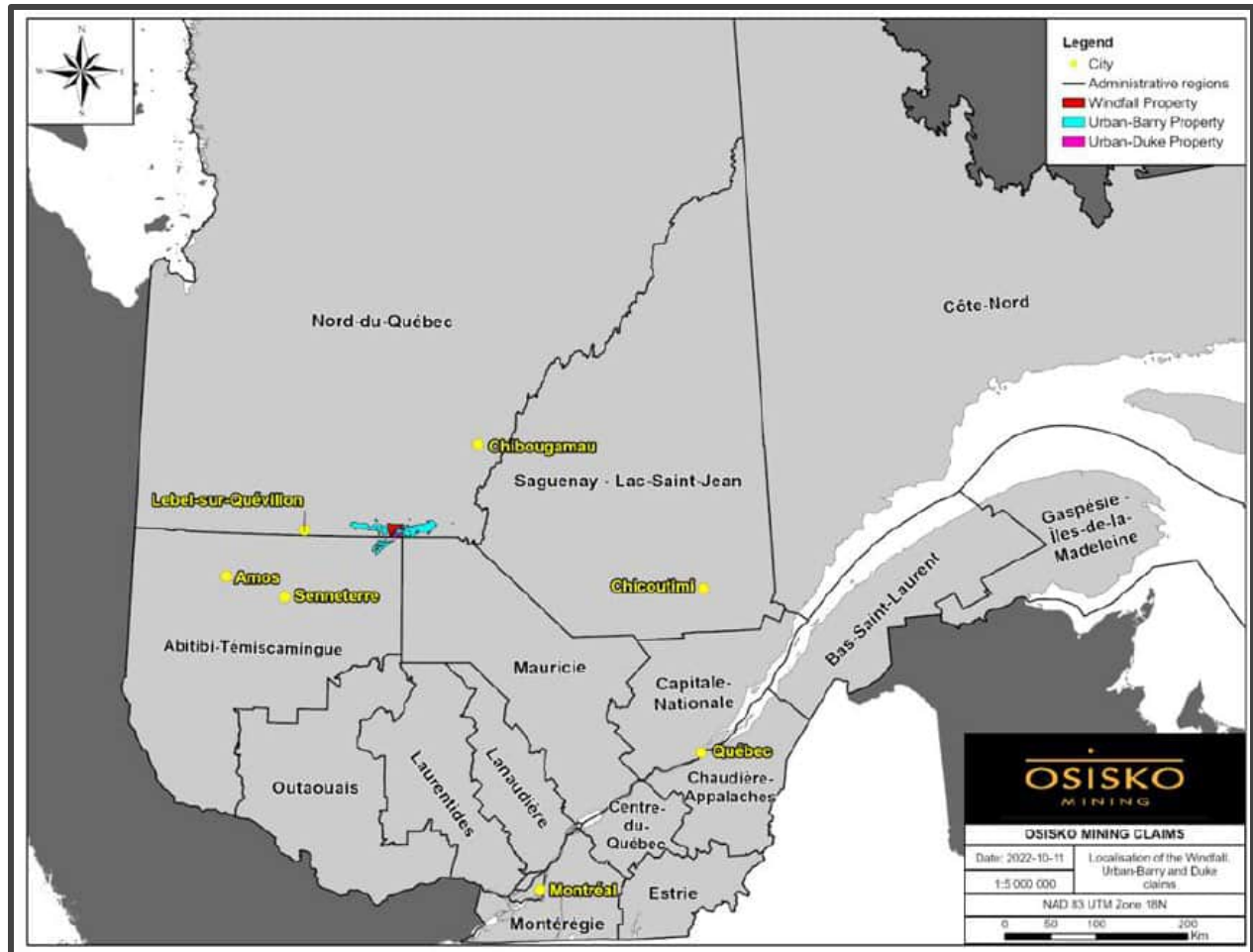


Figure 1 : Emplacement du site Windfall (en rouge)

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group

RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai

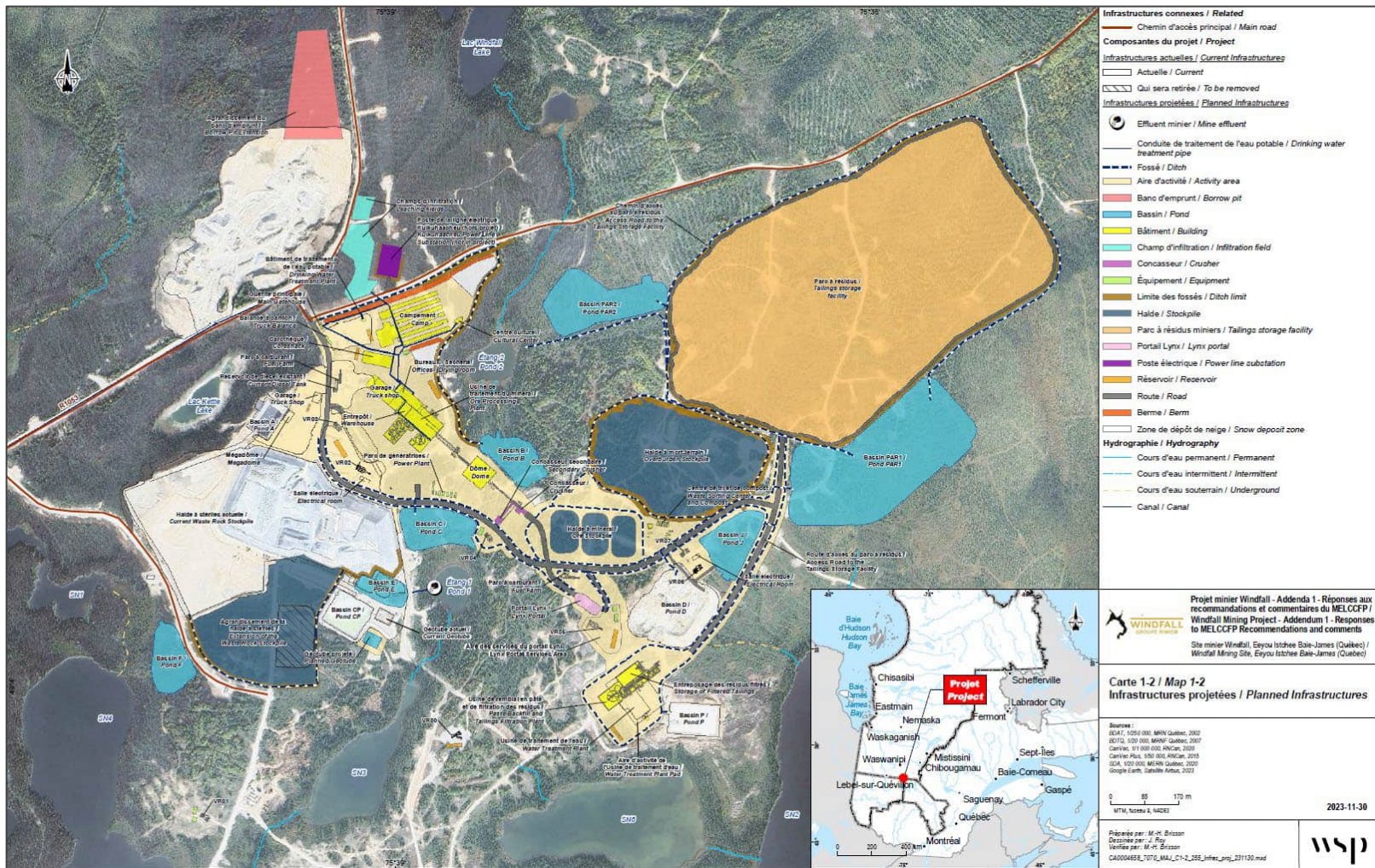


Figure 2 : Site de Windfall – Plan d'infrastructure prévu par le projet (adapté de WSP 2023b)

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group

RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai

INFORMATIONS GÉNÉRALES SUR LE CONTEXTE GÉOLOGIQUE DU PROJET ET LES MATÉRIAUX CARACTÉRISÉS

Le site du projet Windfall est situé dans la sous-province de l'Abitibi de la province archéenne du lac Supérieur, dans la partie centrale de la ceinture de roches vertes Urban-Barry. Le gisement Windfall est un gisement d'or hydrothermal lié à une intrusion de la formation Macho qui se compose principalement de roches volcaniques felsiques et intermédiaires, y compris des unités de tuf et de lave (WSP 2023a).

Les unités lithologiques des stériles du site minier élargi qui devraient être rencontrées dans le cadre des opérations minières actives sont décrites comme suit, d'après les observations des diagraphies et les analyses géochimiques effectuées par Windfall Mining Group :

- V1 : Roches intrusives felsiques (rhyolite/dacite);
- V2 : Roches volcaniques intermédiaires à mafiques (basalte/andésite);
- I1 Frg : Roches intrusives felsiques (granodiorite fragmentaire);
- I1P/I2P : Roches intrusives felsiques (granodiorite);
- I2F/I13 : Roches intrusives felsiques (granodiorite avec hématite);
- I3A : Roches intrusives mafiques (gabbro/diorite);
- S6 : Sédiments.

Comme indiqué dans WSP (2023a), le quartz et la muscovite sont les minéraux les plus abondants dans les échantillons de stériles du site. La teneur en quartz est la plus élevée dans les lithologies felsiques (V1, I2P, I2F, I1P, I1 Frg) et la teneur en muscovite varie selon les unités.

Le principal sulfure présent dans les stériles du site est la pyrite, tandis que les carbonates sont principalement présents sous forme de calcite ou de dolomite, avec un peu d'ankérite identifiée dans la plupart des échantillons et un peu de sidérite dans une petite partie des échantillons.

La zone d'excavation du complexe multiservice n'a pas fait l'objet d'une caractérisation approfondie et on s'attend généralement à ce qu'elle englobe les mêmes unités lithologiques que le site minier dans son ensemble. Ce mémo présente un résumé des caractéristiques géochimiques de la roche échantillonnée dans cette zone d'excavation.

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group

RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai

PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE

Le nombre d'échantillons sélectionnés a été basé sur la quantité estimée de matériau à excaver et pour dépasser les relations de quantité d'échantillons comme recommandé dans la section 3.2.2 du *Guide de caractérisation*.

Pour la plateforme du complexe multiservice, dont le volume d'excavation est estimé à 150 000 tonnes, 22 échantillons de roche d'excavation ont été prélevés. Un exemple de coupe transversale de la zone est présenté à la **Figure 4**. La profondeur maximale forée dans la zone du complexe multiservice, compte tenu des profondeurs d'excavation prévues et d'une distance tampon supplémentaire au-delà de la zone ciblée, était de 34,25 pieds.

Une campagne de forage comprenant des forages spatialement représentatifs et la collecte d'échantillons dans cette zone ont été planifiées et mises en œuvre en mars 2023. La répartition spatiale des forages est présentée à la **Figure 5**. Notez que ces emplacements ont été marqués avec des piquets par le personnel de Windfall Mining Group avant la campagne de forage et que les élévations de surface ont été relevées (**Figure 6**). Les coordonnées et les profondeurs des trous de forage pour chaque emplacement sont incluses dans l'**annexe A**.

L'opérateur de l'appareil de forage a reçu l'instruction de forer à travers les morts-terrains et légèrement au-delà de la profondeur d'excavation prévue pour chaque zone. Les déblais de la roche d'excavation produits par l'appareil de forage ont généralement été récupérés et composés sur des intervalles de 5 pieds – une photographie des déblais de l'appareil de forage est présentée à la **Figure 7**. Environ 500 g de déblais ont été échantillonnés pour chaque intervalle de 5 pieds. Les échantillons de chaque forage ont ensuite été composés pour être envoyés au laboratoire afin d'obtenir des échantillons représentatifs de la profondeur d'excavation prévue pour chaque forage.

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group

RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral

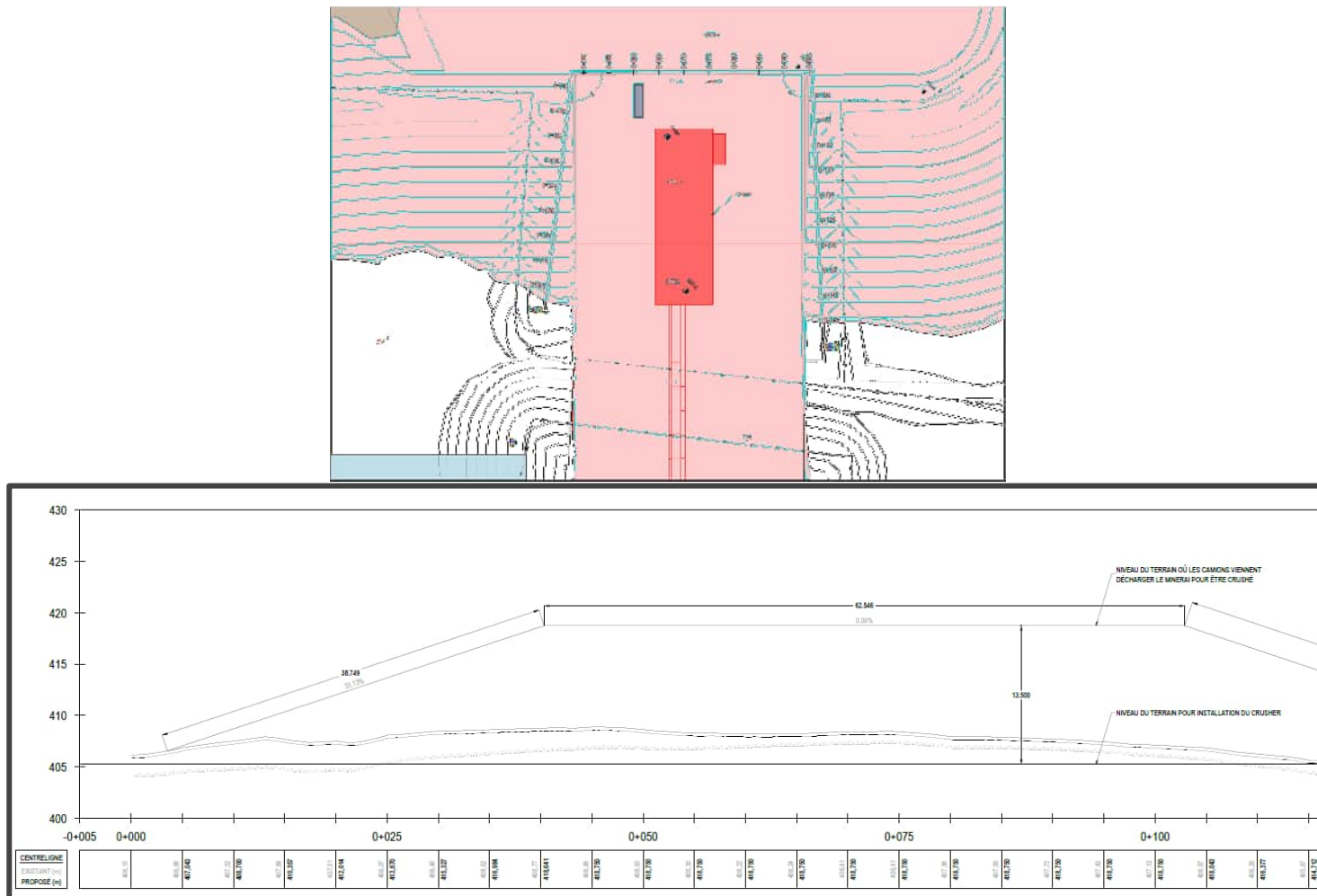


Figure 4 : Exemple de coupe transversale à l'intérieur de la zone d'excavation du complexe multiservice (adapté de Windfall Mining Group, comm. pers., 6 mars 2023, nom du fichier « proposed_mur_soutenement_2022-10-05.pdf ») »

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group

RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral

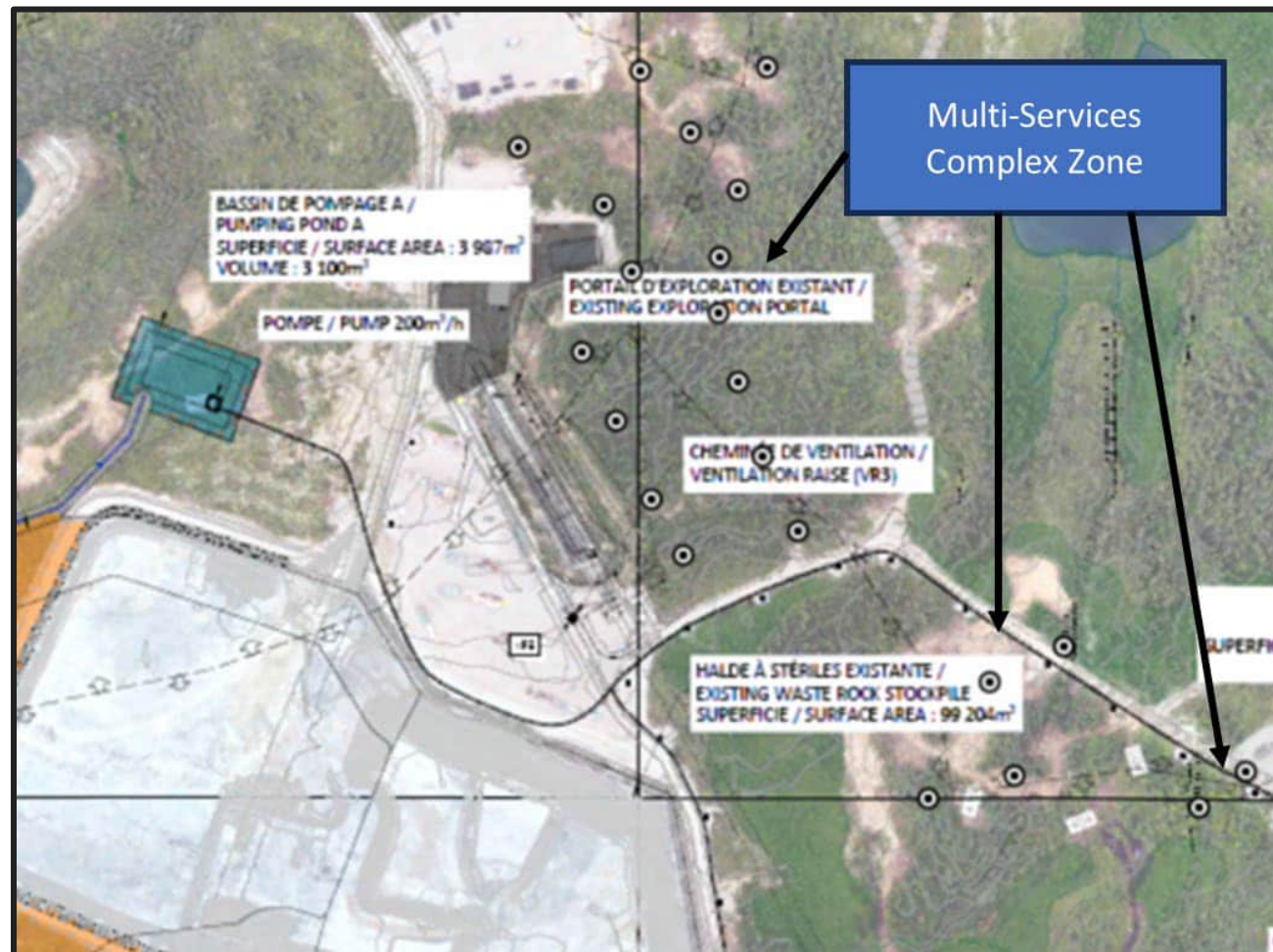


Figure 5 : Répartition spatiale des trous de forage d'échantillonnage dans la zone du complexe multiservice

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group

RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral



Figure 6 : Piquet marquant l'emplacement d'un trou de forage sur la plateforme du complexe multiservice (SI-BH17)

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group



RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral



Figure 7 : Photographies montrant les déblais de la roche d'excavation

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group



RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai

MÉTHODES D'ANALYSE ET PROTOCOLES D'ESSAI

Les analyses effectuées sur les échantillons de solides dans le cadre de la présente évaluation sont résumées dans le **Tableau 1**. Les essais statiques de génération d'acide (ABA), les teneurs en solides, les essais CTEU-9 et SPLP ont été réalisés par SGS Lakefield, en Ontario. L'analyse du carbone total et du soufre total a été réalisée par ALS Canada. Les deux laboratoires sont agréés par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) pour les analyses effectuées. Toutes les analyses ont été effectuées en avril et mai 2023.

Il convient de noter que les matériaux de la roche d'excavation caractérisée dans cette évaluation ne sont pas considérés comme contenant du cyanure, contaminés par des composés organiques, radioactifs ou inflammables. La roche d'excavation est un substrat rocheux qui n'a pas été affecté par l'activité humaine.

Tableau 1 : Roche d'excavation de Windfall – Liste des analyses effectuées et critères de comparaison

Analyse Complétée	Critères d'évaluation
Bilan acide base (BAB)	Guide de caractérisation des résidus minier et du minerai (MELCCFP, 2020)
Analyse de la teneur en solides (MA. 200 - Met 1.2)	Guide d'intervention - protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés (MELCCFP, 2021) Annexe 1 (Supérieur) et Annexe 2
Essais CTEU-9 (MA. 100 - Lix.com.1.1)	Guide d'intervention - protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés (MELCCFP, 2021) Annexe 7- Résurgence dans l'eau de surface Critères de qualité
Essais SPLP (MA. 100 - Lix.com.1.1)	

Remarque :

1) Toutes les analyses ont été effectuées dans un laboratoire agréé par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) pour les analyses effectuées.

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group



RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai

ANALYSE ET RÉSULTATS DES TESTS

Les données de localisation de chaque échantillon et tous les résultats d'analyse sont résumés dans l'**annexe A** et les certificats d'analyse des laboratoires respectifs sont inclus dans l'**annexe B**.

Les matériaux d'excavation sont destinés à être utilisés pour la construction sur le site et les résultats des tests des deux zones d'excavation sont interprétés dans leur ensemble.

Essais statiques de génération d'acide (*Acid Base Accounting*)

Les caractéristiques ABA utilisées pour déterminer le risque potentiel de production d'acide dans les matériaux miniers comprennent le potentiel acide (PA), calculé à partir de la teneur en sulfure et en soufre, et le potentiel de neutralisation (PN), qui peut être estimé de plusieurs manières. Le PA et le PN sont présentés en unités de kg CaCO₃/tonne qui représentent les kilogrammes d'équivalent carbonate de calcium par tonne de roche. Le PN est généralement mesuré à l'aide d'une modification de la méthode Sobek, qui consiste à ajouter un acide fort à un échantillon, à le laisser réagir et à mesurer l'acide restant pour déterminer la quantité d'acide consommée.

L'Acisol-NP (MA. 110 – ACISOL 1.0 dans CEAE, 2014) est l'une de ces méthodes similaires d'estimation du PN. Une autre méthode d'estimation du PN consiste à mesurer le carbonate (CO₃) dans l'échantillon et à calculer la teneur équivalente en CaCO₃. Le rapport PN/PA est ensuite utilisé pour déterminer si le matériau possède un PN suffisant pour consommer l'acide produit si tout le sulfure-soufre est oxydé. Si le PA dépasse le PN, ce qui donne un rapport PN/PA inférieur à 1, la matière est classée comme potentiellement acidogène.

Théoriquement, une unité de PA (S) produit 2 unités d'acide (H⁺). De plus, théoriquement, une unité de NP (sous forme de CaCO₃) consommera 1 ou 2 unités d'acide, en fonction des conditions physio-chimiques dans lesquelles les réactions de neutralisation se produisent (Price, 2009). Par conséquent, par mesure de prudence, on suppose que 2 unités de PN seront nécessaires pour neutraliser l'acide provenant d'une unité de PA afin de maintenir indéfiniment des conditions neutres dans le matériau minier et de classer le matériau comme non potentiellement acidogène. Cela signifie que le rapport PN/PA doit être supérieur à 2 pour maintenir des conditions neutres, en théorie. Les matériaux dont les valeurs du RPN sont comprises entre 1 et 2 peuvent être classés comme ayant un potentiel acidogène « incertain ». Une approche de précaution courante consiste à supposer que les matériaux classés comme incertains sont traités de manière prudente, soit comme étant potentiellement acidogènes.

Une étude a été réalisée à partir d'un sous-ensemble d'échantillons qui a identifié que le potentiel de neutralisation des carbonates (PN-Carb) était bien corrélé avec le PN-Acisol dans la roche d'excavation – voir la **Figure 8**. De ce fait, et compte tenu de l'« efficacité » typique du

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group



RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai

PN-Carb, cette estimation du PN disponible a été privilégiée dans cette enquête. Il a également été observé que les teneurs en carbone total étaient bien corrélées avec les teneurs en carbonates – voir la **Figure 9**. Ainsi, les teneurs en carbone sont utilisées pour estimer les teneurs en carbonates et en PN-Carb.

Les espèces de sulfure ont également été mesurées et il a été observé que les teneurs en soufre total étaient bien corrélées avec les teneurs en sulfure – voir la **Figure 10**. Ainsi, les teneurs en soufre total ont été utilisées comme une estimation prudente du potentiel acide (PA) de la roche d'excavation.

Le ratio représenté par le PN-Carb divisé par le PA est appelé ratio du potentiel de neutralisation des carbonates (RPN-Carb) et a été utilisé comme mesure clé pour évaluer le potentiel de génération d'acide des échantillons de roche.

Une considération ABA supplémentaire pour cerner les matériaux non potentiellement acidogènes présentés dans le *Guide de caractérisation* est que le potentiel de neutralisation net (PNN), la différence entre le potentiel de neutralisation et le potentiel de génération d'acide ($PNN = PN - PA$), doit être supérieur à 20 kg $CaCO_3$ /tonne. Les valeurs PN-Carb net ($PN-Carb\ net = PN-Carb - PA$) ont été utilisées dans cette évaluation pour soutenir la détermination des matériaux non potentiellement acidogènes.

Conformément aux orientations du *Guide de caractérisation*, il convient de noter que la majorité des échantillons caractérisés présentent des teneurs en soufre total supérieures à 0,04 %, résumées dans le **Tableau 2**, et doivent donc être évalués afin de déterminer le potentiel acidogène. Il convient également de noter qu'aucun échantillon ne présentait une teneur totale en soufre supérieure à 5 % et qu'il n'est pas supposé être de facto acidogène.

Les résultats de l'ABA sont présentés et résumés dans le **Tableau 2**. Selon le *Guide de caractérisation*, environ 91 % des échantillons sont considérés comme non potentiellement acidogènes. Environ 9 % (2 sur 22) des échantillons peuvent être considérés comme potentiellement acidogènes, deux échantillons ayant un RPN-Carb inférieur à 2 avec des valeurs de 1,97 et 1,73; toutefois, il est à noter que ces échantillons avaient des valeurs de PN-Carb net de 32 et 51 kg $CaCO_3$ /tonne respectivement.

Un graphique des teneurs du RPN-Carb en fonction des teneurs en soufre est présenté à la **Figure 11** et montre la distribution des échantillons potentiellement acidogènes.

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group

RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai

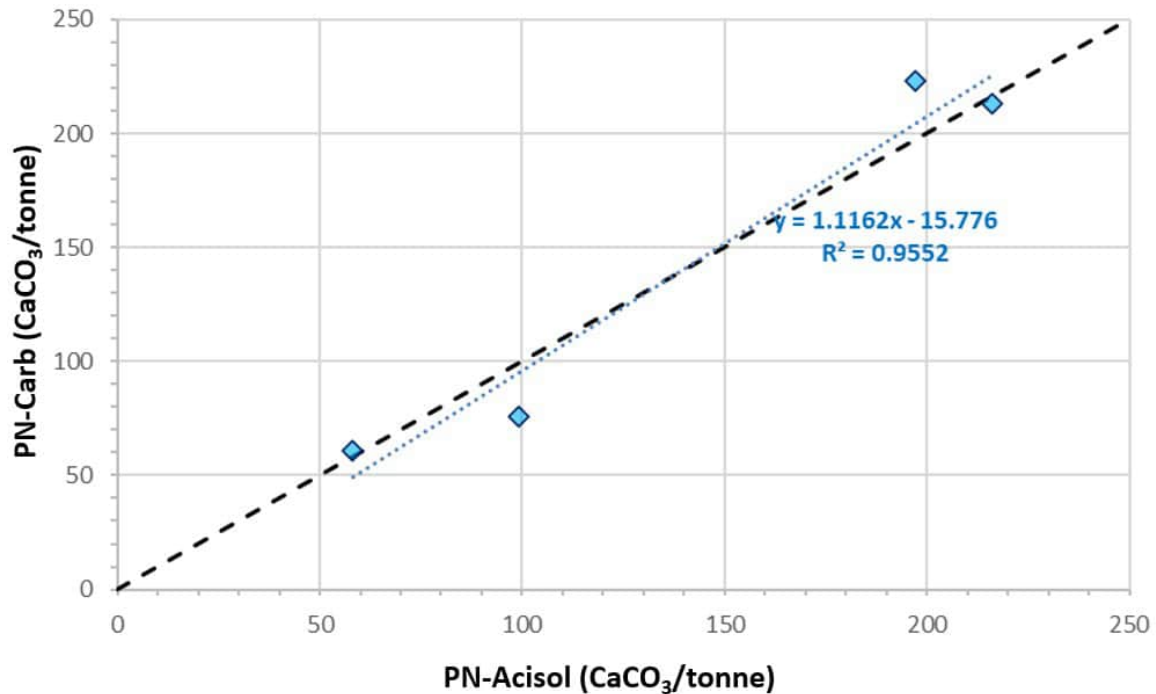


Figure 8 : Roche d'excavation du complexe multiservice – PN-Carb contre PN-Acisol dans les déblais

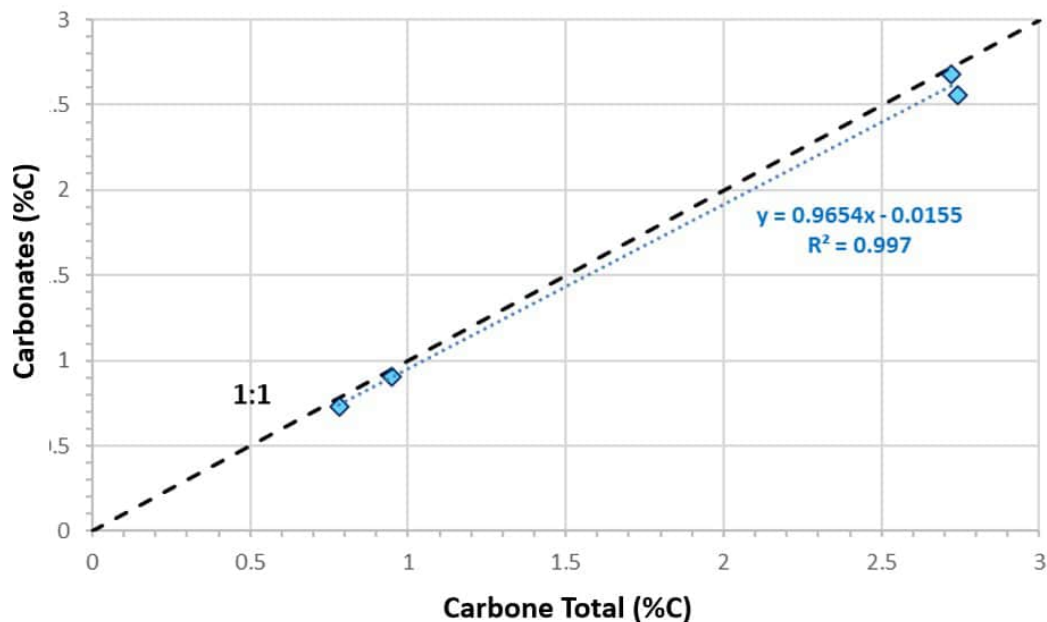


Figure 9 : Roche d'excavation du complexe multiservice – Carbonate (% C) contre carbone total (% C) dans les déblais

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group

RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai

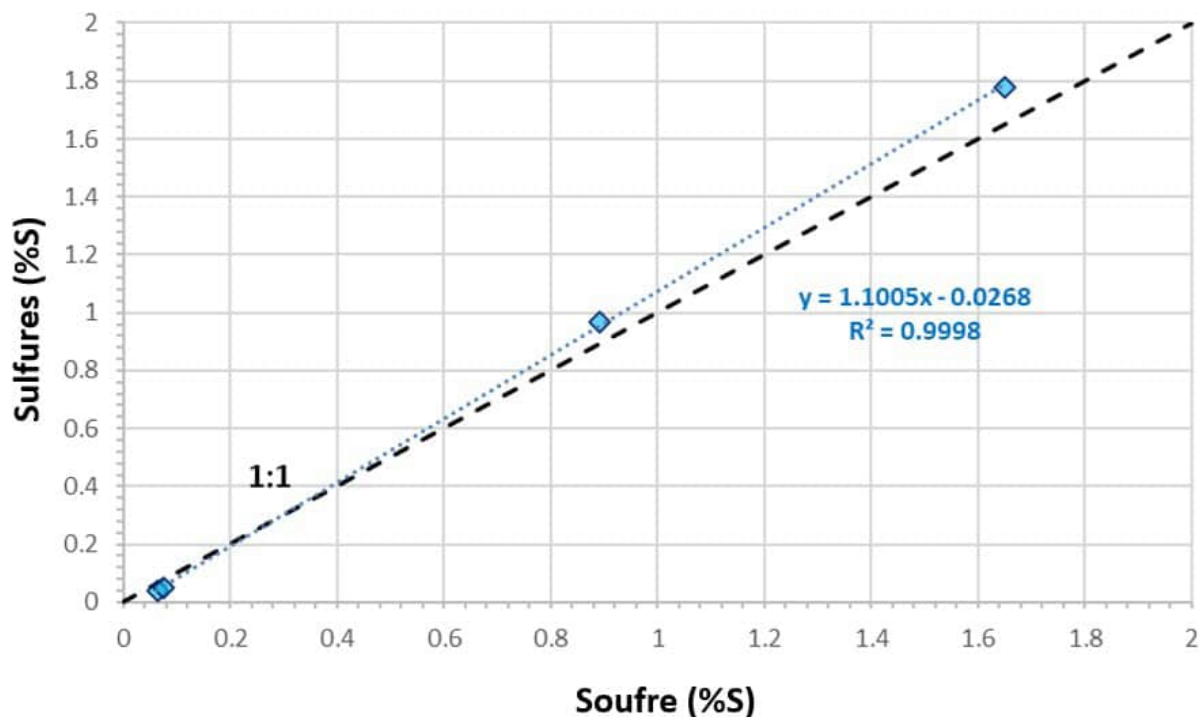
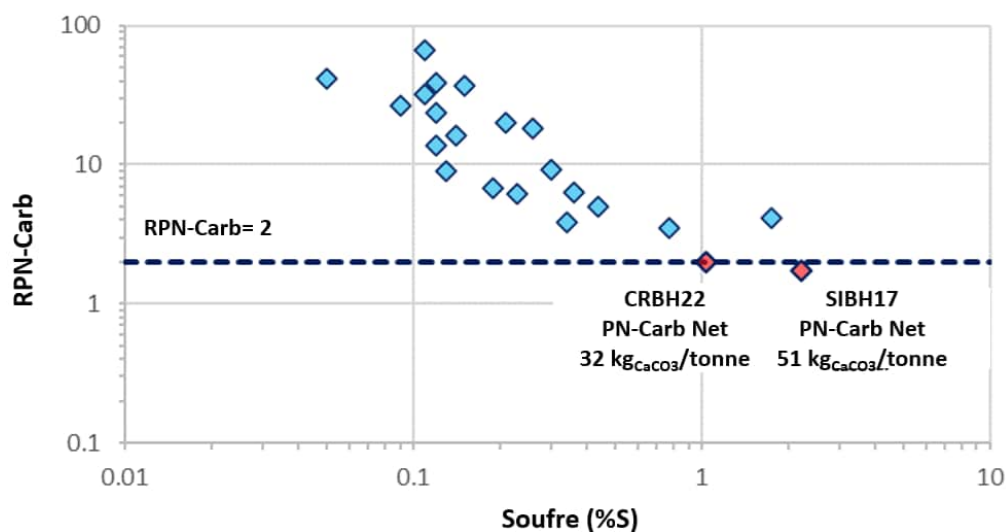


Figure 10 : Roche d'excavation du complexe multiservice – Sulfure (% S) contre soufre total (% S) dans les déblais



Remarque : Les losanges rouges indiquent les échantillons de roche d'excavation dont le RPN-Carb est inférieur à 2.

Figure 11 : Roche d'excavation du complexe multiservice – RPN-Carb contre la teneur en soufre des déblais

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group

RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai

Tableau 2 : Roche d'excavation du complexe multiservice – Résumé de la caractérisation ABA

Paramètre		Complex Multi Services (n=22)
Carbone total (%C)	Moyenne	1.18
	Ecart type	0.67
	Minimum	0.44
	Maximum	2.72
	25ème Percentile	0.7325
	75ème Percentile	1.61
Soufre total (%S)	Moyenne	0.42
	Ecart type	0.56
	Minimum	0.05
	Maximum	2.24
	25ème Percentile	0.12
	75ème Percentile	0.38
PN-Carb kg_{CaCO3}/tonne	Moyenne	98.37
	Ecart type	55.58
	Minimum	36.67
	Maximum	226.67
	25ème Percentile	61.04
	75ème Percentile	134.17
RPN-Carb	Moyenne	17.78
	Ecart type	16.65
	Minimum	1.73
	Maximum	65.94
	25ème Percentile	4.80
	75ème Percentile	28.06
PN-Carb Net kg_{CaCO3}/tonne	Moyenne	85.22
	Ecart type	53.53
	Minimum	30.21
	Maximum	223.23
	25ème Percentile	45.18
	75ème Percentile	127.84

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group



RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai

Teneur en solides

Les résultats résumés pour les constituants qui ont des critères de comparaison de référence selon l'annexe 1 (province Supérieur) et l'annexe 2 du *Guide d'intervention* (MELCCFP, 2021) sont présentés dans le **Tableau 3**. Les analyses complètes des teneurs en solides pour tous les paramètres sont incluses dans l'**annexe A**, dans un souci d'exhaustivité.

La teneur moyenne en arsenic de tous les échantillons de roche d'excavation (n=22) était de 10,9 mg/kg et environ 41 % de tous les échantillons présentaient des teneurs en arsenic supérieures à la valeur du critère de référence régional de 5 mg/kg. Plus de 10 % des échantillons présentaient des teneurs en solides de cuivre, de manganèse ou de nickel supérieures à leurs critères comparatifs respectifs. Pour tous les autres paramètres, moins de 10 % des échantillons dépassent leurs valeurs de référence régionales respectives. Des informations statistiques supplémentaires sur la distribution des teneurs en arsenic, en cuivre, en manganèse et en nickel sont présentées dans le **Tableau 4**.

Tableau 3 : Roche d'excavation du complexe multiservice – Résumé des teneurs en solides (n=22)

Paramètre		Unité	Critère A Teneur en solides	Nombre des échantillons supérieur aux valeurs du critère A	Pourcentage des échantillons avec des teneurs en solides supérieur aux valeurs du critère A	Valeur de la teneur moyenne (mg/kg)
Arsenic	As	mg/kg	5	9	41%	10.9
Barium	Ba	mg/kg	240	0	0%	26.7
Bromide	Br	mg/kg	6	0	0%	1.5
Cadmium	Cd	mg/kg	0.9	0	0%	0.05
Chromium	Cr	mg/kg	100	0	0%	11.8
Cobalt	Co	mg/kg	30	1	5%	16.7
Copper	Cu	mg/kg	65	3	14%	38.1
Fluoride	F	mg/kg	200	0	0%	1.6
Lead	Pb	mg/kg	40	0	0%	1.9
Manganese	Mn	mg/kg	1000	3	14%	735
Mercury	Hg	mg/kg	0.3	0	0%	0.05
Molybdenum	Mo	mg/kg	8	0	0%	1.1
Nickel	Ni	mg/kg	50	3	14%	21.2
Selenium	Se	mg/kg	3	0	0%	0.2
Silver	Ag	mg/kg	0.5	0	0%	0.5
Tin	Sn	mg/kg	5	0	0%	5.0
Zinc	Zn	mg/kg	150	0	0%	63.6

Remarque :

Les cellules grisées indiquent que plus de 10 % des échantillons sont supérieurs au critère de comparaison ou que la valeur moyenne de tous les échantillons est supérieure au critère de comparaison.

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group

RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai

Tableau 4 : Roche d'excavation du complexe multiservice – Résumé des teneurs en solides d'arsenic, de cuivre, de manganèse et de nickel (n=22)

Paramètre	Critère A Teneur du fond (MELCCFP, 2021) (mg/kg)	Résumé Statistique (n=22) (mg/kg)	
Arsenic	5	Moyenne	10.9
		Ecart type	21.6
		Minimum	1.8
		Maximum	102.0
		25ème Percentile	2.3
		75ème Percentile	8.1
Cuivre	65	Moyenne	38.1
		Ecart type	19.0
		Minimum	6.4
		Maximum	82.0
		25ème Percentile	25.8
		75ème Percentile	47.5
Manganèse	1000	Moyenne	735
		Ecart type	434
		Minimum	220
		Maximum	2000
		25ème Percentile	460
		75ème Percentile	883
Nickel	50	Moyenne	21.2
		Ecart type	18.1
		Minimum	6.9
		Maximum	68.0
		25ème Percentile	9.3
		75ème Percentile	29.5

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group



RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai

Tests de lixivabilité SPLP et CTEU-9

Étant donné que plus de 10 % des échantillons présentaient des teneurs en solides d'arsenic, de cuivre, de manganèse ou de nickel supérieures aux critères comparatifs régionaux, les concentrations SPLP et CTEU-9 de ces paramètres ont également été évaluées. La synthèse des résultats SPLP et CTEU-9 de tous les échantillons est présentée sous forme de graphique pour l'arsenic, le cuivre, le manganèse et le nickel dans les **Figure 12** à **Figure 19**.

Comme il est prévu de réutiliser la roche d'excavation comme roche de construction sur le site et que l'eau potable du site n'est pas prélevée dans les eaux souterraines locales, la mesure comparative appropriée pour l'interprétation de la qualité de l'eau est le critère de « résurgence dans l'eau de surface ».

Tous les échantillons présentaient des concentrations d'arsenic, de cuivre, de manganèse et de nickel inférieures à leurs valeurs respectives du critère « résurgence dans l'eau de surface ». Des informations statistiques supplémentaires sur la distribution des concentrations d'arsenic, de cuivre, de manganèse et de nickel provenant des tests SPLP et CTEU-9 sont présentées dans le **Tableau 5**. Le SPLP complet et la qualité de l'eau CTEU-9 pour tous les paramètres sont inclus dans l'**annexe A**.

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group

RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai

Tableau 5 : Roche d'excavation du complexe multiservice – Résumé des concentrations d'arsenic, de cuivre, de manganèse et de nickel des tests SPLP et CTEU-9 (n=22)

Paramètre	Résurgence dans l'eau de surface (MELCCFP, 2021) µg/kg	Résumé Statistique	Résultats SPLP (n=22) µg/kg	Résultats CTUE-9 (n=22) µg/kg
Arsenic	340	Moyenne	1.0	2.0
		Ecart type	1.0	2.0
		Minimum	0.2	0.3
		Maximum	4.0	7.4
		25ème Percentile	0.4	0.6
		75ème Percentile	0.9	2.5
Cuivre	7.3	Moyenne	0.9	2.8
		Ecart type	0.7	1.8
		Minimum	0.2	0.6
		Maximum	2.9	7.2
		25ème Percentile	0.5	1.6
		75ème Percentile	1.1	3.7
Manganèse	2300	Moyenne	5.0	37.3
		Ecart type	4.3	81.8
		Minimum	1.0	1.6
		Maximum	17.3	384
		25ème Percentile	2.0	6.5
		75ème Percentile	7.4	27.9
Nickel	260	Moyenne	0.1	0.3
		Ecart type	0.07	0.4
		Minimum	0.1	0.1
		Maximum	0.40	1.7
		25ème Percentile	0.1	0.1
		75ème Percentile	0.1	0.4

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group

RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral

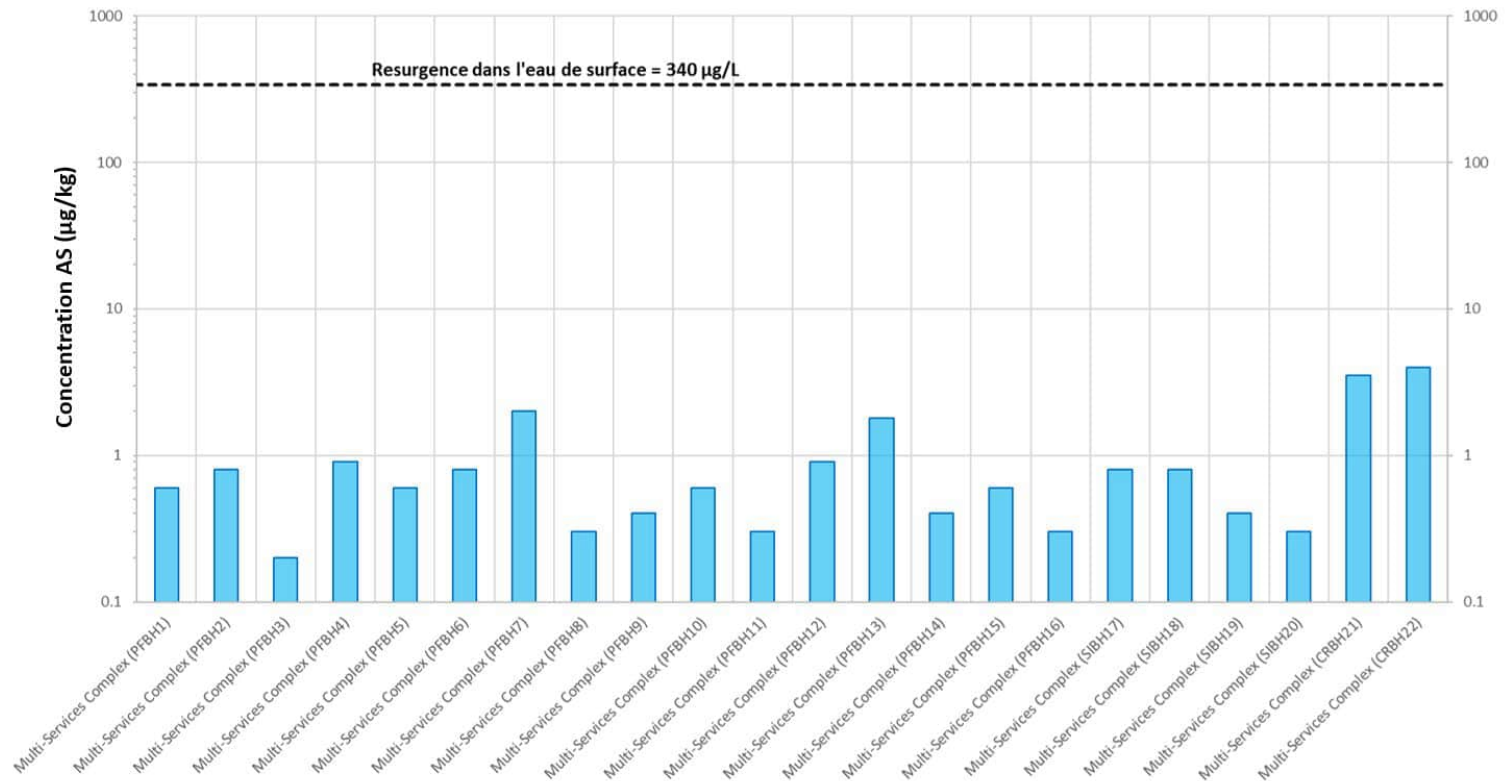


Figure 12 : Roche d'excavation du complexe multiservice — Test de lixivibilité SPLP (MA.100 – Lix.com.1.1) — Concentrations d'arsenic

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group

RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral

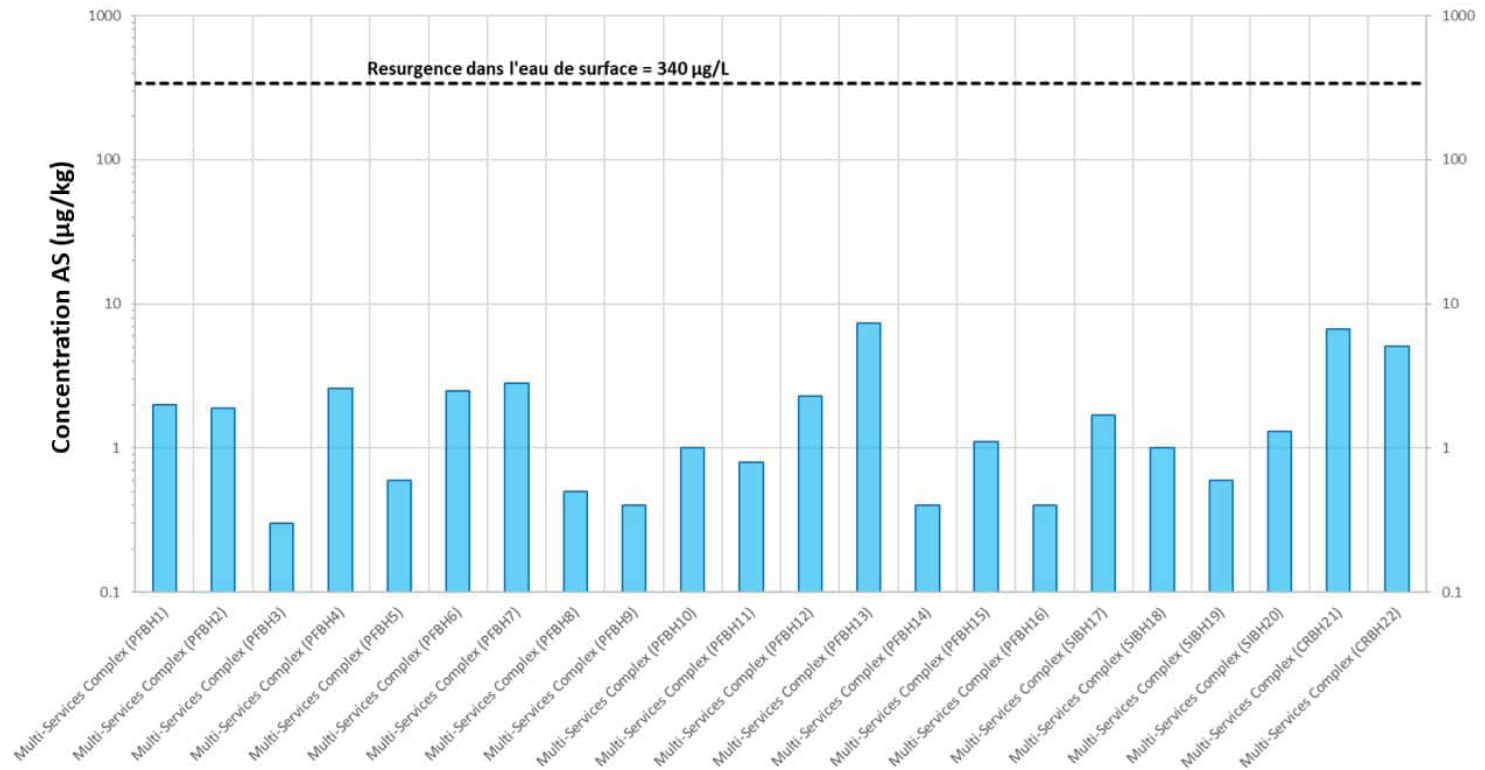


Figure 13 : Roche d'excavation du complexe multiservice — Test de lixivabilité (MA.100 – Lix.com.1.1) CTEU-9 — Concentrations d'arsenic

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group

RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral

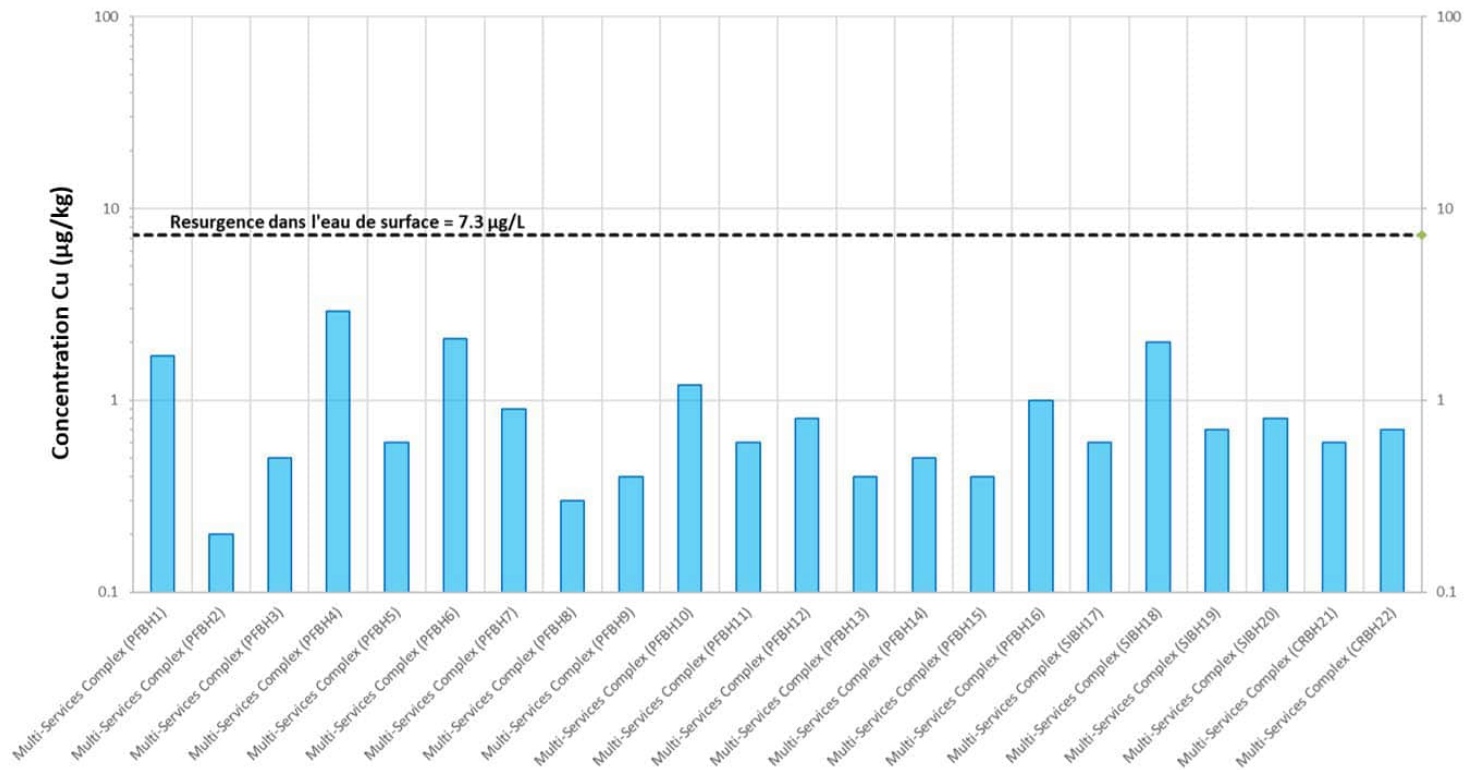


Figure 14 : Roche d'excavation du complexe multiservice — Test de lixivabilité SPLP (MA.100 – Lix.com.1.1) — Concentrations de cuivre

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group

RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral

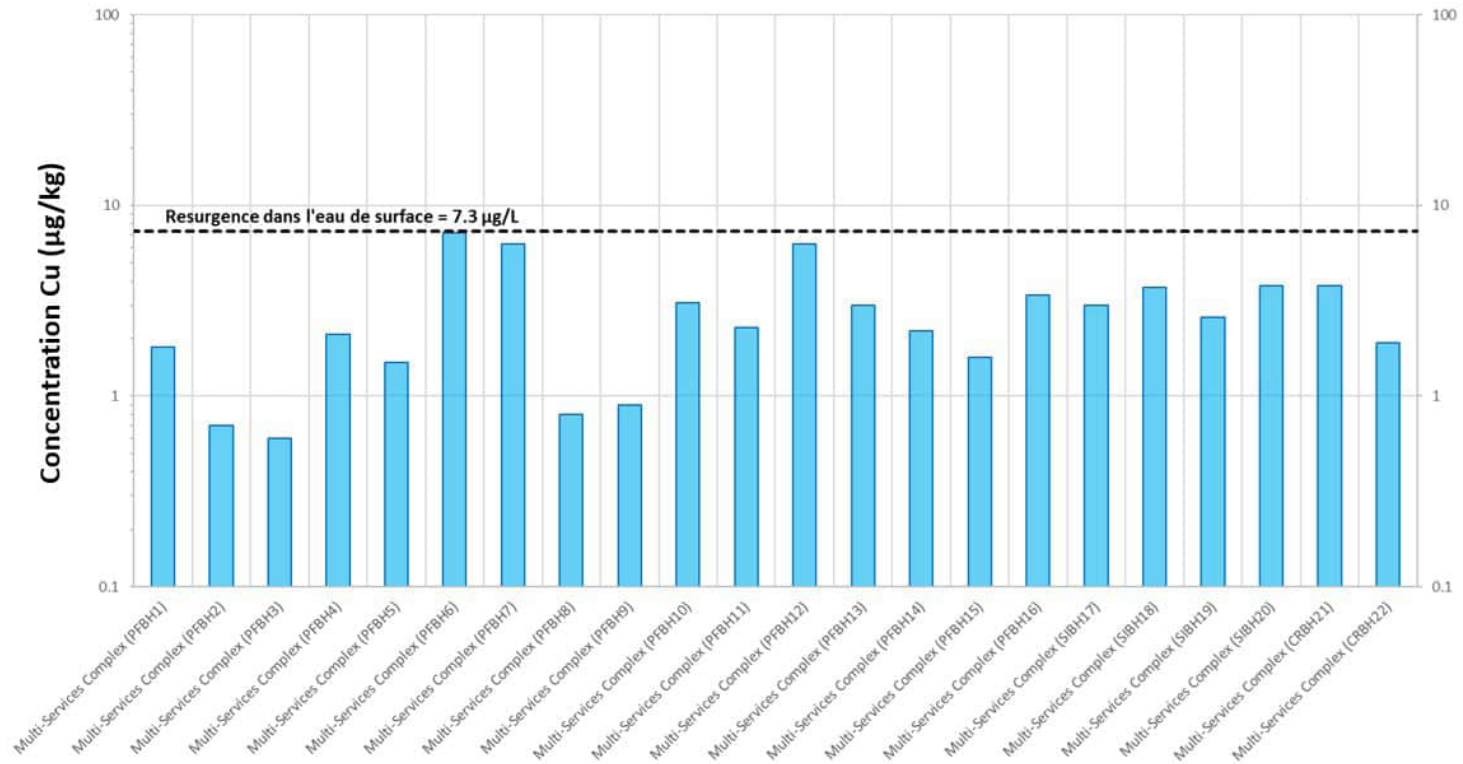


Figure 15 : Roche d'excavation du complexe multiservice — Test de lixivabilité (MA.100 – Lix.com.1.1) CTEU-9 — Concentrations de cuivre

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group

RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral

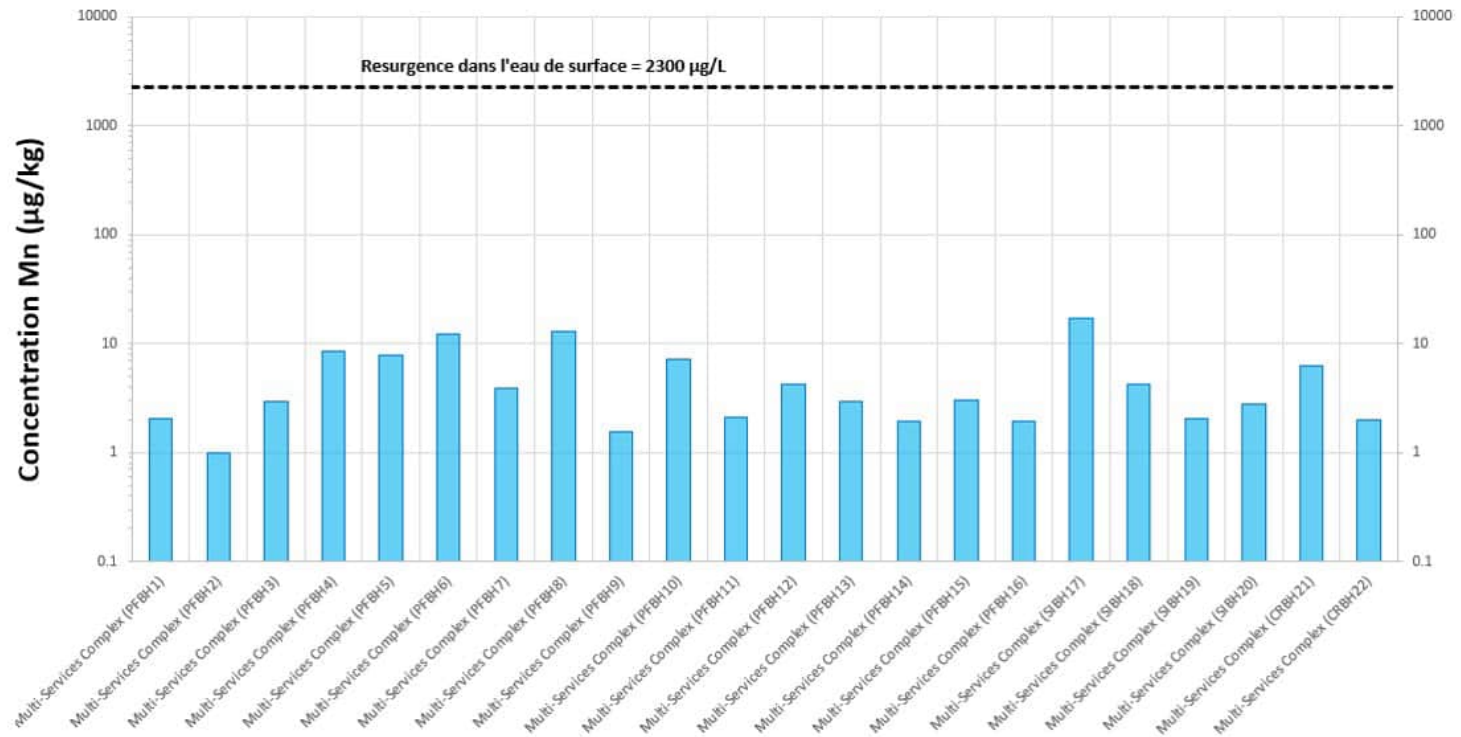
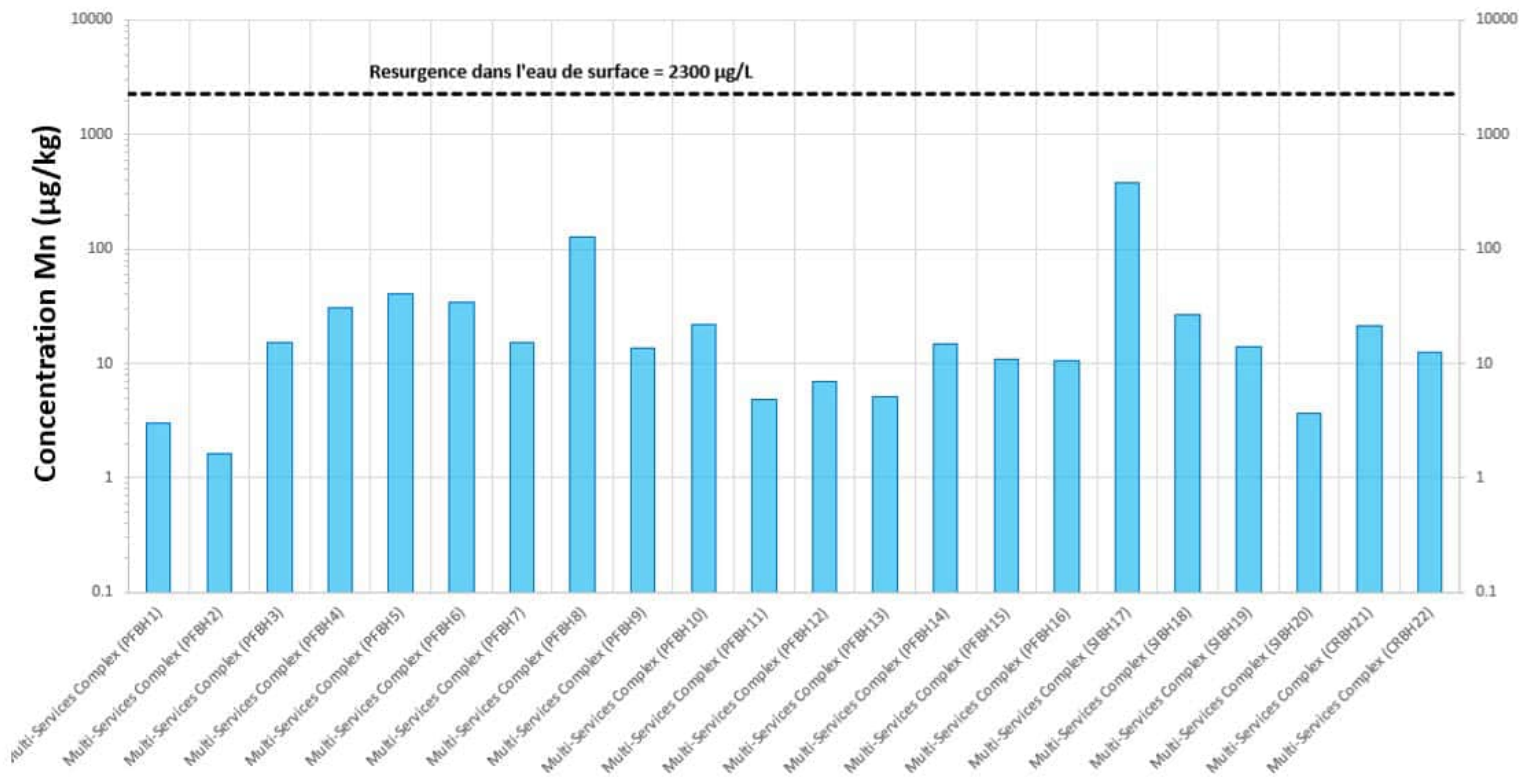


Figure 16 : Roche d'excavation du complexe multiservice — Test de lixivabilité SPLP (MA.100 – Lix.com.1.1) — Concentrations de manganèse

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group

RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral



**Figure 17 : Roche d'excavation du complexe multiservice — Test de lixivabilité CTEU-9 (MA.100 – Lix.com.1.1)
— Concentrations de manganèse**

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group

RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral

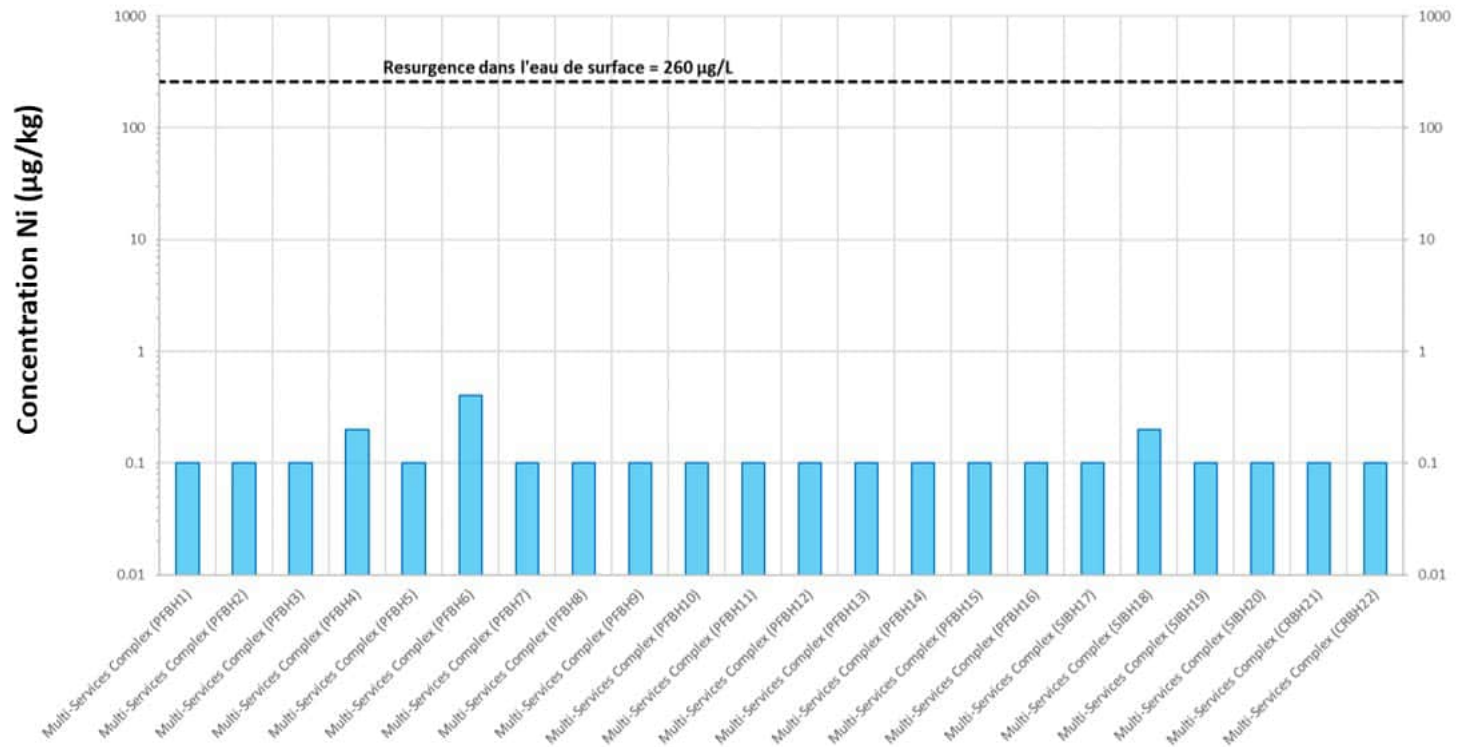


Figure 18 : Roche d'excavation du complexe multiservice — Test de lixivabilité SPLP (MA.100 – Lix.com.1.1) — Concentrations de nickel

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group

RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral

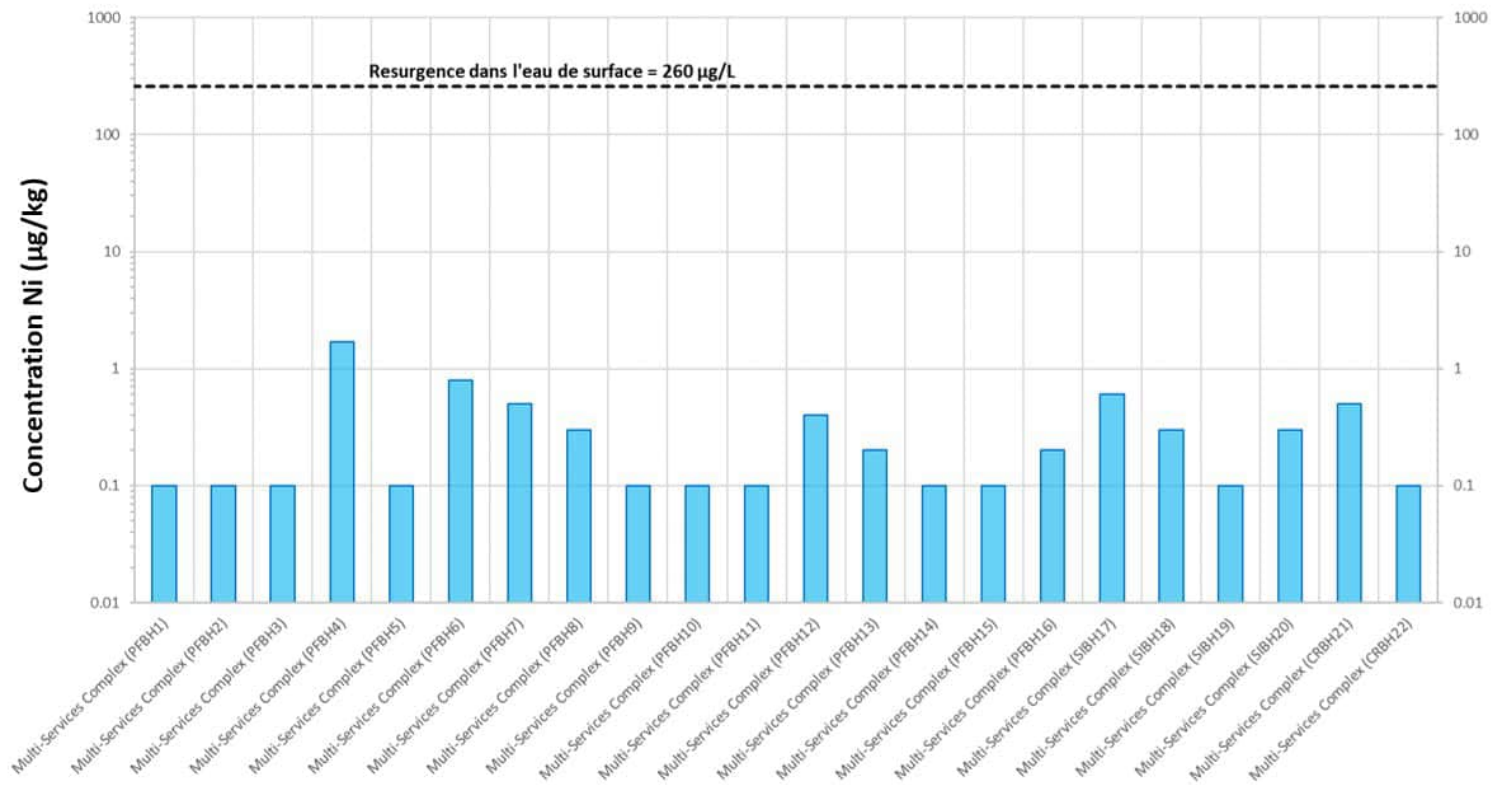


Figure 19 : Roche d'excavation du complexe multiservice – Test lixivibilité (MA.100 – Lix.com.1.1) CTEU-9 – Concentrations de nickel

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group



RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Une évaluation des caractéristiques ABA statiques de la roche provenant des zones d'excavation a identifié que plus de 90 % des échantillons évalués sont considérés comme non potentiellement acidogènes et les statistiques de tendance centrale du **Tableau 2** indiquent que, en général, la roche d'excavation présente un excès substantiel de PN avec un RPN-Carb moyen de 17,8 et un PN-Carb net moyen de 85,2 kg CaCO₃/tonne. De plus, les deux échantillons qui présentaient des valeurs du RPN-Carb inférieures à 2 n'étaient que marginalement inférieurs à 2, alors qu'ils présentaient tous deux des valeurs PN-Carb net supérieures à 20 kg CaCO₃/tonne (**Figure 11**).

Compte tenu de ces caractéristiques ABA globales, où seule une minorité d'échantillons est marginalement inférieure au critère Non potentiellement acidogène, et où la tendance centrale des données ABA du matériau est majoritairement non potentiellement acidogène d'acide avec un excès substantiel de PN, conformément au *Guide de caractérisation*, la roche provenant de ces zones d'excavation est considérée comme étant non potentiellement acidogène.

Une évaluation de l'analyse des teneurs en solides a révélé que la teneur en arsenic (**Tableau 4**) de la roche d'excavation du complexe multiservice est souvent supérieure (41 % des échantillons) au critère de référence comparatif (5 mg/kg) pour le site. De plus, plus de 10 % des échantillons présentaient des teneurs en solides de cuivre, de manganèse ou de nickel supérieures à leur valeur de critère respective. Compte tenu de ces teneurs en solides, tous les échantillons ont été soumis à des tests de lixivabilité SPLP et CTEU-9 afin d'étayer la caractérisation du matériau.

Les concentrations d'arsenic, de cuivre, de manganèse et de nickel des tests de lixivabilité du SPLP et du CTEU-9 ont été comparées au critère « résurgence dans l'eau de surface » du *Guide d'intervention* (MELCCFP, 2021) car l'eau de subsurface du site ne sera pas utilisée comme source d'eau potable. Cette comparaison a montré que tous les tests SPLP et CTEU-9 ont produit des concentrations d'arsenic, de cuivre, de manganèse et de nickel inférieures aux valeurs de leurs critères comparatifs respectifs.

Compte tenu de la teneur en solides et de la caractérisation SPLP et CTEU-9 conformément au *Guide de caractérisation*, la roche d'excavation du complexe multiservice évaluée n'est pas considérée comme lixivable.

Une interprétation schématique des résultats de la caractérisation de la lixivabilité de cette évaluation, conformément à la figure 4.2 du *Guide de caractérisation*, est présentée à la **Figure 20**.

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group

RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral

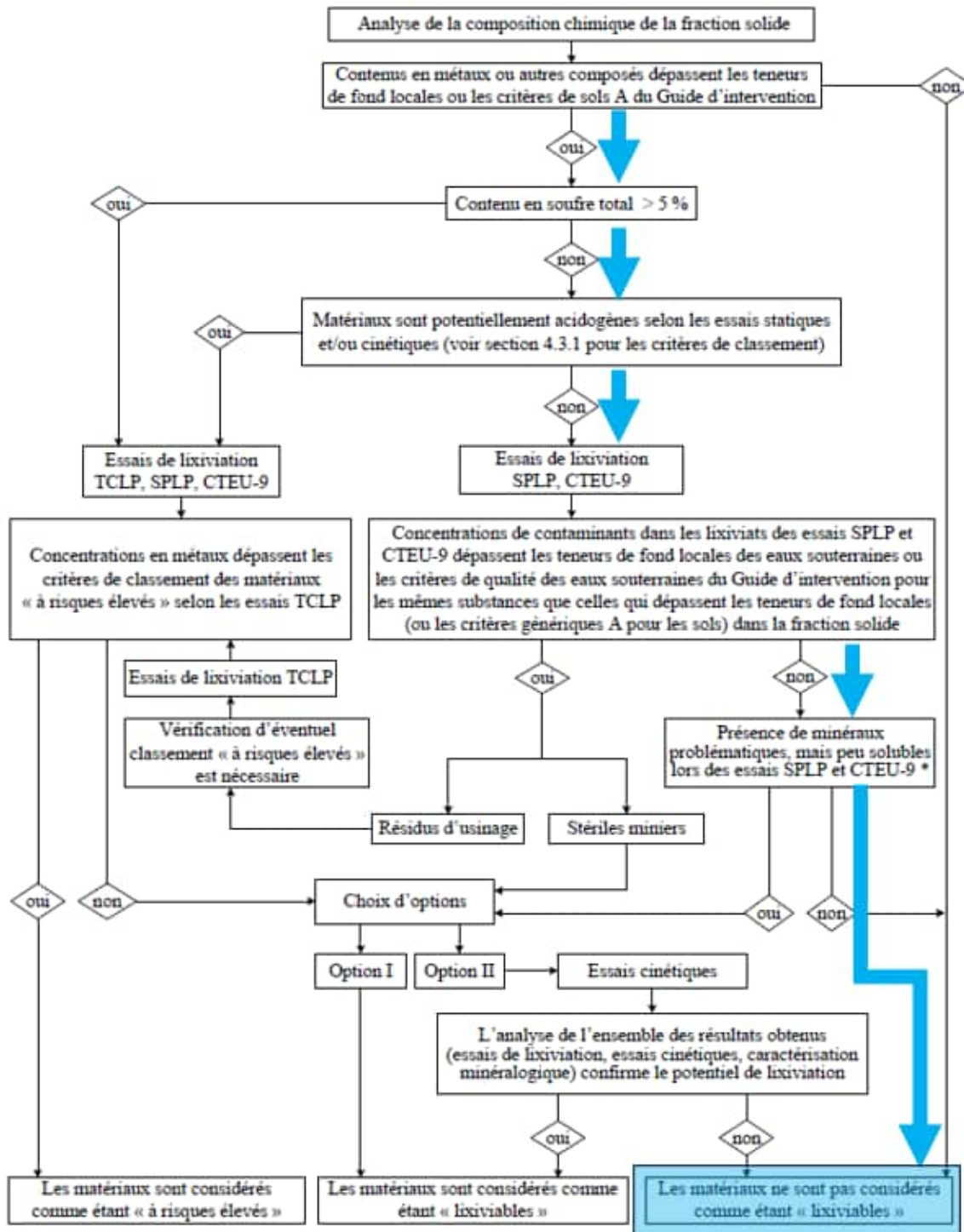


Figure 20 : Évaluation schématique de la lixivabilité selon le *Guide de caractérisation* – Figure 4.2

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group



RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minéral

CONCLUSIONS

En résumé, la roche provenant de ces zones d'excavation planifiées est considérée comme présentant un risque faible, car, selon le *Guide de caractérisation*, elle peut être classée comme n'étant pas potentiellement acidogène, lixiviable, contenant du cyanure, contaminée par des composés organiques, radioactive ou inflammable. Cette roche d'excavation à faible risque provenant du complexe multiservice est considérée comme adaptée à la construction sur le site sur le plan géochimique.

DATE : 15 avril 2024

À : Windfall Mining Group



RÉF : Caractérisation de la roche de construction de la plateforme du complexe multiservice selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai

RÉFÉRENCES

CEAEQ (Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec) 2014. *Détermination du pouvoir neutralisant, du potentiel de génération d'acide et du potentiel acidogène d'un solide, MA. 110 – ACISOL 1.0, Rév. 4*, Ministère du Développement durable et de la Lutte contre les changements climatiques, 17 p.

MELCCFP (Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs) 2021. *Guide d'intervention. Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés*, Gouvernement du Québec. Mai 2021.

MELCCFP (Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs) 2020. *Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai*, Gouvernement du Québec. Juin 2020.

WSP, 2023a. *Caractérisation géochimique du minerai et des déchets pour le projet Windfall, Québec*, WSP. GAL 137-2148985706-RA-Rev1. 10 mars 2023.

WSP, 2023b. *Addenda 1 : Réponses aux recommandations et commentaires du MELCCFP, Volume 1*. CA0004658.7070. Décembre 2023.

ANNEXE

RQC10-2

***ÉTUDE GÉOTECHNIQUE
COMPLÉMENTAIRE 2024 DES BANCS
D'EMPRUNT GRAVTEST-3 ET GRAVTEST-4***



NOTE TECHNIQUE

CLIENT :	Groupe Minier Windfall	
PROJET :	Projet Windfall	Réf. WSP : CA0002449.5772
OBJET :	Étude géotechnique complémentaire 2024 des bancs d'emprunt Gravtest-3 et Gravtest-4	DATE : 1er octobre 2024
DESTINATAIRE : Nushaibah Hossain, CPI Gestionnaire de projets, Groupe Minier Windfall		

1 INTRODUCTION

1.1 MISE EN CONTEXTE

Groupe Minier Windfall (GMW) devra s'approvisionner en matériaux granulaires afin de réaliser la construction des diverses infrastructures à court et moyen terme. Le banc Flamb-1 actuellement en exploitation peut fournir une partie des matériaux, mais ce dernier ne peut répondre aux quantités prévues du bilan de matière ni à la qualité des matériaux requis. Ainsi, les bancs potentiels Gravtest-3 et Gravtest-4 ont préalablement été identifiés et une portion de ces sites a été caractérisée par GMW au printemps 2022. Les superficies ont été modifiées à près 10 ha pour chacun des bancs puisque ceux-ci font partie intégrante de l'étude d'impact du projet qui a été déposé en 2023. De nouvelles tranchées ont donc été réalisées à l'automne 2023 pour couvrir l'ensemble des nouvelles superficies. Un rapport a été produit couvrant la qualité des matériaux et des volumes potentiels à partir des résultats des tranchées effectuées en 2022 et 2023. Cette volumétrie avait été calculée à partir de la profondeur moyenne des tranchées évaluée à 4 m. Toutefois, les résultats du géoradar réalisés à l'automne 2023 indiquaient que les épaisseurs de matériaux étaient plus importantes pour ces deux bancs. GMW a donc demandé d'effectuer une campagne géotechnique complémentaire à l'aide de forages en profondeur dans les zones présentant préalablement une bonne qualité de matériaux. Ces forages permettront de connaître la qualité des matériaux en profondeur et de préciser la volumétrie disponible.

Cette étude géotechnique complémentaire à celle déposée ce printemps (CAWL-TM-GT-0600-AA Étude géotechnique de banc d'emprunt) consiste à présenter les résultats des forages (7 sur Gravtest-3 et 5 sur le banc Gravtest-4) réalisés au printemps 2024 et des quatre tranchées additionnelles sur Gravtest-3 et de réévaluer globalement les volumétries disponibles pour ces deux bancs.

1.2 ZONE D'ÉTUDE

Le projet minier Windfall est situé dans la région administrative du Nord-du-Québec, sur le territoire du gouvernement régional d'Eeyou Istchee Baie-James, soit à 115 kilomètres à l'est de Lebel-sur-Quévillon. Cette région est caractérisée par un climat froid et de longs hivers. Le territoire est principalement constitué de plaines de till ponctuées de tourbières et de collines rocheuses. Quelques corridors de sédiments fluvioglaciaires traversent le secteur. Les deux bancs d'emprunt potentiels investigués, Gravtest-3 (9,14 ha) et Gravtest-4 (6,09 ha), sont quant à eux situés au nord du site minier, soit à environ 3 et 4,5 km respectivement (Annexe A : carte 1).

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 POSITIONNEMENT DES FORAGES

Préalablement à la campagne de terrain, le positionnement des forages sur les 2 bancs s'est fait par photo-interprétation en considérant les meilleures zones issues des résultats des tranchées réalisées en 2022 et 2023, de même que l'accessibilité. Sept forages ont été positionnés sur le banc Gravtest-3 et 5 sur le banc Gravtest-4 (cartes 2 et 3).

2.2 CAMPAGNE GÉOTECHNIQUE AU TERRAIN

Les détails des campagnes de terrain (incluant les logs de forage, les analyses granulométriques) pour les 2 bancs sont présentés à l'annexe B. Il est à préciser que 4 tranchées exploratoires additionnelles (24TR-1, 24TR-2, 24TR-3 et 24TR-4) ont été réalisées sur le banc Gravtest-3 lors de la première campagne (26 mars au 1^{er} avril) en raison de problème d'accès pour la foreuse. Ces tranchées ont été effectuées à proximité des forages F-8, F-9, F10 et F-12. Les forages sur Gravtest-3 ont finalement été réalisés plus tard, soit entre le 25 mai et le 3 juin.

2.3 MODIFICATION DES LIMITES DES BANCs

En fonction des résultats granulométriques et des informations recueillies sur le terrain, le contour des bancs d'emprunt a pu être redélimité. Ces limites ont été redélimitées dernièrement pour permettre d'obtenir les quantités nécessaires en fonction de l'ensemble des travaux prévus. Les nouvelles limites permettront d'aller chercher de nouveaux matériaux. Le modèle numérique de terrain (MNT) issu du Lidar (MFFP 32G04SE, 2021) a également servi d'outil d'aide à la décision.

2.4 ÉVALUATION DES ÉCHANTILLONS PRÉFÉRENTIELS POUR LES ANALYSES GRANULOMÉTRIQUES

À la base, les échantillons pour les analyses granulométriques ont été choisis en fonction des rapports de forages ou de tranchées réalisés à partir d'observation et de description visuelle du technicien-surveillant au chantier sur les échantillons prélevés.

Par ailleurs, des échantillons ponctuels ou des échantillons composés de 2 à 3 échantillons ponctuels ont été déterminés relativement à l'évaluation stratigraphique de quatre unités générales de sols (gravier et sable, sable et gravier, sable graveleux à un peu de gravier et sable avec traces à un peu de gravier).

Pour les forages et considérants, la plus faible quantité recueillie que dans une tranchée, le regroupement d'échantillons ponctuels dans une même unité stratigraphique pour fins d'analyses granulométriques visait principalement à avoir une quantité appréciable de granulats afin d'obtenir des résultats le plus représentatifs possible des sols à prédominance graveleuse in-situ.

Les analyses granulométriques des échantillons prélevés en 2023 et 2024 ont été réalisées au laboratoire de WSP à Lachine.

2.5 CALCUL DES VOLUMES

Le calcul des volumes de matériaux a pris en considération les éléments suivants :

- La délimitation des bancs en fonction des résultats de l'ensemble des analyses réalisées en 2022, 2023 et 2024;

- L'épaisseur des matériaux conformes;
- La faisabilité technique de pouvoir exploiter les matériaux.

Il est à préciser que les matériaux moins favorables issus des bancs d'emprunt lors de leur exploitation qui seront mis de côté et non utilisés dans le cadre de la construction des infrastructures pourront servir à la restauration des bancs.

3 RÉSULTATS

Cette section présente les résultats de la campagne 2024 sur les bancs d'emprunt Gravetest-3 et Gravtest-4 tout en considérant ceux des investigations de 2022 et 2023. Les stratigraphies des tranchées exploratoires de même que les résultats des analyses granulométriques des forages et des 4 tranchées effectués en 2024 sont présentés en détail à l'annexe B. Le Tableau 1 résume les informations et les volumes exploitables. Quelques photos des forages et tranchées réalisées en 2024 se retrouvent à l'annexe C.



Tableau 1 Résumé des analyses granulométriques et volumes exploitables

À la page suivante

TABLEAU 1 Résumé des analyses granulométriques et volumes exploitables

Banc	Année d'investigation	Échantillon	Échantillon	Description	Silt et/ou argile (%)	Sable (%)	Gravier (%)	Cailloux (%)	MG 112	MG 20	MG 56	Épaisseur maximale exploitable (m)	Remarque	Superficie exploitable (m2)	volume minimal exploitable (m3)	volume maximale exploitable (m3)
GRAVTEST-3	2024	24F-06	05A et B	Sable, traces de silt	5,5	93,7	0,8		X			6,10 - 7,20	Conforme pour CG-14 / MG 112 (peu porteur)	53 661	337 484	460 323 (Quantité additionnelle d'environ 79 et 15 m sous les zones sud, centrale et nord)
			05C	Sable silteux, un peu de gravier	22,6	60,3	17,1					7,70 - 9,14	Non conformité pour emprunt MG 112 en raison du % passant au tamis 80 microns			
		24F-07	04+05A et B	Gravier sableux, traces de silt, présence de cailloux	3,1	27,2	69,7		X	X	X	6,10 - 9,14	Conforme pour MG 112 (porteur) (tamisage probable au tamis 112 mm) ou pour production de MG 20 ou MG 56 concassé			
			06	Sable, traces de silt et de gravier	7,4	91,6	1		X			9,14 - 12,19	Conforme pour CG-14 / MG 112 (peu porteur)			
		24F-08	05A	Gravier sableux, traces de silt	3,2	26,2	70,6		X	X	X	6,10 - 6,80	Conforme pour MG 112 (porteur) (tamisage probable au tamis 112 mm) ou pour production de MG 20 ou MG 56 concassé			
			06A et B	Sable, traces de silt et de gravier	8,8	88,5	2,7		X			9,14 - 12,19	Conforme pour CG-14 / MG 112 (peu porteur)			
			07A et 07 B	Sable, traces de silt	4,5	95,5	0		X			12,19-15,24	Conforme pour CG-14 / MG 112 (peu porteur)			
			08	Gravier sableux. traces de silt	3,3	24,4	72,3		X	X	X	15,24-18,29	Conforme pour MG 112 (porteur) (tamisage probable au tamis 112 mm) ou pour production de MG 20 ou MG 56 concassé (STRATE PROFONDE)			
		24F-09	04A	Gravier sableux, traces de silt, prés. de cailloux	1,8	24,0	74,2		X	±	±	6.10-8,00	Conforme pour MG 112 (porteur) (tamisage probable au tamis 112 mm) ou pour production de MG 20 ou MG 56 concassé			
			04B + 05A	Gravier et sable, traces de silt	7,5	38,4	54,1		X		±	8,00-11,64	Conforme pour MG 112 (porteur) (tamisage probable au tamis 112 mm)			
			05B	Sable, traces de silt et de gravier	9,1	88,8	2,1		X			11,64 - 15,24	Conforme pour CG-14 / MG 112 (peu porteur)			
			07B	Gravier sableux, traces de silt, présence de cailloux	6,0	24,1	69,9		X	X	X	17,14 - 20,09	Conforme pour MG 112 (porteur) (tamisage probable au tamis 112 mm) ou pour production de MG 20 ou MG 56 concassé (STRATE PROFONDE)			
		24F-10	05A	Sable et gravier, traces de silt	5,5	56,5	38		X			6,10 - 6,80	Conforme pour MG 112 (porteur)			
			05B	Sable graveleux, traces de silt	3,5	77,4	19,1		X			6,80 - 10,67	Conforme pour MG 112 (moy. porteur)			
		24F-11	05A	Sable et gravier, traces de silt	2,4	59	38,6		X			6,10 - 7,20	Conforme pour MG 112 (porteur)			
			05B	Sable, un peu de gravier, traces de silt	2,3	80	17,7		X			7,20 - 9,14	Conforme pour MG 112 (moy. porteur)			
			06A et B	Sable, un peu de gravier, traces de silt	4,5	76,7	18,8		X			9,14-10,67	Conforme pour MG 112 (moy. porteur)			
			07 + 08A et B	Sable graveleux, traces de silt	5,0	67,9	26,9		X			10,67-15,17	Conforme pour MG 112 (moy. porteur)			
		24F-12	05A	Sable et gravier, traces de silt	3,9	60,1	36		X			6,10 - 7,25	Conforme pour MG 112 (porteur)			
			05B	Sable, un peu de gravier, traces de silt	7,3	75,9	16,8		X			7,25 - 9,14	Conforme pour MG 112 (moy. porteur)			
			06A	Sable, un peu de gravier, traces de silt	4,8	78,2	17		X			9,14 - 9,84	Conforme pour MG 112 (moy. porteur)			
	2023	24TR-01	3	Sable et gravier, traces se silt	3,3	55,1	41,7	15% de cailloux et 20 % de blocs	X	±	±	0,65 - 1,0	Conforme pour MG 112 (porteur) après tamisage au tamis 112 mm ou pour production de MG 20 ou MG 56 concassé			
			7	Sable et gravier, traces se silt	3,5	60,6	35,9	30% de cailloux	X	±	±	3,30 - 4,0	Conforme pour MG 112 (porteur) après tamisage au tamis 112 mm ou pour production de MG 20 ou MG 56 concassé			
		24TR-02	3	Gravier et sable, traces de silt	2,6	35,9	61,5	20% de cailloux et 10 % de blocs	X	x	x	0,35 - 1,0	Conforme pour MG 112 (porteur) après tamisage au tamis 112 mm ou pour production de MG 20 ou MG 56 concassé			
			6	Gravier et sable, traces de silt	1,7	37,4	60,8	15% de cailloux	X	x	x	3,30 - 4,0	Conforme pour MG 112 (porteur) après tamisage au tamis 112 mm ou pour production de MG 20 ou MG 56 concassé			
		24TR-03	2	Gravier et sable, traces de silt	3,0	35,8	61,2	35% de cailloux et 10 % de blocs	X	x	x	0,15 - 1,0	Conforme pour MG 112 (porteur) après tamisage au tamis 112 mm ou pour production de MG 20 ou MG 56 concassé			
			4	Sable graveleux	0,7	65,3	33,9	10% de cailloux	X			2,0 - 3,0	Conforme pour MG 112 (moy.porteur)			
			6	Sable, trace de gravier	0,4	97,8	1,8		X			4,0 - 5,0	Conforme pour MG 112 (peu porteur) ou CG 14			
		24TR-04	3	Gravier et sable	0,7	44,0	55,3	15% de cailloux	X	±	±	1,0 - 2,0	Conforme pour MG 112 (porteur) après tamisage au tamis 112 mm ou pour production de MG 20 ou MG 56 concassé			
			5	Sable et gravier, traces de silt	2,2	53,6	44,2	15% de cailloux	X	±	±	3,0 - 4,0	Conforme pour MG 112 (porteur) après tamisage au tamis 112 mm ou pour production de MG 20 ou MG 56 concassé			
	2023	TR-1		Sable, un peu de gravier et de fines	17,3	63,7	19,0	0				N/A	Non conformité pour emprunt MG 112 en raison du % passant au tamis 80 microns			
		TR-3		Sable graveleux, traces de fines	6,7	71,5	21,8	0	X			4	Conforme pour MG 112 (moy. porteur) après tamisage au tamis 112 mm. Non exploitable car à proximité d'un milieu récepteur			
		TR-4		Sable graveleux, un peu de fines	11,5	48,2	34,0	0	X			3,4	Non conformité pour emprunt MG 112 en raison du % passant au tamis 80 microns.			
		TR-5		Sable et gravier, traces de fines	7,9	52,8	39,3	0	X	X	X	4,7	Conforme pour MG 112 (porteur) après tamisage au tamis 112 mm. Couche supérieure : potentiel pour un MG 20 et un MG 56 (mais mince)			
		TR-6		Sable graveleux, traces de fines	9,2	60,4	24,4	0	X	X	X	MG 20/56: 2,6 MG 112: 4,2	Conforme pour MG 112 (porteur) après tamisage au tamis 112 mm. Couche supérieure : potentiel pour un MG 20 et un MG 56 (mais mince)			
	2022	159		Sable graveleux, traces de fines, présence de cailloux	2,0	43,4	32,6	22,0	X	X	X	4	Conforme pour MG 112 (porteur) après tamisage au tamis 112 mm ou pour production de MG 20 ou MG 56 concassé			
		160		Sable graveleux, traces de fines, présence de cailloux	1,0	41,4	32,2	25,4	X	X	X	4	Conforme pour MG 112 (porteur) après tamisage au tamis 112 mm ou pour production de MG 20 ou MG 56 concassé			
		161		Gravier sableux, traces de fines et de cailloux	1,1	32,7	62,1	4,1		X	X	4	MG 56 naturel après tamisage au tamis 80 mm au banc ou pour production de MG 20 ou MG 56 concassé			
		162		Gravier sableux, traces de fines, présence de blocs	0,7	32,0	48,8	18,5		X	X	4	MG 56 naturel après tamisage au tamis 80mm au banc ou pour production de MG 20 ou MG 56 concassé			
		163		Sable et gravier, traces de fines et de cailloux, présence de blocs	1,2	52,5	38,0	8,4	X	X	X	4	Conforme pour MG 112 (porteur) après tamisage au tamis 112 mm ou pour production de MG 20 ou MG 56 concassé			

	164	Sable et gravier, traces de fines, présence de blocs	2,7	38,0	38,3	21,0	X	X	X	4	Conforme pour MG 112 (porteur) après tamisage au tamis 112 mm ou pour production de MG 20 ou MG 56 concassé				
	165	Sable et gravier, traces de fines et de cailloux, présence de blocs	4,1	50,8	41,7	3,4		X	X	4	Se rapproche un peu du fuseau MG 56 naturellement ou pour possible production de MG 20 ou MG 56 concassé				
2024	24F-01	1	Sable graveleux, traces de silt	3,7	64,4	31,9	N/D	X			0 - 2,74	Conforme pour MG 112 (moy. porteur)			
		3	Sable, traces de silt et de gravier	5,5	91,9	2,6	N/D	X			5,79 - 8,84	Conforme pour MG 112 (peu porteur) ou CG 14			
		4	Sable, traces de silt et de gravier	4,6	92,2	3,2	N/D	X			8,84 - 11,89	Conforme pour MG 112 (peu porteur) ou CG 14			
	24F-02	1E	Sable et gravier, traces de silt	3,8	54,0	42,2	N/D	X			1,45 - 2,74	Conforme pour MG 112 (porteur)			
		3	Sable, traces de gravier et de silt	3,7	91,9	4,3	N/D	X			5,79 - 8,84	Conforme pour MG 112 (peu porteur) ou CG 14			
		4	Sable, un peu de gravier, traces de silt	7,7	77,8	14,4	N/D	X			8,84 - 11,89	Conforme pour MG 112 (peu porteur) ou CG 14 après tamisage			
	24F-03	1	Sable et gravier, traces de silt	2,6	60,5	36,9	N/D	X			0 -2,74	Conforme pour MG 112 (porteur)			
		3B	Sable graveleux, traces de silt, présence de cailloux	5,5	51,5	34,3	N/D	X			6,39 - 7,24	Conforme pour MG 112 (moy. porteur)			
		4B	Sable, traces de silt et de gravier	5,7	89,1	5,2	N/D	X			10,14 - 11,89	Conforme pour MG 112 (peu porteur) ou CG 14			
	24F-04	1	Sable et gravier, traces de silt	4,7	49,4	45,8	N/D	X			0 - 2,74	Conforme pour MG 112 (porteur)			
		2A	Sable, traces et gravier et de silt	1,9	89,8	8,2	N/D	X			2,74 - 3,34	Conforme pour MG 112 (peu porteur) ou CG 14			
	24F-05	1D	Sable silteux, un peu de gravier	29,7	52,2	18,1	N/D				1,80 - 2,74	NON CONFORME MG 112 (trop de silt) - OK pour remblai classe B			
		3A	Sable graveleux, un peu de silt	16,5	61,9	21,6	N/D				5,79 - 6,34	NON CONFORME MG 112 (trop de silt) - OK pour remblai classe B			
		4A	Sable graveleux, un peu de silt	11,2	59,8	29,0	N/D				8,84 - 10,39	NON CONFORME MG 112 (trop de silt) - OK pour remblai classe B			
GRAVTEST-4	TR-1	Sable graveleux et fines	23,3	55,5	21,2	0	X				1,6	Non conformité pour emprunt MG 112 en raison du % passant au tamis 80 microns. Couche supérieure: potentiel pour un MG 112	30 782	111 412	173 833
2023	TR-2	Sable, un peu de gravier et de fines	12,3	71,4	16,3	0					N/A	Non conformité pour emprunt MG 112 en raison du % passant au tamis 80 microns			
	TR-3	Sable graveleux, traces de fines	2,4	66,6	20,6	0	X				4,1	Conforme pour MG 112 (moy. porteur)			
	TR-4	Sable graveleux, traces de fines	7,0	67,2	25,8	0	X	X	X	MG 20/56: 2,9 MG 112: 4,4		Conforme pour MG 112 (porteur) après tamisage au tamis 112 mm ou pour production de MG 20 ou MG 56 concassé (mais mince)			
	TR-5	Sable graveleux, un peu de fines	10,0	67,4	22,6	0					N/A	Conforme pour MG 112 (porteur) après tamisage au tamis 112 mm ou pour production de MG 20 ou MG 56 concassé (mais mince). Non exploitable car couche de particules fines en surface			
	TR-6	Sable graveleux, traces de fines	7,3	66,6	26,1	0					N/A	Conforme pour MG 112 (porteur) après tamisage au tamis 112 mm ou pour production de MG 20 ou MG 56 concassé (mais mince). Non exploitable car accès difficile			
	TR-7	Sable graveleux, traces de fines	2,8	65,8	27,4	0	X	X	X	MG 20/56: 2 MG 112: 3,7		Conforme pour MG 112 (porteur) après tamisage au tamis 112 mm ou pour production de MG 20 ou MG 56 concassé (mais mince)			
2022	166	Sable et gravier, traces de fines, présence de blocs	0,5	50,8	48,7	0			X	X	4	MG 56 naturel ou pour production de MG 20 ou MG 56 concassé			
	167	Gravier et sable, traces de fines	1,9	40,7	57,5	0			X	X	4	MG 56 naturel après tamisage au tamis 80mm au banc ou pour production de MG 20 ou MG 56 concassé			
	168	Sable graveleux, traces de fines, présence de blocs	1,1	58,9	28,9	0	X				4	Conforme pour MG 112 (moy. porteur) après tamisage au tamis 112 mm			
	169	Sable graveleux, un peu de fines, présence de cailloux	12,0	48,7	31,1	8,2	X				4	Non conformité pour emprunt MG 112 en raison du % passant au tamis 80 microns. Couche supérieure : potentiel pour un MG 112. Utilisable si corrigé en conséquence			
	170	Sable et gravier, traces de fines et de cailloux, présence de blocs	5,9	53,6	37,3	3,2	X	X	X		4	Conforme pour MG 112 (porteur) après tamisage au tamis 112 mm ou pour production de MG 20 ou MG 56 concassé			
	171	Sable et gravier, traces de fines, présence de blocs	0,5	57,8	41,7	0	X				4	Conforme pour MG 112 (porteur)			
	Non conforme à la norme NQ 2560-114-II														
	Près de la limite pour la norme NQ 2560-114-II														

3.1 GRAVTEST-3

Le banc Gravtest-3 présente une topographie plane en surface et il est recouvert d'une végétation dense. Ce banc est situé à environ 85m à l'est du chemin principal. Sa limite Ouest est définie par la limite du lot de trappe W25B (annexe A : carte 2). Une petite tourbière est également située à plus de 100 m de l'extrémité sud du banc.

En 2024, des forages ont été réalisés au-delà de 4 m puisque les tranchées exploratoires réalisées précédemment ne pouvaient confirmer la qualité des matériaux en profondeur. La section suivante détaille les résultats des forages effectués au-delà de 4 m.

Le forage 24F-06 s'est terminé jusqu'à 19,81 m de profondeur. Entre 4 et 7,20 m, le matériel est constitué d'un sable avec des traces de silt et celui-ci est conforme pour la production d'un MG 112 sableux. Au-delà de cette profondeur, le matériel est non conforme. Rappelons qu'entre 0 et 4 m, les tranchées 160 et 165 situées à proximité indiquaient une qualité des matériaux pour la production d'un MG 112 graveleux ou de concassés MG 20 ou MG 56.

La profondeur maximale du forage 24F-07 a été atteinte à 19,81 m. Entre 6,10 et 9,14 m, le matériel correspond à un gravier sableux, trace de silt et présence de cailloux. Celui-ci est conforme pour la production MG 112 graveleux ou de concassés MG 20 ou MG 56. Entre de 9,14 m à 12,19, le matériel est plus sableux avec des traces de silt et de cailloux pour être conforme pour un MG 112 sableux. Il faut rappeler que ce forage est situé à proximité de la tranchée 164 dont les 4 premiers mètres étaient favorables pour la production d'un MG 112 graveleux ou de concassés MG 20 ou MG 56.

Le forage 24F-08 a atteint une profondeur maximale de 21,34 m. Entre 6,10 et 6,80 m, le matériel correspond à un gravier sableux, trace de silt et celui-ci est conforme pour la production d'un MG 112 graveleux ou de concassés MG 20 ou MG 56. Au-delà de 6,80 m jusqu'à 15,24 m, le matériel est composé essentiellement de sable avec des traces de silt dont le matériel est conforme pour la production d'un MG 112 sableux. Notons qu'une strate de matériel pouvant produire un MG 112 graveleux ou de concassés MG 20 ou MG 56 est présente entre 15,24 m et 18,29 m. Rappelons que ce forage est localisé à proximité de la tranchée 24TR-4 dont le matériel entre 0 et 4 m est conforme pour la production d'un MG 112 graveleux ou de concassés MG 20 ou MG 56.

La profondeur maximale du forage 24F-09 a atteint 21,34 m. Un gravier sableux avec trace de silt et présence de cailloux est présent entre 6,10 et 8,0 m. Le matériel est conforme pour produire un MG 112 graveleux ou de concassés MG 20 ou MG 56. Le matériel entre 8 m et 15,24 m est plutôt conforme pour la production d'un MG 112. Une strate profonde de gravier sableux, trace de silt et présence de cailloux est présente entre 17,14 m et 20,09 m. Ce matériel situé en profondeur est propice pour la production d'un MG 112 graveleux ou de concassés MG 20 ou MG 56. Il est à rappeler que ce forage est localisé à proximité de la tranchée 24TR-2 dont le matériel est conforme pour la production d'un MG 112 graveleux ou de concassés MG 20 ou MG 56.

Le forage 24F-10 a atteint une profondeur maximale jusqu'à 22,86 m. Entre 6,10 et 10,67 m, le matériel correspond à un sable et gravier ou sable graveleux dont le matériel est propice pour la production d'un MG 112 graveleux. Ce forage est localisé à proximité de la tranchée 24TR-1 dont le matériel entre 0 et 4 m est conforme pour la production d'un MG 112 graveleux.

La fin du forage 24F-11 a été atteinte à une profondeur de 19,81 m. Le matériel entre 6,10 et 15,17 m est composé essentiellement de sable avec un peu de gravier et une faible proportion de silt. Le matériel est conforme pour la production d'un MG 112 sableux. Ce forage est situé au nord à une trentaine de mètres entre les tranchées TR-4 et TR-5. Le matériel situé entre 0 et 6,10 m correspond à un sable graveleux lité et un gravier sableux pour la production d'un MG 112 graveleux et probablement de concassés MG 20 et MG 56.

Ce forage 24F-12 a atteint une profondeur maximale de 19,81 m dont le socle rocheux a été atteint à 16,15 m. Entre 6,10 et 9,84 m, le matériel correspond à un sable avec un peu de gravier conforme pour la production d'un MG 112 davantage sableux uniquement. Situés à proximité de la tranchée 24TR-3, les 4 premiers mètres sont caractérisés pour des matériaux conformes pour la production de MG 112 essentiellement.

La section suivante présente les résultats sur les tranchées additionnelles effectuées sur le plateau :

La tranchée 24TR-01 a atteint une profondeur jusqu'à 4,0 m à proximité de 24F-10 à l'ouest du banc. Les résultats indiquent la présence d'un sable et de gravier avec une variation de 15% à 30% de cailloux et 10% de blocs. Le matériel est conforme pour la production d'un MG 112 graveleux ou de concassés MG 20 ou MG 56;

La tranchée 24TR-02 a également atteint une profondeur moyenne jusqu'à 4 m. Le matériel est un gravier et sable avec des traces de silt. Entre 15% et 20% de cailloux sont présents de même que la proportion de blocs atteint 10%. Le matériel est conforme pour la production de MG 112 graveleux ou de concassés MG 20 ou MG 56;

Le 24TR-03 est situé près du forage F-12. Cette tranchée de 5 m de profondeur est constituée d'un gravier, de sable, de cailloux et de blocs dans le premier mètre qui est conforme pour la production d'un MG 112 graveleux ou de concassés MG 20 ou MG 56. Un sable graveleux avec un sable avec traces de gravier se retrouve entre 2,0 et 5,0 m. Le matériel est conforme pour la production d'un MG 112;

La tranchée 24TR-04 atteint 4 m de profondeur et celle-ci est localisée au sud du plateau. Le matériel correspond à gravier et sable jusqu'à 2,0 m et à un sable et gravier avec un faible pourcentage de silt et jusqu'à 15% de cailloux entre 2,0 et 4,0 m. Les matériaux sont conformes pour la production d'un MG 112 graveleux ou de concassés MG 20 ou MG 56.

3.1.1 PROFONDEUR DU ROC ET NAPPE PHRÉATIQUE

Pour l'ensemble des forages effectués sur le banc, le roc a été atteint pour les forages 24F-10 et 24F12 dont les profondeurs sont respectivement de 19,81 m et 16,15 m. Concernant la nappe phréatique, les puits étaient à sec pour la majorité à l'exception du puit 24F-12 dont le niveau d'eau était à 15,84 m. La validation au terrain s'est réalisée le 30 mai 2024.

3.1.2 DÉLIMITATION DU BANC ET VOLUME DE MATÉRIEL EXPLOITABLE

Le banc Gravtest-3 présente 3 zones principales pour son exploitation, soit le sud, la centrale et celle au nord. La nouvelle délimitation du banc permet d'ajouter les extensions nord 1 et 2 (voir carte).

Pour la zone sud comprenant les tranchées 159, 160, 161, 162 et 165, le matériel est conforme pour produire un MG 112 graveleux ou de concassés MG 20 ou MG 56 entre 0 à 4 m. Ensuite, le matériel devient plus sableux jusqu'à environ 6 m de moyenne pour la production d'un MG 112. Ainsi, la production de MG 112 semble être plus favorable entre 4 et 6 m. Considérant que cette zone possède une superficie de 17 239 m², il est possible d'exploiter minimalement 86 195 m³ et jusqu'à 103 434 m³.

Pour la zone centrale (zone verte), il y a une veine située dans l'axe (TR-1, TR-2, TR-3, TR4 F-07, 163, 164, 24F-08 et 24F-09) jusqu'à environ 8 m pour la production d'un MG 112 graveleux ou de concassés MG 20 ou MG 56. Ensuite, la possibilité de produire un MG 112 est possible entre 8 m et 12 m minimalement. Considérant que cette veine (zone verte) possède une superficie de 10 143 m², il est possible d'exploiter minimalement 81 141 m³ et jusqu'à 121 711 m³.

Pour le reste du plateau (zone nord), le matériel est propice pour la production est propice pour produire du MG 112 graveleux ou de concassés MG 20 ou MG 56 entre 0 et 4 m, ensuite le matériel est conforme pour la production de MG 112 jusqu'à environ 10 m. Considérant que la zone nord possède une superficie de 15 645 m², il est possible

d'exploiter minimalement 109 512 m³ et jusqu'à 156 446 m³. Le secteur nord, nord-est incluant les tranchées TR-3 et TR-4 n'a pas été pris en compte pour le calcul de volumétrie en raison de la faible qualité des matériaux et de la faisabilité technique d'opérer dans ce secteur. Cependant, il y aurait une possibilité de produire une certaine quantité de MG 112.

L'extension nord 1 couvre une superficie additionnelle de 9 206 m². Celle-ci constitue le prolongement du plateau des zones nord et centrale. Aucune tranchée ou forage n'a été effectué dans cette extension. Il est toutefois fort probable que les matériaux retrouvés seront semblables aux résultats des tranchées TR-1 TR-3 et des forages F-10 et F12. Ainsi, les matériaux susceptibles d'être rencontrés seraient propices pour produire du MG 112 graveleux ou de concassés MG 20 ou MG 56 entre 0 et 4 m. Ensuite le matériel serait conforme pour la production d'un MG 112 entre 4 m et 7 m. Cette extension pourrait fournir minimalement 50 633 m³ et jusqu'à 64 442 m³.

L'extension nord 2 couvre une superficie additionnelle de 1 429 m² qui constitue le prolongement du plateau des zones nord et centrale. Aucune tranchée ou forage n'a été effectué dans cette extension. Toutefois, les tranchées Tr-5, Tr-6 et le forage 24 F11 sont les investigations géotechniques les plus près de cette extension. La production de MG 112 (porteur) est possible après tamisage au tamis MG 112. Cette extension pourrait fournir minimalement 10 003 m³ et jusqu'à 14 290 m³.

Globalement, le banc Gravtest-3 avec les deux extensions couvre maintenant une superficie totale d'exploitation de 53 621 m² et peut produire entre 337 484 m³ et 460 323 m³ de matériaux.

Il est à rappeler que certaines strates plus profondes possèdent de bons matériaux sous les zones sud, verte et nord, mais il est techniquement plus difficile de les exploiter. Si l'exploitation est possible, une quantité additionnelle d'environ 79 353 m³ serait disponible entre 7,5 m et 15 m sous les zones couvertes par les forages réalisés au printemps 2024. Plus spécifiquement, il serait nécessaire d'exploiter 1,5 m de plus pour la zone sud, soit en passant de 6 m de profondeur à 7.5 m. Pour la zone verte, il faudrait exploiter au-delà de 12 m pour atteindre 15 m. Pour la zone nord, l'exploitation devrait dépasser 10 m de profondeur pour atteindre 11,5 m. Le matériel qui pourrait être produit serait essentiellement du MG 112 et CG-14.

3.2 GRAVTEST-4

Le banc Gravtest-4 présente une topographie généralement plane en surface et est recouvert d'une végétation dense. Le banc est situé à environ 45m à l'est d'un chemin et n'a jamais fait l'objet d'exploitation auparavant. Sa limite Est longe un marécage et une petite tourbière. La limite du banc en fonction du marécage n'est pas un problème puisqu'elle est située à plus de 30 m selon le Règlement sur les carrières et sablières. La tourbière est toutefois localisée à moins de 100 selon le règlement, soit située à 62 m de distance des limites du banc mais celles-ci se retrouve à environ 31 m (élévation 372 m) plus bas que le plateau d'exploitation situé à l'élévation avoisinant 403 m de ce banc (voir profil à l'annexe A : carte 3). Considérant que la profondeur maximale d'exploitation atteindra 10 m, soit près de l'élévation de 395 m, les impacts sur la tourbière sont jugés nuls (annexe A : carte 3).

3.2.1 QUALITÉ DES MATÉRIAUX - FORAGES 2024

Cette section présente les résultats des forages effectués sur Gravtest-4. Aucune tranchée additionnelle n'a été effectuée en 2024. Les forages ont été positionnés sur la zone présentant les meilleurs résultats des tranchées effectuées en 2022 et 2023.

Le forage 24F-01 correspond essentiellement à un sable ou sable graveleux avec traces de silt et de gravier. La profondeur maximale du forage a atteint 16,46 m. Le matériel est conforme pour produire un MG 112 à prédominance sableuse jusqu'à une profondeur de 11,89 m. Situé à proximité de la tranchée TR-7, il y aurait une possibilité de produire un peu de concassés MG 20 et MG 56 dans les 2 premiers mètres, mais cette strate est relativement mince et pas nécessairement continue.

Le 24F-02 est composé d'un sable avec traces de gravier et de silt. Le matériel est conforme à un MG 112 sableux ou d'un sable d'enrobage CG 14 jusqu'à une profondeur de 11,89 m.

Le forage 24F-03 a atteint 21,43 m de profondeur. Un sable et gravier ou sable graveleux avec traces de silt est présent jusqu'à environ 7,24 m pour convenir à la production d'un MG 112 à prédominance graveleuse. Un sable avec traces de silt et de gravier se retrouve entre 10,14 m et 11,89 m pour être conforme à un MG 112 sableux ou à un sable d'enrobage CG 14.

La profondeur du 24F-04 a atteint 13,41 m de profondeur. Un sable et gravier avec traces de silt est présent entre 0 et 2,0 m et à un sable avec traces de gravier et de silt se situe plutôt entre 2,74 et 3,34 m. Le matériel est conforme pour un MG 112. Au-delà de cette profondeur, le matériel est trop fin pour être conforme aux spécifications d'un granulats MG 112, mais pourrait être utilisé comme matériau d'infrastructure de classe « B ».

Le 24F-05 est le seul à présenter des résultats non conformes pour la production de matériaux de sous-fondation ou de fondation, mais pourrait être utilisé comme matériaux d'infrastructures situés sous la ligne de gel (classe « B »).

3.2.2 PROFONDEUR DU ROC

Pour l'ensemble des forages effectués sur le banc, le roc a été atteint pour le forage 24F-4 dont la profondeur aurait été atteinte à 10,39 m. Concernant la nappe phréatique, les puits étaient à sec pour la majorité à l'exception des puits 24F-2 et 24F-5 dont les niveaux d'eau étaient à 19,67m et 12,66 m respectivement. La validation au terrain s'est réalisée le 30 mai 2024.

3.2.3 DÉLIMITATION DU BANC ET VOLUME DE MATÉRIEL EXPLOITABLE

Le banc Gravtest-4 est composé de la zone ouest, de la zone est d'une nouvelle zone d'extension. Suivant la nouvelle délimitation du banc Gravtest-4 en fonction du potentiel d'exploitation et des contraintes environnementales, seul le secteur le plus au nord a été conservé pour l'exploitation.

La zone ouest de 8 343 m² englobe les tranchées 168, 170 et les forages 24F-4 et 24F-5. Le matériel est relativement fin et lité par de rares strates de petit gravier dont la qualité ne serait bonne que pour la production de MG 112 à prédominance sableuse et pour de très petits volumes de MG 112 graveleux ou de concassés MG 20 et MG 56 si cela est possible. Il serait possible de produire entre 16 686 m³ et 33 373 m³ de matériaux.

La zone est de 10 449 m² englobe les tranchées TR-7,166,167, 171 et les forages 24F-1, 24F-2 et 24F-3. Le matériel pourrait être exploité entre 0 et 2,5 m pour un MG 112 graveleux ou de concassés MG 20 ou MG 56, toutefois, celui-ci reste très variable spatialement. Ensuite le matériel est conforme pour la production de MG 112 variable jusqu'à environ 10 m. Considérant que cette zone possède une superficie de 10 449 m², il est possible d'exploiter minimalement 73 143 m³ et jusqu'à 104 490 m³.

La nouvelle zone d'extension couvre une superficie de 10 636 m². Les forages 24 F-05, 24 F-04 et la tranchée numéro 169 se situent dans ou à proximité de la zone ouest de cette extension. Les données granulométriques indiquent que les matériaux près du forage 24F-04 seraient conformes pour la production d'un MG 112. Toutefois, les matériaux en du 24 F-05 et de la tranchée 169 sont toutefois non conformes pour la production de MG 112 en raison du pourcentage élevé de fine dans les échantillons. Ce secteur serait à éviter à priori, mais les investigations réalisées jusqu'à maintenant indiquent une grande variabilité spatialement. Il est possible que le matériel devienne conforme à proximité. Les tranchées 166 et 167 de même que le forage 24TR-03 sont les points d'investigations les plus près pour évaluer la qualité des matériaux de la zone est de l'extension du banc. Les analyses indiquent un matériel qui peut être utilisé essentiellement pour un MG 112 graveleux ou de concassés MG 20 ou MG 56. Le matériel reste toutefois très variable spatialement. Globalement, l'extension pourrait produire entre 19 145 m³ et jusqu'à 31 908 m³ de matériaux, mais la qualité des matériaux reste très variable spatialement.

En résumé, les zones est et ouest du banc Gravtest-4 peuvent produire entre 89 830 m³ et 137 863 m³ de matériaux. L'extension pourrait fournir approximativement entre 19 145 m³ et jusqu'à 31 908 m³ de matériaux additionnels. Ce banc fournirait globalement entre 111 412 m³ et 173 833 m³ en considérant que l'exploitation serait réalisée à moins de 100 m de la tourbière située à l'est, soit 61 m.

4 CONCLUSION ET RECOMMANDATION

Cette étude dresse le portrait des deux bancs d'emprunt potentiels investigués au nord du site minier Windfall et qui serviraient à fournir certaines quantités de matériaux à la construction des diverses infrastructures à venir. Les campagnes géotechniques de terrain de 2022, de 2023 et de 2024 ont permis de recueillir des informations quant à la stratigraphie et la granulométrie des dépôts. Les bancs Gravtest-3 (9,14 ha) et Gravtest-4 (6,09 ha) ont pu être délimités avec plus de précision en fonction de la qualité des matériaux retrouvés, des contraintes environnementales ainsi que de l'accessibilité pour l'opérationnalité de la machinerie en phase d'exploitation.

Le banc Gravtest-3 est celui dont la qualité et les quantités seraient les plus importantes. Les résultats des analyses ont permis de cibler 3 zones plus favorables à l'exploitation de matériel, soit les zones sud, verte et nord. Les extensions nord 1 et 2 constituent une des zones nouvellement ajoutées.

La zone sud de Gravtest-3 peut fournir minimalement 86 195 m³ et jusqu'à 103 434 m³. Les 4 premiers mètres sont favorables et sont la production de MG 112 graveleux ou de concassés MG 20 ou MG 56. Entre 4 et 6 m environ, une production de MG 112 graveleux est possible.

La zone centrale (verte) de Gravtest-3 représente une veine plus favorable pour la production de MG 112 graveleux ou de concassés MG 20 ou MG 56 dont l'exploitation peut aller jusqu'à 8 m en moyenne. Tout comme la zone sud, l'exploitation au-delà de 8 m peut atteindre environ 12 m approximativement et serait favorable pour la production d'un MG 112 variable. Cette zone permettrait d'exploiter minimalement 81 141 m³ et jusqu'à 121 711 m³. Il est à préciser que certaines strates plus profondes (17,14 m - 20,19 m) présentent des matériaux de bonne qualité, mais n'ont pas été comptabilisées en raison de la complexité d'exploitation.

Le matériel de la zone nord de Gravtest-3 est propice pour produire du MG 112 graveleux ou de concassés MG 20 ou MG 56 sur les 4 premiers mètres en moyenne, ensuite le matériel est conforme pour la production de MG 112 variable jusqu'à environ 10 m. Cette zone fournirait minimalement 109 512 m³ et jusqu'à 156 446 m³. Le secteur nord, nord-est incluant les tranchées TR-3 et TR-4 n'a pas été pris en compte pour le calcul de volumétrie en raison de la faible qualité des matériaux et de la faisabilité technique d'opérer dans ce secteur.

L'extension nord 1 nouvellement ajoutée pourrait fournir un MG 112 graveleux ou de concassés MG 20 ou MG 56 pour une quantité minimale de 50 633 m³ et jusqu'à 64 442 m³. L'extension nord 2 fournirait quant à elle entre 10 003 m³ et jusqu'à 14 290 m³ de MG 112 après tamisage.

Globalement, le banc Gravtest-3 incluant toutes les zones (sud, verte, nord) et les extensions peut fournir approximativement entre 337 484 m³ et 460 323 m³. De plus, une quantité additionnelle évaluée à 79 753 m³ de matériaux serait disponible si techniquement il est possible d'exploiter sous les zones entre 7,25 m et 15 m. Le matériel qui pourrait être produit serait essentiellement du MG 112 et un CG-14.

Le banc Gravtest-4 présente une qualité de matériel plus restreinte en général. Les zones ouest et est situées au nord du banc sont les plus accessibles, mais contiennent des quantités limitées. Le matériel présent dans ces deux zones est plutôt favorable pour la production de MG 112 à prédominance sableuse. De très petites stratifications de gravier et de cailloux sont présentes, ce qui rend la production de concassés MG 20 et MG 56 très limitée. Une extension de Gravtest-4 a été ajoutée dernièrement, mais la qualité des matériaux reste variable, surtout pour la zone nord qui pourrait contenir des pourcentages de fines élevés pour la production d'un MG 112 conforme.

Ainsi, la zone ouest pourrait fournir approximativement entre 16 686 m³ et 33 373 m³ de matériaux tandis que la zone est fournie minimalement à 73 143 m³ et jusqu'à 104 490 m³. L'extension de Gravtest-4 pourrait fournir 21 582 m³ et jusqu'à 35 970 m³. Globalement, le banc Gravtest-4 fournirait entre 111 412 m³ et jusqu'à 173 833 m³ de matériaux en considérant qu'il sera possible d'exploiter en deçà du 100 m de la tourbière située à l'est, soit à environ 62 m de distance. Rappelons que celle-ci se retrouve dans une élévation de 31 m plus bas que le banc ou les profondeurs maximales atteindront seulement 10 m. Ainsi, aucun impact n'est envisagé pour la tourbière.

La composition et la structure du sédiment varient au sein des deux bancs d'emprunt. En effet, les dépôts investigués montrent des structures hétérogènes qui apparaissent souvent litées et comportent des lentilles de sédiment plus et moins grossier, surtout pour le banc Gravtest-4. Ainsi, la qualité du matériel et la profondeur d'exploitation entre les emplacements des tranchées peuvent différer des conditions identifiées aux points d'échantillonnage. La précision et l'exactitude de toute extrapolation au-delà des emplacements des tranchées échantillonnées dépendent des conditions naturelles et pourraient donc varier localement.

Il est à rappeler que les bancs exploités seront restaurés selon le Règlement sur les carrières et sablières (chapitre Q2, r.7.1). La restauration vise principalement le régalinge des sols pour la réduction du front de taille selon une pente d'au plus 30° à l'horizontale. Les travaux de végétalisation suivront avec la remise en place du sol végétal décapé et entreposé lors de la phase d'exploitation. Enfin, les travaux d'ensemencement et de plantation seront exécutés pour permettre de reconstituer une couverture végétale 18 mois après l'exploitation des bancs.

PRÉPARÉ PAR

Signé numériquement par
Gino.Beauchamp@wsp.com
DN :
Gino.Beauchamp@wsp.com
cn=Gino.Beauchamp@wsp.com
Date : 2024.10.02 14:55:19 -
04'00'

Gino Beauchamp
Géomorphologue, M.Sc., géographe, géomorphologue

RÉVISÉ PAR

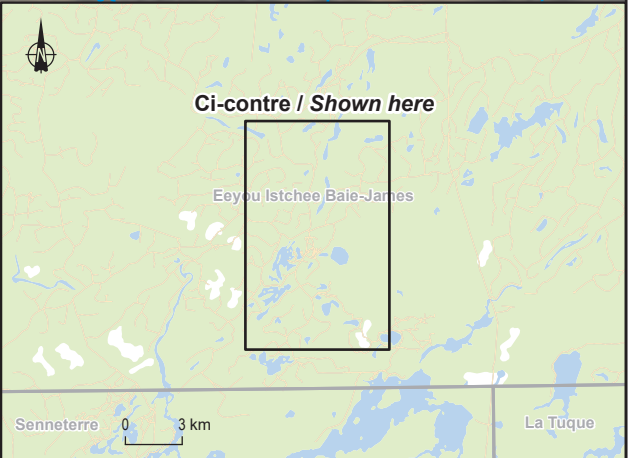
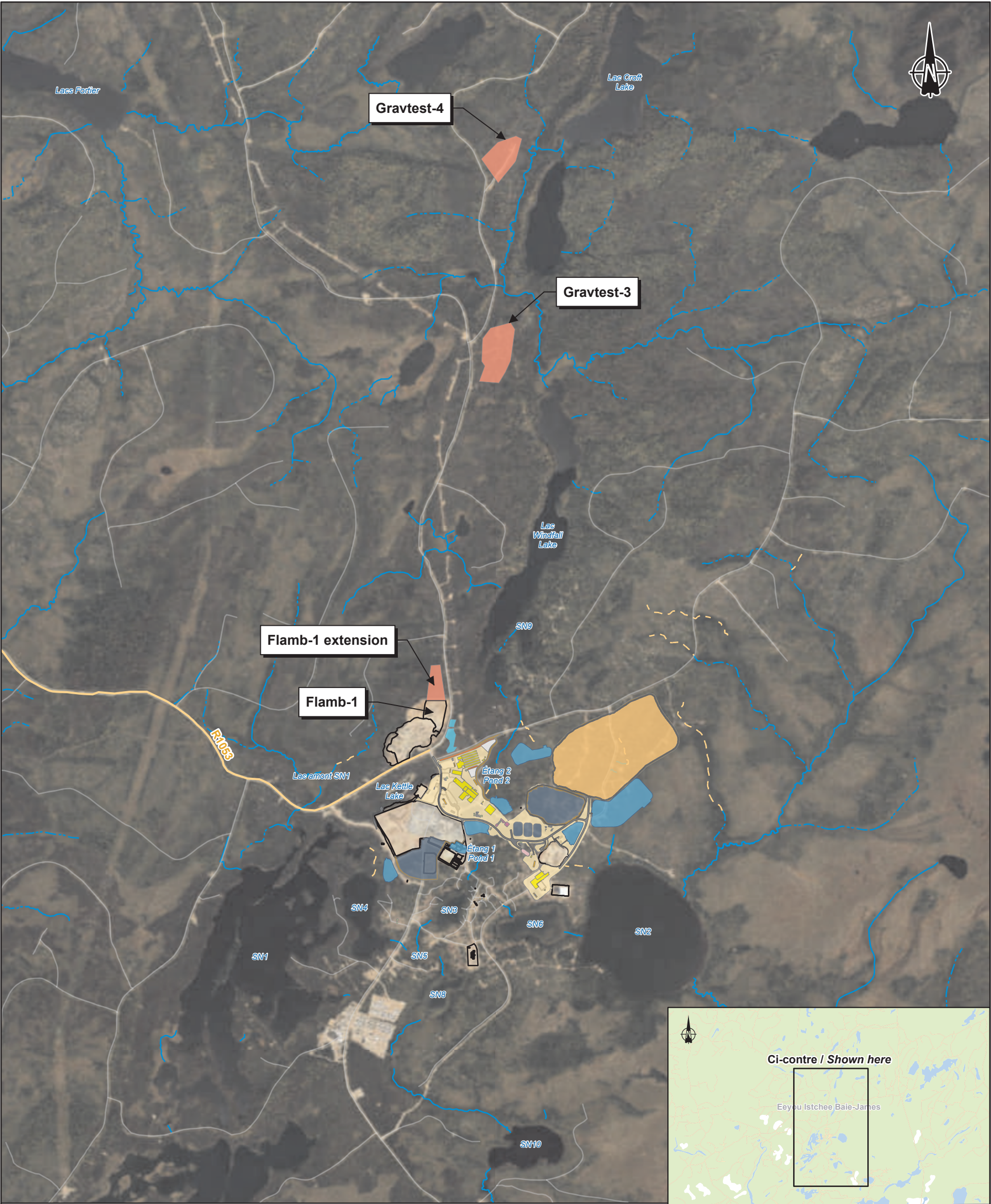


Rémi Guillemette
Ing. Des matériaux membre OIQ # 121166



ANNEXE A

Cartes



Réseau routier / Road Network

- Route principale / Main road
- Chemin forestier principal / Main forestry road
- Chemin forestier secondaire / Secondary forestry path

Hydrographie / Hydrography

- Cours d'eau permanent / Permanent watercourse
- Cours d'eau intermittent / Intermittent watercourse
- Cours d'eau souterrain / Underground watercourse
- Canal / Canal

Composantes du projet / Project Components

- Infrastructures actuelles / Current Infrastructures
- Infrastructures projetées / Proposed Infrastructures
- Aire d'activité / Activity area
- Banc d'emprunt / Borrow pit
- Bassin / Pond
- Bâtiment / Building
- Champ d'infiltration / Infiltration field
- Concasseur / Crusher
- Équipement / Equipment
- Limite des fossés / Ditch limit
- Halde / Stockpile
- Parc à résidus miniers / Tailings storage facility
- Portail Lynx / Lynx portal
- Poste électrique / Power line substation
- Réservoir / Reservoir
- Route / Road
- Berme / Berm
- Zone de dépôt de neige / Snow deposit zone



Étude géotechnique complémentaire 2024 des
bancs d'emprunt Gravtest-3 et Gravtest-4 /
2024 Complementary Geotechnical Study of the
Gravtest-3 and Gravtest-4 Borrow Pits
Site minier Windfall, Eeyou Istchee Baie-James
(Québec) / Windfall Mining Site, Eeyou Istchee
Baie-James (Quebec)

Carte 1 / Map 1
Localisation des bancs d'emprunts Gravtest-3 et
Gravtest-4 / Location of Borrow Pits Gravtest-3 and
Gravtest-4

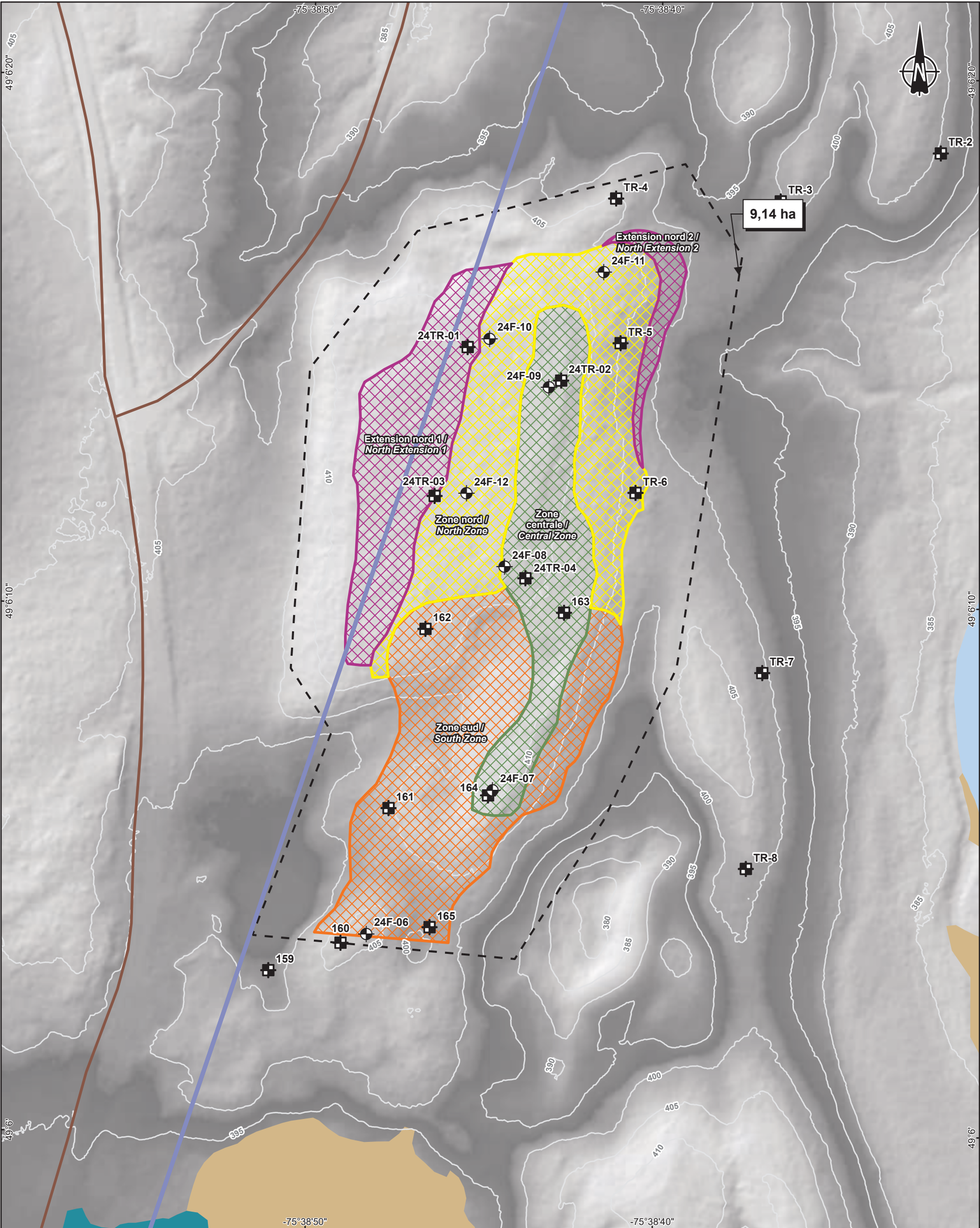
Sources :
MFFP, MNT issu du Lidar, 32G04SE, 2021
BDTQ, 1/20 000, MRNF Québec, 2007
BNDT, 1/250 000, RNCAN, 2007
AQRéseau+, réseau routier, MERN Québec, 2020-03
SDA, 1/20 000, MERN Québec, 2019-01
MRNF, Mosaïque d'orthophotographies aériennes de l'inventaire écoforestier, 2024



0 0,3 0,6 km
MTM, Fuseau 9 / Zone 9, NAD83

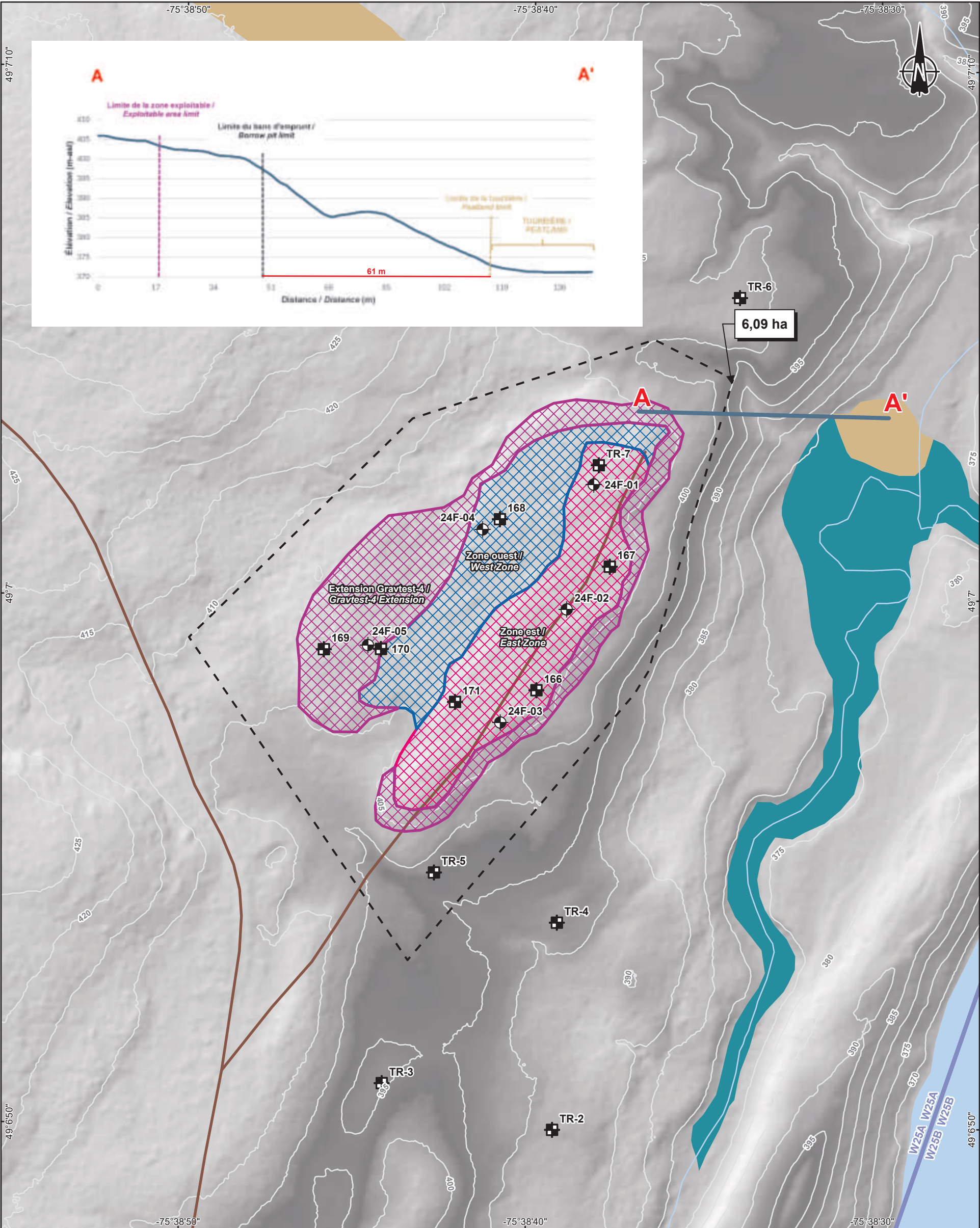
2024-10-01

Préparation / Preparation : G. Beauchamp
Dessin / Drawing : J. Roy
Vérifié par / Verification : G. Beauchamp
CA0002449_5772_eg_gravtest3_4_241001.aprx
CA0002449_5772_eg_c1_005_loc_241001





<p>Sondages / Soundings</p> <p>WSP</p> <p>Forage</p> <p>Tranchée</p> <p>Composantes du projet / Project Components</p> <p>Limite initiale d'exploitation / Initial exploitation limit</p> <p>Banc d'emprunt / Borrow pit</p> <p>Réseau routier / Road Network</p> <p>Chemin forestier / Forestry road</p> <p>Milieux humides et hydrique / Hydrology and Wetlands</p> <p>Marécage / Swamp</p> <p>Tourbière / Peatland</p> <p>Plan d'eau / Waterbody</p>	<p>Lot de trappe / Trapline limit</p> <p>Zones exploitables du banc d'emprunt / Borrow Pit Exploitable Areas</p> <p>Zone nord / North Zone : 0 - 4 m (MG112, MG20, MG56) 4 - 10 m MG112</p> <p>Zone sud / South Zone : 0 - 4 m (MG112, MG20, MG56) 4 - 6 m (MG112)</p> <p>Zone centrale / Central Zone : 7 - 9 m (MG112, MG20, MG56)</p> <p>Extension / Extension</p> <p>Hypsométrie / Hypsometry</p> <p>Courbe de niveau (5 m) / Contour line (5 m)</p>	<div><p>Étude géotechnique complémentaire 2024 des bancs d'emprunt Gravtest-3 et Gravtest-4 / 2024 Complementary Geotechnical Study of the Gravtest-3 and Gravtest-4 Borrow Pits Site minier Windfall, Eeyou Istchee Baie-James (Québec) / Windfall Mining Site, Eeyou Istchee Baie-James (Quebec)</p></div> <p>Carte 2 / Map 2 Banc d'emprunt Gravtest-3 / Gravtest-3 Borrow Pit</p> <p>Sources : MFFP, MNT issu du Lidar, 32G04SE, 2021</p> <p>0 20 40 m MTM, Fuseau 9 / Zone 9, NAD83</p> <p>2024-10-01</p> <div><p>Préparation / Preparation : G. Beauchamp Dessin / Drawing : J. Roy Vérifié par / Verification : G. Beauchamp CA0002449_5772_eg_gravtest3_4_241001.aprx CA0002449_5772_eg_cX_006_gravtests_241001</p></div>
---	--	---



Sondages / Soundings
WSP
Forage
Tranchée

Composantes du projet / Project Components
Limite initiale d'exploitation / Initial exploitation limit
Banc d'emprunt / Borrow pit

Réseau routier / Road Network
Chemin forestier / Forestry road

Milieus humides et hydrique / Hydrology and Wetlands
Marécage / Swamp
Tourbière / Peatland
Plan d'eau / Waterbody
Cours d'eau / Watercourse

Lot de trappe / Trapline limit

Coupe du profil topographique / Topographic profil cut

Zones exploitables du banc d'emprunt / Borrow Pit Exploitable Areas

Zone est : Production de MG112, MG20 et MG56 (quantité limitée) / East Zone : Production of MG112, MG20 and MG56 (limited quantities)

Zone ouest : Production d'un MG112 / West Zone : MG112 production

Extension / Extension

Hypsométrie / Hypsometry
Courbe de niveau (5 m) / Contour line (5 m)

Étude géotechnique complémentaire 2024 des bancs d'emprunt Gravtest-3 et Gravtest-4 / 2024 Complementary Geotechnical Study of the Gravtest-3 and Gravtest-4 Borrow Pits
Site minier Windfall, Eeyou Istchee Baie-James (Québec) / Windfall Mining Site, Eeyou Istchee Baie-James (Quebec)

Carte 3 / Map 3
Banc d'emprunt Gravtest-4 / Gravtest-4 Borrow Pit

Sources :
MFPP, MNT issu du Lidar, 32G04SE, 2021

0 20 40 m
MTM, Fuseau 9 / Zone 9, NAD83

Préparation / Preparation : G. Beauchamp
Dessin / Drawing : J. Roy
Vérifié par / Verification : G. Beauchamp
CA0002449_5772_eg_gravtest3_4_241001.aprx
CA0002449_5772_eg_cX_006_gravtests_241001

2024-10-01



ANNEXE B

Rapport factuel



GROUPE MINIER WINDFALL

INGÉNIERIE DÉTAILLÉE DES INFRASTRUCTURES DE SURFACE (AVENANT ODC6)

CARACTÉRISATION EN PROFONDEUR DES BANCS D'EMPRUNTS

PROJET MINIER WINDFALL, BAIE-JAMES

SEPTEMBRE 2024

RÉFÉRENCE WSP : CA0002449.5772_001_R_REV0
CAWL-RE-GT-0618-OB

CONFIDENTIEL

RAPPORT FINAL





GROUPE MINIER WINDFALL

INGÉNIERIE DÉTAILLÉE DES
INFRASTRUCTURES DE
SURFACE (AVENANT ODC6)
CARACTÉRISATION EN PROFONDEUR
DES BANCS D'EMPRUNTS

PROJET MINIER WINDFALL, BAIE-JAMES

RAPPORT FINAL
CONFIDENTIEL

CAWL-RE-GT-0618-OB

2 OCTOBRE 2024

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

GESTION DES RÉVISIONS

VERSION	DATE	DESCRIPTION
A	24 septembre 2024	Version préliminaire pour commentaires
0	2024-10-02	Version finale

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR



Josy-Anne Douville. (OIQ #6012095)
Chargée de projet - Géotechnique

2 octobre 2024

Date

RÉVISÉ PAR



Kristina Bondy, ing., M.ing. (OIQ #146117)
Directrice de projet - Géotechnique

2 octobre 2024

Date

LIMITATIONS

WSP Canada Inc. (« WSP ») a préparé ce rapport uniquement pour son destinataire Groupe Minier Windfall, conformément à la convention de consultant convenue entre les parties. Advenant qu'une convention de consultant n'ait pas été exécutée, les parties conviennent que les Modalités générales à titre de consultant de WSP régiront leurs relations d'affaires, lesquelles vous ont été fournies avant la préparation de ce rapport.

Ce rapport est destiné à être utilisé dans son intégralité. Aucun extrait ne peut être considéré comme représentatif des résultats de l'évaluation.

Les conclusions présentées dans ce rapport sont basées sur le travail effectué par du personnel technique, entraîné et professionnel, conformément à leur interprétation raisonnable des pratiques d'ingénierie et techniques courantes et acceptées au moment où le travail a été effectué.

Le contenu et les opinions exprimées dans le présent rapport sont basés sur les observations et/ou les informations à la disposition de WSP au moment de sa préparation, en appliquant des techniques d'investigation et des méthodes d'analyse d'ingénierie conformes à celles habituellement utilisées par WSP et d'autres ingénieurs/techniciens travaillant dans des conditions similaires, et assujettis aux mêmes contraintes de temps, et aux mêmes contraintes financières et physiques applicables à ce type de projet.

WSP dénie et rejette toute obligation de mise à jour du rapport si, après la date du présent rapport, les conditions semblent différer considérablement de celles présentées dans ce rapport; cependant, WSP se réserve le droit de modifier ou de terminer ce rapport sur la base d'informations, de documents ou de preuves additionnels.

WSP ne fait aucune représentation relativement à la signification juridique de ses conclusions.

La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport relève uniquement de la responsabilité de son destinataire. Si un tiers utilise, se fie, ou prend des décisions ou des mesures basées sur ce rapport, ledit tiers en est le seul responsable. WSP n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages que pourrait subir un tiers suivant l'utilisation de ce rapport ou quant aux dommages pouvant découler d'une décision ou mesure prise basée sur le présent rapport.

WSP a exécuté ses services offerts au destinataire de ce rapport conformément à la convention de consultant convenue entre les parties tout en exerçant le degré de prudence, de compétence et de diligence dont font habituellement preuve les membres de la même profession dans la prestation des mêmes services ou de services comparables à l'égard de projets de nature analogue dans des circonstances similaires. Il est entendu et convenu entre WSP et le destinataire de ce rapport que WSP n'offre aucune garantie, expresse ou implicite, de quelque nature que ce soit. Sans limiter la généralité de ce qui précède, WSP et le destinataire de ce rapport conviennent et comprennent que WSP ne fait aucune représentation ou garantie quant à la suffisance de sa portée de travail pour le but recherché par le destinataire de ce rapport.

En préparant ce rapport, WSP s'est fié de bonne foi à l'information fournie par des tiers, comme indiqué dans le rapport. WSP a raisonnablement présumé que les informations fournies étaient correctes et WSP ne peut donc être tenu responsable de l'exactitude ou de l'exhaustivité de ces informations.

Les bornes et les repères d'arpentage utilisés dans ce rapport servent principalement à établir les différences d'élévation relative entre les emplacements de prélèvement et/ou d'échantillonnage et ne peuvent servir à d'autres fins. Notamment, ils ne peuvent servir à des fins de nivelage, d'excavation, de construction, de planification, de développement, etc.

Les conditions générales d'un site ne peuvent être extrapolées au-delà des zones définies et des emplacements de prélèvement et d'échantillonnage. Les conditions d'un site entre les emplacements de prélèvement et d'échantillonnage peuvent différer des conditions réelles. La précision et l'exactitude de toute extrapolation et spéculation au-delà des emplacements des prélèvements et d'échantillonnage dépendent des conditions naturelles, de l'historique de développement du site et des changements entraînés par la construction et des autres activités sur le site. De plus, l'analyse a été effectuée pour les paramètres chimiques et physiques déterminés seulement, et il ne peut pas être présumé que d'autres substances chimiques ou conditions physiques ne sont pas présentes. WSP ne fournit aucune garantie et ne fait aucune représentation contre les risques environnementaux non décelés ou contre des effets négatifs causés à l'extérieur de la zone définie.

Le fichier électronique que nous vous transmettons sera conservé par WSP pour une période minimale de dix ans. WSP n'assume aucune responsabilité quant à l'intégrité du fichier qui vous est transmis et qui n'est plus sous le contrôle de WSP. Ainsi, WSP n'assume aucune responsabilité quant aux modifications faites au fichier électronique suivant sa transmission au destinataire.

Ces limitations sont considérées comme faisant partie intégrante du présent rapport.

CLIENT

GROUPE MINIER WINDFALL

Responsable client Nushaibah Hossain, CPI.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

WSP CANADA INC. (WSP)

Directeur de projet	Éric Poirier, ing., PMP
Directrice de projet – Géotechnique	Kristina Bondy, ing., M.ing.
Chargée de projet – Géotechnique	Josy-Anne Douville, ing.
Personnel technique de chantier	Christophe Ménard, CPI

SOUS-TRAITANTS

Compagnie de forage	Forage Boart Longyear Forage ConeTec
Excavateur	MKC-Fournier

RÉFÉRENCE À CITER

WSP. 2024. Ingénierie détaillée des infrastructures de surface (Avenant ODC6). Caractérisation en profondeur des bancs d’emprunts. Projet minier Windfall, Baie-James. Rapport produit pour Groupe Minier Windfall. CAWL-RE-GT-0618-OB. 26 pages et annexes.

TABLE DES MATIÈRES

1	Introduction	1
1.1	Mise en contexte et objectifs.....	1
1.2	Contenu du rapport.....	1
2	Description du site	2
3	Méthode de reconnaissance	4
3.1	Localisation des infrastructures souterraines	4
3.2	Santé-sécurité au travail	4
3.3	Travaux de terrain	4
3.3.1	Forages stratigraphiques	4
3.3.2	Installation de tubes d'observation.....	5
3.3.3	Tranchées d'exploration.....	6
3.3.4	Arpentage des sondages	6
3.4	Programme de laboratoire.....	6
4	Résultats d'investigation géotechnique	7
4.1	Stratigraphie du secteur Gravtest-4	7
4.1.1	Matériaux de surface.....	8
4.1.2	Faciès pulvérulent moyen à grossier	9
4.1.3	Faciès pulvérulent fin	11
4.1.4	Horizon de sol cohérent	13
4.1.5	Socle rocheux.....	13
4.2	Stratigraphiques du secteur Gravtest-3.....	14
4.2.1	Sols organiques.....	16
4.2.2	Faciès pulvérulent moyen à grossier	17
4.2.3	Faciès pulvérulent fin	20
4.2.4	Horizon des sols cohérents	22
4.2.5	Socle rocheux.....	22
4.3	Stratigraphie du secteur Flamb-1	22
4.3.1	Faciès pulvérulent fin	23
4.3.2	Faciès pulvérulent moyen à grossier	23

5	Eau souterraine	24
6	Conclusions	25
	Références bibliographiques	26

Tableaux

Tableau 3-1	Programme de laboratoire géotechnique réalisé	6
Tableau 4-1	Résumé de la stratigraphie identifiée aux sondages réalisés dans le secteur Gravtest-4	7
Tableau 4-2	Résultats des analyses granulométriques et des teneurs en eau réalisées dans les sols naturels pulvérulents du faciès moyen à grossier	11
Tableau 4-3	Résultats des analyses granulométriques et des teneurs en eau réalisées dans les sols naturels pulvérulents du faciès fin.....	13
Tableau 4-4	Résumé de la stratigraphie identifiée aux sondages réalisés dans le secteur Gravtest-3	14
Tableau 4-5	Résultats des analyses granulométriques et des teneurs en eau réalisées dans les sols naturels pulvérulents du faciès moyen à grossier	18
Tableau 4-6	Résultats des analyses granulométriques et des teneurs en eau réalisées dans les sols naturels pulvérulents du faciès fin.....	21
Tableau 4-7	Résumé de la stratigraphie identifiée aux sondages réalisés dans le secteur Flamb-1	22
Tableau 5-1	Relevé de l'eau souterraine dans les tubes d'observation.....	24

Figures

Figure 2-1	Localisation générale du site minier de Windfall	2
Figure 2-2	Localisation des bancs d'emprunt Flamb-1, Gravtest-3 et Gravetest-4	3
Figure 4-1	Échantillon CS-01 du forage 24F-02 – Remblai, tourbe, sol organique	9
Figure 4-2	Dépôt pulvérulent moyen – grossier; échantillon CS-07 du forage 24F-03(haut), échantillon CS-03 du forage 24F-04(bas).....	10
Figure 4-3	Dépôt pulvérulent fin– Échantillon CS-04 du forage 24F-01	12

Figure 4-4	Dépôt pulvérulent fin – Échantillon CS-06 du forage 24F-05	12
Figure 4-5	Couche organique – Échantillon EM-01 de la tranchée 24TR-01 (gauche) et échantillon EM-01 de la tranchée 24TR-02 (droite)	17
Figure 4-6	Dépôt pulvérulent moyen à grossier – Échantillon EM-04 de la tranchée 24TR-04	18
Figure 4-7	Dépôt pulvérulent fin – Échantillon CS-07 du forage 24F-08	20

Annexes

- A Plans de localisation**
- B Rapports individuels des forages**
- C Rapports individuels des tranchées**
- D Résultats des essais géotechniques en laboratoire**

1 Introduction

1.1 Mise en contexte et objectifs

Les services professionnels de WSP Canada Inc. (WSP) ont été retenus par Groupe Minier Windfall (client), représentée par madame Nushaibah Hossain, CPI, afin de réaliser une campagne d'investigation complémentaire dans le but de caractériser en profondeur les bancs d'emprunt Gravtest-3 et Gravtest-4.

Dans le cadre du développement du projet minier Windfall, les ressources en matériaux granulaires sont importantes afin de poursuivre la construction des diverses infrastructures à court et moyen terme. Outre le banc Flamb-1 actuellement en exploitation, les bancs Gravtest-3 et Gravtest-4 ont préalablement été identifiés et étudiés comme potentiels bancs d'emprunt. En 2022 et 2023, une photo-interprétation, des tranchées et des levés géoradar ont été réalisés afin d'estimer un volume et de délimiter la qualité et la zone de matériaux granulaires exploitables (WSP, 2024). Suite à cette étude, la réalisation d'une campagne d'investigation a été jugée nécessaire.

Dans cette optique, la présente étude géotechnique a été réalisée. Les travaux effectués avaient pour but de déterminer la nature des sols, le niveau du socle rocheux et de la nappe phréatique, afin de caractériser la qualité des matériaux des bancs d'emprunt Gravtest-3 et Gravtest-4 en profondeur.

La campagne d'investigation s'inscrit dans le cadre du projet d'ingénierie détaillée (réf. WSP CA0002449.5772), et a été effectuée selon les termes généraux du contrat octroyé à WSP par le Client.

1.2 Contenu du rapport

Le présent rapport factuel fait état des travaux d'ordre géotechnique uniquement outre que la section actuelle, il présente dans l'ordre :

- **Section 2** : une brève description du site et du Projet;
- **Section 3** : la méthode de reconnaissance utilisée pour la réalisation des travaux de terrain ainsi que le programme de laboratoire;
- **Section 4** : les résultats sommaires des sondages, soit la stratigraphie rencontrée, la nature des sols et du roc;
- **Section 5** : une conclusion sommaire.

Le rapport inclut également sept (6) annexes qui présentent :

- Le plan de localisation des travaux d'investigation (annexe A);
- Les rapports individuels des forages (annexe B);
- Les rapports individuels des tranchées (annexe C);
- Les résultats des essais géotechniques en laboratoire (annexe D).

2 Description du site

Le complexe minier de Windfall est situé au nord du 49^e parallèle, à la limite de la région administrative du Nord-du-Québec et de l'Abitibi-Témiscamingue. Plus précisément, il se situe à environ 270 km au nord-est de la ville de Val-d'Or et environ 120 km à l'est du village Lebel-sur-Quévillon, sur le territoire d'Eeyou Istchee Baie-James, Québec, Canada (Figure 2-1).

Le complexe minier Windfall se situe aux coordonnées suivantes : 49° 04' 10'', 75° 39' 14''.

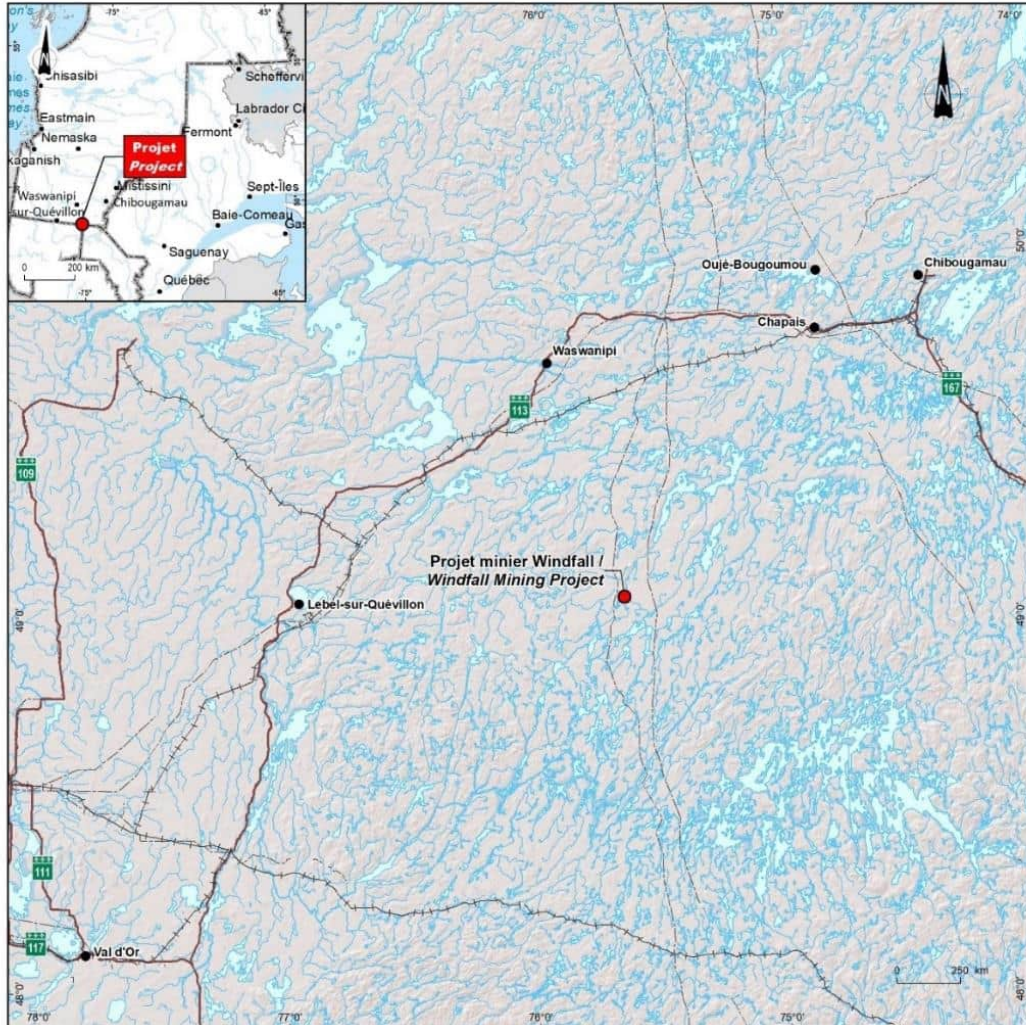


Figure 2-1 Localisation générale du site minier de Windfall

Les bancs d'emprunt potentiels à l'étude (Site) sont situés à proximité des futures installations minières. Les secteurs Gravtest-3 et Gravtest-4 sont, respectivement, à approximativement 3 km et 5 km au nord des installations. De plus, le banc actuellement en exploitation, Flamb-1, est situé directement au nord du projet minier. La Figure 2-2 présente les localisations approximatives des bancs d'emprunts Flamb-1, Gravtest-3 et 4 par rapport à la localisation approximative du projet minier Windfall.

Au moment de la réalisation de la campagne d'investigation géotechnique, le Site était situé dans une zone boisée avec une élévation variant entre 405 et 412 m sur le banc d'emprunt Gravtest-3, et entre 406 et 408 m sur le banc d'emprunts Gravtest-4, selon le relevé des sondages. Avant le début des travaux de terrain, des travaux de déboisement ont été réalisés pour créer les accès aux différents sites de sondages.



Figure 2-2 Localisation des bancs d'emprunt Flamb-1, Gravtest-3 et Gravtest-4

3 Méthode de reconnaissance

Afin de répondre aux différents objectifs de l'étude, les travaux suivants ont été réalisés dans le cadre de la présente étude :

- Douze (12) forages stratigraphiques;
- Six (6) tranchées d'exploration;
- L'installation de douze (12) tubes ouverts pour la lecture du niveau de l'eau souterraine;
- Réalisation d'essais en laboratoires d'ordre géotechnique sur les échantillons de sols remaniés.

Cette section présente brièvement la méthodologie de ces derniers travaux.

3.1 Localisation des infrastructures souterraines

Préalablement à la réalisation des travaux, une demande de repérage des infrastructures souterraines présentes sous la surface du site à l'étude a été faite auprès des entreprises membres du service Info-Excavation.

Également, des discussions ont eu lieu entre les représentants du client et WSP afin de s'assurer de l'absence de services souterrains privés enfouis sur le Site à l'étude.

3.2 Santé-sécurité au travail

Une analyse sécuritaire et environnementale des tâches (ASET) a été préparée par le représentant de WSP avant la réalisation des travaux de terrain. Cette ASET a inclus l'identification des intervenants du projet, les risques associés aux travaux planifiés, ainsi que les procédures en cas d'urgence. Cette analyse a été révisée chaque jour par le surveillant de chantier selon les tâches à effectuer et/ou les changements de conditions au site pour ensuite être présentée et signée par tous les travailleurs concernés.

3.3 Travaux de terrain

3.3.1 Forages stratigraphiques

Les travaux de forage avec échantillonnage des sols et du roc ont été réalisés dans le secteur Gravtest-4 du 27 mars au 31 mars 2024 alors que les travaux dans le secteur Gravtest-3 ont été réalisés entre le 25 mai et 29 mai 2024. La localisation de ces forages est présentée sur le plan de localisation à l'annexe A.

Un total de cinq (5) forages au secteur Gravtest-4 (24F-01 à 24F-05), atteignant des profondeurs de 13,41 et 21,03 m, et sept (7) forages au secteur Gravtest-3 (24F-06 à 24F-12), atteignant des profondeurs variant de 19,81 et 22,86 m, ont été effectués.

Les forages effectués dans le secteur Gravtest-4 ont été réalisés à l'aide d'une foreuse Terra Sonic 510 montée sur chenilles, par le sous-traitant en forage ConeTec, tandis que les forages réalisés dans le secteur Gravtest-3 ont été exécutés à l'aide d'une foreuse Minisonic LS250 montée sur chenilles, par le sous-traitant en forage Boart Longyear. Ces opérations ont été menées par un foreur et deux assistants, tous agissant comme sous-traitants du client et sous la supervision permanente d'un représentant de WSP.

L'utilisation d'une foreuse Sonic a été priorisée afin d'avoir une meilleure récupération des sols grossiers et des échantillons. Les foreuses soniques utilisent l'énergie de résonance à haute fréquence générée par la tête sonique, à plus de 150 vibrations par seconde. Cette énergie est transmise le long des tiges de forage jusqu'à l'outil, réduisant ainsi considérablement le frottement et augmentant la vitesse de pénétration tout en facilitant l'extraction des équipements de forage. Les échantillons sont prélevés grâce à une technique de vibration à haute fréquence transmise au sol par des tiges et un carottier spécifique. Des échantillons remaniés de sols ont été récupérés en continu et en utilisant un carottier de 102 mm (4 pouces). Les forages ont été avancés à l'aide d'un tube de 152 mm (6 pouces de diamètre). Aucun essai SPT n'a été réalisé lors des travaux, ceci permettant de déterminer la compacité des sols.

Une description stratigraphique détaillée des échantillons, incluant la nature et la composition des différentes formations interceptées, la nature des débris, le cas échéant, ainsi que toute autre information pertinente, a été effectuée sur place pour chaque forage. Les données collectées ont été compilées dans les rapports de forages à l'annexe B. Des notes explicatives concernant les rapports de forages, la description des unités stratigraphiques et la méthodologie des essais in situ sont également incluses à l'annexe B de ce rapport.

Dans le cadre de ce projet, l'objectif principal n'est pas de caractériser de manière exhaustive le socle rocheux, mais plutôt de déterminer sa profondeur. À cet effet, la profondeur du roc a été confirmée seulement à l'aide du carottier de sonique, sans échantillonnage avec un carottier de type NQ ou HQ.

Tous les échantillons géotechniques prélevés sur le site ont été placés dans des sacs transparents hermétiquement scellés et transportés au laboratoire de WSP pour un examen visuel approfondi et des tests en laboratoire afin de déterminer les propriétés des sols. Les échantillons seront conservés pendant six mois après l'émission de ce rapport, après quoi WSP en disposera, sauf avis contraire du client.

3.3.2 Installation de tubes d'observation

Douze (12) tubes ouverts en chlorure de polyvinyle (PVC) de 51 mm (2 pouces) ont été installés dans les forages 24F-01 à 24F-12 afin de mesurer le niveau de l'eau souterraine. Une crépine de 3 m de long a été installée dans la portion inférieure des installations.

Une lanterne de sable de silice remplit l'espace annulaire autour de la crépine et des bouchons de bentonite granulaire ont été mis en place pour isoler la lanterne et pour isoler les installations des eaux de surface. De plus, un protecteur hors sol en PVC muni d'un couvercle en aluminium a été installé pour protéger chacun des tubes. Les sondages sont identifiés à l'intérieur du couvercle d'aluminium, pour isoler les installations des eaux de surface. Le détail des aménagements des tubes d'observation est présenté dans les rapports de forages inclus à l'annexe B.

3.3.3 Tranchées d'exploration

Six (6) tranchées d'exploration ont été réalisées les 1 et 2 avril 2024. Un total de quatre (4) tranchées (24TR-01 à 24TR-04) ont été effectuées dans le secteur Gravtest-3 de manière préliminaire avant la réalisation des forages et deux (2) tranchées supplémentaires (24TR-05 et 24TR-06) ont été réalisées dans le secteur de Flamb-1 à la demande du client. La localisation de toutes les tranchées est illustrée sur le plan de localisation figurant à l'annexe A. Les tranchées ont été effectuées à l'aide d'une excavatrice hydraulique de marque Hitachi, modèle Zaxis 135, fournie par MKC-Fournier, agissant comme sous-traitant au client, et sous la supervision permanente d'un membre du personnel technique de WSP.

Pendant l'exécution des tranchées, des échantillons de sol ont été prélevés pour chaque unité stratigraphique identifiée jusqu'à la profondeur de fin de la tranchée. Chaque tranchée a été soumise à une description stratigraphique visuelle, détaillant la nature et la composition des différentes formations géologiques rencontrées, ainsi que la présence éventuelle de débris et toute autre information jugée pertinente (niveau de l'eau, présence de cailloux et blocs, etc.). Les données collectées sur le terrain ont été compilées dans les rapports de tranchées d'exploration présentés à l'annexe C.

3.3.4 Arpentage des sondages

L'élévation et les coordonnées des sondages ont été relevées par un arpenteur sous la responsabilité du Client. Toutes les coordonnées ont été relevées selon le système UTM NAD83, zone 18. Les coordonnées et l'emplacement des sondages sont présentés sur le plan de localisation à l'annexe A.

3.4 Programme de laboratoire

Comme mentionné précédemment, tous les échantillons prélevés ont fait l'objet d'une description visuelle par le personnel technique de WSP sur le chantier, puis ont été transportés au laboratoire interne de WSP où ils ont été soumis à un examen visuel plus approfondi par un spécialiste en géotechnique ainsi qu'à des essais de laboratoire afin de compléter l'information technique nécessaire à la description et à la détermination de certaines propriétés physiques des sols interceptés dans les forages.

Le Tableau 3-1 ci-dessous indique le nombre d'échantillons sélectionnés et d'essais réalisés. Les résultats des analyses géotechniques sont disponibles à l'annexe D.

Tableau 3-1 Programme de laboratoire géotechnique réalisé

Essais (Norme)	Quantité
Analyse granulométrique par tamisage et lavage au tamis 80 µm (BNQ 2501-025)	47
Teneur en eau (BNQ 2501-170)	47

4 Résultats d'investigation géotechnique

Cette section présente un résumé des résultats obtenus dans les forages stratigraphiques ainsi que les tranchées d'exploration. Les résultats présentés incluent la stratigraphie rencontrée et les résultats des essais de laboratoire.

4.1 Stratigraphie du secteur Gravtest-4

Une brève description des unités stratigraphiques rencontrées dans les forages réalisés dans le secteur de Gravtest-4, soit 24F-01 à 24F-05, est présentée au tableau 4-1. La description détaillée des sols observés est indiquée sur les rapports de forage présentés à l'annexe B.

De manière générale, la stratigraphie dans le secteur de Gravtest-4 est composée de sols pulvérulents fin à grossier déposé sur le socle rocheux. Localement, des horizons composés principalement des sols de particules fines ont été observés dans certains forages.

Pour des fins de présentation en considérant l'objectif de l'étude, les horizons des sols pulvérulents ont été subdivisés comme suivant :

- Faciès pulvérulent fin : contenant moins de 10% de gravier et cailloux;
- Faciès pulvérulent moyen à grossier : contenant plus de 10% de gravier et cailloux.

Tableau 4-1 Résumé de la stratigraphie identifiée aux sondages réalisés dans le secteur Gravtest-4

Sondage (Élévation)	Matériaux de surface Profondeur (Élévation) [Épaisseur] (m)	Faciès pulvérulent		Socle rocheux probable Profondeur (Élévation) (m)	Fin du forage Profondeur (Élévation) (m)
		Faciès moyen à grossier Profondeur (Élévation) [Épaisseur] (m)	Faciès fin Profondeur (Élévation) [Épaisseur] (m)		
24F-01 (408,41)	Non rencontré	0,00 – 2,74 (408,41 – 405,67) [2,74]	2,74 – 13,11 (405,67 – 395,30) [10,37]	13,11 (395,30)	16,46 (391,95)
24F-02 (406,64)	0,00 – 1,20 ¹ (406,64 – 405,44) [1,20]	1,20 – 4,39 (405,44 – 402,25) [3,19]	4,39 – 8,84 (402,25 – 397,80) [4,45]	Non rencontré	21,03 (385,61)
		8,84 – 9,89 (397,80 – 396,75) [1,05]	9,89 ² 396,75) [>11,14]		

Sondage (Élévation)	Matériaux de surface Profondeur (Élévation) [Épaisseur] (m)	Faciès pulvérulent		Socle rocheux probable Profondeur (Élévation) (m)	Fin du forage Profondeur (Élévation) (m)
		Faciès moyen à grossier Profondeur (Élévation) [Épaisseur] (m)	Faciès fin Profondeur (Élévation) [Épaisseur] (m)		
24F-03 (408,25)	Non rencontré	0,00 – 2,74 (408,25 – 405,51) [2,74]	2,74 – 3,14 (405,51 – 405,11) [0,40]	Non rencontré	21,03 (387,22)
		3,14 – 5,79 (405,11 – 402,46) [2,65]	5,79 – 6,39 (402,46 – 401,86) [0,60]		
		6,39 – 10,14 (401,86 – 398,11) [3,75]	10,14 – 13,04 (398,11 – 395,21) [2,90]		
		13,04 (398,21) [>7,99]			
24F-04 (408,46)	0,00 – 0,25 (408,46 – 408,21) [0,25]	0,25 – 3,34 (408,21 – 405,13) [3,09]	3,34 – 4,74 (405,13 – 403,72) [1,40]	10,39 398,07	13,41 (395,05)
		4,74 – 10,39 (403,72 – 398,07) [5,65]			
24F-05 (407,36)	0,00 – 0,30 (407,36 – 407,06) [0,30]	0,30 – 10,39 (407,06 – 396,97) [10,09]	10,39 – 12,39 (396,97 – 394,97) [2,00]	Non rencontré	21,03 (386,33)
		12,39 – 14,94 (394,97 – 392,42) [2,55]	14,94 (392,42) [>6,09]		

Notes : 1 Couche de remblai (gravier sableux) entre 0,00 et 0,35 m et de matière organique entre 0,35 et 1,20 m.
2 Couche de silt argileux, un peu de sable entre 15,84 et 16,24 m et de silt sableux, un peu d'argile entre 16,69 à 17,04 m.

4.1.1 Matériaux de surface

Uniquement au droit du forage 24F-02, une couche de remblai a été rencontrée sur une épaisseur de 0,35 m. Elle est composée de gravier sableux brun et constituait un remblai ajouté pour une route d'accès. Ce dépôt ne fait pas l'objet d'une section indépendante puisqu'il n'est pas représentatif du secteur.

Directement sous le remblai du forage 24F-02, une couche de tourbe, brun foncé dans un état humide a été rencontré sur une épaisseur de 0,40 m. Sous la tourbe du forage 24F-02 et en surface des forages 24F-04 et 24F-05, une couche de sol organique a été rencontrée. L'épaisseur de cette couche varie de 0,25 m à 0,45 m. Les sols organiques observés dans les forages comprennent du silt, sable et gravier en proportions variables, de couleur brun orangé, et dans un état très humide. La matière organique consiste de morceaux de bois et racines.

La figure 4-1 suivante présente les matériaux de surface au niveau du forage 24F-02.



Figure 4-1 Échantillon CS-01 du forage 24F-02 – Remblai, tourbe, sol organique

4.1.2 *Faciès pulvérulent moyen à grossier*

Le dépôt pulvérulent à faciès moyen à grossier a été rencontré dans tous les forages en surface ou sous les sols organiques. Il est ensuite retrouvé en alternance avec le dépôt pulvérulent à faciès fin sur des épaisseurs variables. Le dépôt est principalement composé de sable, plus de 10% de gravier, avec des traces à un peu de silt et plus de 10% de cailloux de forme arrondie. Il est de couleur brun à gris et dans un état sec à saturé selon la profondeur. La figure 4-2 suivante présente la variation des sols dans ce dépôt.



Figure 4-2 Dépôt pulvérulent moyen – grossier; échantillon CS-07 du forage 24F-03(haut), échantillon CS-03 du forage 24F-04(bas)

Les résultats détaillés des analyses granulométriques et teneur en eau sur des échantillons représentatifs du dépôt granulaire moyen à grossier sont détaillés dans l'annexe D et résumés dans le Tableau 4-2. Il est à noter que pour les besoins de caractérisation des matériaux des bancs d'emprunt, les essais granulométriques ont parfois été effectués sur un mélange d'échantillons représentatifs d'une couche.

Tableau 4-2 Résultats des analyses granulométriques et des teneurs en eau réalisées dans les sols naturels pulvérulents du faciès moyen à grossier

Forage	Échantillon	Profondeur (m)	Teneur en eau (%)	Gravier > 5 mm (%)	Sable < 5 mm et > 80 µm (%)	Particules fines < 80 µm (%)	Description	USCS
24F-01	CS-01 + CS-02	0,00 – 5,79	6,0	32	64	4	Sable graveleux, traces de silt	SP
24F-02	CS-01E + CS-02(A, B, C)	1,45 – 5,79	4,0	42	54	4	Sable et gravier, traces de silt	SP
24F-03	CS-01(A, B, C) + CS-02(A, B)	0,00 – 5,79	1,0	37	60	3	Sable et gravier, traces de silt	SP
	CS-03B	6,39 – 7,24	2,0	34	51	6	Sable graveleux, traces de silt, présence de cailloux	SP - SM
	CS-05B + CS-06(A, B) + CS-07(A, B)	13,04 – 21,03	3,0	51	43	6	Gravier et sable, traces de silt	GP-GM
24F-04	CS-01	0,00 – 2,74	5,0	46	49	5	Sable et gravier, traces de silt	SP
24F-05	CS-01D	1,80 – 2,74	5,0	18	52	30	Sable silteux, un peu de gravier	SM
	CS-03A + CS-03B	5,79 – 7,69	5,0	22	62	16	Sable graveleux, un peu de silt	SM
	CS-04A	8,84 – 10,39	5,0	29	60	11	Sable graveleux, un peu de silt	SW - SM
	CS-05A + CS-05B	11,89 – 13,50	9,0	22	61	17	Sable graveleux, un peu de silt	SM

Selon le système unifié de classification des sols (USCS), ces sols sont classifiés principalement comme SP, SM, SP-SM, SW-SM, et GP-GM.

4.1.3 Faciès pulvérulent fin

Le dépôt pulvérulent à faciès fin a été rencontré dans tous les forages sous une couche du faciès moyen à grossier sur des épaisseurs variables. Le dépôt est principalement composé de sable, traces de gravier à un peu de gravier et traces

de silt à silteux. Localement, moins de 10% de cailloux arrondis sont présents dans ce dépôt. Il est de couleur brun à gris et dans un état sec à saturé selon la profondeur. La Figure 4-3 présente un échantillon représentatif du dépôt.



Figure 4-3 **Dépôt pulvérulent fin– Échantillon CS-04 du forage 24F-01**

Au droit du forage 24F-05, une couche de sable et silt, selon des proportions variables, d'apparence dense a été rencontrée sur une épaisseur de 6,09 m, soit entre 14,94 à 21,03 m de profondeur. Cette couche était de couleur grise et dans un état sec. La Figure 4-4 est représentative de la variation du dépôt en profondeur.



Figure 4-4 **Dépôt pulvérulent fin – Échantillon CS-06 du forage 24F-05**

Les résultats détaillés des analyses granulométriques et la teneur en eau réalisée sur les échantillons de ce faciès sont présentés dans l'annexe D et résumés dans le Tableau 4-3. Il est à noter que pour les besoins de caractérisation des matériaux des bancs d'emprunt, les essais granulométriques ont parfois été effectués sur un mélange d'échantillons représentatifs d'une couche.

Tableau 4-3 Résultats des analyses granulométriques et des teneurs en eau réalisées dans les sols naturels pulvérulents du faciès fin

Forage	Échantillon	Profondeur (m)	Teneur en eau (%)	Gravier > 5 mm (%)	Sable < 5 mm et > 80 µm (%)	Particules fines < 80 µm (%)	Description	USCS
24F-01	CS-03	5,79 – 8,84	10,0	3	92	5	Sable, traces de silt et de gravier	SP-SM
	CS-04	8,84 – 11,89	7,0	3	92	5	Sable, traces de silt et de gravier	SP
24F-02	CS-03	5,79 – 8,84	14,0	4	92	4	Sable, traces de gravier et de silt	SP
	CS-04	8,84 – 11,89	8,0	14	78	8	Sable, un peu de gravier, traces de silt	SP-SM
	CS-05 + CS06A	11,89 – 15,84	8,0	19	78	3	Sable, un peu de gravier, traces de silt	SP
24F-03	CS-04B + CS-05A	10,14 – 13,04	9,0	5	89	6	Sable, traces de silt et de gravier	SP-SM
24F-04	CS-02A + CS-02B	2,74 – 4,74	7,0	8	90	2	Sable, traces de gravier et de silt	SP

Selon le système unifié de classification des sols (USCS), ces sols sont classifiés principalement comme SP, SM et SP-SM.

4.1.4 Horizon de sol cohérent

Au droit du forage 24F-02, une mince couche de sol cohérent a été rencontrée entre 15,84 et 16,24 m. L'analyse visuelle montre que cette couche est composée de silt argileux avec un peu de sable, présentant une plasticité faible et se trouvant dans un état saturé. De plus, une couche de silt sableux avec un peu d'argile a été rencontrée entre les profondeurs de 16,69 à 17,04 m et présentant une plasticité nulle à faible. Cet horizon est composé d'un pourcentage de particules fines plus élevé que les sols du faciès pulvérulent fin.

Aucun essai de laboratoire n'a été effectué sur les échantillons de cet horizon.

4.1.5 Socle rocheux

La méthode d'échantillonnage utilise des ondes soniques afin d'extraire l'échantillon et dans le socle rocheux, selon la technique utilisée, celles-ci peuvent entraîner la fragmentation de l'échantillon. Dans le cadre de ce mandat, le but n'étant pas de caractériser en détail le socle rocheux, l'horizon identifié est qualifié comme étant le « socle rocheux probable » considérant les techniques de forage utilisées.

Le socle rocheux probable a été atteint au droit des forages 24F-01 et 24F-04 aux profondeurs respectives de 13,11 m et 10,39 m sous la surface du sol. Le roc n'a pas été rencontré dans les autres sondages du secteur.

4.2 Stratigraphiques du secteur Gravtest-3

Une brève description des unités stratigraphiques rencontrées dans les sondages réalisés dans le secteur de Gravtest-3, soit les forages 24F-06 à 24F-012 et les tranchées 24TR-01 à 24TR-04, est présentée au Tableau 4-4. La description détaillée des sols observés est indiquée sur les rapports de sondages présentés aux annexes B et C.

De manière générale, la stratigraphie dans le secteur de Gravtest-3 est composée de sols pulvérulents fin à grossier déposé sur le socle rocheux. Localement, des horizons composés principalement des sols de particules fines ont été observés dans certains forages.

Pour des fins de présentation en considérant l'objectif de l'étude, les horizons des sols pulvérulents ont été subdivisés comme suivant :

- Faciès pulvérulent fin : contenant moins de 10% de gravier et cailloux;
- Faciès pulvérulent moyen à grossier : contenant plus de 10% de gravier et cailloux.

Tableau 4-4 Résumé de la stratigraphie identifiée aux sondages réalisés dans le secteur Gravtest-3

Sondage (Élévation)	Couche organique Profondeur (Élévation) [Épaisseur] (m)	Faciès pulvérulent		Socle rocheux probable Profondeur (Élévation) (m)	Fin du sondage Profondeur (Élévation) (m)
		Faciès moyen à grossier Profondeur (Élévation) [Épaisseur] (m)	Faciès fin Profondeur (Élévation) [Épaisseur] (m)		
Forage stratigraphique					
24F-06 (405,55)	0,00 – 0,30 (405,55 – 405,25) [0,30]	0,30 – 6,10 (405,25 – 399,45) [5,80]	6,10 – 11,04 (399,45 – 394,51) [4,94]	Non rencontré	19,81 (385,74)
		11,04 – 15,64 (394,51 – 398,91) [4,60]	15,64 (389,91) [>4,17]		
24F-07 (408,75)	0,00 – 0,20 (408,75 – 408,56) [0,20]	0,20 – 9,14 (408,56 – 399,62) [8,94]	9,14 – 16,09 (399,62 – 392,67) [6,95]	Non rencontré	19,81 (388,94)
		16,09 ¹ (392,67) [>3,72]			
24F-08 (412,55)	0,00 – 0,20 (412,55 – 412,35) [0,20]	0,20 – 6,80 (412,35 – 405,75) [6,60]	6,80 – 15,24 (405,75 – 397,31) [8,44]	Non rencontré	21,34 (391,21)
		15,24 – 18,59 (397,31 – 393,96) [3,35]	18,59 ² (393,96) [>2,75]		

Sondage (Élévation)	Couche organique Profondeur (Élévation) [Épaisseur] (m)	Faciès pulvérulent		Socle rocheux probable Profondeur (Élévation) (m)	Fin du sondage Profondeur (Élévation) (m)
		Faciès moyen à grossier Profondeur (Élévation) [Épaisseur] (m)	Faciès fin Profondeur (Élévation) [Épaisseur] (m)		
24F-09 (412,83)	Non rencontré	0,00 – 11,64 (412,83 – 401,19) [11,64]	11,64 – 17,14 (401,19 – 395,69) [5,50]	Non rencontré	21,34 (391,49)
		17,14 – 20,09 (395,69 – 392,74) [2,95]	20,09 (392,74) [>1,25]		
24F-10 (412,60)	0,00 – 0,20 (412,60 – 412,40) [0,20]	0,20 ³ – 3,05 (412,40 – 409,55) [2,85]	3,05 – 4,57 (409,55 – 408,03) [1,52]	19,81 (392,79)	22,86 (389,74)
		4,57 – 6,80 (408,03 – 405,80) [2,23]	6,80 – 9,14 (405,80 – 403,46) [2,34]		
		9,14 – 10,67 (403,46 – 401,93) [1,53]	10,67 – 18,29 (401,93 – 394,31) [7,62]		
		18,29 – 19,81 (394,31 – 392,79) [1,52]			
24F-11 (407,62)	0,00 – 0,30 (407,62 – 407,32) [0,30]	0,30 – 3,65 (407,32 – 403,97) [3,35]	3,65 – 6,10 (403,97 – 401,52) [2,45]	Non rencontré	19,81 (387,81)
		6,10 – 7,20 (401,52 – 400,42) [1,10]	7,20 – 14,67 (400,42 – 392,95) [7,47]		
		14,67 – 15,17 (392,67 – 392,45) [0,50]	15,17 – 16,76 (392,45 – 390,86) [1,59]		
		16,76 (390,86) [>3,05]			
24F-12 (412,49)	0,00 – 0,40 (412,49 – 412,09) [0,40]	0,40 – 7,25 (412,09 – 405,24) [6,85]	7,25 – 16,15 (405,24 – 396,34) [8,9]	16,15 (396,34)	19,81 (392,68)
Tranchées d'exploration					
24TR-01 (412,67)	0,00 – 0,65 (412,67 – 412,02) [0,65]	0,65 – 3,00 (412,02 – 409,67) [2,35]	3,00 – 3,30 (409,67 – 409,37) [0,30]	Non rencontré	6,00 (406,67)
		3,30 (409,37) [>2,70]			
24TR-02 (412,81)	0,00 – 0,35 (412,81 – 412,46) [0,35]	0,35 (412,46) [>4,64]	Non rencontré	Non rencontré	5,00 (407,81)

Sondage (Élévation)	Couche organique Profondeur (Élévation) [Épaisseur] (m)	Faciès pulvérulent		Socle rocheux probable Profondeur (Élévation) (m)	Fin du sondage Profondeur (Élévation) (m)
		Faciès moyen à grossier Profondeur (Élévation) [Épaisseur] (m)	Faciès fin Profondeur (Élévation) [Épaisseur] (m)		
24TR-03 (412,39)	0,00 – 0,15 (412,39 – 412,24) [0,15]	0,15 – 3,00 (412,24 – 409,39) [2,85]	3,00 (409,39) [>2,00]	Non rencontré	5,00 (407,39)
24TR-04 (410,88)	0,00 – 0,30 (410,88 – 410,58) [0,30]	0,30 (410,58) [>4,70]	Non rencontré	Non rencontré	5,00 (405,88)

- Notes : 1 Cette couche comprend plus de particules fines que le dépôt de référence.
2 Dépôt cohérent entre 18,59 et 19,49 m de profondeur.
3 Dépôt cohérent entre 0,20 et 0,85 m de profondeur.

4.2.1 Sols organiques

Une couche organique a été rencontrée en surface au droit de tous les sondages, à l'exception du forage 24F-09, sur des épaisseurs variantes entre 0,15 et 0,65 m. Au droit des forages 24F-10 et 24F-12 et les tranchées 24TR-01, 24TR-02 et 24TR-03, la couche organique se compose de tourbe brun-noir dans un état humide. Sous la tourbe au droit des sondages 24F-12 et 24TR-02 et en surface de tous les sondages, une couche de sols organiques a été rencontrée. Les sols organiques observés dans les sondages consistent d'un silt avec un peu de sable et gravier ou un sable et gravier de couleur brun orangé et dans un état humide. La matière organique consiste de morceaux de bois et racines.

La Figure 4-5 suivante présente la couche organique au niveau des tranchées 24-TR01 et 24TR-02.

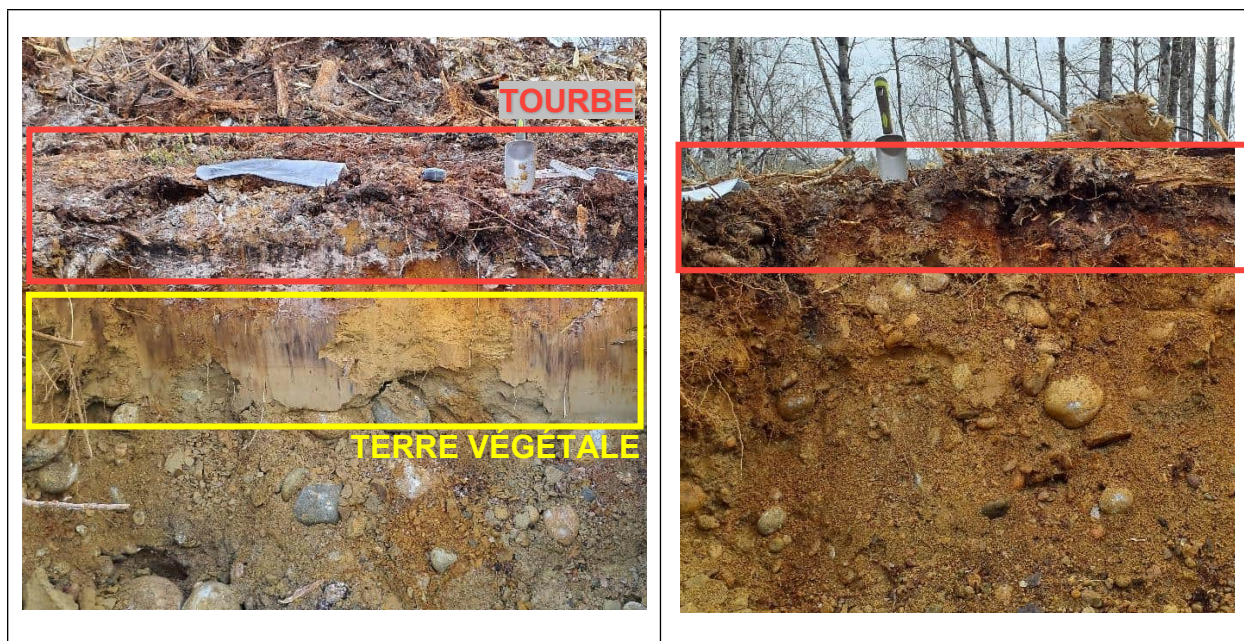


Figure 4-5 Couche organique – Échantillon EM-01 de la tranchée 24TR-01 (gauche) et échantillon EM-01 de la tranchée 24TR-02 (droite)

4.2.2 *Faciès pulvérulent moyen à grossier*

Le dépôt pulvérulent à faciès moyen à grossier a été rencontré dans tous les sondages sous les sols organiques ou en surface (24F-09). Il est ensuite retrouvé en alternance avec le dépôt pulvérulent à faciès fin sur des épaisseurs variables telles que détaillées au Tableau 4-4. Ce dépôt est principalement composé de sable et gravier selon des proportions variables, avec des traces à un peu de silt et présences de cailloux de forme arrondie. Il était de couleur brun à gris et dans un état sec à saturé selon la profondeur. La Figure 4-6 présente un échantillon représentatif du faciès pulvérulent moyen à grossier.



Figure 4-6 Dépôt pulvérulent moyen à grossier – Échantillon EM-04 de la tranchée 24TR-04

Les résultats détaillés des analyses granulométriques et la teneur en eau effectuée sur les échantillons représentatifs du dépôt naturel granulaire moyen grossier sont présentés dans l'annexe D et résumés dans le Tableau 4-5. Il est à noter que pour les besoins de caractérisation des matériaux des bancs d'emprunt, les essais granulométriques ont parfois été effectués sur un mélange d'échantillons représentatifs d'une couche.

Selon le système unifié de classification des sols (USCS), ces sols sont classifiés principalement comme SP, SG, GP, GW, SP-GM et GP-GM.

Tableau 4-5 Résultats des analyses granulométriques et des teneurs en eau réalisées dans les sols naturels pulvérulents du faciès moyen à grossier

Sondage	Échantillon	Profondeur (m)	Teneur en eau (%)	Gravier > 5 mm (%)	Sable < 5 mm et > 80 µm (%)	Particules fines < 80 µm (%)	Description	USCS
Forage stratigraphique								
24F-07	CS-04	6,10 – 7,62	3,0	64	27	3	Gravier sableux, traces de silt, présence de cailloux	GW
24F-08	CS-05A	6,10 – 6,80	3,0	71	26	3	Gravier sableux, traces de silt	GW

Sondage	Échantillon	Profondeur (m)	Teneur en eau (%)	Gravier > 5 mm (%)	Sable < 5 mm et > 80 µm (%)	Particules fines < 80 µm (%)	Description	USCS
24F-08	CS-08	15,24 – 18,29	3,0	72	24	4	Gravier sableux, traces de silt	GP
24F-09	CS-04A	6,10 – 8,00	3,0	66	24	2	Gravier sableux, traces de silt, présence de cailloux	GP
24F-09	CS-04B + CS-05A	8,00 – 11,64	4,0	54	38	8	Gravier et sable, traces de silt	GP - GM
24F-09	CS-07B	17,14 – 18,29	3,0	64	24	6	Gravier sableux, traces de silt, présence de cailloux	GP - GM
24F-10	CS-05A	6,10 – 6,80	6,0	38	56	6	Sable et gravier, traces de silt	SP - SM
24F-11	CS-05A	6,10 – 7,20	8,0	39	59	2	Sable et gravier, traces de silt	SP
24F-12	CS-05A	6,10 – 7,25	8,0	36	60	4	Sable et gravier, traces de silt	SP
Tranchées d'exploration								
24TR-01	EM-03 + EM-04+EM-05	0,65 – 3,00	3,0	42	55	3	Sable et gravier, traces de silt	SP
	EM-07 + EM-08+EM-09	3,30 – 6,00	5,0	36	61	3	Sable et gravier, traces de silt	SP
24TR-02	EM-03 + EM-04+EM-05	0,35 – 3,00	4,0	61	36	3	Gravier et sable, traces de silt	GP
	EM-06 + EM-07	3,00 – 4,70	4,0	61	37	2	Gravier et sable, traces de silt	GP
24TR-03	EM-02 + EM-03	0,15 – 2,00	3,0	61	36	3	Gravier et sable, traces de silt	GP
	EM-04 + EM-05	2,00 – 4,00	3,0	34	65	1	Sable graveleux	SP
24TR-04	EM-02 + EM-03+EM-04	0,30 – 3,00	2,0	55	44	1	Gravier et sable, traces de silt	GP
24TR-04	EM-05 + EM-06	3,00 – 5,00	3,0	44	54	2	Sable et gravier, traces de silt	SP

4.2.3 Faciès pulvérulent fin

Le dépôt pulvérulent à faciès fin a été rencontré dans tous les sondages, à l'exception des tranchées 24TR-02 et 24TR-04, sous une couche de sol du faciès moyen à grossier. Le dépôt a été rencontré sur des épaisseurs variables telles que détaillées au Tableau 4-4. Le faciès pulvérulent fin est principalement composé de sable, traces de silt à silteux et traces de gravier à un peu de gravier. Localement, des cailloux arrondis (moins de 10%) sont présents dans le dépôt. Il était de couleur brun à gris et dans un état sec à saturé selon la profondeur. La Figure 4-7 présente un échantillon représentatif du dépôt.



Figure 4-7 Dépôt pulvérulent fin – Échantillon CS-07 du forage 24F-08

Des échantillons représentatifs du dépôt naturel granulaire fin ont été soumis à des analyses granulométriques et de teneur en eau. Les résultats détaillés des analyses sont présentés dans l'annexe D et résumés dans le Tableau 4-6. Il est à noter que pour les besoins de caractérisation des matériaux des bancs d'emprunt, les essais granulométriques ont parfois été effectués sur un mélange d'échantillons représentatifs d'une couche.

Selon le système unifié de classification des sols (USCS), ces sols sont classifiés principalement comme SP, SM, SW, SP-SM et SW-SM.

Tableau 4-6 Résultats des analyses granulométriques et des teneurs en eau réalisées dans les sols naturels pulvérulents du faciès fin

Sondage	Échantillon	Profondeur (m)	Teneur en eau (%)	Gravier > 5 mm (%)	Sable < 5 mm et > 80 µm (%)	Particules fines < 80 µm (%)	Description	USCS
Forage								
24F-06	CS-05A+CS-05B	6,10 – 7,70	9,0	1	94	5	Sable, traces de silt	SP-SM
	CS-05C	7,70 – 9,14	5,0	17	60	23	Sable silteux, un peu de gravier	SM
24F-07	CS-06	9,14 – 12,19	21,0	1	92	7	Sable, traces de silt et de gravier	SP-SM
24F-08	CS-06A + CS-06B	9,14 – 12,19	5,0	3	88	9	Sable, traces de silt et de gravier	SW-SM
	CS-07A + CS-07B	12,19 – 15,24	7,0	0	95	5	Sable, traces de silt	SP
24F-09	CS-05B + CS-06A + CS-06B	11,64 – 15,24	5,0	2	89	9	Sable, traces de silt et de gravier	SW-SM
24F-10	CS-05B	6,80 – 9,14	4,0	19	77	4	Sable, un peu de gravier, traces de silt	SP
24F-11	CS-05B	7,20 – 9,14	4,0	18	80	2	Sable, un peu de gravier, traces de silt	SP
	CS-06A + CS-06B	9,14 – 10,67	9,0	19	77	4	Sable, un peu de gravier, traces de silt	SP
	CS-07	10,67 – 13,72	7,0	27	68	5	Sable graveleux, traces de silt ¹	SP
24F-12	CS-05B	7,25 – 9,14	3,0	17	76	7	Sable, un peu de gravier, traces de silt	SW-SM
	CS-06A	9,14 – 9,84	9,0	17	78	5	Sable, un peu de gravier, traces de silt	SW
Tranchées d'exploration								
24TR-03	EM-06	4,00 – 5,00	3,0	2	98	0	Sable, traces de gravier	SP

Note : 1 : L'analyse de laboratoire n'est pas représentative de la couche observée. Malgré la présence importante de gravier, cette couche est incluse dans le faciès fin.

4.2.4 Horizon des sols cohérents

Au droit des forages 24F-08 et 24F-10, une couche mince de sol cohérent a été rencontrée à 18,59 et 0,20 m respectivement sur des épaisseurs de 0,93 m et 0,65 m. L'analyse visuelle montre que cette couche est composée de silt, traces d'argiles et de sable, présentant une plasticité faible à nulle et se trouvant dans un état humide. Cette couche est composée d'un pourcentage de particules fines plus élevé que les sols du faciès pulvérulent fin.

Aucun essai de laboratoire n'a été effectué sur les échantillons de cet horizon.

4.2.5 Socle rocheux

Comme mentionné à la section 4.1.5, la méthode d'échantillonnage utilise des ondes soniques afin d'extraire l'échantillon et dans le socle rocheux, selon la technique utilisée, celles-ci peuvent entraîner la fragmentation de l'échantillon. Dans le cadre de ce mandat, le but n'étant pas de caractériser en détail le socle rocheux, l'horizon identifié est qualifié comme étant le « socle rocheux probable » considérant les techniques de forage utilisées.

D'ailleurs, le socle rocheux probable a été atteint au droit des forages 24F-10 et 24F-12 à différentes des profondeurs respectives de 19,81 et 16,15 m sous la surface du sol. Le roc n'a pas été rencontré dans les autres sondages du secteur.

4.3 Stratigraphie du secteur Flamb-1

Une brève description des unités stratigraphiques rencontrées dans les tranchées réalisées dans le secteur de Flamb-1, soit 24TR-05 et 24TR-06, est présentée au Tableau 4-7. La description détaillée des sols observés est indiquée sur les rapports de tranchées présentées à l'annexe C.

Tableau 4-7 Résumé de la stratigraphie identifiée aux sondages réalisés dans le secteur Flamb-1

Sondage (Élévation)	Sol naturel		Socle rocheux Profondeur (Élévation) (m)	Fin de la tranchée Profondeur (Élévation) (m)
	Faciès pulvérulent fin Profondeur (Élévation) [Épaisseur] (m)	Faciès pulvérulent moyen à grossier Profondeur (Élévation) [Épaisseur] (m)		
24TR-05 (403,90)	0,00 – 0,30 (403,90 – 403,60) [0,30]	0,30 (403,60) [>3,00]	Non rencontré	4,00 (399,90)
24TR-06 (406,68)	0,00 – 1,00 (406,68 – 405,68) [1,00]	1,00 (405,68) [>4,00]	Non rencontré	5,00 (401,68)

4.3.1 *Faciès pulvérulent fin*

Le dépôt pulvérulent à faciès fin, a été rencontré dans les deux tranchées en surface et au-dessus d'une couche de faciès moyen à grossier. Il a été rencontré sur une épaisseur de 0,30 m et 1,00 m pour les tranchées 24TR-05 et 24TR-06 respectivement. Au niveau de la tranchée 24TR-05, le dépôt est principalement composé de silt, un peu de sable avec présences de matières organiques (racines), de couleur grise, ainsi que dans un état humide. Tandis qu'au droit de la tranchée 24TR-06, le dépôt est principalement composé de sable, avec traces de silt et de gravier, de couleur brune et dans un état humide. Localement, des cailloux arrondis sont présents dans ce dépôt.

4.3.2 *Faciès pulvérulent moyen à grossier*

Le dépôt pulvérulent à faciès moyen à grossier a été rencontré dans les tranchées 24TR-05 et 24TR-06, sous la couche de faciès fin. Le dépôt est principalement composé de sable et gravier à un peu de gravier, avec des traces de silt. La présence de cailloux de forme arrondie a été observée en quantités variables. Ce dépôt est de couleur brun et dans un état humide.

Aucun essai de laboratoire n'a été effectué puisque la caractérisation de Flamb-1 ne fait pas partie du présent mandat de caractérisation des bancs d'emprunt.

5 Eau souterraine

Le niveau de l’eau souterraine a été relevé le 02 avril et/ou le 30 mai 2024 aux emplacements des tubes ouverts installés dans les forages aménagés. Le Tableau 5-1 ci-dessous présente les données collectées concernant le niveau de l'eau mesuré dans les tubes d'observation.

Il convient de mentionner que ce relevé n’est représentatif que de la période à laquelle il a été effectué. En effet, la nappe d’eau souterraine peut fluctuer selon les saisons, étant habituellement basse durant l’hiver et l’été et haute au printemps et à l’automne. Ainsi, les conditions climatiques (pluies abondantes, fonte des neiges, période de sécheresse, etc.) peuvent également influencer le niveau de la nappe d’eau souterraine.

Tableau 5-1 Relevé de l’eau souterraine dans les tubes d’observation

Forage	Type d'instrument	Élévation de la surface (m)	Date de la mesure [AAAA-MM-JJ]	Profondeur du niveau d'eau mesuré par rapport à la surface (m)	Élévation de l'eau par rapport à la surface (m) (m)
Gravtest-4					
24F-01	Tube ouvert	408,41	2024-04-02	Sec	N/A
			2024-05-30	Sec	N/A
24F-02	Tube ouvert	406,64	2024-04-02	Sec	N/A
			2024-05-30	19,67	386,97
24F-03	Tube ouvert	408,25	2024-05-30	Sec	N/A
24F-04	Tube ouvert	408,46	2024-04-02	Sec	N/A
			2024-05-30	Sec	N/A
24F-05	Tube ouvert	407,36	2024-04-02	12,78	394,58
			2024-05-30	12,66	394,70
Gravtest-3					
24F-06	Tube ouvert	405,55	2024-05-30	Sec	N/A
24F-07	Tube ouvert	408,75	2024-05-30	Sec	N/A
24F-08	Tube ouvert	412,55	2024-05-30	Sec	N/A
24F-09	Tube ouvert	412,83	2024-05-30	Sec	N/A
24F-10	Tube ouvert	412,60	2024-05-30	Sec	N/A
24F-11	Tube ouvert	407,62	2024-05-30	Sec	N/A
24F-12	Tube ouvert	412,49	2024-05-30	15,84	396,65

6 Conclusions

Dans le cadre du développement du projet minier Windfall, le présent projet consiste à caractériser la qualité des matériaux des bancs d'emprunt Gravtest-3 et Gravtest-4 en profondeur. Ces données permettent de prévoir le potentiel des bancs d'emprunt afin de poursuivre la construction des diverses infrastructures au site.

Dans le cadre du programme de l'investigation géotechnique, un total de douze (12) forages stratigraphiques avec installation de tube d'observation, et six (6) tranchées d'exploration ont été réalisés en mars et mai 2024. Cinq (5) de ces forages ont été réalisés au niveau de Gravtest-4, sept (7) forages et quatre (4) tranchées ont été réalisés au site de Gravtest-3 et deux (2) tranchées ont été réalisées dans le secteur nord-est de Flamb-1.

En considérant l'objectif de l'étude, les horizons des sols pulvérulents ont été subdivisés en faciès pulvérulent fin (contenant moins de 10% de gravier et cailloux) et faciès pulvérulent moyen à grossier (contenant plus de 10% de gravier et cailloux). De façon générale, les résultats des sondages réalisés ont confirmé la présence d'une couche de sols organiques en surface, suivi par un dépôt pulvérulent à faciès moyen à grossier principalement composé de sable et gravier, intercalé par des horizons de dépôt pulvérulent à faciès fin composé de sable.

Les résultats du relevé du niveau d'eau dans les forages au 30 mai 2024 révèlent que la majorité des sondages ont été retrouvés secs ou avec un niveau d'eau entre les élévations 386,97 et 396,65 m.

Références bibliographiques

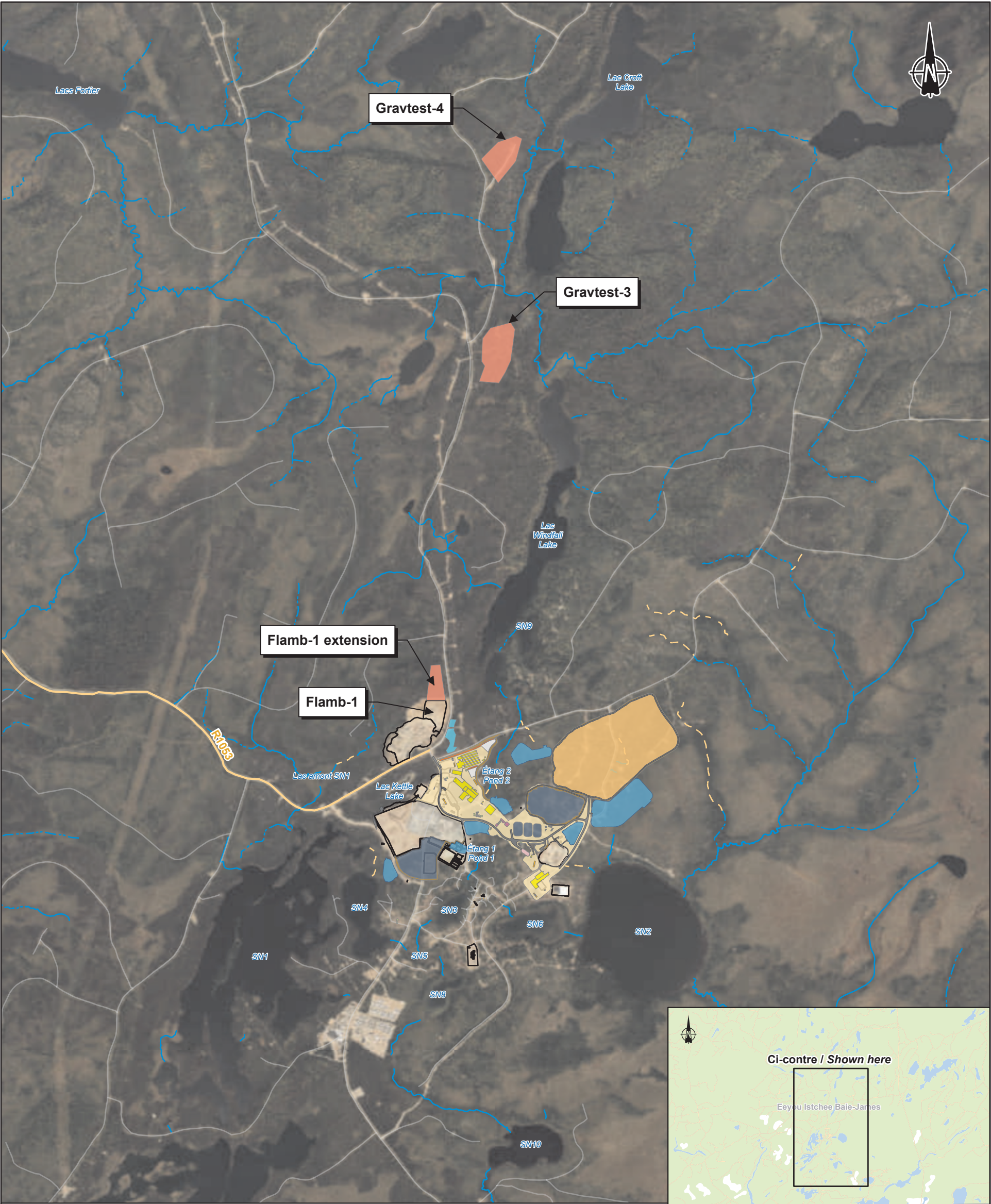
- WSP. 2024. Étude géotechnique complémentaire 2024 des bancs d’emprunt Gravtest-3 et Gravtest-4.

ANNEXE

A

PLANS DE LOCALISATION





Réseau routier / Road Network

- Chemin forestier principal / Main forestry road
- Chemin forestier secondaire / Secondary forestry path

Hydrographie / Hydrography

- Cours d'eau permanent / Permanent watercourse
- Cours d'eau intermittent / Intermittent watercourse
- Cours d'eau souterrain / Underground watercourse
- Canal / Canal

Composantes du projet / Project Components

Infrastructures projetées / Proposed Infrastructures

- Aire d'activité / Activity area
- Banc d'emprunt / Borrow pit
- Bassin / Pond
- Bâtiment / Building
- Champ d'infiltration / Infiltration field
- Concasseur / Crusher
- Équipement / Equipment
- Limite des fossés / Ditch limit
- Halde / Stockpile
- Parc à résidus miniers / Tailings storage facility
- Portail Lynx / Lynx portal
- Poste électrique / Power line substation
- Réservoir / Reservoir
- Route / Road
- Berme / Berm
- Zone de dépôt de neige / Snow deposit zone

Ci-contre / Shown here

0 0,3 0,6 km
MTM, Fuseau 9 / Zone 9, NAD83

Étude géotechnique complémentaire 2024 des bancs d'emprunt Gravtest-3 et Gravtest-4 / 2024 Complementary Geotechnical Study of the Gravtest-3 and Gravtest-4 Borrow Pits

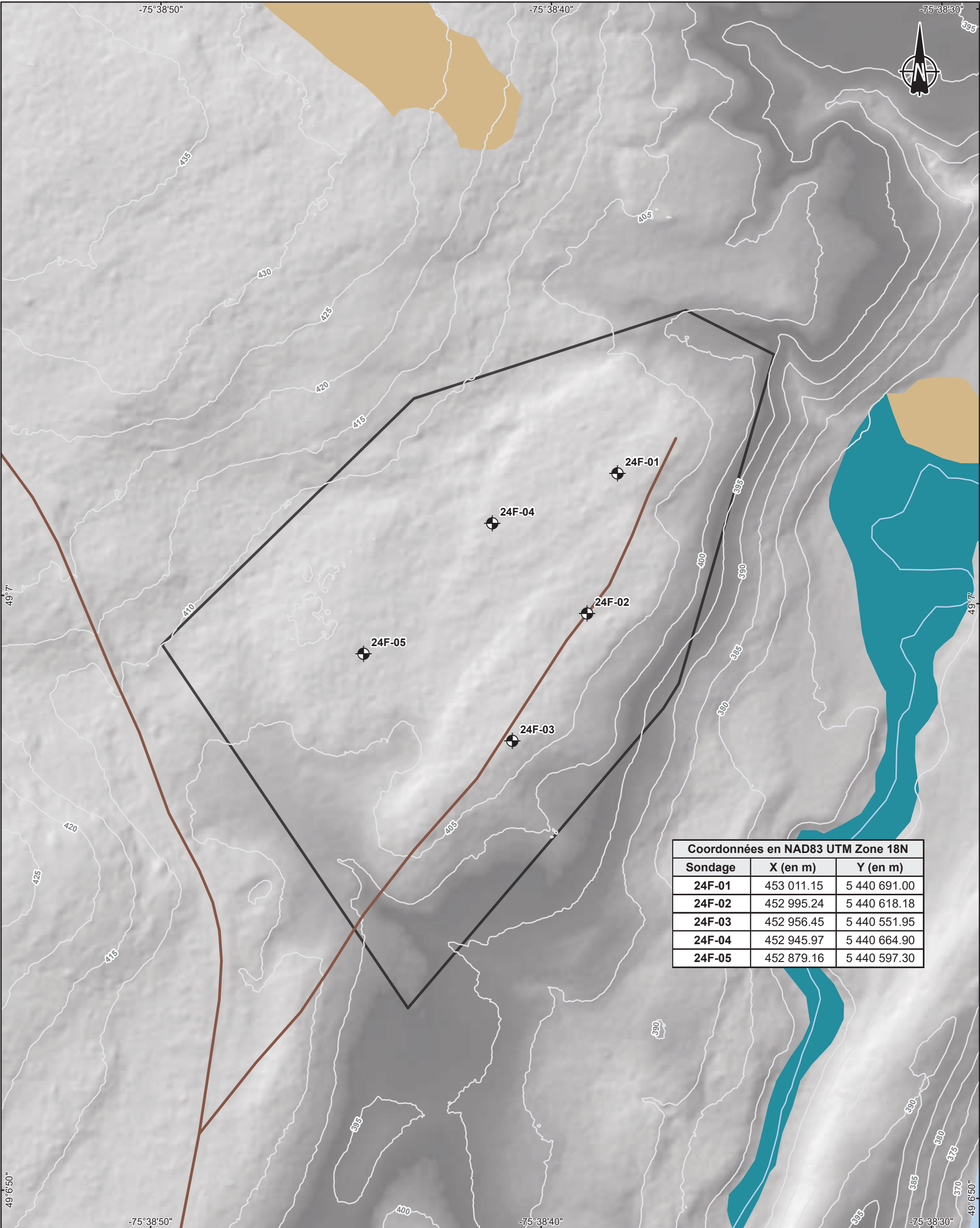
Projet minier Windfall, Eeyou Istchee Baie-James (Québec) / Windfall Mining Project, Eeyou Istchee Baie-James (Quebec)

Carte 1 / Map 1
Localisation des bancs d'emprunts / Location of Borrow Pits

Sources :
MFFP, MNT issu du Lidar, 32G04SE, 2021
BDTQ, 1/20 000, MRNF Québec, 2007
BNDT, 1/250 000, RNCan, 2007
AOréseaux+, réseau routier, MERN Québec, 2020-03
SDA, 1/20 000, MERN Québec, 2019-01
MRNF, Mosaïque d'orthophotographies aériennes de l'inventaire écoforestier, 2024

2024-09-24

Préparation / Preparation : J.-A. Douville
Dessin / Drawing : J. Roy
Vérifié par / Verification : K. Boundy
CA0002449_5772_eg_annexe_gravtest3_4_240920.aprx
CA0002449_5772_eg_annexe_c1_034_loc_240924



Coordonnées en NAD83 UTM Zone 18N		
Sondage	X (en m)	Y (en m)
24F-01	453 011.15	5 440 691.00
24F-02	452 995.24	5 440 618.18
24F-03	452 956.45	5 440 551.95
24F-04	452 945.97	5 440 664.90
24F-05	452 879.16	5 440 597.30

Sondage / Sounding

WSP
Forage / Borehole, 2024

Composantes du projet / Project Components

Banc d'emprunt / Borrow pit

Réseau routier / Road Network

Chemin forestier / Forestry road

Hypsométrie / Hypsometry

Courbe de niveau (5 m) / Contour line (5 m)

Lot de trappe / Trapline limit

Milieux humides et hydrique / Hydrology and Wetlands

Marécage / Swamp

Tourbière / Peatland

Plan d'eau / Waterbody

Cours d'eau / Watercourse



Étude géotechnique complémentaire 2024 des
bancs d'emprunt Gravtest-3 et Gravtest-4 /
2024 Complementary Geotechnical Study of the
Gravtest-3 and Gravtest-4 Borrow Pits
Projet minier Windfall, Eeyou Istchee Baie-James
(Québec) / Windfall Mining Project, Eeyou Istchee
Baie-James (Quebec)

Carte 1 / Map 1
Banc d'emprunt - Gravtest-4 / Borrow Pit - Gravtest-4

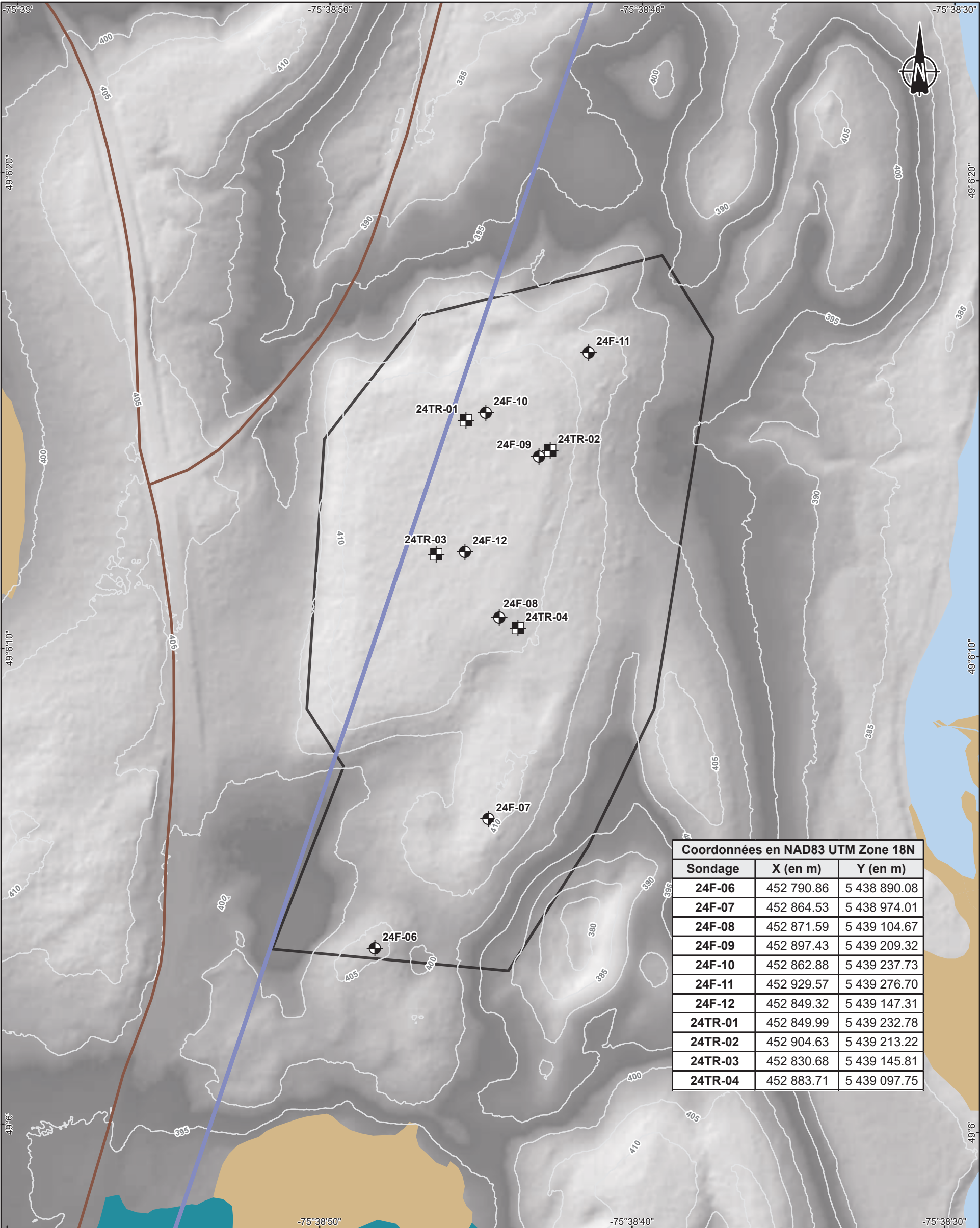
Sources :
MFFP, MNT issu du Lidar, 32G04SE, 2021

0 25 50 m
MTM, Fuseau 9 / Zone 9, NAD83

2024-09-24

Préparation / Preparation : J.-A. Douville
Dessin / Drawing : J. Roy
Vérifié par / Verification : K. Boundy
CA0002449_5772_eg_annexe_gravtest3_4_240920.aprx
CA0002449_5772_eg_annexe_cX_035_gravtests_240924





Coordonnées en NAD83 UTM Zone 18N		
Sondage	X (en m)	Y (en m)
24F-06	452 790.86	5 438 890.08
24F-07	452 864.53	5 438 974.01
24F-08	452 871.59	5 439 104.67
24F-09	452 897.43	5 439 209.32
24F-10	452 862.88	5 439 237.73
24F-11	452 929.57	5 439 276.70
24F-12	452 849.32	5 439 147.31
24TR-01	452 849.99	5 439 232.78
24TR-02	452 904.63	5 439 213.22
24TR-03	452 830.68	5 439 145.81
24TR-04	452 883.71	5 439 097.75

Sondage / Sounding

WSP

- Forage / Borehole, 2024
- Tranchée / Test pit, 2024

Composantes du projet / Project Components

- Banc d'emprunt / Borrow pit

Réseau routier / Road Network

- Chemin forestier / Forestry road

Hypsométrie / Hypsometry

- Courbe de niveau (5 m) / Contour line (5 m)

- Lot de trappe / Trapline limit

Milieux humides et hydrique / Hydrology and Wetlands

- Marécage / Swamp
- Tourbière / Peatland
- Plan d'eau / Waterbody
- Cours d'eau / Watercourse



Étude géotechnique complémentaire 2024 des
bancs d'emprunt Gravtest-3 et Gravtest-4 /
2024 Complementary Geotechnical Study of the
Gravtest-3 and Gravtest-4 Borrow Pits
Projet minier Windfall, Eeyou Istchee Baie-James
(Québec) / Windfall Mining Project, Eeyou Istchee
Baie-James (Quebec)

Carte 2 / Map 2
Banc d'emprunt - Gravtest-3 / Borrow Pit - Gravtest-3

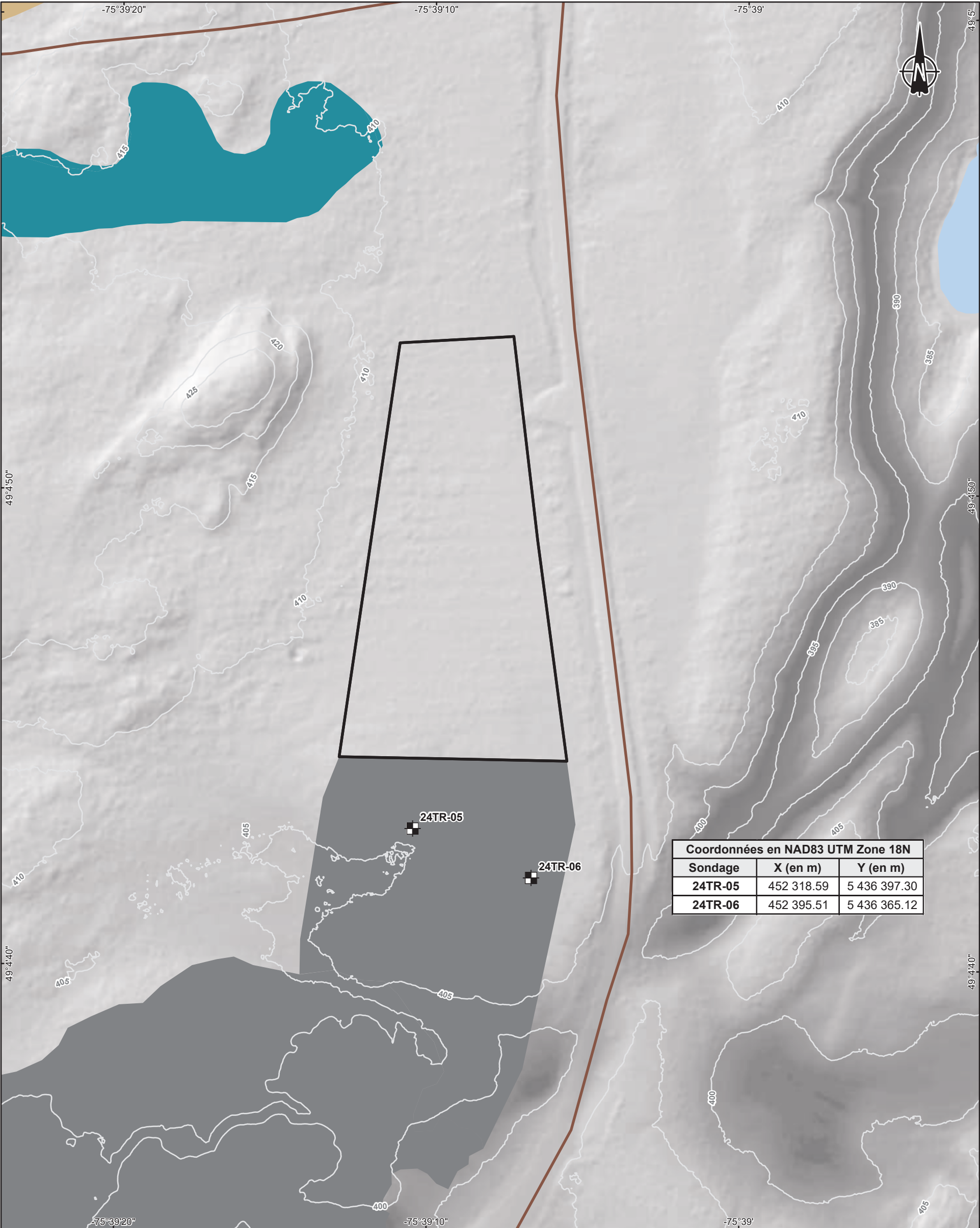
Sources :
MFFP, MNT issu du Lidar, 32G04SE, 2021

0 25 50 m
MTM, Fuseau 9 / Zone 9, NAD83

2024-09-24

Préparation / Preparation : J.-A. Douville
Dessin / Drawing : J. Roy
Vérifié par / Verification : K. Boundy
CA0002449_5772_eg_annexe_gravtest3_4_240920.aprx
CA0002449_5772_eg_annexe_cX_035_gravtests_240924





Coordonnées en NAD83 UTM Zone 18N		
Sondage	X (en m)	Y (en m)
24TR-05	452 318.59	5 436 397.30
24TR-06	452 395.51	5 436 365.12

Sondage / Sounding

WSP
Tranchée / Test pit, 2024

Composantes du projet / Project Components

Banc d'emprunt / Borrow pit
Banc d'emprunt existant

Réseau routier / Road Network

Chemin forestier / Forestry road

Hypsométrie / Hypsometry

Courbe de niveau (5 m) / Contour line (5 m)

Lot de trappe / Trapline limit

Milieux humides et hydrique / Hydrology and Wetlands

Marécage / Swamp
Tourbière / Peatland
Plan d'eau / Waterbody
Cours d'eau / Watercourse



Étude géotechnique complémentaire 2024 des
bancs d'emprunt Gravtest-3 et Gravtest-4 /
2024 Complementary Geotechnical Study of the
Gravtest-3 and Gravtest-4 Borrow Pits
Projet minier Windfall, Eeyou Istchee Baie-James
(Québec) / Windfall Mining Project, Eeyou Istchee
Baie-James (Quebec)

Carte 3 / Map 3
Banc d'emprunt - Flamb-1 / Borrow Pit - Flamb-1

Sources :
MFFP, MNT issu du Lidar, 32G04SE, 2021

0 25 50 m
MTM, Fuseau 9 / Zone 9, NAD83

2024-09-24

Préparation / Preparation : J.-A. Douville
Dessin / Drawing : J. Roy
Vérifié par / Verification : K. Boundy
CA0002449_5772_eg_annexe_gravtest3_4_240920.aprx
CA0002449_5772_eg_annexe_cX_035_gravtests_240924



ANNEXE

B

RAPPORTS INDIVIDUELS DES
FORAGES

ABRÉVIATIONS GÉNÉRALES

COV	COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS
ÉL.	ÉLÉVATION
INC.	INCLINAISON
LONG.	LONGUEUR
LARG.	LARGEUR
N	ESSAI DE PÉNÉTRATION STANDARD (SPT)
N _{dc}	ESSAI DE PÉNÉTRATION DYNAMIQUE AU CÔNE (DCPT)
PPM	PARTIE PAR MILLION
RQD	« ROCK QUALITY DESIGNATION »
SOUS-ÉCHANTI.	SOUS-ÉCHANTILLON

STRATIGRAPHIE

NIVEAU / PROFONDEUR (M) : Élévation et profondeur par rapport à la surface du terrain. Les élévations sont rattachées à un niveau de référence, géodésique ou arbitraire.

DESCRIPTION

CLASSIFICATION DES SOLS	DIMENSION DES PARTICULES (MM) SELON BNQ 2501-025
ARGILE	< 0,002
SILT	0,002 À 0,08
SABLE	FIN 0,08 À 0,40
	MOYEN 0,40 À 2
	GROSSIER 2 À 5
GRAVIER	FIN 5 À 20
	GROSSIER 20 À 80
CAILLOU	80 À 300
BLOC	>300
TERMINOLOGIE DESCRIPTIVE	POURCENTAGE
« TRACES »	1 À 10 %
« UN PEU »	10 À 20 %
ADJECTIF (EX : GRAVELEUX)	20 À 35 %
« ET »	35 À 50 %
COMPACTITÉ (SOL PULVÉRULENT)	INDICE N DE L'ESSAI DE PÉNÉTRATION STANDARD
TRÈS LÂCHE	0-4
LÂCHE	4-10
COMPACT OU MOYENNE	10-30
DENSE	30-50
TRÈS DENSE	>50
CONSISTANCE (SOL COHÉRENT)	RÉSISTANCE AU CISAILEMENT NON DRAINÉ (kPa)
TRÈS MOU	≤ 12
MOU	12 À 25
FERME	25 À 50
RAIDE	50 À 100
TRÈS RAIDE	100 À 200
DURE	> 200

SYMBOLES

Asphalte		Remblai		Sable		Cailloux	
Béton		Matières résiduelles		Silt		Blocs	
Sol organique		Gravier		Argile		Roc	
Pierre concassée							

ÉCHANTILLONS

TYPE : Type d'échantillon selon la table ci-dessous et numéro séquentiel.

TYPE D'ÉCHANTILLON	MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE
CF	CUILLÈRE FENDUE
TA	TARIÈRE
TS	TUBE À PAROIS MINCES (SHELBY)
TT	TUBE TRANSPARENT
CS	CAROTTE DE SOL
MA	MANUEL
CR	CAROTTE DE ROC

SOUS-ÉCHANTILLON : Prélevé lorsque plus d'une stratigraphie compose l'échantillon, ou que sa qualité environnementale varie selon la profondeur, ou qu'il est d'une longueur supérieure à 50 cm (ou 61 cm pour une cuillère fendue),

ÉTAT

Remanié		Perdu		Intact		Carotte	
---------	--	-------	--	--------	--	---------	--

CALIBRE : La lettre au centre de l'échantillon indique le diamètre de l'échantillonneur.

CALIBRE (CUILLÈRE FENDUE)	DIAMÈTRE INTÉRIEUR (MM)	CALIBRE (CAROTTIER)	DIAMÈTRE INTÉRIEUR (MM)
P	75,9	PQ	85,0
H	63,2	HQ	63,5
N	50,5	NQ	47,6
B	37,8	BQ	36,4

RÉCUPÉRATION : Rapport entre la longueur récupérée dans l'échantillonneur et la longueur enfoncée de celui-ci.

COUPS / 15 CM : Nombre de coups de marteau par tranche de 15 cm d'enfoncement du carottier fendu.

N : Indice obtenu par l'essai de pénétration standard correspondant au nombre de coups d'un marteau de 63,5 kg tombant d'une hauteur de 760 mm nécessaire pour enfoncer un carottier fendu de 51 mm de diamètre extérieur sur une longueur de 300 mm.

N_c : Indice obtenu par l'essai de pénétration dynamique au cône correspondant au nombre de coups requis pour enfoncer une tige munie d'un cône à son extrémité sur une longueur de 300 mm et sous l'impact d'une masse de 63,5 kg en chute libre d'une hauteur de 760 mm.

RQD : Rapport entre la sommation des morceaux plus longs que 100 mm de roc intact et la longueur forée d'une course.

QUALITÉ DU ROC	INDICE RQD
TRÈS MAUVAISE	< 25 %
MAUVAISE	25 À 50 %
MOYENNE	50 À 75 %
BONNE	75 À 90 %
EXCELLENTE	90 À 100 %

COV (PPM) : Lecture des COV prise sur l'échantillon à l'aide d'un photoionisateur.



NOTES EXPLICATIVES SUR LES RAPPORTS DE SONDAGE

OBSERVATIONS

ODEUR : Les odeurs consignées sont celles perçues de façon fortuite lors des travaux. Aucun échantillon n'a été senti de manière délibérée.

F	FAIBLE
M	MOYEN
P	PERSISTANT

VISUEL

D	DISSÉMINÉ
S	SATURÉ

GRAPHIQUE

Mise en graphique des résultats des essais suivants :

SYMBOLE GRAPHIQUE	ESSAI
x	ESSAI DE PÉNÉTRATION STANDARD
+	ESSAI DE PÉNÉTRATION DYNAMIQUE AU CÔNE
■	RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT NON DRAINÉ DU SOL INTACT AU LABORATOIRE
▲	RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT NON DRAINÉ DU SOL INTACT AU CHANTIER
□	RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT NON DRAINÉ DU SOL REMANIÉ AU LABORATOIRE
Δ	RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT NON DRAINÉ DU SOL REMANIÉ AU CHANTIER

ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU


ESSAI GÉOTECHNIQUE	DESCRIPTION
AG	ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE
AC	ANALYSE CHIMIQUE
W _L	LIMITE LIQUIDE
W _P	LIMITE PLASTIQUE
W	TENEUR EN EAU
S _U	RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT NON DRAINÉ DU SOL INTACT AU CHANTIER
S _R	RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT NON DRAINÉ DU SOL REMANIÉ AU CHANTIER
C _U	RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT NON DRAINÉ DU SOL INTACT AU CÔNE SUÉDOIS
C _R	RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT NON DRAINÉ DU SOL REMANIÉ AU CÔNE SUÉDOIS
σ _c	RÉSISTANCE EN COMPRESSION SIMPLE DU ROC
k	PERMÉABILITÉ
ν	COEFFICIENT DE POISSON
E	MODULE DE DÉFORMATION LINÉAIRE
E _D	MODULE DILATOMÉTRIQUE
E _M	MODULE PRESSIOMÉTRIQUE
γ	POIDS VOLUMIQUE TOTAL
σ' _p	CONTRAINTES DE PRÉCONSOLIDATION
C _c	INDICE DE COMPRESSION
C _{cr}	INDICE DE RECOMPRESSION
e ₀	INDICE DES VIDES INITIAL
D _r	DENSITÉ RELATIVE DES GRAINS SOLIDES
MO	TENEUR EN MATIÈRES ORGANIQUES
I _p	INDICE DE PLASTICITÉ ($I_p = W_L - W_P$)
I _L	INDICE DE LIQUIDITÉ ($I_L = W - W_P$)/I _p
R	REFUS À LA PÉNÉTRATION

ESSAIS DE LABORATOIRE

ANALYSE	DESCRIPTION
HP	HYDROCARBURES PÉTROLIERS C ₁₀ À C ₅₀
F1-F4	HYDROCARBURES PÉTROLIERS – FRACTIONS F1-F4
COV	COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS
BTEX	BENZÈNE, TOLUÈNE, ÉTHYLBENZÈNE, XYLÈNES
HAM	HYDROCARBURES AROMATIQUES MONOCYCLIQUES
HAP	HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES
HAC	HYDROCARBURES ALIPHATIQUES CHLORÉS
MTX	MÉTAUX
BPC	BIPHÉNYLES POLYCHLORÉS
CP	COMPOSÉS PHÉNOLIQUES
D&F	DIOXINES ET FURANNES
AN	ANIONS

INSTALLATION

NIVEAU D'EAU ET DATE DE RELEVÉ 

NIVEAU DE LIQUIDE EN PHASE NON AQUEUSE ET DATE DE RELEVÉ 

ABRÉVIATIONS - INSTALLATIONS DE PUIITS

MAT.	MATÉRIEL DE CONSTRUCTION DU PUIITS
DIA.	DIAMÈTRE DU PUIITS
OUV.	TAILLE DE L'OUVERTURE DE LA CRÉPINE
PVC	POLYCHLORURE DE VINYLE
SCH	SCHEDULE (ÉPAISSEUR DE LA PAROI DU PVC)
SS	ACIER INOXYDABLE (STAINLESS STEEL)



RAPPORT DE FORAGE : 24F-01

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Gravtest-4

ENTREPRENEUR :ConeTec

DATE - DÉBUT / FIN :2024-03-27 / 2024-03-28

COORDONNÉES :N : 5 440 691,0 m E : 453 011,1 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN / TUBE :408,41 m / 409,47 m

INC. / AZIMUT :90,0°

ÉQUIPEMENT :Terrasonic TSC510

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE			ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBOLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD		
		409,91											
-1													
0	6PO	408,41 0,00	Niveau SOL NATUREL. (SP) SABLE GRAVELEUX, traces de silt, brun, humide. Présence de cailloux (10%) < 110 mm. (Faciès moyen-grossier)				0,00						
1													
2													
3		405,67 2,74	SABLE, traces à un peu de gravier, traces de silt, brun, humide. (Faciès fin)				2,74						
4													
5													
6		402,62 5,79	(SP-SM) SABLE, traces de silt et gravier, brun, humide. (Faciès fin)				5,79						

REMARQUE(S) : Niveau d'eau mesuré le 30 mai 2024 : Puits sec



RAPPORT DE FORAGE : 24F-01

CLIENT :
PROJET :
N°PROJET :
LOCALISATION :
ENTREPRENEUR :

Groupe Minier Windfall
Sondages en profondeur des bancs d'emprunts
CA0002449.5772
Gravtest-4
ConeTec

DATE - DÉBUT / FIN :
COORDONNÉES :
ÉL. TERRAIN / TUBE :
INC. / AZIMUT :
ÉQUIPEMENT :

2024-03-27 / 2024-03-28
N : 5 440 691,0 m E : 453 011,1 m UTM NAD83 Zone 18
408,41 m / 409,47 m
90,0°
Terrasonic TSC510

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE			ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBÔLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD		
7	Sonic	399,02 9,39	(SP) SABLE, traces silt et de gravier, brun à brun foncé, humide. (Faciès fin)		CS-03	B	6,79		56			AG w = 10%	
8													
9							8,84						
10							9,39						
11													
12		395,30 13,11	SOCLE ROCHEUX probable		CS-04	B	11,89		56			AG w = 7%	
13													
14							13,11						
					CS-05	B	14,94		90				



RAPPORT DE FORAGE : 24F-01

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Gravtest-4

ENTREPRENEUR :ConeTec

DATE - DÉBUT / FIN :2024-03-27 / 2024-03-28

COORDONNÉES :N : 5 440 691,0 m E : 453 011,1 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN / TUBE :408,41 m / 409,47 m

INC. / AZIMUT :90,0°

ÉQUIPEMENT :Terrasonic TSC510

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE			ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION	
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBOLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD			
											<div><div>x: N (pen. standard) +: N_{dc} (pen. dynamique) ■: c_u (laboratoire) □: c_R (laboratoire) ▲: s_u (chantier) △: s_R (chantier)</div><div><div>W_PW_NW_L</div><div>20406080</div></div></div>			
	4PO													
16	Sonic				CR-06				92					
		391,95 16,46	Fin du forage.				16,46							16,46
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														



RAPPORT DE FORAGE : 24F-02

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Gravtest-4

ENTREPRENEUR :ConeTec

DATE - DÉBUT / FIN :2024-03-30 / 2024-03-30

COORDONNÉES :N : 5 440 618,2 m E : 452 995,2 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN / TUBE :406,64 m / 407,83 m

INC. / AZIMUT :90,0°

ÉQUIPEMENT :Terrasonic TSC510

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE			ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBÔLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD	<div>x: N (pen. standard) +: N_{dc} (pen. dynamique) ■: c_u (laboratoire) □: c_R (laboratoire) ▲: s_u (chantier) △: s_R (chantier) <div>W_P W_N W_L 20 40 60 80</div></div>		
-1														
0	6PO	406.64 0,00	Niveau REMBLAI.				0,00							
		406.29 0,35	Gravier sableux, brun, saturé.		A		0,35							0,00 Sable
		405.89 0,75	TOURBE, brun foncé, humide.		B		0,75							0,60 Sable
1		405.44 1,20	SOL ORGANIQUE. SILT, un peu de sable, gris pâle à brun orangé, humide. Présence de matières organiques (racines et branches).		C		1,20							
		405.19 1,45	SOL NATUREL. GRAVIER, un peu de sable, traces de silt, gris-brun, humide. (Faciès moyen-grossier)		D	CS-01	1,45		78					
2			(SP) SABLE et GRAVIER, traces de silt, brun à gris-brun, humide. Présence de cailloux (2-3%) < 100 mm. (Faciès moyen-grossier)		E								Mélange (CS-01E + CS-02(A, B, C)) AG w = 4%	
3							2,74							
4														
		402.25 4,39			B	CS-02	4,39		62					
5			SABLE, traces à un peu de gravier, traces de silt, gris-brun, humide. (Faciès fin)											
6		400.85 5,79	... saturé		C		5,79							

WSP_FR_Log-Geo.sty

RAPPORT DE FORAGE : 24F-02

CLIENT : Groupe Minier Windfall
PROJET : Sondages en profondeur des bancs d'emprunts
N°PROJET : CA0002449.5772
LOCALISATION : Gravtest-4
ENTREPRENEUR : ConeTec

DATE - DÉBUT / FIN : 2024-03-30 / 2024-03-30
COORDONNÉES : N : 5 440 618,2 m E : 452 995,2 m UTM NAD83 Zone 18
ÉL. TERRAIN / TUBE : 406,64 m / 407,83 m
INC. / AZIMUT : 90,0°
ÉQUIPEMENT : Terrasonic TSC510

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE				ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION	
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBÔLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD	<div>x: N (pen. standard) +: N_{dc} (pen. dynamique) ■: c_u (laboratoire) □: c_R (laboratoire) ▲: s_u (chantier) △: s_R (chantier) <div><div>W_PW_NW_L</div><div>20406080</div></div></div>					
7	Sonic																
8					CS-03				23						AG w = 14%		
9		397,80 8,84	SABLE GRAVELEUX, traces de silt, gris, humide. Présence de cailloux (15%) < 100 mm. (Faciès moyen-grossier)			A	8,84										
10		396,75 9,89	(SP-SM) SABLE, traces de gravier et de silt, gris-brun, humide. (Faciès fin)				9,89										
11				CS-04		B			89						AG w = 8%		
12																	
13																	
14														Mélange (CS-05 +CS-06A) AG w = 8%			



RAPPORT DE FORAGE : 24F-02

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Gravtest-4

ENTREPRENEUR :ConeTec

DATE - DÉBUT / FIN :2024-03-30 / 2024-03-30

COORDONNÉES :N : 5 440 618,2 m E : 452 995,2 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN / TUBE :406,64 m / 407,83 m

INC. / AZIMUT :90,0°

ÉQUIPEMENT :Terrasonic TSC510

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE				ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBOLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD	<div>x: N (pen. standard) +: N_{dc} (pen. dynamique) ■: c_u (laboratoire) □: c_R (laboratoire) ▲: s_u (chantier) △: s_R (chantier) <div><div>W_PW_NW_L</div><div>20406080</div></div></div>		
15	Sonic													
		390,80			A		14,94							
16		15,84	SILT ARGILEUX, un peu de sable, plasticité apparente faible, gris verdâtre, saturé.		B		15,84							
		390,40			C		16,24							
		16,24	SABLE, traces de gravier et de silt, brun, humide. (Faciès fin)		D		16,69		83					
17		389,95			E		17,04							
		16,69	SILT SABLEUX, un peu d'argile, plasticité nulle à faible, gris verdâtre, saturé.											
		389,60												
		17,04	SABLE, un peu de silt, traces de gravier, gris-brun, humide. (Faciès fin)											
18		388,66			A		17,98							
		17,98	SABLE, traces de gravier et de silt, gris-brun, saturé. Présence de cailloux (2%) < 85 mm. (Faciès fin)											
19	4PO	387,71				18,93								
		18,93	... sans cailloux											
20	Sonic				B			66						
21		385,61				21,03								
		21,03	Fin du forage.											
22														

386,97 m - 2024-05-30

<



RAPPORT DE FORAGE : 24F-03

CLIENT :
PROJET :
N°PROJET :
LOCALISATION :
ENTREPRENEUR :

Groupe Minier Windfall
Sondages en profondeur des bancs d'emprunts
CA0002449.5772
Gravtest-4
ConeTec

DATE - DÉBUT / FIN :
COORDONNÉES :
ÉL. TERRAIN / TUBE :
INC. / AZIMUT :
ÉQUIPEMENT :

2024-03-30 / 2024-03-31
N : 5 440 552,0 m E : 452 956,4 m UTM NAD83 Zone 18
408,25 m / 409,45 m
90,0°
Terrasonic TSC510

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE			ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBOLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD		
		409,75											
-1													
0	6PO	408,25 0,00	Niveau SOL NATUREL. GRAVIER SABLEUX, traces de silt, brun orangé, humide.				0,00						
		407,75 0,50	Présence de cailloux (10%) < 100 mm. (Faciès moyen-grossier)				0,50						
1			(SP) SABLE et GRAVIER, traces de silt, brun-gris, humide. Présence de cailloux (10-20%) < 130 mm. (Faciès moyen-grossier)				1,15		66				
2					CS-01								
		405,51 2,74	SABLE, traces à un peu de gravier, traces de silt, brun-gris, sec.				2,74						
3		405,11 3,14	(Faciès fin) SABLE et GRAVIER, traces de silt, gris-brun, humide. Présence de cailloux (10%) < 110 mm. (Faciès moyen-grossier)				3,14						
4					CS-02				54				
5													
6		402,46 5,79	SABLE, traces à un peu de gravier, traces de silt, brun-gris, humide.				5,79						
		401,86	(Faciès fin)				6,39						

REMARQUE(S) : Niveau d'eau mesuré le 30 mai 2024 : Puits sec



RAPPORT DE FORAGE : 24F-03

CLIENT :
PROJET :
N°PROJET :
LOCALISATION :
ENTREPRENEUR :

Groupe Minier Windfall
Sondages en profondeur des bancs d'emprunts
CA0002449.5772
Gravtest-4
ConeTec

DATE - DÉBUT / FIN :
COORDONNÉES :
ÉL. TERRAIN / TUBE :
INC. / AZIMUT :
ÉQUIPEMENT :

2024-03-30 / 2024-03-31
N : 5 440 552,0 m E : 452 956,4 m UTM NAD83 Zone 18
408,25 m / 409,45 m
90,0°
Terrasonic TSC510

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE		ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION	
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBÔLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm			
											<div><div>x: N (pen. standard) +: N_{dc} (pen. dynamique) ■: c_u (laboratoire) □: c_R (laboratoire) ▲: s_u (chantier) △: s_R (chantier)</div><div><div>W_PW_NW_L</div><div>20406080</div></div></div>		
7	Sonic	398,11 10,14	(SP-SM) SABLE GRAVELEUX, traces de silt, humide. Présence de cailloux (2-15%) < 120 mm. (Faciès moyen-grossier)		CS-03	B		72			AG w = 2%		
8						C							
9						A							
10													
11						CS-04							
12		395,21 13,04	(GP-GM) GRAVIER et SABLE, traces de silt, gris-brun, humide. Présence de cailloux (10%) < 100 mm. (Faciès moyen-grossier)		CS-05	A		69					
13						B							
14													
		393,31					14,94						



RAPPORT DE FORAGE : 24F-03

CLIENT :
PROJET :
N°PROJET :
LOCALISATION :
ENTREPRENEUR :

Groupe Minier Windfall
Sondages en profondeur des bancs d'emprunts
CA0002449.5772
Gravtest-4
ConeTec

DATE - DÉBUT / FIN :
COORDONNÉES :
ÉL. TERRAIN / TUBE :
INC. / AZIMUT :
ÉQUIPEMENT :

2024-03-30 / 2024-03-31
N : 5 440 552,0 m E : 452 956,4 m UTM NAD83 Zone 18
408,25 m / 409,45 m
90,0°
Terrasonic TSC510

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE				ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION	
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBÔLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD	<div>x: N (pen. standard) +: N₆₀ (pen. dynamique) ■: c_u (laboratoire) □: c_R (laboratoire) ▲: s_u (chantier) △: s_R (chantier) <div><div>W_P</div><div><div>W_N</div><div>W_L</div></div><div>20406080</div></div></div>			
16		392,16	... humide à saturé.			A									
		16,09				CS-06									
17			GRAVIER SABLEUX, traces de silt, gris pâle, humide. Présence de cailloux (5%) < 85 mm. (Faciès moyen-grossier)			B									
18	390,27	17,98				GRAVIER, un peu de sable, traces de silt, gris, saturé. Présence de cailloux (5%) < 85 mm. (Faciès moyen-grossier)									
19															
20						CS-07									
21		387,22	Fin du forage.			B									
22		21,03													
23															



RAPPORT DE FORAGE : 24F-04

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Gravtest-4

ENTREPRENEUR :ConeTec

DATE - DÉBUT / FIN :2024-03-28 / 2024-03-28

COORDONNÉES :N : 5 440 664,9 m E : 452 946,0 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN / TUBE :408,46 m / 409,49 m

INC. / AZIMUT :90,0°

ÉQUIPEMENT :Terrasonic TSC510

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE			ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBOLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD	<div>x: N (pen. standard) +: N_{dc} (pen. dynamique) ■: c_u (laboratoire) □: c_R (laboratoire) ▲: s_u (chantier) △: s_R (chantier) <div>W_P W_N W_L 20 40 60 80</div></div>		
-1														
0	6PO	408,46 0,00 408,21 0,25	Niveau SOL ORGANIQUE. Sable et gravier, un peu de silt, brun orangé, saturé. Présence de cailloux (20%) < 110 mm et matières organiques (racines et branches).			A	0,00 0,25							
1		407,36 1,10	SOL NATUREL. GRAVIER, un peu de sable, traces de silt, brun, humide. Présence de cailloux (10%) < 120 mm. (Faciès moyen-grossier) (SP) SABLE et GRAVIER, traces de silt, brun, humide. (Faciès moyen-grossier)		CS-01		1,10		64				AG w = 5%	
2						C								
3		405,72 2,74 405,13 3,34	(SP) SABLE, un peu de gravier, traces de silt, brun, humide. Présence de cailloux (5%) < 100 mm. (Faciès moyen-grossier) (SP) SABLE, traces de gravier et de silt, brun, humide. (Faciès fin)			A	2,74 3,34						Mélange (CS-02A + CS-02B) AG w = 7%	
4						B								
5		403,72 4,74	(SP) SABLE GRAVELEUX à un peu de gravier, traces de silt, gris, humide. Présence de cailloux < 140 mm. (Faciès moyen-grossier)		CS-02		4,74		79					
6	Sonic					C	5,79							

REMARQUE(S) : Niveau d'eau mesuré le 30 mai 2024 : Puits sec



RAPPORT DE FORAGE : 24F-04

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Gravtest-4

ENTREPRENEUR :ConeTec

DATE - DÉBUT / FIN :2024-03-28 / 2024-03-28

COORDONNÉES :N : 5 440 664,9 m E : 452 946,0 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN / TUBE :408,46 m / 409,49 m

INC. / AZIMUT :90,0°

ÉQUIPEMENT :Terrasonic TSC510

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE				ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBÔLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD	<div><div><div>x: N (pen. standard)</div><div>+: N_{dc} (pen. dynamique)</div><div>■: c_u (laboratoire)</div><div>□: c_R (laboratoire)</div><div>▲: s_u (chantier)</div><div>△: s_R (chantier)</div></div><div><div>W_PW_NW_L</div><div>20406080</div></div></div>			
7	Sonic				A										
					CS-03				82						7,14
8					B										
		399,63					8,84								
9		8,84	GRAVIER SABLEUX, un peu de silt, traces d'argile, gris, humide à saturé. Présence de cailloux (50%) < 100 mm. (Faciès moyen-grossier)		CS-04				100						
							9,45								
10		398,07													
		10,39	SOCLE ROCHEUX probable.		CR-05				61						10,46 Bentonite
11															
12	4PO						11,89								12,19 Remblai
					CR-06			100							
13		395,05													
		13,41	Fin du forage.				13,41								13,41
14															



RAPPORT DE FORAGE : 24F-05

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Gravtest-4

ENTREPRENEUR :ConeTec

DATE - DÉBUT / FIN :2024-03-29 / 2024-03-29

COORDONNÉES :N : 5 440 597,3 m E : 452 879,2 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN / TUBE :407,36 m / 408,43 m

INC. / AZIMUT :90,0°

ÉQUIPEMENT :Terrasonic TSC510

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE			ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBOLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD		
		408,86											
-1													
0	6PO	407,36 0,00	Niveau SOL ORGANIQUE.				0,00						
		407,06 0,30	Silt et sable, un peu de gravier, brun orangé à gris, humide. Présence de cailloux (50%) < 130 mm et matières organiques (racines et branches).			A	0,30						
1		406,56 0,80	SOL NATUREL. GRAVIER, traces de silt et sable, gris-brun, saturé. Présence de cailloux (75%) < 210 mm. (Faciès moyen-grossier)			B	0,80						
			(SM) SABLE SILTEUX, un peu de gravier, gris, humide. Présence de cailloux (10%) < 120 mm. (Faciès moyen-grossier)			C		4x6	100				
2						D	1,80					AG w = 5%	
3							2,74						
4		403,22 4,14	... un peu de silt.			A	4,14						
						B			100				
5		402,62 4,74	SABLE et GRAVIER, traces de silt, gris, humide. Présence de cailloux (15%) < 140 mm. (Faciès moyen-grossier)			C	4,74						
6		401,57 5,79	SABLE, un peu de gravier, traces de silt, gris-brun, humide. Présence de cailloux (2%) < 90 mm.			A	5,79					Mélange (CS-03A + CS-03B) AG w = 5%	
		401,02 6,34	(Faciès moyen-grossier)				6,34						

WSP_FR_Log-Geo.sty



RAPPORT DE FORAGE : 24F-05

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Gravtest-4

ENTREPRENEUR :ConeTec

DATE - DÉBUT / FIN :2024-03-29 / 2024-03-29

COORDONNÉES :N : 5 440 597,3 m E : 452 879,2 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN / TUBE :407,36 m / 408,43 m

INC. / AZIMUT :90,0°

ÉQUIPEMENT :Terrasonic TSC510

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE				ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBÔLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD	<div>x: N (pen. standard) +: N_{dc} (pen. dynamique) ■: c_u (laboratoire) □: c_R (laboratoire) ▲: s_u (chantier) Δ: s_R (chantier) <div><div>W_P</div><div><div>W_N</div><div>W_L</div></div><div>20406080</div></div></div>			
7	Sonic	396,97 10,39	(SW-SM) SABLE GRAVELEUX, traces à un peu de silt, gris, humide. Présence de cailloux (5%) < 140 mm. (Faciès moyen-grossier)		CS-03	B		92							
8			7,69												
9			C												
			8,84												
10			A												
11		394,97 12,39	(SM) SILT et SABLE, un peu de gravier, gris, humide. Présence de cailloux (1-10%) < 100 mm. (Faciès fin)		CS-04	B		89							
12			A												
			11,89												
13			B												
			12,39												
14	(SW-SM) SABLE GRAVELEUX, un peu de silt, gris-brun, humide. Présence de cailloux (5%) < 110 mm. (Faciès moyen-grossier)		CS-05	B		100									
	13			C											
				13,50											
14	392,82 14,54 392,42	SABLE GRAVELEUX, traces de silt, gris foncé, humide. Présence			D										
					14										14,94



RAPPORT DE FORAGE : 24F-05

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Gravtest-4

ENTREPRENEUR :ConeTec

DATE - DÉBUT / FIN :2024-03-29 / 2024-03-29

COORDONNÉES :N : 5 440 597,3 m E : 452 879,2 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN / TUBE :407,36 m / 408,43 m

INC. / AZIMUT :90,0°

ÉQUIPEMENT :Terrasonic TSC510

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBÔLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD		
			de cailloux (20%) < 110 mm. (Faciès moyen-grossier) SILT SABLEUX, un peu de gravier, gris foncé, sec. Présence de cailloux (2%) < 100 mm. (Faciès fin)			A							
16							16,00						
17					CS-06	B			100				
						C							
18		389,38 17,98	SILT et SABLE, un peu de gravier, gris foncé, humide. Présence de cailloux (1%) < 100 mm. (Faciès fin)			A	17,98						
19							19,00						
20					CS-07	B			100				
						C							
21		386,33 21,03	Fin du forage.				21,03						
22													
23													



RAPPORT DE FORAGE : 24F-06

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Windfall - Gravtest-3

ENTREPRENEUR :Boart Longyear

DATE - DÉBUT / FIN :2024-05-29 / 2024-05-29

COORDONNÉES :N : 5 438 890,1 m E : 452 790,9 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN / TUBE :405,55 m / 406,45 m

INC. / AZIMUT :90,0°

ÉQUIPEMENT :Minisonic LS250

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE			ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBÔLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTIL.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD	<div>x: N (pen. standard) +: N_{dc} (pen. dynamique) ■: c_u (laboratoire) □: c_R (laboratoire) ▲: s_u (chantier) △: s_R (chantier) <div>W_P W_N W_L 20 40 60 80</div></div>		
-1														
0	6PO	405,55 0,00 405,25 0,30	Niveau SOL ORAGNIQUE. SILT et SABLE, un peu de gravier, brun orangé, humide. Présence matières organiques (racines).			A	0,00 0,30							-0,90 0,00 0,61 Bentonite Sable
1		404,03 1,52	SABLE GRAVELEUX, un peu de silt, brun foncé à gris-brun, humide. Présence de cailloux < 150 mm. (Faciès moyen-grossier)		CS-01	B	1,52		53					
2		403,43 2,12	SABLE et GRAVIER, traces de silt, gris-brun, humide. Présence de cailloux < 90 mm. (Faciès moyen-grossier)			A	2,12							
			GRAVIER, traces de sable et de silt, gris-brun, humide. Présence de cailloux < 120 mm. (Faciès moyen-grossier)		CS-02	B			85					
3		402,50 3,05	... un peu de sable.				3,05							
4					CS-03				56					
5		400,98 4,57	SABLE et GRAVIER, traces de silt, gris-brun, humide. Présence de cailloux < 140 mm. (Faciès moyen-grossier)				4,57							
					CS-04				78					
6		399,45 6,10	(SP-SM) SABLE, traces de gravier et de silt, gris, saturé. (Faciès fin)			A	6,10							
7						B	6,95						Mélange (CS-05A + CS-05B) AG w = 9%	

REMARQUE(S) : Niveau d'eau mesuré le 30 mai 2024 : Puits sec



RAPPORT DE FORAGE : 24F-06

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Windfall - Gravtest-3

ENTREPRENEUR :Boart Longyear

DATE - DÉBUT / FIN :2024-05-29 / 2024-05-29

COORDONNÉES :N : 5 438 890,1 m E : 452 790,9 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN / TUBE :405,55 m / 406,45 m

INC. / AZIMUT :90,0°

ÉQUIPEMENT :Minisonic LS250

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE		ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION	
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBOLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD			
											<div><div>x: N (pen. standard) +: N_{de} (pen. dynamique) ■: c_u (laboratoire) □: c_R (laboratoire) ▲: s_u (chantier) △: s_R (chantier)</div><div><div>W_PW_NW_L</div><div>20406080</div></div></div>			
8		397,85	(SM) SABLE SILTEUX, un peu de gravier, gris, humide. (Faciès fin)		CS-05		7,70		69			AG w = 5%		
	7,70				C									
9														
10							9,14							
					A									
11		394,51	SABLE GRAVELEUX à un peu de gravier et un peu de silt, gris, humide. Présence de cailloux < 140 mm et de blocs <320 mm. (Faciès moyen-grossier)		CS-06		11,04		92					
	11,04				B									
12														
					A									
13							13,39							
					B									
14					CS-07		13,94							
					C									
15		391,06	... GRAVELEUX. Présence de cailloux < 100 mm.				14,49							
	14,49				D									
					A		15,24							



RAPPORT DE FORAGE : 24F-06

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Windfall - Gravtest-3

ENTREPRENEUR :Boart Longyear

DATE - DÉBUT / FIN :2024-05-29 / 2024-05-29

COORDONNÉES :N : 5 438 890,1 m E : 452 790,9 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN / TUBE :405,55 m / 406,45 m

INC. / AZIMUT :90,0°

ÉQUIPEMENT :Minisonic LS250

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBÔLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD		
16		389,91	SABLE SILTEUX, traces de gravier, gris, humide. (Faciès fin)		CS-08	B	15,64		69				
		15,64											
17													
18													
19		386,81	SABLE, traces de silt et gravier, gris, humide. (Faciès fin)		CS-09	B	18,29		69				
		18,74					18,74						
20		385,74	Fin du forage.				19,81						
		19,81											
21													
22													
23													

x: N (pen. standard)

+: N_{dc} (pen. dynamique)

■: c_u (laboratoire)

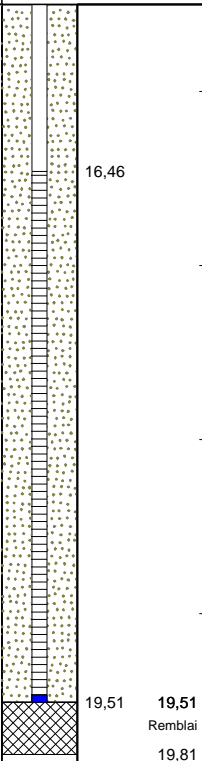
□: c_R (laboratoire)

▲: s_u (chantier)

△: s_R (chantier)

W_PW_NW_L

20406080



WSP_FR_Log-Geo.sty



RAPPORT DE FORAGE : 24F-07

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Windfall - Gravtest-3

ENTREPRENEUR :Boart Longyear

DATE - DÉBUT / FIN :2024-05-28 / 2024-05-29

COORDONNÉES :N : 5 438 974,0 m E : 452 864,5 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN / TUBE :408,75 m / 409,70 m

INC. / AZIMUT :90,0°

ÉQUIPEMENT :Minisonic LS250

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBÔLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD		
		410,25											
-1													
0	6PO	408,75 0,00 408,56 0,20	Niveau SOL ORGANIQUE. Silt, un peu d'argile, traces de sable, brun orangé, très humide. Présence de cailloux < 130 mm et matières organiques (racines). SOL NATUREL. SABLE et GRAVIER, traces de silt, brun à gris-brun, humide. Présence de cailloux < 140 mm. (Faciès moyen-grossier)			A	0,00 0,20						
1					CS-01	B			56				
2													
3							3,05						
4					CS-02				46				
5							4,57						
6		402,65 6,10	(GW) GRAVIER SABLEUX,		CS-03				85				
							6,10						

REMARQUE(S) : Forage déplacé de 17 m vers l'Est de l'emplacement initial proposé car localisé dans une pente.
Niveau d'eau mesuré le 30 mai 2024 : Puits sec



RAPPORT DE FORAGE : 24F-07

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Windfall - Gravtest-3

ENTREPRENEUR :Boart Longyear

DATE - DÉBUT / FIN :2024-05-28 / 2024-05-29

COORDONNÉES :N : 5 438 974,0 m E : 452 864,5 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN / TUBE :408,75 m / 409,70 m

INC. / AZIMUT :90,0°

ÉQUIPEMENT :Minisonic LS250

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE			ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION	
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBOLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD	<div><div><div>x: N (pen. standard)</div><div>+: N_{dc} (pen. dynamique)</div><div>■: c_u (laboratoire)</div><div>□: c_R (laboratoire)</div><div>▲: s_u (chantier)</div><div>△: s_R (chantier)</div></div><div><div>W_PW_NW_L</div><div>20406080</div></div></div>			
7			traces de silt, brun-gris, humide. Présence de cailloux < 100 mm. (Faciès moyen-grossier)		CS-04				53		O		AG w = 3%		
8						A	7,62								
					CS-05		8,27		79						
9		399,62 9,14	(SP-SM) SABLE, traces de silt et gravier, gris, saturé. (Faciès fin)			B									
							9,14								
10					CS-06				18		○		AG w = 21%		
11															
12							12,19								
13		395,42 13,34	... un peu de silt, humide.			A									
					CS-07		13,34		92						
14						B									



RAPPORT DE FORAGE : 24F-07

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Windfall - Gravtest-3

ENTREPRENEUR :Boart Longyear

DATE - DÉBUT / FIN :2024-05-28 / 2024-05-29

COORDONNÉES :N : 5 438 974,0 m E : 452 864,5 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN / TUBE :408,75 m / 409,70 m

INC. / AZIMUT :90,0°

ÉQUIPEMENT :Minisonic LS250

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE				ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBÔLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD	<div>x: N (pen. standard) +: N_{dc} (pen. dynamique) ■: c_u (laboratoire) □: c_R (laboratoire) ▲: s_u (chantier) △: s_R (chantier) <div><div>W_PW_NW_L</div><div>20406080</div></div></div>		
16		393,51 15,24	SILT SABLEUX, un peu de gravier, gris foncé, humide. Présence de cailloux < 85 mm. (Faciès fin)			A	15,24							
		392,67 16,09					16,09							
17			SABLE SILTEUX et GRAVELEUX, gris, humide. Présence de cailloux < 110 mm. (Faciès moyen-grossier)			B	17,07							
							18,59							
18							18,59							
							19,81							
19							19,81							
							19,81							
20		388,94 19,81	Fin du forage.				19,81							
		19,81					57							
21														
22														
23														



RAPPORT DE FORAGE : 24F-08

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Windfall - Gravtest-3

ENTREPRENEUR :Boart Longyear

DATE - DÉBUT / FIN :2024-05-28 / 2024-05-28

COORDONNÉES :N : 5 439 104,7 m E : 452 871,6 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN / TUBE :412,55 m / 413,45 m

INC. / AZIMUT :90,0°

ÉQUIPEMENT :Minisonic LS250

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE			ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBÔLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD	<div><div>x: N (pen. standard) +: N_{dc} (pen. dynamique) ■: c_u (laboratoire) □: c_R (laboratoire) ▲: s_u (chantier) △: s_R (chantier)</div><div><div>W_PW_NW_L</div><div>20406080</div></div></div>		
-1														
0	6PO	412,55 0,00 412,35 0,20	Niveau SOL ORGANIQUE. SILT SABLEUX, un peu de gravier, gris-noir, saturé. Présence de cailloux < 90 mm et de matières organiques (racines, branches et bois).			A	0,00							
1		411,03 1,52	SOL NATUREL. GRAVIER, un peu de sable, traces de silt, brun, saturé. Présence de cailloux <90 mm. (Faciès moyen-grossier)		CS-01	B			53					
2			SABLE et GRAVIER, traces de silt, gris-brun, humide. Présence de cailloux < 150 mm. (Faciès moyen-grossier)		CS-02		1,52		92					
3		409,50 3,05	GRAVIER, traces de sable et de silt, brun, humide. Présence de cailloux < 100 mm. (Faciès moyen-grossier)		CS-03		3,05		39					
4		407,98 4,57	(GW) GRAVIER SABLEUX, traces de silt, gris-brun, humide. Présence de cailloux <130 mm. (Faciès moyen-grossier)		CS-04	A	4,57		72					
5						B	5,22							
6							6,10							
7		405,75 6,80	SABLE, traces de silt, gris-brun, humide. (Faciès fin)			A	6,80				O		AG w = 3%	

REMARQUE(S) : Niveau d'eau mesuré le 30 mai 2024 : Puit sec.



RAPPORT DE FORAGE : 24F-08

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Windfall - Gravtest-3

ENTREPRENEUR :Boart Longyear

DATE - DÉBUT / FIN :2024-05-28 / 2024-05-28

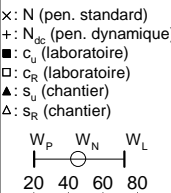
COORDONNÉES :N : 5 439 104,7 m E : 452 871,6 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN / TUBE :412,55 m / 413,45 m

INC. / AZIMUT :90,0°

ÉQUIPEMENT :Minisonic LS250

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE	ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION	
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBOLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD		
8					CS-05				72				
						B							
9		403,41 9,14	(SW-SM) SABLE, un peu de silt, traces de gravier, gris, humide. Présence de cailloux <120 mm. (Faciès fin)				9,14						
						A							
10		402,71 9,84	... traces de silt				9,84						
					CS-06				79				
						B							
11													
12													
						A							
13		399,51 13,04	(SP) SABLE, traces de silt, gris, humide. (Faciès fin)				13,04						
					CS-07				75				
14						B							
15		397,31 15,24					15,24						



Mélange (CS-06A + CS-06B)
AG
w = 5%

Mélange (CS-07A + CS-07B)
AG
w = 7%



RAPPORT DE FORAGE : 24F-08

CLIENT :
PROJET :
N°PROJET :
LOCALISATION :
ENTREPRENEUR :

Groupe Minier Windfall
Sondages en profondeur des bancs d'emprunts
CA0002449.5772
Windfall - Gravtest-3
Boart Longyear

DATE - DÉBUT / FIN :
COORDONNÉES :
ÉL. TERRAIN / TUBE :
INC. / AZIMUT :
ÉQUIPEMENT :

2024-05-28 / 2024-05-28
N : 5 439 104,7 m E : 452 871,6 m UTM NAD83 Zone 18
412,55 m / 413,45 m
90,0°
Minisonic LS250

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBÔLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD		
16			GRAVIER SABLEUX, traces de silt, gris, saturé. Présence de cailloux < 120 mm. (Faciès moyen-grossier)										
17							CS-08		33			AG w = 3%	
18													
19		393,96 18,59	SILT, traces d'argile et sable, de plasticité apparente nulle à faible, gris, humide. (Faciès fin)		A		18,29 18,59						
20		393,06 19,49	SABLE, traces de silt et de gravier, gris pâle, humide. (Faciès fin)		B		19,49		89				
21		391,21 21,34	Fin du forage.		C		21,34						21,13 Remblai 21,34
22													
23													



RAPPORT DE FORAGE : 24F-09

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Windfall - Gravtest-3

ENTREPRENEUR :Boart Longyear

DATE - DÉBUT / FIN :2024-05-26 / 2024-05-27

COORDONNÉES :N : 5 439 209,3 m E : 452 897,4 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN / TUBE :412,83 m / 413,73 m

INC. / AZIMUT :90,0°

ÉQUIPEMENT :Minisonic LS250

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE			ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBOLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD	<div>x: N (pen. standard) +: N_{dc} (pen. dynamique) ■: c_u (laboratoire) □: c_R (laboratoire) ▲: s_u (chantier) △: s_R (chantier) <div>W_P W_N W_L 20 40 60 80</div></div>		
-1														
0	6PO	412,83 0,00	Niveau SOL NATUREL. GRAVIER SABLEUX, traces de silt, gris-brun, sec. Présence de cailloux < 120 mm. (Faciès moyen-grossier)				0,00	4x6	72					
1					CS-01									
2		411,31 1,52	SABLE et GRAVIER, traces de silt, gris à gris-brun, sec à humide. Présence de cailloux < 150 mm. (Faciès moyen-grossier)				1,52	4x6	78					
3					CS-02									
4						A	3,05							
							3,85							
5					CS-03			4x6	43					
6						B								
6		406,73 6,10	(GP) GRAVIER SABLEUX, traces				6,10							

REMARQUE(S) : Niveau d'eau mesuré le 30 mai 2024 : Puit sec.



RAPPORT DE FORAGE : 24F-09

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Windfall - Gravtest-3

ENTREPRENEUR :Boart Longyear

DATE - DÉBUT / FIN :2024-05-26 / 2024-05-27

COORDONNÉES :N : 5 439 209,3 m E : 452 897,4 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN / TUBE :412,83 m / 413,73 m

INC. / AZIMUT :90,0°

ÉQUIPEMENT :Minisonic LS250

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE				ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION			
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBÔLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD	<div><div><div>x: N (pen. standard)</div><div>+: N_{dc} (pen. dynamique)</div><div>■: c_u (laboratoire)</div><div>□: c_R (laboratoire)</div><div>▲: s_u (chantier)</div><div>△: s_R (chantier)</div></div><div><div>W_PW_NW_L</div><div>20406080</div></div></div>						
7			de silt, gris-brun, humide. Présence de cailloux < 100 mm. (Faciès moyen-grossier)			A									AG w = 3%			
8		404,83 8,00	(GP-GM) SABLE GRAVELEUX, traces de silt, gris-brun, humide. Présence de cailloux < 130 mm. (Faciès moyen-grossier)		CS-04		8,00	4x6	86									
9						B									Mélange (CS-04B + CS-05A) AG w = 4%			
10							9,14											
11					CS-05	A		4x6	92									
12		401,19 11,64	(SW-SM) SABLE, traces de gravier et de silt, gris-brun, humide. (Faciès fin)			B		11,64								Mélange (CS-05B + CS-06A+ CS-06B) AG w = 5%		
13						A												
14					CS-06	B		13,10	4x6	75								



RAPPORT DE FORAGE : 24F-09

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Windfall - Gravtest-3

ENTREPRENEUR :Boart Longyear

DATE - DÉBUT / FIN :2024-05-26 / 2024-05-27

COORDONNÉES :N : 5 439 209,3 m E : 452 897,4 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN / TUBE :412,83 m / 413,73 m

INC. / AZIMUT :90,0°

ÉQUIPEMENT :Minisonic LS250

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE			ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBÔLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD	<div>x: N (pen. standard) +: N_{dc} (pen. dynamique) ■: c_u (laboratoire) □: c_R (laboratoire) ▲: s_u (chantier) △: s_R (chantier) <div>W_P W_N W_L 20 40 60 80</div></div>		
16							15,24							
17		395,69 17,14	(GP-GM) GRAVIER SABLEUX, traces de silt, gris foncé, humide. Présence de cailloux < 130 mm. (Faciès moyen-grossier)		CS-07		17,14	4x6	100					
18							18,29						AG w = 3%	18,29
19		393,74 19,09	SABLE et GRAVIER, traces de silt, gris, humide. (Faciès moyen-grossier)				19,09							
20		393,34 19,49	GRAVIER, traces à un peu de sable, traces de silt, gris foncé, très humide. Présence de cailloux < 120 mm. (Faciès moyen-grossier)		CS-08		19,49	4x6	77					
21		392,74 20,09	SABLE, traces de gravier et de silt, brun, humide. (Faciès fin)				20,09							
22		391,49 21,34	Fin du forage.				21,34							21,03 Remblai 21,34 21,34
23														



RAPPORT DE FORAGE : 24F-10

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Windfall - Gravtest-3

ENTREPRENEUR :Boart Longyear

DATE - DÉBUT / FIN :2024-05-27 / 2024-05-27

COORDONNÉES :N : 5 439 237,7 m E : 452 862,9 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN / TUBE :412,60 m / 413,50 m

INC. / AZIMUT :90,0°

ÉQUIPEMENT :Minisonic LS250

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE			ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBÔLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD	<div><div>x: N (pen. standard)</div><div>+ : N_{dc} (pen. dynamique)</div><div>■ : c_u (laboratoire)</div><div>□ : c_R (laboratoire)</div><div>▲ : s_u (chantier)</div><div>△ : s_R (chantier)</div><div><div>W_PW_NW_L</div><div>20406080</div></div></div>		
-1		414,10												
0	6PO	412,60	Niveau											
		0,00	TOURBE, brun-noir, humide.		A	0,00								
		412,40												
		0,20	SOL NATUREL. SILT, traces de sable et d'argile, brun orangé à gris-brun, plasticité nulle à faible, humide. Présence de matières organiques (racines).		B	0,20								
1		411,75			CS-01				86					
		0,85	SABLE et GRAVIER, traces de silt, brun-gris, humide. Présence de cailloux < 110 mm. (Faciès moyen-grossier)		C	0,85								
2					CS-02				56					
						1,52								
3		409,55												
		3,05	SABLE, traces de gravier et de silt, brun-gris, humide. (Faciès fin)		CS-03		3,05		79					
4														
		408,03												
		4,57	SABLE et GRAVIER, traces de silt, brun-gris, humide à saturé. Présence de cailloux < 100 mm. (Faciès moyen-grossier)		A	4,57								
5					CS-04				92					
						5,27								
					B									
6														
					A	6,10								

REMARQUE(S) : Niveau d'eau mesuré le 30 mai 2024 : Puit sec.



RAPPORT DE FORAGE : 24F-10

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Windfall - Gravtest-3

ENTREPRENEUR :Boart Longyear

DATE - DÉBUT / FIN :2024-05-27 / 2024-05-27

COORDONNÉES :N : 5 439 237,7 m E : 452 862,9 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN / TUBE :412,60 m / 413,50 m

INC. / AZIMUT :90,0°

ÉQUIPEMENT :Minisonic LS250

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE	ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION	
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBÔLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm			
											<div><div>x: N (pen. standard) +: N₆₀ (pen. dynamique) ■: c_u (laboratoire) □: c_R (laboratoire) ▲: s_u (chantier) △: s_R (chantier)</div><div><div>W_PW_NW_L</div><div>20406080</div></div></div>		
7		405,80	(SP) SABLE, traces de gravier et traces à un peu de silt, gris, humide. (Faciès fin)			A	6,80					AG w = 6%	
8						B			79			AG w = 4%	
						CS-05							
9		403,46	SABLE GRAVELEUX, brun, humide. Présence de cailloux < 300 mm et blocs. (Faciès moyen-grossier)				9,14						
		9,14				CS-06							
10									69				
						CS-07							
11		401,93	SABLE, traces de gravier et de silt, gris-brun, humide. (Faciès fin)				10,67						
		10,67				CS-07							
12							12,19						
						A							
13													
						CS-08	13,50						
14						B			97				



RAPPORT DE FORAGE : 24F-10

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Windfall - Gravtest-3

ENTREPRENEUR :Boart Longyear

DATE - DÉBUT / FIN :2024-05-27 / 2024-05-27

COORDONNÉES :N : 5 439 237,7 m E : 452 862,9 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN / TUBE :412,60 m / 413,50 m

INC. / AZIMUT :90,0°

ÉQUIPEMENT :Minisonic LS250

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS				GRAPHIQUE			ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBÔLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD	
16		396,45 16,15	... gris.		A		15,24					
							16,15					
17						CS-09			75			16,64
18					B							
19		394,31 18,29	SABLE et GRAVIER, traces de silt, gris, humide. (Faciès moyen-grossier)				18,29					
20					CS-10				92			
21	4PO	392,79 19,81	SOCLE ROCHEUX probable.				19,81					19,69
												19,81 Bentonite
22												
23		389,74 22,86	Fin du forage.		CS-11		22,86					22,86



RAPPORT DE FORAGE : 24F-11

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Windfall - Gravtest-3

ENTREPRENEUR :Boart Longyear

DATE - DÉBUT / FIN :2024-05-26 / 2024-05-26

COORDONNÉES :N : 5 439 276,7 m E : 452 929,6 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN / TUBE :407,62 m / 408,57 m

INC. / AZIMUT :90,0°

ÉQUIPEMENT :Minisonic LS250

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE			ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBOLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD	<div>x: N (pen. standard) +: N_{dc} (pen. dynamique) ■: c_u (laboratoire) □: c_R (laboratoire) ▲: s_u (chantier) △: s_R (chantier) <div>W_P W_N W_L 20 40 60 80</div></div>		
-1														
0	6PO	407,62 0,00 407,32 0,30	Niveau SOL ORGANIQUE. SABLE SILTEUX et GRAVELEUX, brun foncé à orangé, humide. Présence de cailloux < 120 mm et matières organiques (racines et branches).			A	0,00		59					
			SOL NATUREL. GRAVIER SABLEUX, traces de silt, gris, sec. Présence de cailloux < 130 mm. (Faciès moyen-grossier)		CS-01	B	0,30							
1		406,10 1,52	SABLE et GRAVIER, gris-brun à gris, humide. Présence de cailloux < 140 mm. (Faciès moyen-grossier)				1,52		49					
2					CS-02									
3		404,57 3,05	... Présence de cailloux < 110 mm.			A	3,05		69					
4		403,97 3,65	SABLE, un peu à traces de gravier, traces de silt, gris-brun, humide. (Faciès fin)		CS-03	B	3,65							
5							4,57		78					
6		401,52 6,10	(SP) SABLE et GRAVIER, traces		CS-04									

REMARQUE(S) : Niveau d'eau mesuré le 30 mai 2024 : Puit sec.



RAPPORT DE FORAGE : 24F-11

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Windfall - Gravtest-3

ENTREPRENEUR :Boart Longyear

DATE - DÉBUT / FIN :2024-05-26 / 2024-05-26

COORDONNÉES :N : 5 439 276,7 m E : 452 929,6 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN / TUBE :407,62 m / 408,57 m

INC. / AZIMUT :90,0°

ÉQUIPEMENT :Minisonic LS250

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE	ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBOLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm					N, Nc OU RQD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
											<div><div>x: N (pen. standard) +: N_{de} (pen. dynamique) ■: c_u (laboratoire) □: c_R (laboratoire) ▲: s_u (chantier) △: s_R (chantier)</div><div><div>W_PW_NW_L</div><div>20406080</div></div></div>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																



RAPPORT DE FORAGE : 24F-11

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Windfall - Gravtest-3

ENTREPRENEUR :Boart Longyear

DATE - DÉBUT / FIN :2024-05-26 / 2024-05-26

COORDONNÉES :N : 5 439 276,7 m E : 452 929,6 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN / TUBE :407,62 m / 408,57 m

INC. / AZIMUT :90,0°

ÉQUIPEMENT :Minisonic LS250

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE		ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION	
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBÔLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm			N, Nc OU RQD
											<div>x: N (pen. standard) +: N_{dc} (pen. dynamique) ■: c_u (laboratoire) □: c_R (laboratoire) ▲: s_u (chantier) △: s_R (chantier) <div><div>W_P</div><div>W_N</div><div>W_L</div><div>20406080</div></div></div>		
16		392,45 15,17	silt, brun-gris, humide. (Faciès moyen-grossier)		CS-08		15,17		71				
			SABLE, traces de gravier et de silt, brun-gris, humide. (Faciès fin)										
17		390,86 16,76	GRAVIER, un peu de sable, traces de silt, gris à gris-brun, humide. Présence de cailloux < 100 mm. (Faciès moyen-grossier)				16,76						
18													
19		389,26 18,36	SABLE et GRAVIER, traces de silt, gris-brun, humide. Présence de cailloux < 100 mm. (Faciès moyen-grossier)		CS-09		18,36		66				
20		387,81 19,81	Fin du forage.				19,81						<div><div>19,66</div><div>19,66</div><div>408,57</div></div>
21													
22													
23													










RAPPORT DE FORAGE : 24F-12

CLIENT :
PROJET :
N°PROJET :
LOCALISATION :
ENTREPRENEUR :

Groupe Minier Windfall
Sondages en profondeur des bancs d'emprunts
CA0002449.5772
Windfall - Gravtest-3
Boart Longyear

DATE - DÉBUT / FIN :
COORDONNÉES :
ÉL. TERRAIN / TUBE :
INC. / AZIMUT :
ÉQUIPEMENT :

2024-05-25 / 2024-05-26
N : 5 439 147,3 m E : 452 849,3 m UTM NAD83 Zone 18
412,49 m / 413,44 m
90,0°
Minisonic LS250

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE		ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION	
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBÔLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm			N, Nc OU RQD
		413,99									<div>×: N (pen. standard) +: N_{de} (pen. dynamique) ■: c_u (laboratoire) □: c_R (laboratoire) ▲: s_u (chantier) △: s_R (chantier)</div> <div><div>W_P</div><div>W_N</div><div>W_L</div><div>20406080</div></div>		
-1													
0	6PO	412,49 0,00 412,34 0,15 412,09 0,40	Niveau TOURBE, brun-noir, humide. SOL ORGANIQUE. SILT, un peu de gravier, brun orangé, humide. Présence de cailloux < 100 mm et matières organiques (racines). SOL NATUREL. (SP) SABLE et GRAVIER, traces de silt, brun-gris, humide. Présence de cailloux < 140 mm. (Faciès moyen-grossier)			A B C	0,00 0,15 0,25 0,40						
1					CS-01	D			63				
2					CS-02		1,52		72				
3							3,05						
4					CS-03				56				
5						A B	4,57 5,02		52				
6							6,10						



RAPPORT DE FORAGE : 24F-12

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Windfall - Gravtest-3

ENTREPRENEUR :Boart Longyear

DATE - DÉBUT / FIN :2024-05-25 / 2024-05-26

COORDONNÉES :N : 5 439 147,3 m E : 452 849,3 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN / TUBE :412,49 m / 413,44 m

INC. / AZIMUT :90,0°

ÉQUIPEMENT :Minisonic LS250

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE			ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBÔLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD	<div>x: N (pen. standard) +: N_{dc} (pen. dynamique) ■: c_u (laboratoire) □: c_R (laboratoire) ▲: s_u (chantier) △: s_R (chantier) <div>W_P W_N W_L 20 40 60 80</div></div>		
7		405,24	(SW-SM) SABLE, un peu de gravier, traces de silt, gris, humide. (Faciès fin)		CS-05	A	7,25		89				AG w = 8%	
8		7,25				B								
9			(SW-SM) SABLE, un peu de silt, traces de gravier, brun à gris-brun, humide. (Faciès fin)		CS-06		9,14		95				AG w = 3%	
10		402,65				A	9,84							
11		9,84				B								
12		400,30	SABLE, traces de gravier et de silt, brun-gris, humide. (Faciès fin)		CS-07	C	12,19						AG w = 9%	
13		12,19				A								
14						B	13,49		85					



RAPPORT DE FORAGE : 24F-12

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Windfall - Gravtest-3

ENTREPRENEUR :Boart Longyear

DATE - DÉBUT / FIN :2024-05-25 / 2024-05-26

COORDONNÉES :N : 5 439 147,3 m E : 452 849,3 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN / TUBE :412,49 m / 413,44 m

INC. / AZIMUT :90,0°

ÉQUIPEMENT :Minisonic LS250

PROFONDEUR (m)	MÉTHODE DE FORAGE	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE		ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	INSTALLATION
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBÔLE	TYPE - NUMÉRO	SOUS - ÉCHANTI.	PROFONDEUR	ÉTAT ET CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COUPS / 15 cm	N, Nc OU RQD		
											<div><div>x: N (pen. standard)</div><div>+ : N_{dc} (pen. dynamique)</div><div>■ : c_u (laboratoire)</div><div>□ : c_R (laboratoire)</div><div>▲ : s_u (chantier)</div><div>△ : s_R (chantier)</div><div><div>W_PW_NW_L</div><div>20406080</div></div></div>		
16	4PO	397,25 15,24	SILT, un peu d'argile, traces de sable et gravier, gris verdâtre, humide. Présence de cailloux < 250 mm. Inclusions de roc fragmenté de 15,75 à 16,15m.					100					
		396,34 16,15			SOCLE ROCHEUX probable.								
17			SOCLE ROCHEUX probable.					92					396,65 m - 2024-05-30
18													
19			SOCLE ROCHEUX probable.					92					396,65 m - 2024-05-30
20													
20		392,68 19,81	Fin du forage.				19,81						19,81
21			Fin du forage.										
22													
23			Fin du forage.										

ANNEXE

C

RAPPORTS INDIVIDUELS DES
TRANCHÉES



RAPPORT DE TRANCHEE : 24TR-01

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Gravtest-3

ENTREPRENEUR :MKC-Fournier

DATE - DÉBUT / FIN :2024-04-01 / 2024-04-01

COORDONNÉES :N : 5 439 232,8 m E : 452 850,0 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN :412,67 m

LONG. / LARG. :9,5 m / 6,5 m PAROIS :Stables

ÉQUIPEMENT :Hitachi Zaxis 135

PROFONDEUR (m)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS			ANALYSES
	NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBOLE	TYPE - NUMÉRO	PROFONDEUR	ÉTAT	
1	412,67	Niveau					Mélange (EM-03 + EM-04 + EM-05) AG w = 3%
	0,00	TOURBE, brun foncé, sec.		EM-01	0,00		
	412,52	SOL ORGANIQUE. SILT, un peu de sable, brun orangé à gris-brun, humide. Présence de matières organiques (racines).		EM-02	0,15		
	0,15						
	412,02	(SP) SABLE et GRAVIER, traces de silt, brun, humide. Présence de cailloux (15%) et blocs (20%) < 450 mm. (Faciès moyen-grossier)		EM-03	0,65		
	0,65				1,00		
				EM-04			
					2,00		
				EM-05			
2							Mélange (EM-07 + EM-08 + EM-09) AG w = 5%
3	409,67	SILT et SABLE, gris, humide. (Faciès fin)		EM-06	3,00		
	3,00						
4	409,37	(SP) SABLE et GRAVIER, brun, humide. Présence de cailloux (30%) < 250 mm. (Faciès moyen-grossier)		EM-07	3,30		
	3,30						
				EM-08	4,00		
5							
				EM-09	5,00		
6	406,67	Fin de la tranchée.			6,00		
	6,00						

WSP_FR_Tranchee-Geo_MAJUSCULES.sty



RAPPORT DE TRANCHEE : 24TR-02

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Gravtest-3

ENTREPRENEUR :MKC-Fournier

DATE - DÉBUT / FIN :2024-04-01 / 2024-04-01

COORDONNÉES :N : 5 439 213,2 m E : 452 904,6 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN :412,81 m

LONG. / LARG. :11,0 m / 5,0 m PAROIS :Stabilité moyenne

ÉQUIPEMENT :Hitachi Zaxis 135

PROFONDEUR (m)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS			ANALYSES
	NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBOLE	TYPE - NUMÉRO	PROFONDEUR	ÉTAT	
	412,81	Niveau					
	0,00	TOURBE, brun-noir, humide.		EM-01	0,00		
	412,71	SOL ORGANIQUE.		EM-02	0,10		
	0,10	SILT SABLEUX, brun orangé à gris-brun, humide. Présence de matières organiques (racines).					
	412,46				0,35		
	0,35	SOL NATUREL.		EM-03			Mélange (EM-03 + EM-04 + EM-05) AG w = 4%
1		(GP) GRAVIER et SABLE, traces de silt, brun à gris-brun, humide. Présence de cailloux (15-35%) et blocs (2-10%) < 450 mm. (Faciès moyen-grossier)		EM-04	1,00		
2				EM-05	2,00		
3				EM-06	3,00		Mélange (EM-06 + EM-07) AG w = 4%
4				EM-07	4,00		
	408,11			EM-08	4,70		
	4,70	SABLE, un peu de silt et gravier, gris, humide. Présence de cailloux (10%) < 250 mm.					
	407,81	(Faciès moyen-grossier)					
5	5,00	Fin de la tranchée.			5,00		

REMARQUE(S) : Stabilité moyenne en raison de décrochements



RAPPORT DE TRANCHEE : 24TR-03

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Gravtest-3

ENTREPRENEUR :MKC-Fournier

DATE - DÉBUT / FIN :2024-04-01 / 2024-04-01

COORDONNÉES :N : 5 439 145,8 m E : 452 830,7 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN :412,39 m

LONG. / LARG. :7,0 m / 5,0 m PAROIS :Stabilité moyenne

ÉQUIPEMENT :Hitachi Zaxis 135

PROFONDEUR (m)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS			ANALYSES
	NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBOLE	TYPE - NUMÉRO	PROFONDEUR	ÉTAT	
	412,39	Niveau					
	0,00	TOURBE, brun-noir, humide.		EM-01	0,00		
	412,24				0,15		
	0,15	SOL NATUREL. (GP) GRAVIER, un peu de sable, traces de silt, brun orangé à gris, humide. Présence de cailloux (20-35%) <160 mm, blocs (10%) < 400 mm et matières organiques (racines, jusqu'à 0,60m). (Faciès moyen-grossier)		EM-02			Mélange (EM-02 + EM-03) AG w = 3%
1				EM-03	1,00		
2	410,39				2,00		
	2,00	SABLE et GRAVIER, gris-brun, humide. Présence de cailloux (10%) < 220 mm. (Faciès moyen-grossier)		EM-04			Mélange (EM-04 + EM-05) AG w = 3%
3	409,39				3,00		
	3,00	SABLE, un peu de gravier, traces de silt, gris-brun, humide. Présence de cailloux (5%). (Faciès fin)		EM-05			
4	408,39				4,00		
	4,00	SABLE, traces de gravier et de silt, brun, humide. (Faciès fin)		EM-06			AG w = 3%
5	407,39				5,00		
	5,00	Fin de la tranchée.					
6							

REMARQUE(S) : Stabilité moyenne en raison de décrochements

WSP_FR_Tranchee-Geo_MAJUSCULES.sty



RAPPORT DE TRANCHEE : 24TR-04

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Gravtest-3

ENTREPRENEUR :MKC-Fournier

DATE - DÉBUT / FIN :2024-04-01 / 2024-04-01

COORDONNÉES :N : 5 439 097,7 m E : 452 883,7 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN :410,88 m

LONG. / LARG. :7,0 m / 5,0 m PAROIS :Stabilité moyenne

ÉQUIPEMENT :Hitachi Zaxis 135

PROFONDEUR (m)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS			ANALYSES
	NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBOLE	TYPE - NUMÉRO	PROFONDEUR	ÉTAT	
	410,88	Niveau					
1	0,00	SOL ORGANIQUE. Silt SABLEUX, un peu de gravier, brun orangé, humide. Présence de matières organiques (racines).		EM-01	0,00		Mélange (EM-02 + EM-03 + EM-04) AG w = 2%
	410,58			EM-02	0,30		
	409,88			EM-03	1,00		
	408,88			EM-04	2,00		
2	2,00	GRAVIER, un peu de sable, traces de silt, gris-brun, humide. Présence de cailloux (20%) < 250 mm. (Faciès moyen-grossier)					Mélange (EM-05 + EM-06) AG w = 3%
	407,88			EM-05	3,00		
3	3,00	(SP) SABLE et GRAVIER, traces de silt, gris-brun, humide. Présence de cailloux (10-15%) < 200 mm et blocs (2%) < 320 mm. (Faciès moyen-grossier)					
	405,88			EM-06	4,00		
5	5,00	Fin de la tranchée.			5,00		

REMARQUE(S) : Stabilité moyenne en raison de décrochements



RAPPORT DE TRANCHEE : 24TR-05

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Flamb-1

ENTREPRENEUR :MKC-Fournier

DATE - DÉBUT / FIN :2024-04-02 / 2024-04-02

COORDONNÉES :N : 5 436 397,3 m E : 452 318,6 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN :403,90 m

LONG. / LARG. :6,0 m / 4,0 m PAROIS :Instables

ÉQUIPEMENT :Hitachi Zaxis 135

PROFONDEUR (m)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS			ANALYSES
	NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBOLE	TYPE - NUMÉRO	PROFONDEUR	ÉTAT	
	403,90	Niveau					
	0,00	SOL NATUREL.					
	403,60	SILT, un peu de sable, gris pâle, humide. Présence de matières organiques (racines).		EM-01			
	0,30	SABLE et GRAVIER, gris-brun, humide. Présence de cailloux (2%) < 100 mm. (Faciès moyen-grossier)		EM-02	0,30		
1	402,90				1,00		
	1,00	SABLE, un peu de gravier, traces de silt, brun, humide. (Faciès moyen-grossier)		EM-03			
2					2,00		
				EM-04			
3					3,00		
				EM-05			
4	399,90				4,00		
	4,00	Fin de la tranchée.					
5							

WSP_FR_Tranchee-Geo_MAJUSCULES.sty



RAPPORT DE TRANCHEE : 24TR-06

CLIENT :Groupe Minier Windfall

PROJET :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

N°PROJET :CA0002449.5772

LOCALISATION :Flamb-1

ENTREPRENEUR :MKC-Fournier

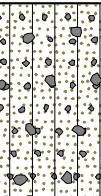
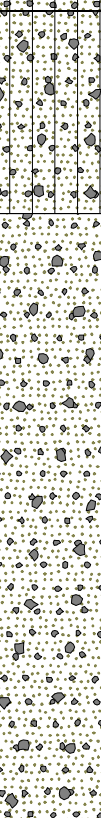
DATE - DÉBUT / FIN :2024-04-02 / 2024-04-02

COORDONNÉES :N : 5 436 365,1 m E : 452 395,5 m UTM NAD83 Zone 18

ÉL. TERRAIN :406,68 m

LONG. / LARG. :5,0 m / 4,0 m PAROIS :Stabilité moyenne

ÉQUIPEMENT :Hitachi Zaxis 135

PROFONDEUR (m)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS			ANALYSES
	NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION	SYMBOLE	TYPE - NUMÉRO	PROFONDEUR	ÉTAT	
1	406,68 0,00	Niveau SOL NATUREL. SABLE, traces de gravier et de silt, brun, humide. Présence de cailloux (2%) < 85 mm. (Faciès fin)		EM-01	0,00		
	405,68 1,00	SABLE, un peu de gravier, traces de silt, brun, humide. Présence de cailloux (5%) < 100 mm. (Faciès moyen-grossier)		EM-02	1,00		
2	404,68 2,00	SABLE et GRAVIER, gris-brun, humide. Présence de cailloux (2-20%) < 250 mm. (Faciès moyen-grossier)		EM-03	2,00		
3				EM-04	3,00		
				4		EM-05	
5	401,68 5,00					Fin de la tranchée.	
6							

REMARQUE(S) : Stabilité moyenne en raison de décrochements

WSP_FR_Tranchee-Geo_MAJUSCULES.sty

ANNEXE

D

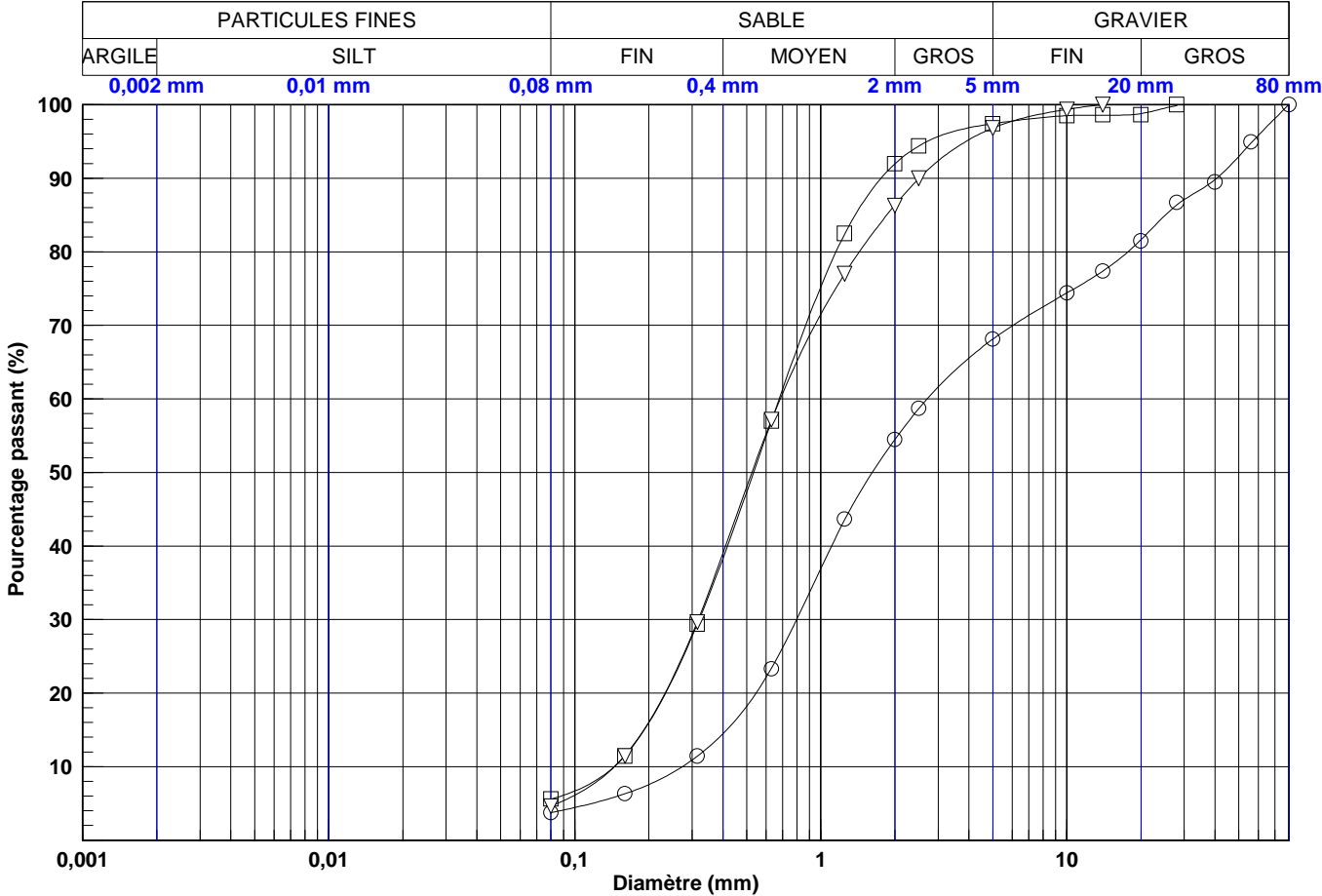
RÉSULTATS DES ESSAIE
GÉOTECHNIQUE EN
LABORATOIRE

Nom du consultant : 

Nom du client : 

Page 1 de 1
ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE
Sondage N° 24F-01

Nom du projet : Sondages en profondeur des bancs d'emprunts
No. de projet : CA0002449.5772
Nom du requérant : Groupe Minier Windfall
No. plan de localisation : -
Localisation civile : Gravtest-4
Date du début du sondage : 2024-03-27



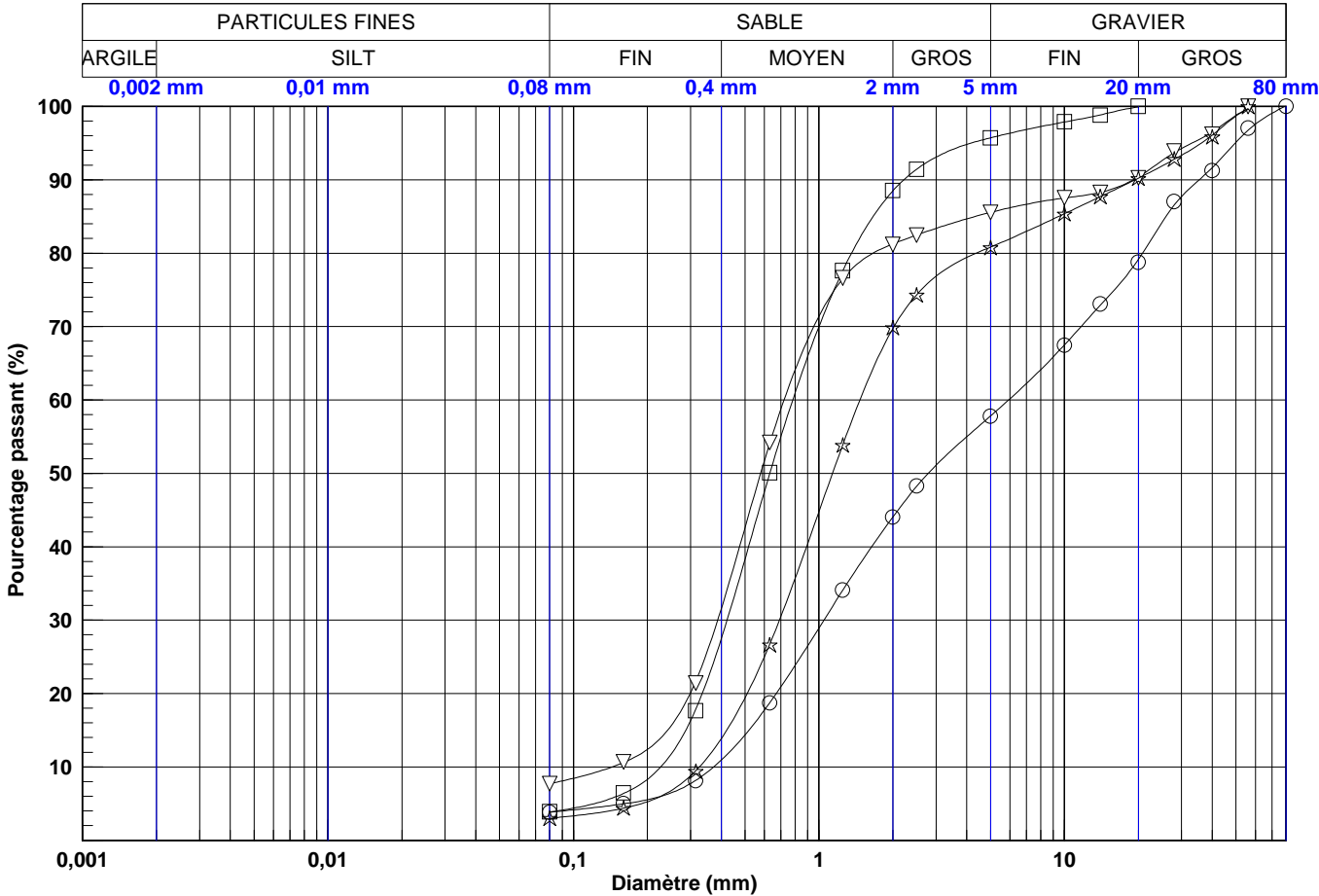
Courbe	PARTICULES FINES			SABLE			GRAVIER		
—○—	3,7			64,4			31,9		
—□—	5,5			91,9			2,6		
—△—	4,6			92,2			3,2		

Courbe	0,08 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
—○—	3,74	3,74	6,31	11,42	23,38	43,54	58,67	68,11	74,40	77,38	81,62	86,38	89,79	94,78	100,00
—□—	5,55	5,55	11,50	29,39	56,99	82,40	94,38	97,41	98,50	98,57	98,79	99,86	100,00	100,00	100,00
—△—	4,59	4,59	11,52	29,73	57,07	77,01	89,94	96,82	99,36	99,96	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
—○—	24F-01	01 + 02	0.00 - 5.79	Sable graveleux, traces de silt.	0,27	0,80	2,71	9,9	0,9	SP	6
—□—	24F-01	03	5.79 - 8.84	Sable, traces de silt et de gravier.	0,14	0,32	0,68	4,7	1,0	SP-SM	10
—△—	24F-01	04	8.84 - 11.89	Sable, traces de silt et de gravier.	0,14	0,32	0,69	4,7	1,0	SP	7

Y:\geotec_80\style\lab11_FRANÇ-AISIWSP_FR_Lab_Granulo.sty

Nom du projet : Sondages en profondeur des bancs d'emprunts
No. de projet : CA0002449.5772
Nom du requérant : Groupe Minier Windfall
No. plan de localisation : -
Localisation civile : Gravtest-4
Date du début du sondage : 2024-03-30



Courbe	PARTICULES FINES				SABLE				GRAVIER			
○	3,8				54,0				42,2			
□	3,9				91,9				4,3			
▽	7,7				77,8				14,4			
☆	3,0				77,8				19,2			

Courbe	0,08 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	3,82	3,82	4,97	8,16	18,72	34,06	48,21	57,81	67,49	72,92	79,12	86,56	91,64	96,77	100,00
□	3,86	3,86	6,38	17,86	49,96	77,58	91,43	95,72	97,88	98,84	99,91	100,00	100,00	100,00	100,00
▽	7,71	7,71	10,61	21,70	54,08	76,52	82,47	85,56	87,52	88,29	90,40	93,71	96,52	99,70	100,00
☆	3,00	3,00	4,37	9,48	26,71	53,87	74,33	80,83	85,38	87,71	90,22	92,79	96,09	99,69	100,00

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	24F-02	01E + 02	1.45 - 5.79	Sable et gravier, traces de silt.	0,37	1,05	5,93	15,9	0,5	SP	4
□	24F-02	03	5.79 - 8.84	Sable, traces de gravier et de silt.	0,23	0,42	0,78	3,4	1,0	SP	14
▽	24F-02	04	8.84 - 11.89	Sable, un peu de gravier, traces de silt.	0,14	0,39	0,72	5,0	1,4	SP-SM	8
☆	24F-02	05 + 06A	11.89 - 15.84	Sable, un peu de gravier, traces de silt.	0,33	0,69	1,47	4,5	1,0	SP	8

Nom du consultant :



Nom du client :



ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

Sondage N°

24F-03

Page 1 de 1

Nom du projet : Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

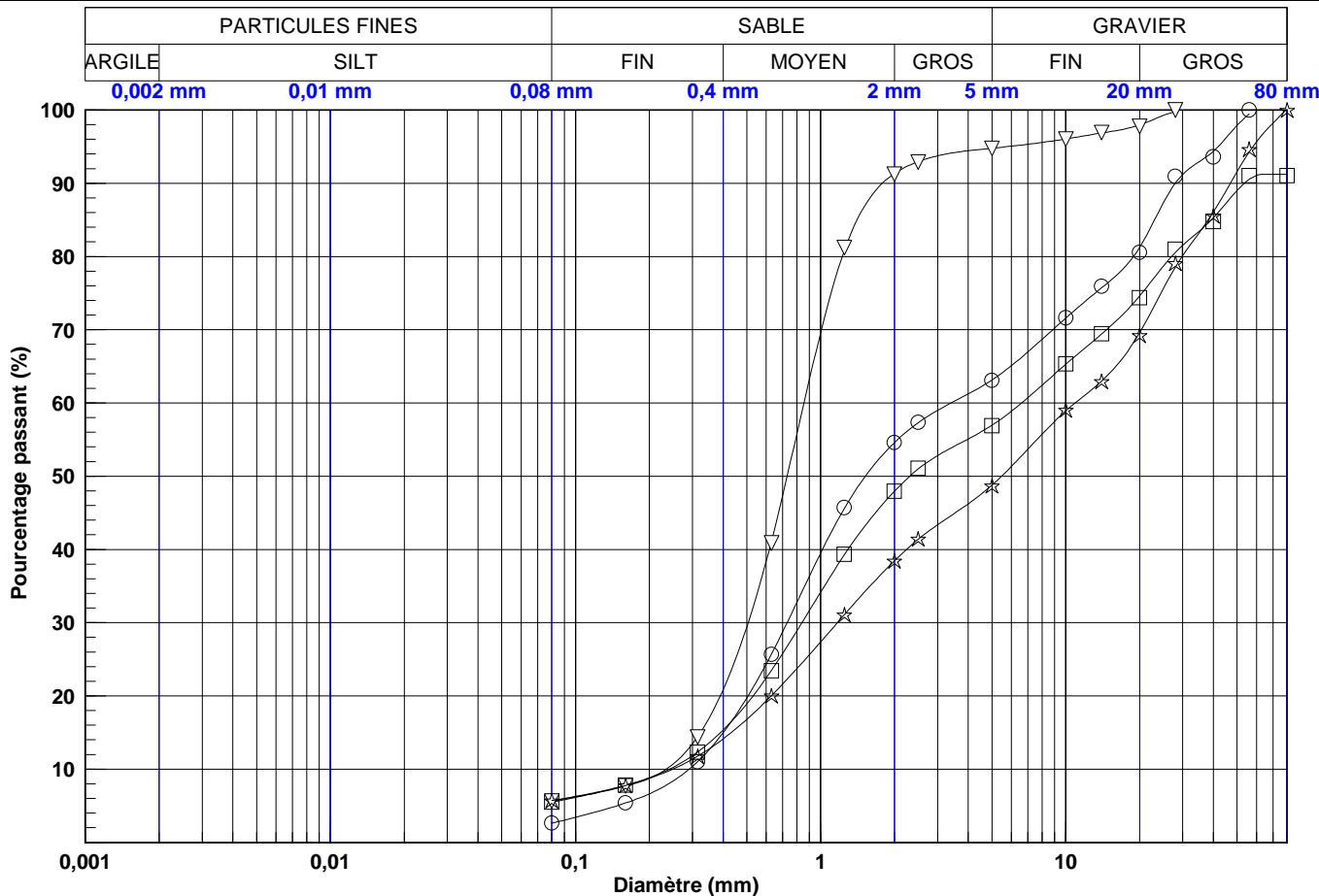
No. de projet : CA0002449.5772

Nom du requérant : Groupe Minier Windfall

No. plan de localisation : -

Localisation civile : Gravtest-4

Date du début du sondage : 2024-03-30



Courbe	PARTICULES FINES				SABLE				GRAVIER			
○	2,6				60,5				36,9			
□	5,5				51,5				34,3			
▽	5,7				89,1				5,2			
☆	5,7				43,1				51,2			

Courbe	0,08 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	2,61	2,61	5,38	11,04	25,72	45,62	57,31	63,14	71,60	75,73	81,25	90,04	94,38	99,44	100,00
□	5,47	5,47	7,79	12,34	23,47	39,28	50,98	56,96	65,28	69,42	74,59	80,58	85,27	90,52	91,23
▽	5,65	5,65	7,67	14,44	41,13	80,84	92,95	94,79	96,05	96,87	97,97	99,80	100,00	100,00	100,00
☆	5,69	5,69	7,77	11,77	20,03	31,10	41,38	48,78	58,91	63,00	69,57	78,56	86,06	94,28	100,00

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	24F-03	01 + 02	0.00 - 5.79	Sable et gravier, traces de silt.	0,29	0,73	3,41	11,7	0,5	SP	1
□	24F-03	03B	6.39 - 7.24	Sable graveleux, traces de silt, présence de cailloux.	0,24	0,84	6,60	27,3	0,4	SP-SM	2
▽	24F-03	04B + 05A	10.14 - 13.04	Sable, traces de silt et de gravier.	0,23	0,51	0,85	3,6	1,3	SP-SM	9
☆	24F-03	05B + 06 + 07	13.04 - 21.03	Gravier et sable, traces de silt.	0,25	1,17	10,93	43,9	0,5	GP-GM	3

Effectué par : Timothy Lewyckj, Tech.

Date : 2024-04-29

Vérifié par : Eric Cardinal, Tech. Sr.

Date : 2024-05-08

Date de production : 2024-07-25

Nom du consultant :



Nom du client :



ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

Sondage N°

24F-04

Page 1 de 1

Nom du projet : Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

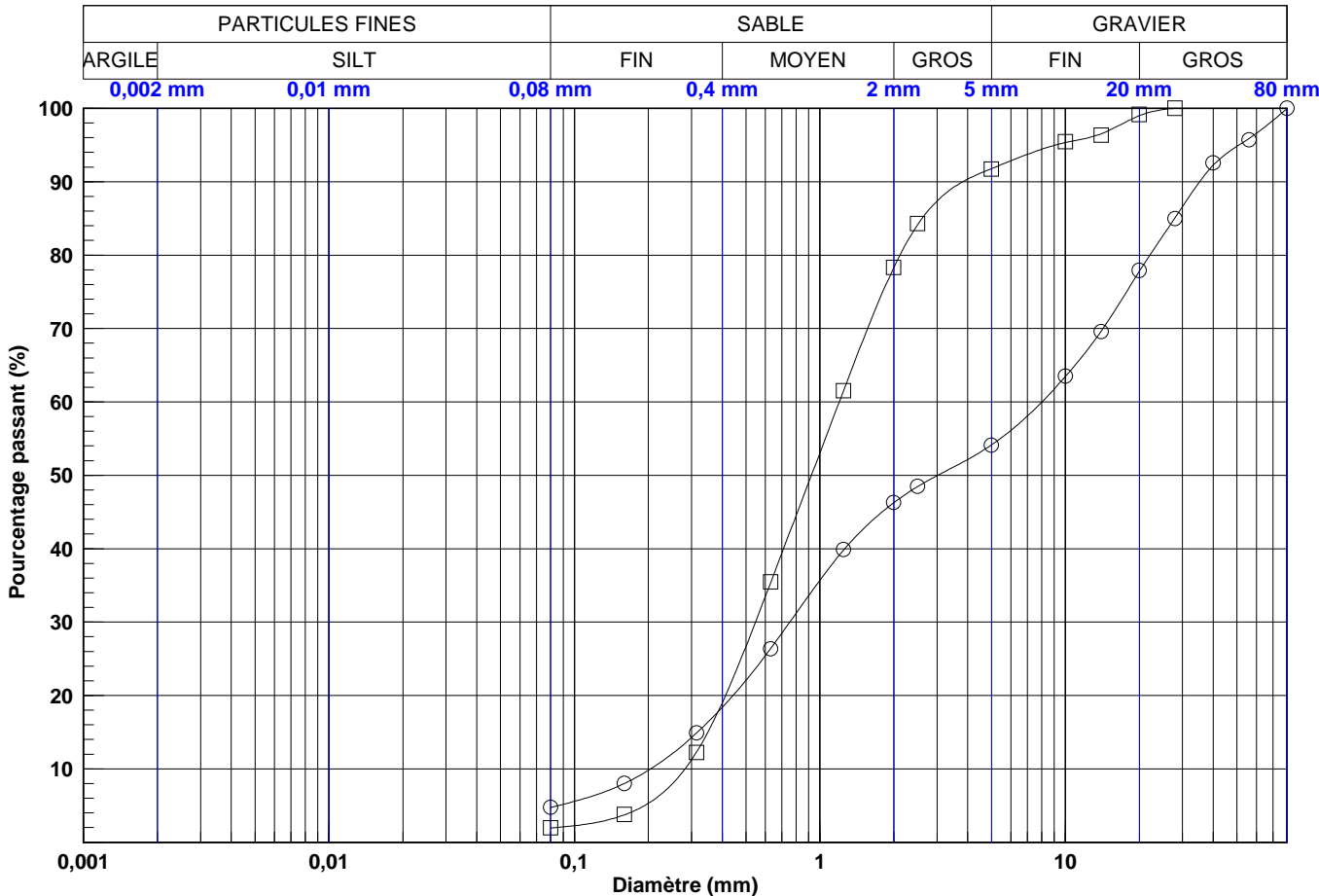
No. de projet : CA0002449.5772

Nom du requérant : Groupe Minier Windfall

No. plan de localisation : -

Localisation civile : Gravtest-4

Date du début du sondage : 2024-03-28



Courbe	PARTICULES FINES				SABLE				GRAVIER			
○	4,7				49,4				45,8			
□	1,9				89,8				8,2			

Courbe	0,08 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	4,75	4,75	8,01	14,91	26,39	39,83	48,46	54,13	63,45	69,67	77,77	85,14	92,24	95,90	99,96
□	1,94	1,94	3,74	12,34	35,39	61,59	84,15	91,78	95,34	96,54	98,99	100,00	100,00	100,00	100,00

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	24F-04	01	0.00 - 2.74	Sable et gravier, traces de silt.	0,20	0,75	8,02	39,2	0,3	SP	5
□	24F-04	02A + 2B	2.74 - 4,74	Sable, traces de gravier et de silt.	0,28	0,55	1,20	4,2	0,9	SP	7

Effectué par : Timothy Lewyckj, Tech.

Date : 2024-04-29

Vérifié par : Eric Cardinal, Tech. Sr.

Date : 2024-05-08

Date de production : 2024-07-25

Nom du projet : Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

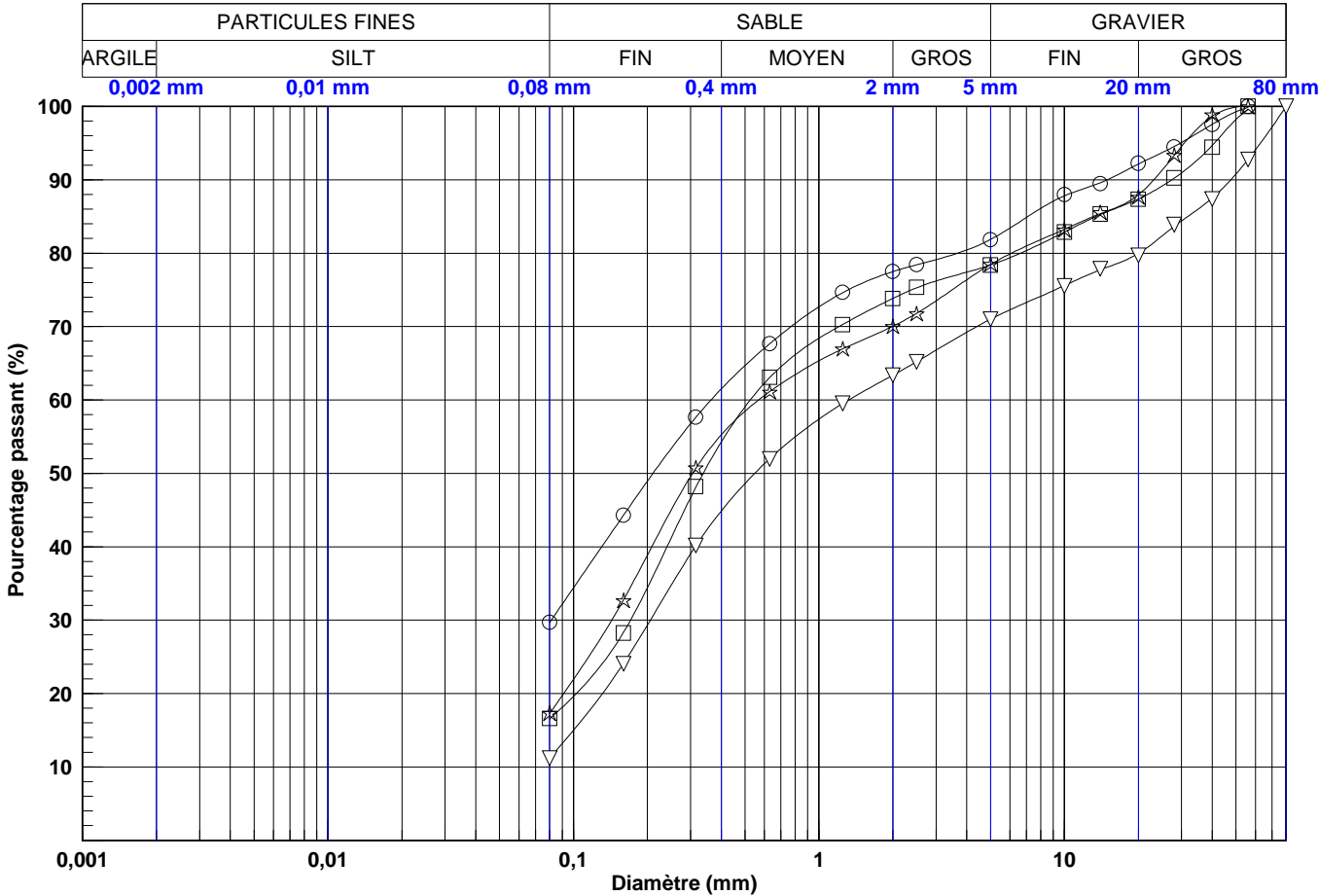
Nom du requérant : Groupe Minier Windfall

Localisation civile : Gravtest-4

No. de projet : CA0002449.5772

No. plan de localisation : -

Date du début du sondage : 2024-03-29



Courbe	PARTICULES FINES				SABLE				GRAVIER			
○	29,7				52,2				18,1			
□	16,5				61,9				21,6			
▽	11,2				59,8				29,0			
☆	17,3				61,2				21,5			

Courbe	0,08 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	29,69	29,69	44,30	57,63	67,66	74,63	78,42	81,87	87,83	89,59	92,14	94,54	97,57	99,86	100,00
□	16,53	16,53	28,35	48,09	63,05	70,29	75,28	78,40	82,88	85,25	87,40	90,22	94,69	99,58	100,00
▽	11,18	11,18	24,11	40,11	51,99	59,52	65,22	71,00	75,57	77,75	79,95	83,67	87,51	92,79	99,96
☆	17,30	17,30	32,78	50,68	61,14	66,96	71,80	78,47	83,25	85,39	87,95	93,34	98,67	100,00	100,00

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	24F-05	01D	1.80 - 2.74	Sable silteux, un peu de gravier.	-	0,08	0,36	-	-	SM	5
□	24F-05	03A + 3B	5.79 - 7,69	Sable graveleux, un peu de silt.	-	0,17	0,52	-	-	SM	5
▽	24F-05	04A	8.84 - 10.39	Sable graveleux, un peu de silt.	-	0,21	1,32	-	-	SW-SM	5
☆	24F-05	05A + 5B	11,89 - 13.50	Sable graveleux, un peu de silt.	-	0,14	0,57	-	-	SM	9

Nom du consultant :



Nom du client :



ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

Sondage N°

24F-06

Nom du projet : Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

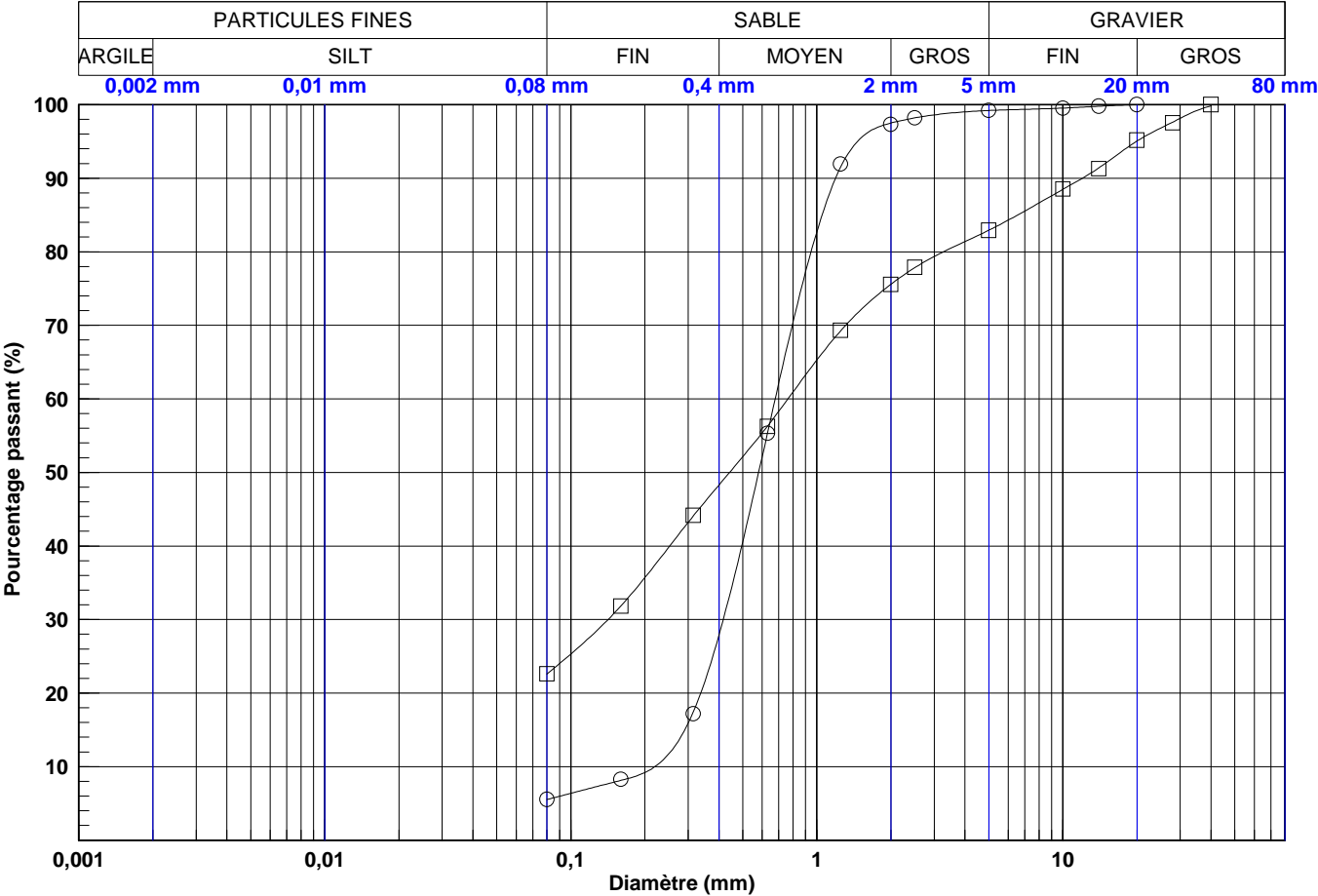
No. de projet : CA0002449.5772

Nom du requérant : Groupe Minier Windfall

No. plan de localisation : -

Localisation civile : Windfall - Gravtest-3

Date du début du sondage : 2024-05-29



Courbe	PARTICULES FINES				SABLE				GRAVIER			
○	5,5				93,7				0,8			
□	22,6				60,3				17,1			

Courbe	0,08 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	5,54	5,54	8,13	17,47	55,35	91,53	98,20	99,21	99,53	99,79	99,99	100,00	100,00	100,00	100,00
□	22,60	22,60	31,87	44,11	56,30	69,26	77,84	82,94	88,49	91,40	95,04	97,65	99,84	100,00	100,00

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	24F-06	05A + 05B	6.10 - 7.70	Sable, traces de silt.	0,22	0,42	0,68	3,1	1,2	SP-SM	9
□	24F-06	05C	7.70 - 9.14	Sable silteux, un peu de gravier.	-	0,14	0,76	-	-	SM	5

Effectué par : Timothy Lewyckj, Tech.

Date : 2024-06-14

Vérifié par : Eric Cardinal, Tech. Sr.

Date : 2024-06-17

Date de production : 2024-07-25

Y:\geotec_80\style\lab11_FRANÇAI\SIWSP_FR_Lab_Granulo.sty

Nom du consultant :



Nom du client :



ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

Sondage N°

24F-07

Nom du projet : Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

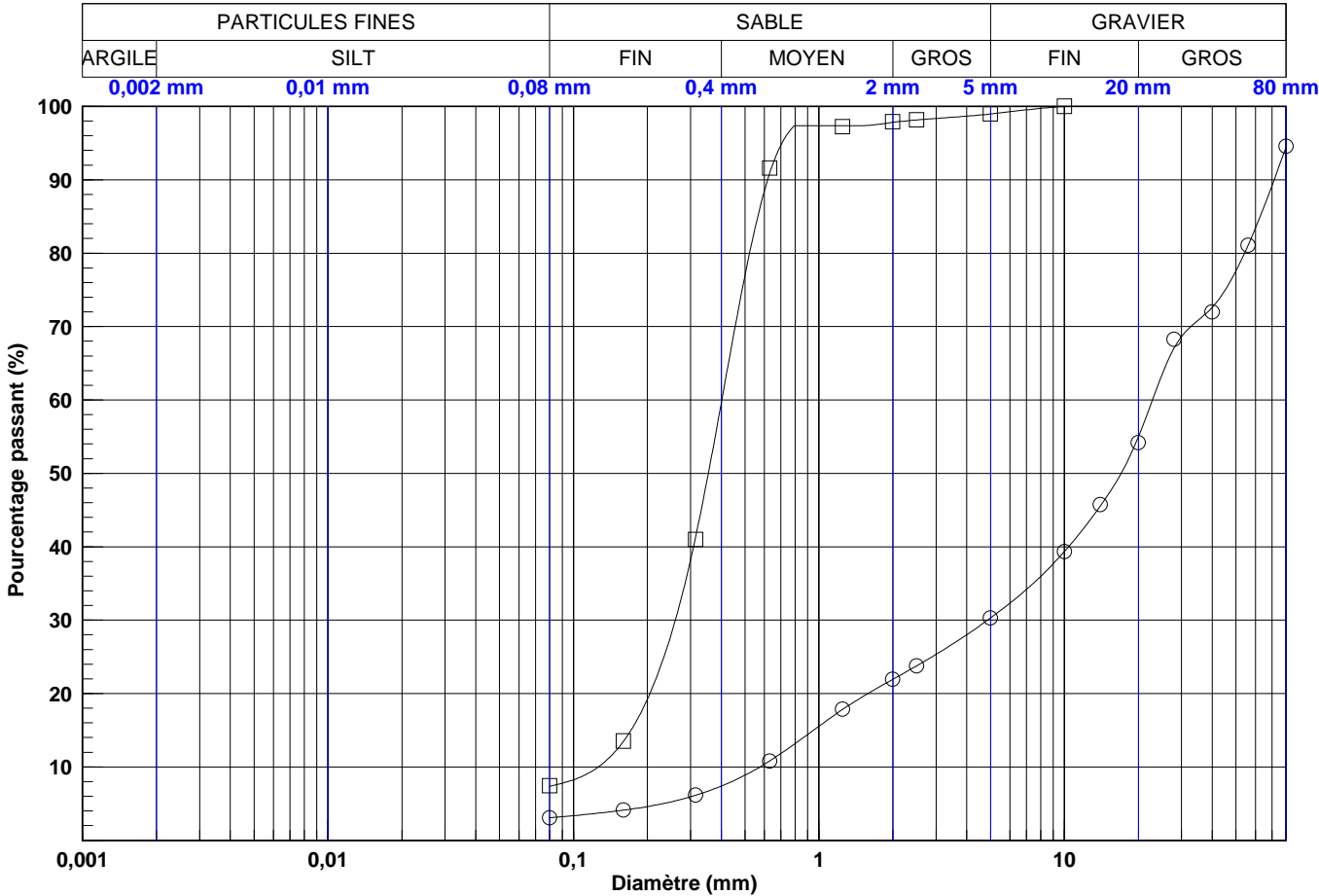
No. de projet : CA0002449.5772

Nom du requérant : Groupe Minier Windfall

No. plan de localisation : -

Localisation civile : Windfall - Gravtest-3

Date du début du sondage : 2024-05-28



Courbe	PARTICULES FINES					SABLE					GRAVIER				
○	3,1					27,2					64,2				
□	7,4					91,6					1,0				

Courbe	0,08 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	3,06	3,06	4,11	6,14	10,81	17,84	23,78	30,29	39,34	45,57	54,94	67,11	72,60	81,09	94,44
□	7,35	7,35	13,51	41,42	90,90	97,36	98,15	98,97	99,97	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	24F-07	04	6.10 - 7.62	Gravier sableux, traces de silt, présence de cailloux.	0,58	4,87	22,83	39,7	1,8	GW	3
□	24F-07	06	9.14 - 12.19	Sable, traces de silt et de gravier.	0,13	0,26	0,40	3,2	1,3	SP-SM	21

Effectué par : Timothy Lewyckj, Tech.

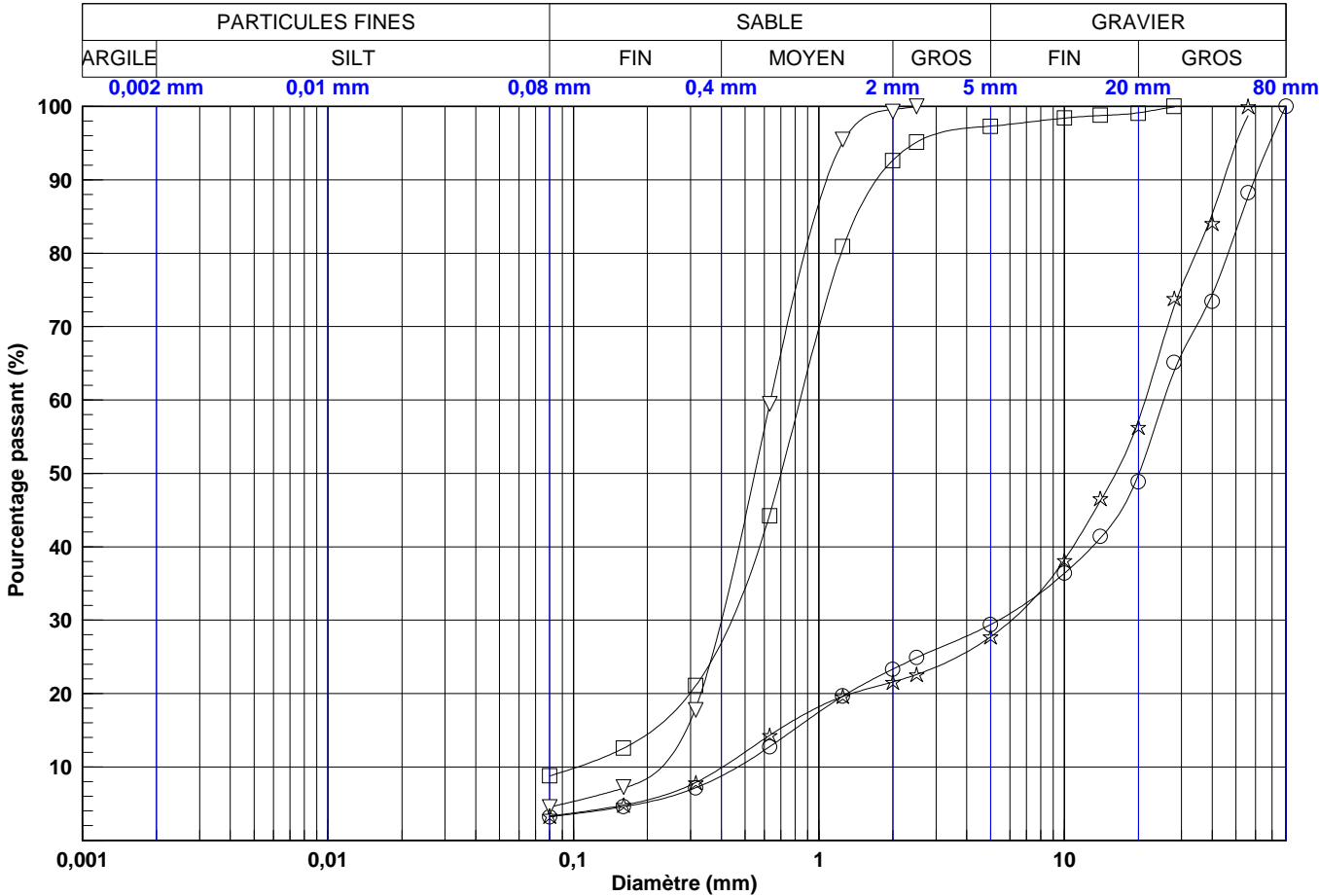
Date : 2024-06-14

Vérifié par : Eric Cardinal, Tech. Sr.

Date : 2024-06-17

Date de production : 2024-07-25

Nom du projet : Sondages en profondeur des bancs d'emprunts
Groupe Minier Windfall
Localisation civile : Windfall - Gravtest-3
No. de projet : CA0002449.5772
No. plan de localisation : -
Date du début du sondage : 2024-05-28

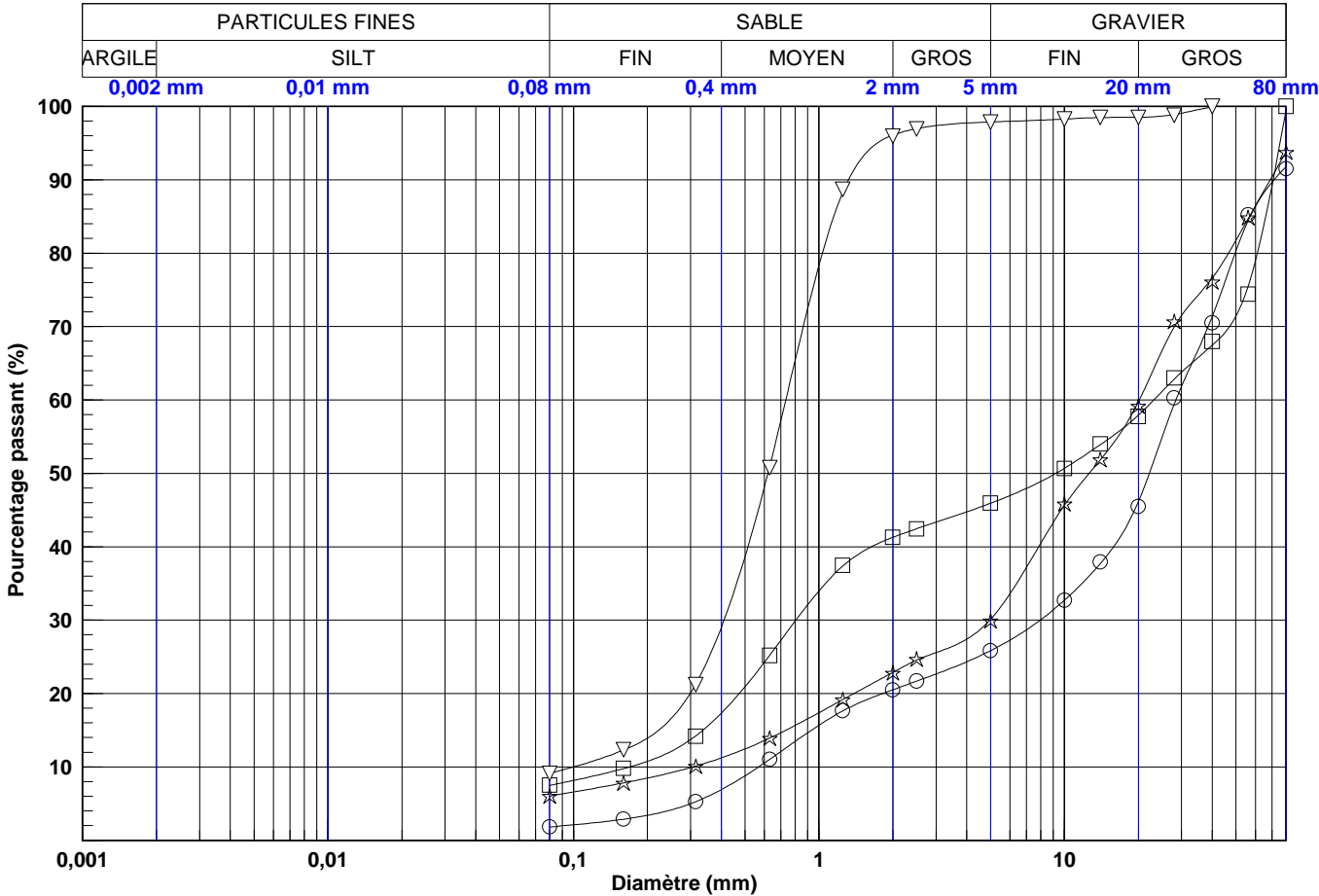


Courbe	PARTICULES FINES				SABLE				GRAVIER			
○	3,2				26,2				70,6			
□	8,8				88,5				2,7			
▽	4,5				95,5				0,0			
☆	3,3				24,4				72,3			

Courbe	0,08 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	3,20	3,20	4,58	7,15	12,75	19,63	24,88	29,39	36,37	41,17	49,72	63,97	74,34	87,74	100,00
□	8,77	8,77	12,55	21,08	44,42	80,60	95,12	97,31	98,41	98,75	99,13	99,91	100,00	100,00	100,00
▽	4,53	4,53	7,12	18,09	59,45	95,11	99,94	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
☆	3,32	3,32	4,80	7,88	14,30	19,59	22,60	27,73	38,23	46,25	57,12	72,77	85,36	98,74	100,00

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	24F-08	05A	6.10 - 6.80	Gravier sableux, traces de silt.	0,47	5,40	25,39	54,3	2,5	GW	3
□	24F-08	06A + 06B	9.14 - 12.19	Sable, traces de silt et de gravier.	0,10	0,44	0,84	8,0	2,2	SW-SM	5
▽	24F-08	07A + 07B	12.19 - 15.24	Sable, traces de silt.	0,23	0,40	0,64	2,8	1,1	SP	7
☆	24F-08	08	15.24 - 18.29	Gravier sableux, traces de silt.	0,41	6,10	21,35	52,6	4,3	GP	3

Nom du projet : Sondages en profondeur des bancs d'emprunts
No. de projet : CA0002449.5772
Nom du requérant : Groupe Minier Windfall
No. plan de localisation : -
Localisation civile : Windfall - Gravtest-3
Date du début du sondage : 2024-05-26



Courbe	PARTICULES FINES				SABLE				GRAVIER			
○	1,8				24,0				65,9			
□	7,5				38,4				53,5			
▽	9,1				88,8				2,1			
☆	6,0				24,1				63,7			

Courbe	0,08 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	1,82	1,82	2,87	5,27	11,03	17,63	21,69	25,84	32,71	37,73	46,11	59,45	71,34	84,44	91,77
□	7,49	7,49	9,76	14,23	25,20	37,36	42,45	45,92	50,68	53,92	57,91	62,84	67,45	75,50	99,47
▽	9,10	9,10	12,30	21,32	50,97	88,29	96,97	97,88	98,27	98,48	98,51	98,88	99,89	100,00	100,00
☆	6,02	6,02	7,82	10,11	13,93	19,17	24,55	30,10	45,64	51,85	59,71	69,97	76,60	84,70	93,78

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	24F-09	04A	6.10 - 8.00	Gravier sableux, traces de silt, présence de cailloux.	0,57	7,96	28,42	50,0	3,9	GP	3
□	24F-09	04B + 05A	8.00 - 11,64	Gravier et sable, traces de silt.	0,17	0,81	23,14	136,4	0,2	GP-GM	4
▽	24F-09	05B + 06A + 06B	11.64 - 15,24	Sable, traces de silt et de gravier.	0,10	0,41	0,73	7,3	2,3	SW-SM	5
☆	24F-09	07B	17.14 - 18.29	Gravier sableux, traces de silt, présence de cailloux.	0,31	4,97	20,20	65,8	4,0	GP-GM	3

Nom du consultant :



Nom du client :



ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

Sondage N°

24F-10

Page 1 de 1

Nom du projet : Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

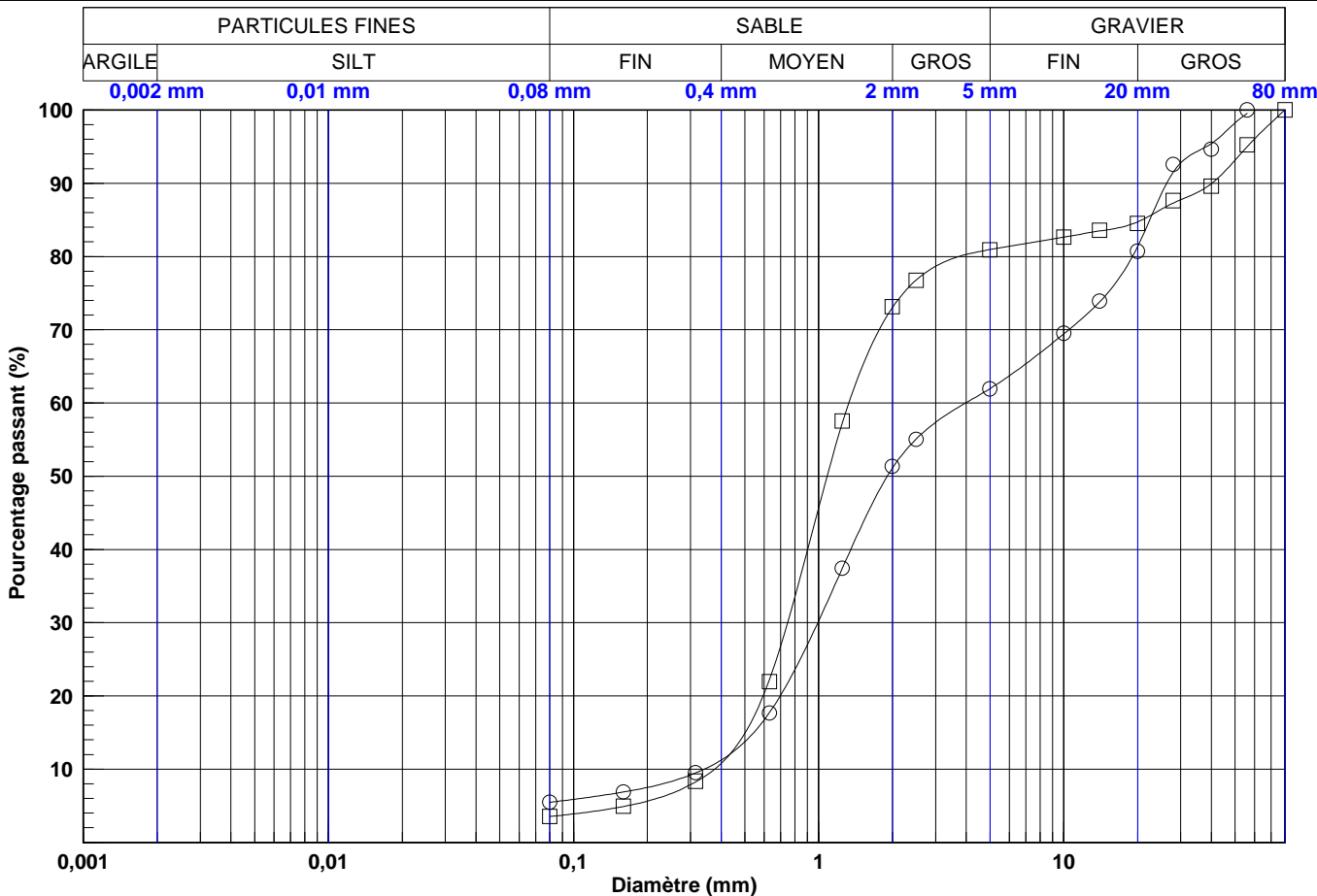
No. de projet : CA0002449.5772

Nom du requérant : Groupe Minier Windfall

No. plan de localisation : -

Localisation civile : Windfall - Gravtest-3

Date du début du sondage : 2024-05-27



Courbe	PARTICULES FINES				SABLE				GRAVIER			
○	5,5				56,5				38,0			
□	3,5				77,4				19,1			

Courbe	0,08 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	5,46	5,46	6,88	9,49	17,74	37,46	55,08	61,96	69,44	73,81	81,36	91,57	95,43	99,52	100,00
□	3,52	3,52	4,90	8,25	22,22	57,27	76,78	80,94	82,64	83,49	84,72	87,32	89,93	95,02	100,00

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	24F-10	05A	6.10 - 6.80	Sable et gravier, traces de silt.	0,34	0,99	3,97	11,6	0,7	SP-SM	6
□	24F-10	05B	6.80 - 9.14	Sable, un peu de gravier, traces de silt.	0,38	0,75	1,33	3,5	1,1	SP	4

Effectué par : Timothy Lewyckj, Tech.

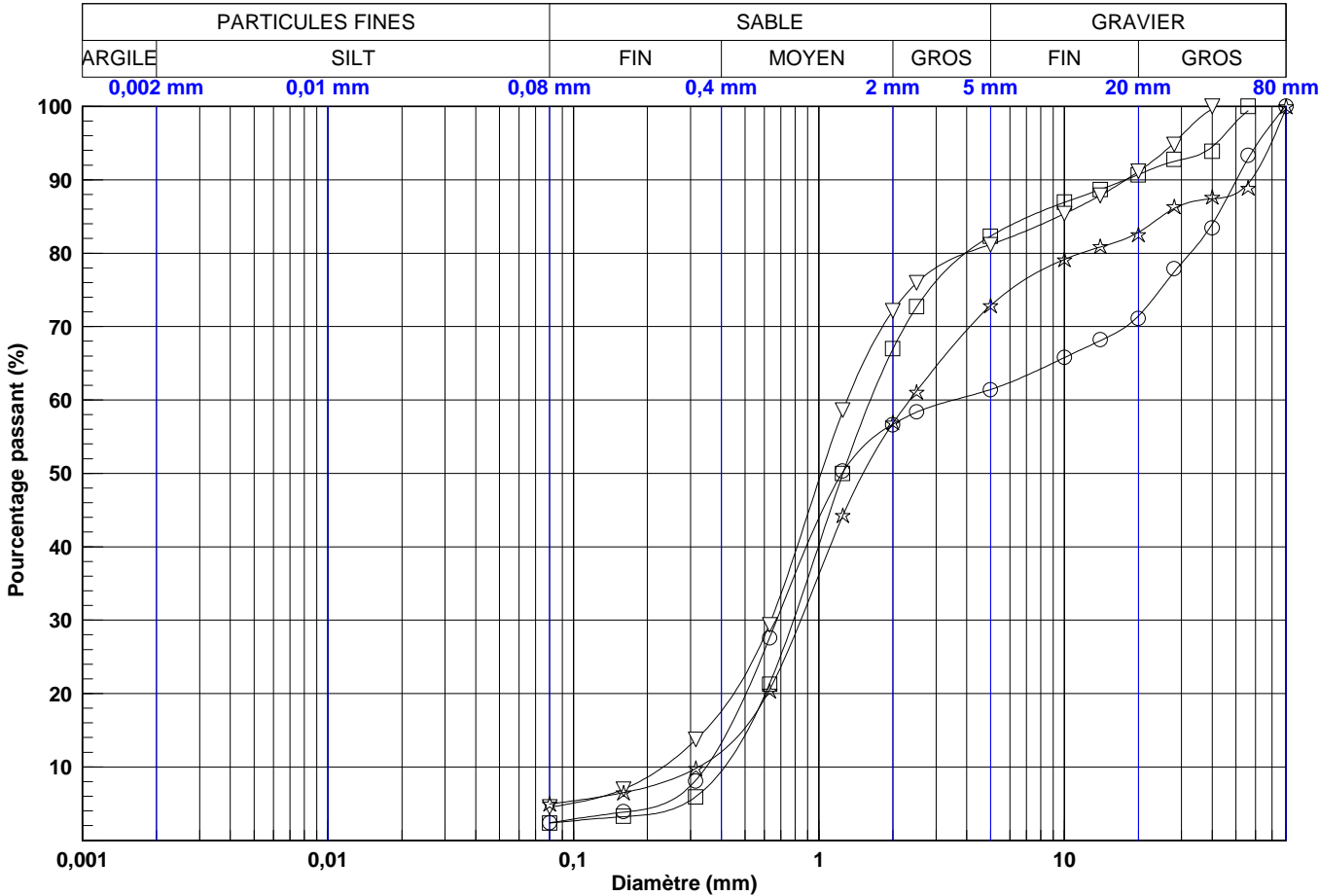
Date : 2024-06-14

Vérifié par : Eric Cardinal, Tech. Sr.

Date : 2024-06-17

Date de production : 2024-07-25

Nom du projet : Sondages en profondeur des bancs d'emprunts
Groupe Minier Windfall
Localisation civile : Windfall - Gravtest-3
No. de projet : CA0002449.5772
No. plan de localisation : -
Date du début du sondage : 2024-05-26



Courbe	PARTICULES FINES				SABLE				GRAVIER			
○	2,4				59,0				38,6			
□	2,3				80,0				17,7			
▽	4,5				76,7				18,8			
☆	5,0				67,9				26,9			

Courbe	0,08 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	2,39	2,39	3,83	8,17	27,61	50,14	58,34	61,42	65,77	68,09	71,43	77,48	83,94	92,91	100,00
□	2,34	2,34	3,22	5,95	21,36	49,91	72,67	82,32	86,93	88,68	90,71	92,51	94,49	99,42	100,00
▽	4,52	4,52	6,97	13,71	29,55	58,46	75,96	81,19	85,37	87,88	91,12	95,06	99,63	100,00	100,00
☆	4,95	4,95	6,50	9,78	20,53	44,17	61,20	72,84	79,15	80,85	82,82	86,10	87,43	89,50	99,72

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	24F-11	05A	6.10 - 7.20	Sable et gravier, traces de silt.	0,35	0,67	3,53	10,2	0,4	SP	8
□	24F-11	05B	7.20 - 9.14	Sable, un peu de gravier, traces de silt.	0,41	0,79	1,62	3,9	0,9	SP	4
▽	24F-11	06A + 06B	9.14 - 10.67	Sable, un peu de gravier, traces de silt.	0,23	0,64	1,30	5,6	1,3	SP	9
☆	24F-11	07	10.67 - 13.72	Sable graveleux, traces de silt.	0,32	0,84	2,35	7,2	0,9	SP	7

Nom du consultant :



Nom du client :



Nom du projet : Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

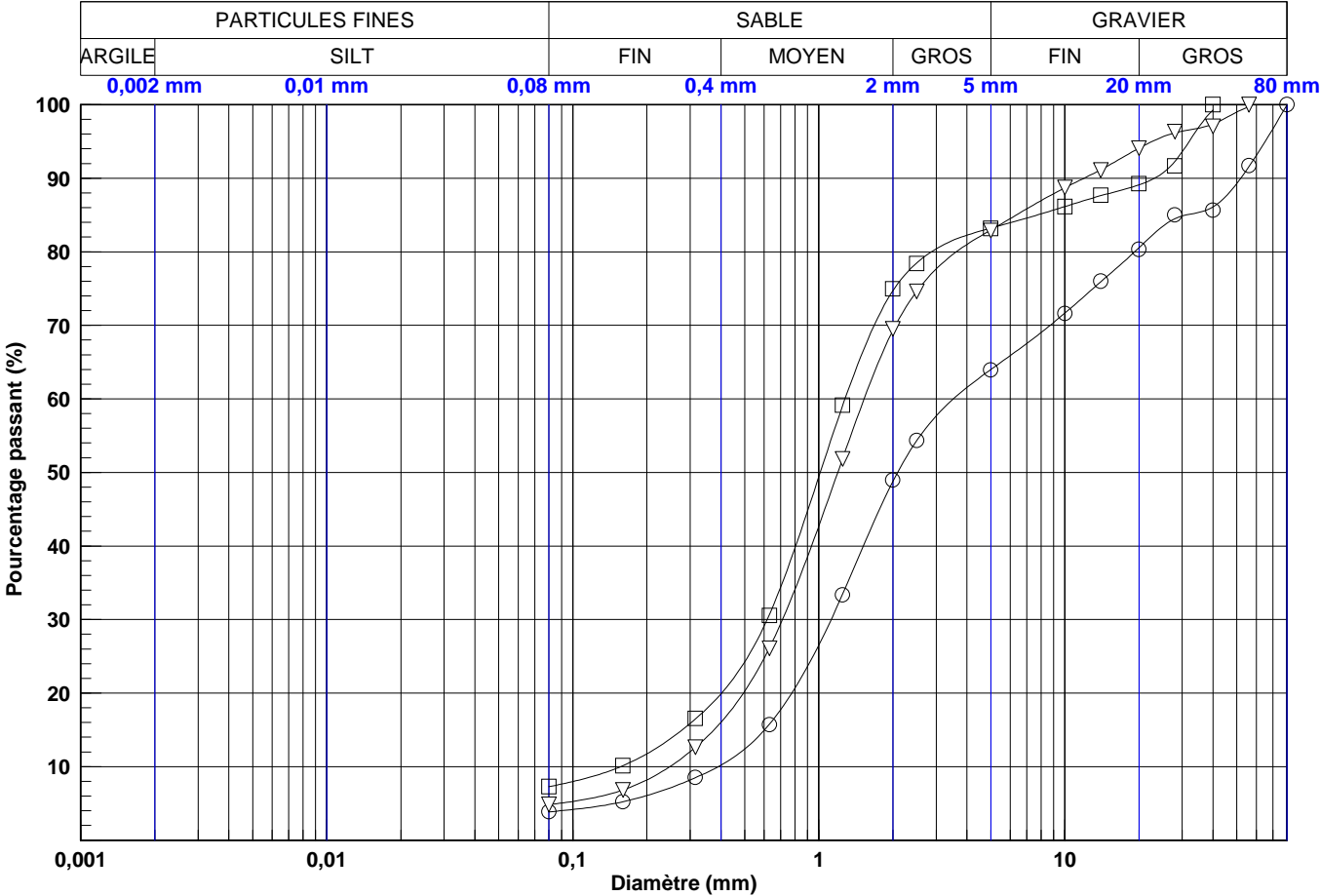
No. de projet : CA0002449.5772

Nom du requérant : Groupe Minier Windfall

No. plan de localisation : -

Localisation civile : Windfall - Gravtest-3

Date du début du sondage : 2024-05-25



Courbe	PARTICULES FINES			SABLE			GRAVIER		
○	3,8			60,1			36,0		
□	7,3			75,9			16,8		
▽	4,8			78,1			17,0		

Courbe	0,08 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	3,85	3,85	5,22	8,50	15,76	33,45	54,31	63,98	71,65	75,94	80,53	84,51	86,09	91,61	99,96
□	7,26	7,26	10,13	16,48	30,71	59,09	78,48	83,20	86,14	87,63	89,10	92,29	99,27	100,00	100,00
▽	4,84	4,84	6,84	12,63	26,17	51,90	74,63	82,96	88,71	91,16	94,09	96,17	97,37	99,72	100,00

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	24F-12	05A	6.10 - 7.25	Sable et gravier, traces de silt.	0,39	1,12	3,52	9,0	0,9	SP	8
□	24F-12	05B	7.25 - 9.14	Sable, un peu de gravier, traces de silt.	0,16	0,62	1,28	8,2	1,9	SW-SM	3
▽	24F-12	06A	9.14 - 9.84	Sable, un peu de gravier, traces de silt.	0,25	0,71	1,53	6,2	1,3	SW	9

Nom du consultant :



Nom du client :



ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

Sondage N°

24TR-01

Nom du projet : Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

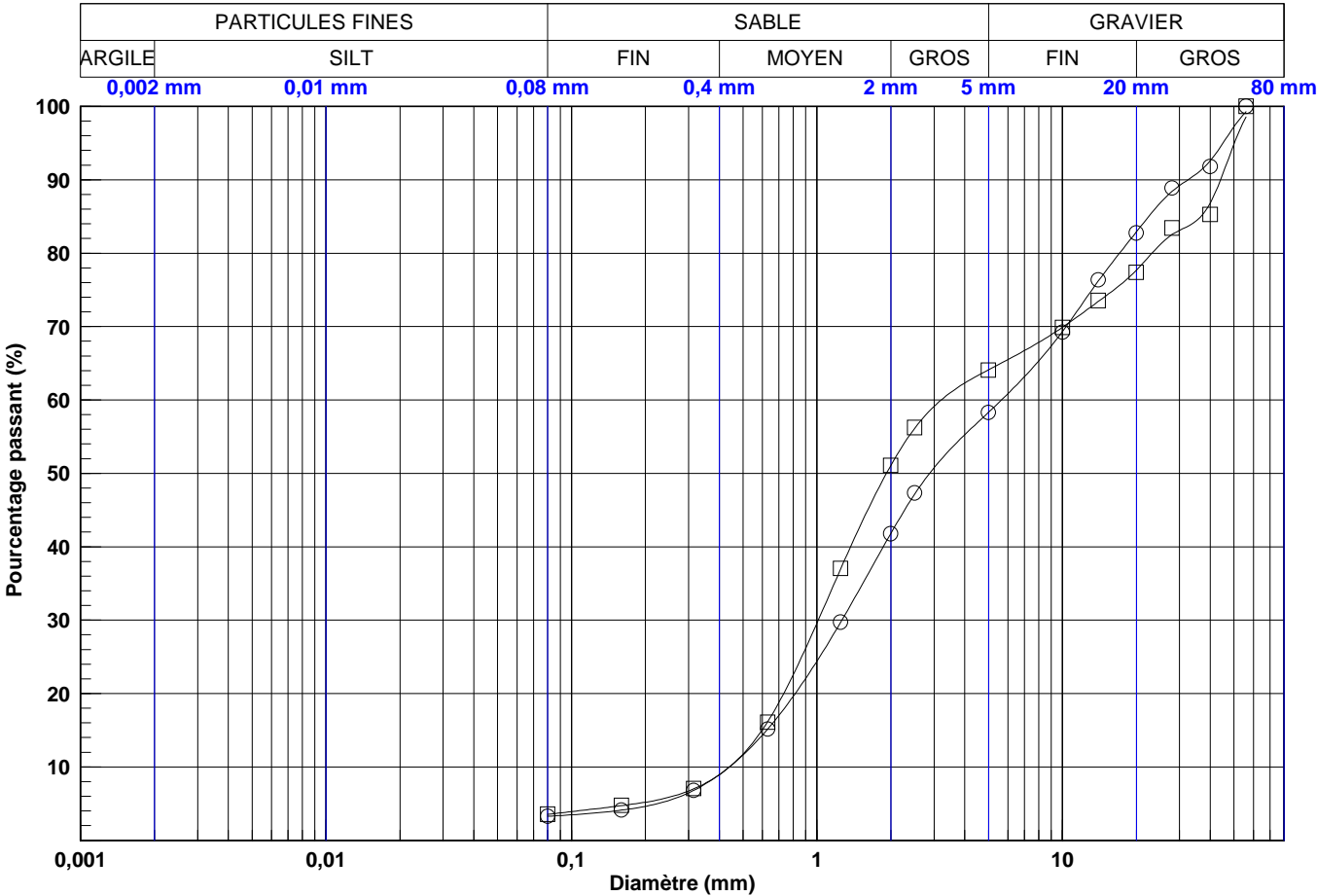
No. de projet : CA0002449.5772

Nom du requérant : Groupe Minier Windfall

No. plan de localisation : -

Localisation civile : Gravtest-3

Date du début du sondage : 2024-04-01



Courbe	PARTICULES FINES				SABLE				GRAVIER			
○	3,3				55,1				41,7			
□	3,5				60,6				35,9			

Courbe	0,08 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	3,27	3,27	4,11	6,81	15,17	29,73	47,18	58,32	69,34	76,22	82,90	88,45	92,59	99,27	100,00
□	3,54	3,54	4,73	7,02	16,18	37,02	56,13	64,11	69,90	73,43	77,69	82,57	86,85	98,57	100,00

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	24TR-01	03 + 04 + 05	0.65 - 3,00	Sable et gravier, traces de silt.	0,44	1,26	5,64	12,8	0,6	SP	3
□	24TR-01	07 + 08 + 09	3.30 - 6.00	Sable et gravier, traces de silt.	0,44	1,01	3,21	7,3	0,7	SP	5

Effectué par : Timothy Lewyckj, Tech.

Date : 2024-04-30

Vérifié par : Eric Cardinal, Tech. Sr.

Date : 2024-05-08

Date de production : 2024-07-25

Nom du projet :Sondages en profondeur des bancs d'emprunts

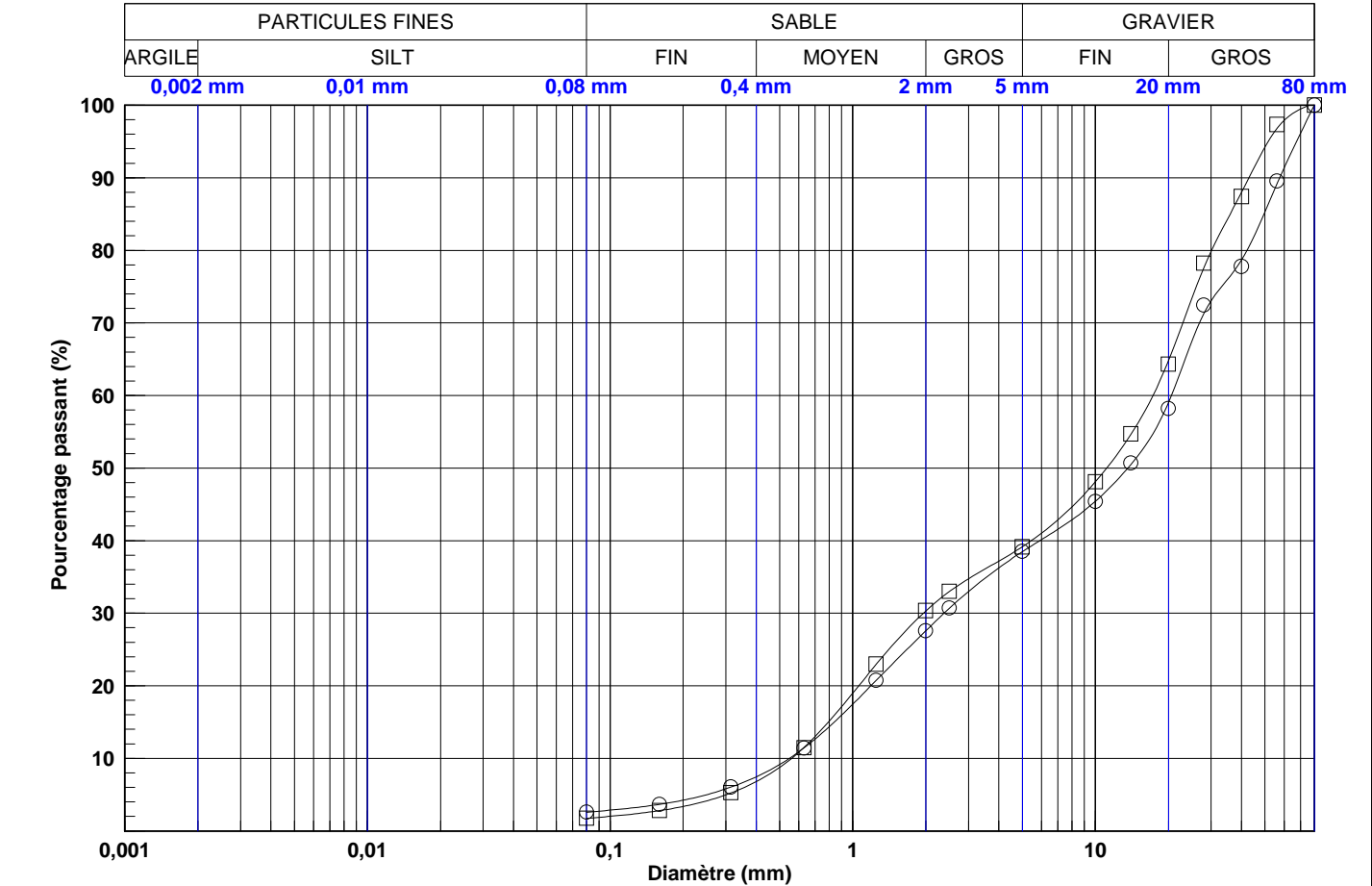
No. de projet :CA0002449.5772

Nom du requérant :Groupe Minier Windfall

No. plan de localisation :-

Localisation civile :Gravtest-3

Date du début du sondage :2024-04-01



Courbe	PARTICULES FINES				SABLE			GRAVIER	
○	2,6				35,9			61,5	
□	1,7				37,4			60,8	

Courbe	0,08 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	2,58	2,58	3,66	6,04	11,44	20,74	30,68	38,48	45,41	50,50	58,98	71,32	78,64	89,16	100,00
□	1,74	1,74	2,80	5,24	11,50	22,96	32,98	39,16	48,10	54,64	64,74	77,63	87,95	96,80	100,00

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	24TR-02	03 + 04 + 05	0.35 - 3,00	Gravier et sable, traces de silt.	0,55	2,38	20,59	37,6	0,5	GP	4
□	24TR-02	06 + 07	3.00 - 4.70	Gravier et sable, traces de silt.	0,54	1,96	17,04	30,9	0,4	GP	4

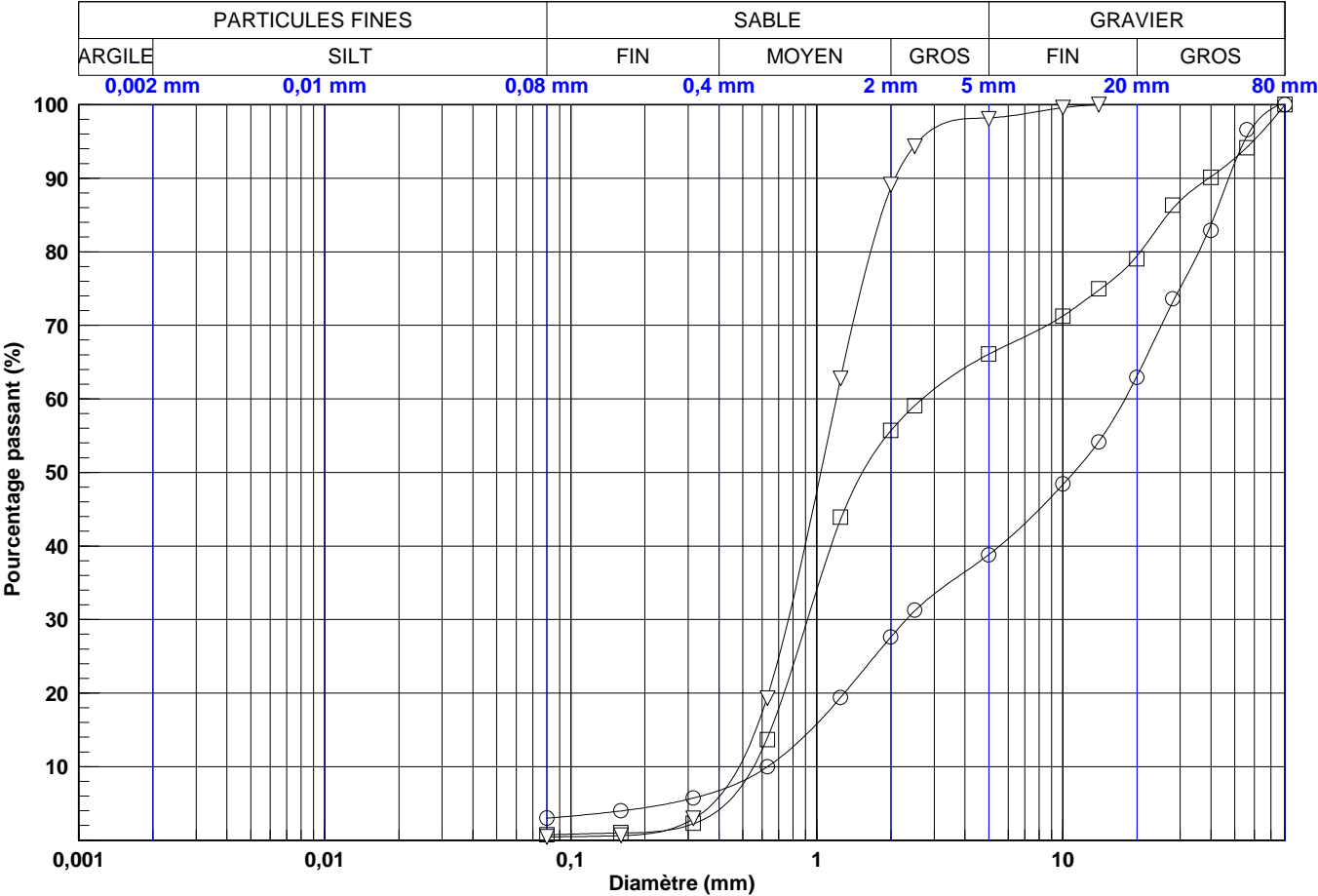
Y:\geotec_80\stylelab\1_FRANÇ\SI\WSP_FR_Lab_Granulo.sty

Nom du consultant : 

Nom du client : 

Page 1 de 1
ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE
Sondage N° 24TR-03

Nom du projet : Sondages en profondeur des bancs d'emprunts
No. de projet : CA0002449.5772
Nom du requérant : Groupe Minier Windfall
No. plan de localisation : -
Localisation civile : Gravtest-3
Date du début du sondage : 2024-04-01



Courbe	PARTICULES FINES			SABLE			GRAVIER	
—○—	3,0			35,8			61,2	
—□—	0,7			65,3			33,9	
—▽—	0,4			97,8			1,8	

Courbe	0,08 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
—○—	2,99	2,99	3,98	5,73	9,99	19,41	31,17	38,82	48,34	54,21	63,07	73,21	83,68	95,73	100,00
—□—	0,73	0,73	0,97	2,24	13,93	43,60	59,08	66,08	71,27	74,79	79,40	85,92	90,21	94,22	99,95
—▽—	0,45	0,45	0,62	2,91	19,55	62,79	94,46	98,20	99,59	99,99	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
—○—	24TR-03	02 + 03	0.15 - 2.00	Gravier et sable, traces de silt.	0,63	2,31	17,91	28,4	0,5	GP	3
—□—	24TR-03	04 + 05	2.00 - 4.00	Sable graveleux.	0,55	0,92	2,68	4,8	0,6	SP	3
—▽—	24TR-03	06	4.00 - 5.00	Sable, traces de gravier.	0,48	0,77	1,20	2,5	1,0	SP	3

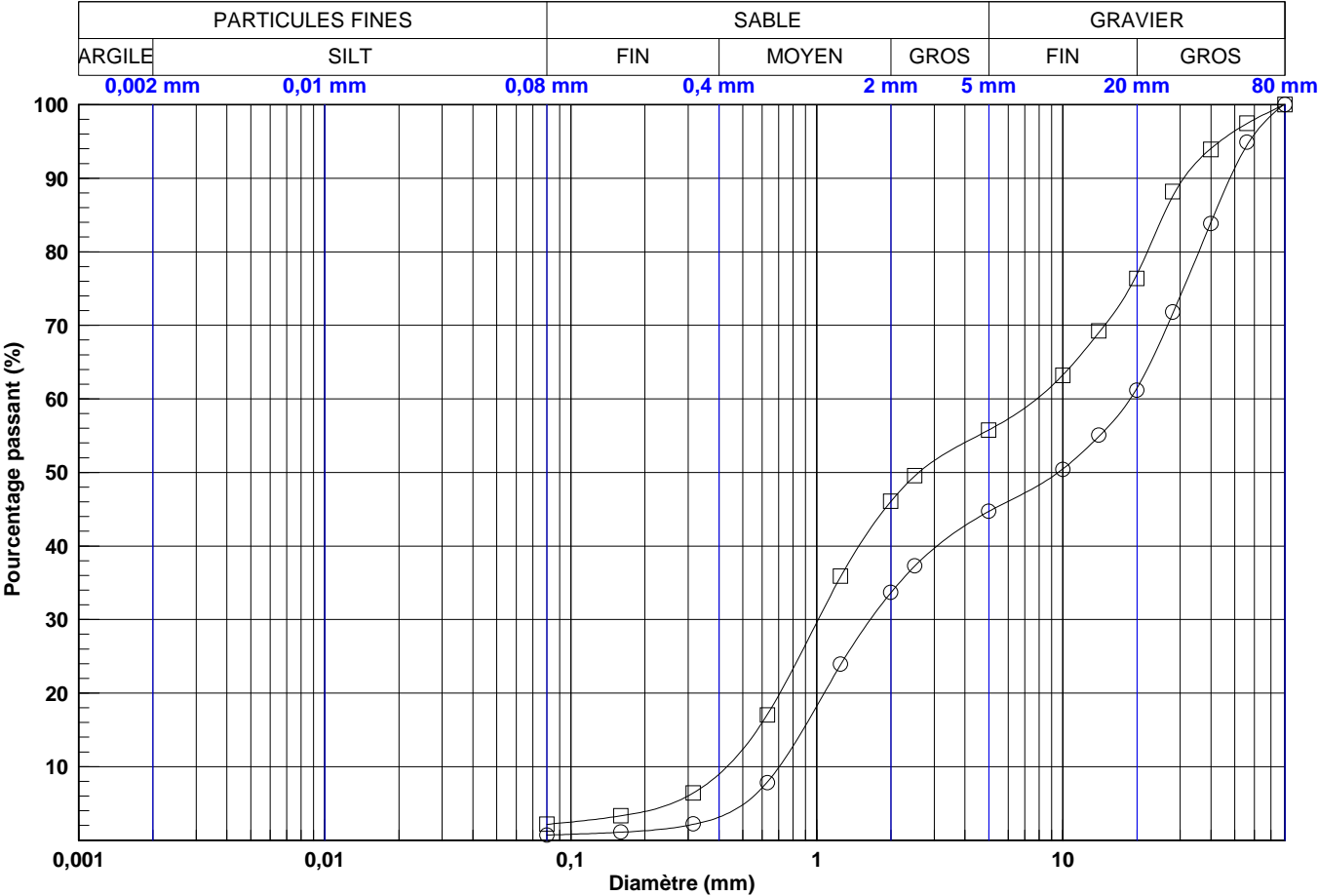
Y:\geotec_80\Stylelab\1_FRANÇ-AIS\WSP_FR_Lab_Granulo.sty

Nom du consultant : 

Nom du client : 

Page 1 de 1
ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE
Sondage N° 24TR-04

Nom du projet : Sondages en profondeur des bancs d'emprunts
No. de projet : CA0002449.5772
Nom du requérant : Groupe Minier Windfall
No. plan de localisation : -
Localisation civile : Gravtest-3
Date du début du sondage : 2024-04-01



Courbe	PARTICULES FINES				SABLE				GRAVIER			
○	0,7				44,0				55,3			
□	2,2				53,6				44,2			

Courbe	0,08 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	0,69	0,69	1,09	2,16	7,92	23,85	37,26	44,70	50,47	54,90	61,43	71,68	83,99	94,49	100,00
□	2,15	2,15	3,31	6,42	17,11	35,82	49,51	55,77	63,24	69,01	76,91	87,61	94,04	97,44	100,00

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	24TR-04	02 + 03 + 04	1.00 - 3.00	Gravier et sable, traces de silt.	0,70	1,65	18,79	26,7	0,2	GP	2
□	24TR-04	05 + 06	3.00 - 5.00	Sable et gravier, traces de silt.	0,43	1,01	7,84	18,2	0,3	SP	3

Y:\geotec_80\style\lab11_FRANÇAIS\WSP_FR_Lab_Granulo.sty



Annexe C

Photos

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE



PHOTO 1 Forage 24F-1 sur Gravtest-4, profondeur entre 0 à 2,74 m



PHOTO 2 Forage 24F-2 sur Gravtest-4, profondeur entre 2,74 m à 5,79 m



PHOTO 3 Forage 24F-3 sur Gravtest-4, profondeur entre 8,84 m et 11,89 m



PHOTO 4 Forage 24F-4 sur Gravtest-4, profondeur entre 0 m et 2,74 m



PHOTO 5 Forage 24F-5 sur Gravtest-4, profondeur entre 0 m et 2,74 m. Matériel non conforme entre 1,80 m et 2,74 m.



PHOTO 6 Forage 24F-6 sur Gravtest-3, profondeur entre 4,57 m et 6,10 m.



PHOTO 7 Forage 24F-7 sur Gravtest-3, profondeur entre 7,62 m et 9,14 m.



PHOTO 8 Forage 24F-8 sur Gravtest-3, profondeur entre 6,10 m et 9,14 m.



PHOTO 9 Forage 24F-9 sur Gravtest-3, profondeur entre 6,10 m et 9,14 m.



PHOTO 10 Forage 24F-10 sur Gravtest-3, profondeur entre 4,57 à 6,10 m.



PHOTO 11 Forage 24F-11 sur Gravtest-3, profondeur entre 6,10 m à 9,14.



PHOTO 12 Forage 24F-12 sur Gravtest-3, profondeur entre 6,10 m à 9,14.



PHOTO 13 Tranchée 24TR-1 sur Gravtest-3, profondeur entre 0 m à 4 m.



PHOTO 14 Tranchée 24TR-2 sur Gravtest-3, profondeur entre 0 m à 4 m.



PHOTO 15 Tranchée 24TR-3 sur Gravtest-3, profondeur entre 0 m à 4 m.



PHOTO 16 Tranchée 24TR-4 sur Gravtest-3, profondeur entre 0 m à 4 m.

ANNEXE

RQC12

**PROGRAMME DE SUIVI DES
ÉMISSIONS DE GES**



NOTE TECHNIQUE

Client :	Groupe Minier Windfall		
Projet :	Projet minier Windfall	Référence WSP :	CA0023271.9538
Objet :	Programme de suivi des émissions de GES	Date :	12 septembre 2024
Destinataire :	Andréanne Boisvert		
c. c. :	Marie-Hélène Brisson		

1 Programme préliminaire de suivi environnemental des émissions de GES

Dans le but de quantifier les émissions réelles de gaz à effet de serre (GES) du projet Windfall en exploitation, le Groupe Minier Windfall (GMW) réalisera un suivi des activités, des données et des paramètres associés aux sources de GES.

1.1 Contexte et objectifs

Le plan de surveillance permet d'établir les responsabilités et procédures pour recueillir, analyser et documenter les données et informations relatives au projet. Ces données seront utilisées pour produire les rapports d'émissions de GES requis par le Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants atmosphériques (RDOCECA).

Le plan de surveillance spécifie les sources des informations et des données à utiliser, les méthodes, instruments et fréquences de surveillance de même que le mode de traitement et d'enregistrement de ces informations. Dans le cas d'utilisation d'équipements de surveillance, le plan de surveillance prévoit, de façon intrinsèque, le respect des procédures d'utilisation et d'étalonnage prévues par le fabricant de ces équipements.

1.2 Responsabilités

L'application du plan de surveillance et des activités régulières qui y sont présentées sera de la responsabilité de GMW, qui sera donc responsable de la mise en place et de l'utilisation de ces outils, instruments, procédures, structures logistiques et administratives requis pour le calcul annuel et la déclaration des émissions de GES reliées au projet.

1.3 Activités incluses au suivi

Les activités suivantes du projet ont été identifiées comme émettrices de GES et sont donc incluses au suivi des émissions de GES.

- Consommation de carburant (diesel, essence, propane) de la machinerie et équipement en phase de construction;
- Consommation de carburant (diesel, essence, propane) de la machinerie et équipement en phase d'exploitation;
- Consommation de carburant (diesel, propane) des sources fixes en phase de construction et d'exploitation;
- Consommation d'électricité du réseau.

1.4 Méthodologie de calcul

Pour chaque équipement, les données obtenues par les protocoles sur le calcul des émissions seront sommées en convertissant les émissions de CH₄, N₂O et réfrigérant en tonnes équivalentes de CO₂, en utilisant le facteur potentiel de réchauffement planétaire (PRP) de ces gaz. Ces valeurs de PRP sont citées au guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). Si le guide est révisé en cours de projet, la valeur du calcul pour l'année applicable sera ajustée. Les facteurs d'émissions déterminés par Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) pourront aussi être utilisés, au besoin.

1.4.1 Équipements mobiles

Les protocoles cités dans la section QC-27 du RDOCECA (R.R.Q., c. Q-2, r.15) seront utilisés pour les équipements mobiles. Le calcul des émissions de CO₂ sera effectué selon le protocole QC.27.3.1. De même, pour l'inventaire et le calcul des émissions de CH₄ et N₂O sur ces mêmes équipements, le protocole QC.27.4.1 sera utilisé. Les facteurs d'émissions seront tirés du tableau 27-1 du même règlement, dans la même section.

1.4.2 Équipements fixes

La méthode de calcul de la section QC.1.3 de l'annexe A.2 du RDOCECA, plus spécifiquement le protocole de calcul QC.1.3.1, sera utilisée pour évaluer les émissions de CO₂ des équipements fixes. Les valeurs de défaut des facteurs d'émission de CO₂ seront tirées des tableaux 1-1 à 1-6. Pour ce qui est des émissions reliées au CH₄ et au N₂O des mêmes équipements, le protocole QC.1.4.1, les facteurs d'émissions par défaut des émissions carburants utilisés seront sélectionnés dans les tables 1-3, 1-6 ou 1-7 pour lesquels le combustible utilisé a un pouvoir calorifique spécifié aux tableaux 1-1 et 1-2.

1.5 Données et paramètres principaux

1.5.1 Données de base

Les paramètres opérationnels principaux du projet sont :

- Les consommations en litre de carburant fossile en phase de construction;
- Les consommations annuelles en litre ou m³ de carburant fossile en phase d'exploitation;
- La consommation annuelle d'électricité en kWh;

- Selon le cas, la teneur en biodiesel du diesel consommé en construction ou en exploitation.

1.5.2 Paramètres intermédiaires

Les données et paramètres suivants sont des intermédiaires requis par l'évaluation pour traiter, obtenir ou valider les données de surveillance :

- Les facteurs d'émissions de GES des camions et équipements;
- Les facteurs d'émissions de GES des sources fixes;
- Les facteurs d'émissions de GES associés à l'utilisation d'énergie électrique;
- Les PRP des GES émis par le projet.

1.5.3 Paramètre final

Le paramètre de sortie de l'évaluation des réductions d'émissions de GES est la tonne de CO₂ équivalent (t CO₂eq).

1.6 Paramètres suivis

Les tâches du plan de surveillance de chacune des étapes du projet sont présentées au tableau de la page suivante.

1.7 Calendrier d'exécution

L'estimation des émissions annuelles sera réalisée après la fin de chaque année civile. La réalisation de l'estimation sera réalisée de manière à rencontrer les exigences de délais de déclaration applicables au RDOCECA.

1.8 Utilisation

En plus de permettre la déclaration des émissions requise par le RDOCECA, la quantification annuelle des émissions permettra d'évaluer l'impact des mesures de réduction des émissions de GES mises en place et éventuellement d'orienter la planification et la mise en place de mesures supplémentaires.

Tableau 1 Paramètres suivis dans le cadre du plan de surveillance

Élément	Méthode	Unité	Source potentielle	Stockage	Fréquence	Données de rechange élément de vérification
Quantité de carburant consommé en construction (par type de carburant)	Documentée	L	Factures	Papier et informatique	Trimestrielle	Facture/bon de transport/clé carburant
Quantité de carburant consommé en exploitation (par type de carburant)	Documentée	L	Factures	Papier et informatique	Trimestrielle	Facture/bon de transport/clé carburant
Teneur en biodiesel du diesel	Documentée	%	Fiche technique du combustible diesel	Papier et informatique	Annuelle	
Consommation d'énergie électrique	Documentée	kWh	Relevé de compteur d'Hydro-Québec	Papier et informatique	Mensuelle	Calcul d'ingénierie basé sur la puissance
Facteurs d'émissions de la combustion de carburant dans les sources fixes	Documentés	kg CO ₂ /L kg CH ₄ /L kg N ₂ O/L	ECCC ou RDOCECA	Informatique	Annuelle	
Facteurs d'émissions de la combustion de carburant dans les sources mobiles	Documentés	kg CO ₂ /L kg CH ₄ /L kg N ₂ O/L	ECCC ou RDOCECA	Informatique	Annuelle	
Facteurs d'émission – Utilisation de l'énergie électrique	Documentés	Tonne CO ₂ eq/kWh	ECCC ou Hydro-Québec	Informatique	Annuelle	
Potentiel de réchauffement planétaire des GES	Documenté		ECCC ou MELCCFP	Informatique	Annuelle	

PRÉPARÉ PAR

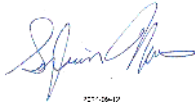


Benjamin Parys, Ph.D.
Spécialiste GES

12 septembre 2024

Date

RÉVISÉ PAR



Sylvain Marcoux, ing. MBA (OIQ n° 116307)
Chef d'équipe, acoustique, vibration et qualité de l'air

12 septembre 2024

Date

ANNEXE

RQC13

**ÉTUDE DES MESURES D'EFFICACITÉ
ÉNERGÉTIQUE**



Groupe Minier Windfall

Projet Windfall

Eeyou Istchee Baie-James, QC

Rapport technique

Étude des mesures d'efficacité énergétique

N° document BBA / Rév. : 3678048-020000-45-ERA-0001 / R01

N° document client / Rév. : CAWL-RE-R-0208-01

09 Août 2024

FINAL



2024-08-09

Contribué par :
Joseph Jeon, CPI,
OIQ n° 6042918



2024-08-09

Préparé et Vérifié par :
Yohan Santerre, ing.
OIQ n° 146160



HISTORIQUE DES RÉVISIONS

Révision	État du document – Description de la révision	Date
R01	Final – Mise à jour des options recommandées	2024-08-09
R00	Final	2024-03-12

Ce document est préparé par BBA pour le seul bénéfice de son Client et ne peut être utilisé par aucune autre partie et pour aucune autre fin sans le consentement préalable écrit de BBA. BBA ne sera en aucun cas responsable des dommages, pertes, réclamations ou frais quels qu'ils soient découlant ou en relation avec l'utilisation de ce document par toute autre personne que le Client.

Bien que les informations contenues dans ce document soient fiables sous réserve des conditions et limitations qui y sont prévues, ce document est fondé sur des informations qui ne sont pas sous le contrôle de BBA ou que BBA n'a pu vérifier; par conséquent, BBA ne peut en garantir la suffisance et l'exactitude. Les commentaires contenus dans ce document reflètent l'opinion de BBA à la lumière des informations disponibles au moment de la préparation du document.

L'utilisation de ce document confirme l'acceptation de ces conditions.



TABLE DES MATIÈRES

1.	Sommaire exécutif	1
2.	Introduction	2
3.	Méthodologie et hypothèse	3
4.	Scénario de base : besoins de chauffage	5
5.	Mesure 1 : Boucles d'eau de récupération	8
	5.1. Description des systèmes	9
	5.2. Analyse énergétique	10
	5.3. Analyse économique	11
	5.4. Recommandations	13
6.	Mesure 2 : Récupération sur l'air vicié	13
	6.1. Description des systèmes	13
	6.2. Analyse énergétique	14
	6.3. Analyse économique	15
	6.4. Recommandations	17
7.	Mesure 3A : Chauffage biénergie	17
	7.1. Description des systèmes	17
	7.2. Analyse énergétique	18
	7.3. Analyse économique	19
	7.4. Autres bénéfices	21
	7.5. Recommandations	21
8.	Mesure 7 : Secteur des mines – Ventilation sur demande	21
	8.1. Description des systèmes	22
	8.2. Analyse énergétique	22
	8.3. Analyse économique	23
	8.4. Recommandations	24
9.	Mesure 8 : Camp des travailleurs	25
	9.1. Description des systèmes	25
	9.2. Analyse énergétique	26
	9.3. Analyse économique	28
	9.4. Recommandations	29



10. Effets de croisement des mesures 1, 2 et 3.....	30
11. Analyse des subventions TEQ.....	30
12. Recommandations et conclusion.....	31

LISTE DE TABLEAUX

Tableau 1 : Sommaire des mesures d'efficacité énergétique.....	2
Tableau 2 : Hypothèses utilisées pour les analyses.....	4
Tableau 3 : Estimation de la charge de chauffage par bâtiment.....	6
Tableau 4 : Estimation des émissions de GES annuelles par bâtiment.....	7
Tableau 5 : Description des systèmes de la mesure 1.....	9
Tableau 6: Analyse énergétique de la mesure 1.....	11
Tableau 7 : Résumé du CAPEX de la mesure 1.....	12
Tableau 8 : Résumé de l'OPEX de la mesure 1.....	12
Tableau 9 : PRI de la mesure 1.....	13
Tableau 10 : Description des systèmes de la mesure 2.....	14
Tableau 11 : Analyse énergétique de la mesure 2.....	14
Tableau 12 : Résumé du CAPEX de la mesure 2.....	15
Tableau 13 : Résumé de l'OPEX de la mesure 2.....	16
Tableau 14 : PRI de la mesure 2.....	16
Tableau 15 : Description des systèmes de la mesure 3A.....	18
Tableau 16 : Analyse énergétique de la mesure 3A.....	19
Tableau 17 : Résumé du CAPEX de la mesure 3A.....	20
Tableau 18 : Résumé de l'OPEX des mesures 3A.....	20
Tableau 19 : PRI des mesure 3A.....	21
Tableau 20 : Description des systèmes de la mesure 7.....	22
Tableau 21 : Analyse énergétique de la mesure 7.....	22
Tableau 22 : Résumé du CAPEX de la mesure 7.....	23
Tableau 23 : Résumé de l'OPEX de la mesure 7.....	24
Tableau 24 : PRI de la mesure 7.....	24
Tableau 25 : Description du scénario de base de la mesure 8.....	25
Tableau 26 : Analyse énergétique de la mesure 8.1 Récupération de chaleur sur l'air vicié.....	27
Tableau 27 : Analyse énergétique de la mesure 8.2 Chaudière électrique hors pointe.....	28



Tableau 28 : Résumé du CAPEX des mesures 8.1 et 8.2.....	28
Tableau 29 : Résumé de l'OPEX des mesures 8.1 et 8.2.....	29
Tableau 30 : PRI des mesures 8.1 et 8.2	29

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Évolution de l'inflation et des prix de l'énergie au Québec de 1963 à 2022.....	5
Figure 2 : Plan du site du projet Windfall	8
Figure 3 : Boucle de refroidissement avec récupération d'énergie	9
Figure 4 : La relation entre l'énergie de chauffage et la capacité de chauffage prioritaire.....	10

LISTE DES ANNEXES

Annexe A :.....	Consommation de propane (ELI-108)
Annexe B :.....	Calculs et tableaux d'analyses détaillées



1. Sommaire exécutif

La présente étude évalue les besoins de CVAC, l'économie d'énergie, la réduction des gaz à effet de serre (GES) et les coûts d'investissement supplémentaires de chacune des mesures présentées.

Avec le propane comme source d'énergie principale pour le CVAC, plusieurs mesures sont analysées pour réduire la consommation de propane ou le remplacer par de l'électricité lorsque possible. Dans l'ensemble, les mesures analysées ont toutes un excellent potentiel et offrent une importante réduction annuelle des gaz à effet de serre (GES).

À la lumière de cette analyse, BBA recommande de procéder avec les mesures 1, 2 et 3, qui offrent le plus grand potentiel de réduction de GES ainsi que d'importantes économies annuelles.

La mesure 7 concernant les mines souterraines est également recommandées.

Finalement, en ce qui concerne le camp permanent, il est recommandé d'aller de l'avant avec la mesure 8.1 et 8.2.

Le Tableau 1 de la page suivante résume l'ensemble des mesures présentées dans ce rapport.



Tableau 1 : Sommaire des mesures d'efficacité énergétique

Mesures d'efficacité énergétique	Économie annuelle d'énergie (GJ propane)	Réduction annuelle des GES (tonnes CO2 eq)	Coût additionnel CAPEX	Économie annuelle OPEX	PRI (sans subvention)	Recommandation BBA
Mesure 1 – Boucle d'eau de récupération	35 508	2 166	1 726 416 \$	-1 196 799 \$	1,44	Oui
Mesure 2 – Récupération sur l'air vicié	21 790	1 329	1 019 160 \$	- 734 444 \$	1,39	Oui
Mesure 3A – Chauffage biénergie	21 402	1 294	1 161 611 \$	- 403 113 \$	2,88	Oui
Mesure 7 - Mine – Ventilation sur demande	4 436	975	506 289 \$	- 582 337 \$	À venir	Oui
Mesure 8.1 – Camp – Récupération air vicié	15 681	842	729 269 \$	- 465 106 \$	1,57	Oui
Mesure 8.2 – Camp – Chaudière électrique hors pointe	12 532	764	225 000 \$	- 266 028 \$	0,85	Oui
Total	111 349	7 370	5 367 745 \$	3 647 827 \$	1,626	

2. Introduction

Le Groupe Minier Windfall est une compagnie d'exploration minière qui se concentre sur l'acquisition, l'exploration et le développement des ressources naturelles du Canada. Le Groupe Minier Windfall possède et développe le projet Windfall, un dépôt d'or de haute qualité situé à 115 km à l'est de Lebel-sur-Quévillon. Le projet Windfall est situé dans le territoire Eeyou Istchee Baie-James.

Dans le cadre de ses objectifs de réduction de gaz à effet de serre (GES) et d'efficacité énergétique, le Groupe Minier Windfall souhaite étudier différentes mesures de réduction de son utilisation des combustibles fossiles et d'économie d'énergie. BBA a donc été mandatée afin d'analyser divers scénarios en lien direct avec le chauffage, la ventilation et la consommation d'eau chaude domestique.



La présente étude évalue les besoins de CVAC, l'économie d'énergie, la réduction de GES et les coûts d'investissement supplémentaires de chacune des mesures présentées. L'étude vise également l'obtention d'une subvention offerte par le programme Transition Énergétique Québec (TEQ) et a été adaptée selon les critères d'admissibilité au programme « [ÉcoPerformance – Volet Analyse standard](#) ».

3. Méthodologie et hypothèse

Tous les besoins de chauffage des bâtiments ont été analysés selon l'expérience de BBA pour de telles installations et avec des outils de simulations développés par l'entreprise. Cette méthode d'analyse repose sur les conditions climatiques du site, les conditions d'exploitation des systèmes et leurs particularités.

Le Tableau 2 résume les hypothèses utilisées dans le cadre de l'étude pour quantifier les volumes de combustibles et de GES ainsi que les coûts de fonctionnement des systèmes pour l'analyse économique.

La méthodologie utilisée pour la réalisation de l'étude se déroule selon les étapes ci-dessous :

- Élaboration d'un fichier météo horaire standardisé pour la modélisation des besoins de chauffage. Les données climatiques 2022 de trois (3) stations à proximité du site du projet Windfall ont été utilisées : la station Chibougamau-Chapais (108 km nord-est), la station Parent (153 km sud) et la station Matagami (172 km nord-ouest). La moyenne de chaque heure entre ces trois (3) stations a été évaluée pour arriver à une base de données climatiques pour le projet Windfall. L'écart moyen entre cette base de données et les données climatiques des trois (3) stations est de 0,15 °C et l'écart-type correspondant est de 2,9 °C.
- Estimation et dimensionnement des systèmes CVAC de chacun des bâtiments inclus à l'étude basés sur les données de l'ingénierie préliminaire, les plans d'aménagement préliminaires et sur des conceptions typiques pour chaque type de bâtiment et de système.
- Élaboration de cas de base pour chacun des bâtiments, utilisant le propane à 100 % comme source de chaleur pour les systèmes de CVAC et d'eau chaude domestique. Ces cas de base permettent d'identifier et de dimensionner l'équipement utilisé pour satisfaire les besoins de chauffage des bâtiments et de considérer les exigences de Transition Énergétique Québec (TEQ) dans les demandes de subvention. Ces cas de base permettent ensuite d'estimer les besoins énergétiques annuels qui sont utilisés comme référence pour quantifier les économies de GES générées par les techniques de réduction de GES.



- Élaboration et simulation des scénarios proposés. Ces scénarios sont similaires aux scénarios de référence, mais considèrent les techniques de réduction de GES envisagées. Ils permettent d'évaluer les besoins de chauffage avec les techniques de réduction de GES. Les économies de GES sont déterminées par la différence entre les besoins de chauffage des scénarios de références et ceux des scénarios proposés.
- Estimation des coûts d'investissement supplémentaires (CAPEX) et des économies de fonctionnement (OPEX) produites par les techniques de réduction de GES. Ces coûts sont utilisés dans l'analyse économique exigée par TEQ. Les taux d'escompte et d'inflation n'ont pas été considérés dans cette analyse. La taxe carbone a été considérée à un taux fixe.

Tableau 2 : Hypothèses utilisées pour les analyses

Hypothèse	Unité	Valeur	Référence/Commentaire
Prix des énergies et analyse financière			
Période de l'analyse financière	Année	18	Correspond à la durée de vie estimée de la mine
Coût de l'électricité	\$/kWh	0,056	Estimation selon les tarifs en vigueur chez Hydro-Québec (Tarif L)
Coût du propane	\$/L	0,75	Donnée provenant de WMG en date du 19 juin 2023
Émissions de GES			
Facteur d'émission de GES du propane	kg CO _{2,eq} /L	1,51	Table des facteurs d'émission et de conversion de TEQ ¹
Facteur d'émission de GES de l'hydroélectricité produite au Québec	kg CO ₂ eq/kWh _e	0,00204	Table des facteurs d'émission et de conversion de TEQ ¹
Autres			
Efficacité brûleur propane à feu direct	%	100	
Efficacité brûleur propane à feu indirect	%	80	
Taxe carbone	\$/tonne CO ₂ eq	70	Moyenne projetée du prix des émissions aux enchères SPEDE entre les années 2024 et 2027

Il est à noter que le prix du propane peut être influencé par une multitude de facteurs, notamment par les contextes économique et géopolitique mondiaux. De plus, le prix du

¹ Lien : <https://transitionenergetique.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/FacteursEmission.pdf>

propane pourrait être amené à fluctuer considérablement dans le temps, et la prédiction de son coût futur peut être une tâche hasardeuse. La Figure 1 présente l'évolution du prix du gaz naturel, du mazout et de l'électricité au Québec, de 1963 à 2020. L'analyse de celle-ci permet de constater que les prix du gaz et du mazout peuvent fortement varier à travers les années, et que leur fluctuation peut différer considérablement de l'inflation ou de l'indice des prix à la consommation (IPC). Contrairement au mazout et au gaz, l'évolution du prix de l'électricité produite et vendue par Hydro-Québec suit traditionnellement l'IPC.

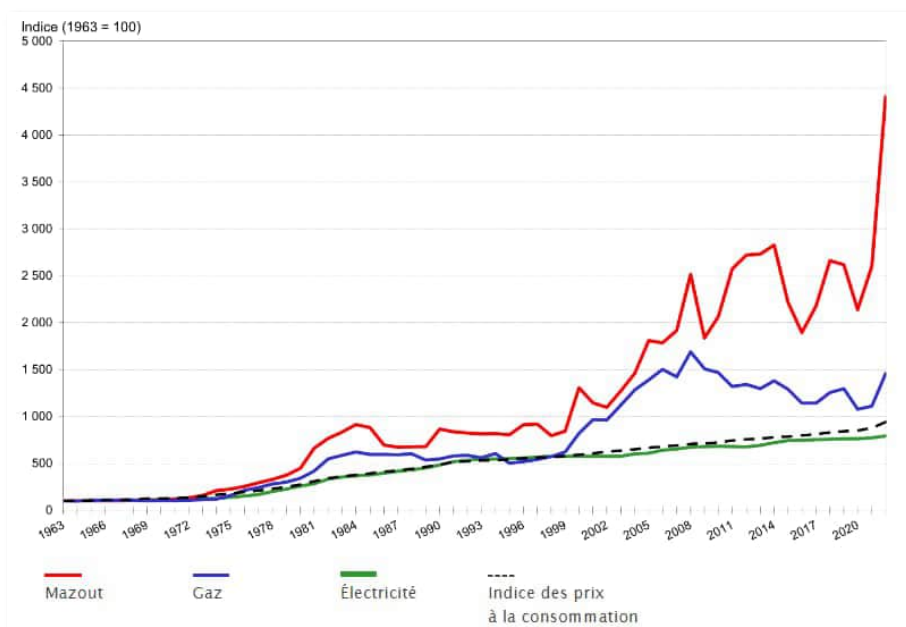


Figure 1 : Évolution de l'inflation et des prix de l'énergie au Québec de 1963 à 2022

Référence : Hydro-Québec, Régie de l'énergie, *Bloomberg Oil Buyer's Guide* et Statistique Canada (données 2022 pour le mazout et le gaz naturel) <https://www.hydroquebec.com/residentiel/espace-clients/tarifs/prix-electricite-ici-ailleurs.html>.

4. Scénario de base : besoins de chauffage

Les besoins de chauffage pour l'enveloppe et en air frais de chacun des bâtiments ont été estimés à partir des plus récents plans d'aménagement et modèles 3D disponibles. Comme la



capacité du réseau électrique est limitée, le scénario de base pour le CVAC des bâtiments et des mines consiste en du chauffage utilisant majoritairement le propane comme source d'énergie.

Dans les aires de production et d'entreposage, le chauffage de l'air frais est effectué par des brûleurs à feu direct, en entrebarrage avec des ventilateurs d'évacuation, alors que le chauffage périmétrique est effectué par des aérothermes à feu indirect.

Dans les aires de bureau, le chauffage de l'air frais est accompli par des brûleurs à feu indirect et le chauffage périmétrique se fait par des plinthes électriques.

Dans les aires habitées telles que le camp permanent, le chauffage de l'air frais et de l'enveloppe est assuré par des unités à air pulsé à feu indirect.

Pour les mines souterraines, le chauffage de l'air frais est effectué avec des brûleurs à feu direct.

Tableau 3 : Estimation de la charge de chauffage par bâtiment

Secteur	Estimation de la quantité d'air frais requise (L/s)	Capacité de chauffage, air frais (MW propane)	Capacité de chauffage, enveloppe (MW propane)	Énergie de chauffage annuelle (GJ propane)
531 – Camp permanent	22 500	1,685	1,4	32 292 ²
535 – Garage	10 000	0,70	0,60	6 674
540 – Carothèque	6 500	0,45	0,08	4 593
687 – Bureaux de l'usine de procédés	1 200	1,66	0,00	16 126
601 – Usine de procédés	69 000	5,00	1,80	34 968
604 – Concassage primaire	11 350	0,73	0,23	5 070
605 – Entreposage et manutention du minerai	13 400	0,80	0,23	5 595
660 – Usine de filtration et de remblai en pâte	52 000	3,40	1,2	23 778
200 – Mine souterraine	472 000	22,8	0	109 918

La capacité de chauffage installée de l'équipement de ventilation a été évaluée selon la température minimum de chauffage (-38 °C). La capacité de chauffage des unités de

² Inclut la charge de chauffage de l'eau domestique et du vide sanitaire.



chauffage périmétriques a été évaluée par une analyse des pertes thermiques des murs des bâtiments.

Tableau 4 : Estimation des émissions de GES annuelles par bâtiment

Secteur	Émissions GES, air frais (Tonnes CO2 eq)	Volume propane (L)
531 – Camp permanent	2 087	1 351 866
535 – Garage	664	430 327
540 – Carothèque	282	183 111
687 – Bureaux de l'usine de procédés	944	611 755
601 – Usine de procédés	4 428	2 868 115
604 – Concassage primaire	408	288 025
605 – Entreposage et manutention du minerai	445	264 352
660 – Usine de filtration et de remblai en pâte	1 949	1 262 579
200 – Mines souterraines	6 096	4 294 496
Total	17 303	11 554 626

L'énergie consommée annuellement et les émissions GES correspondantes ont été évaluées par le calcul des degrés-heures pour chaque bâtiment.

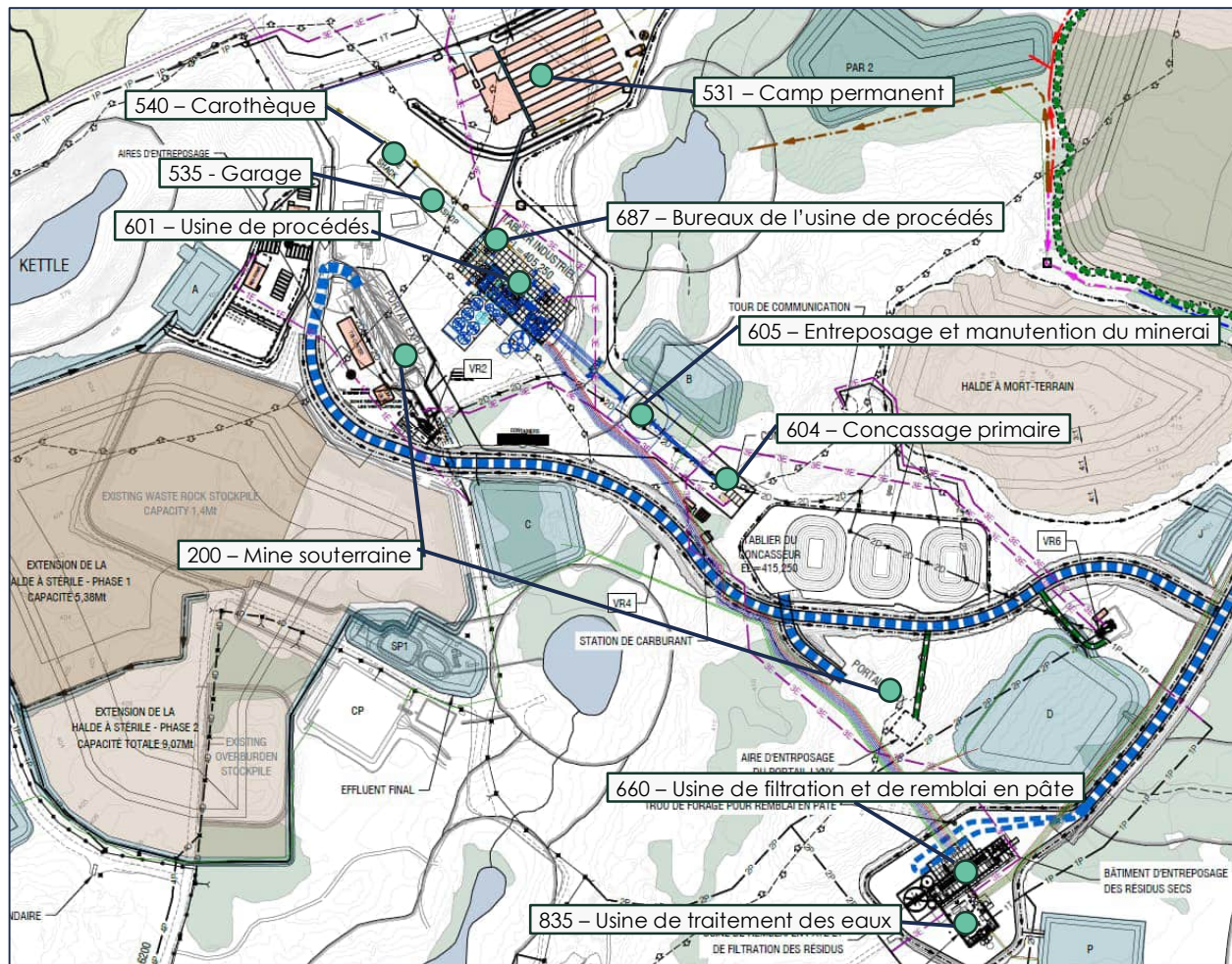


Figure 2 : Plan du site du projet Windfall

5. Mesure 1 : Boucles d'eau de récupération

L'une des principales mesures analysées consiste en l'ajout de boucles d'eau de récupération de chaleur. Comme il est déjà prévu au projet d'avoir une boucle d'eau de refroidissement de l'équipement, cette mesure analyse la valorisation des rejets thermiques de la boucle de refroidissement.

Des réseaux d'eau de refroidissement seront installés dans l'usine de procédés et l'usine de filtration et de remblai. Ces boucles seront raccordées à l'équipement mécanique dans leurs bâtiments respectifs. La chaleur dégagée par l'équipement sera dissipée dans un étang à proximité de l'usine (Étang D).

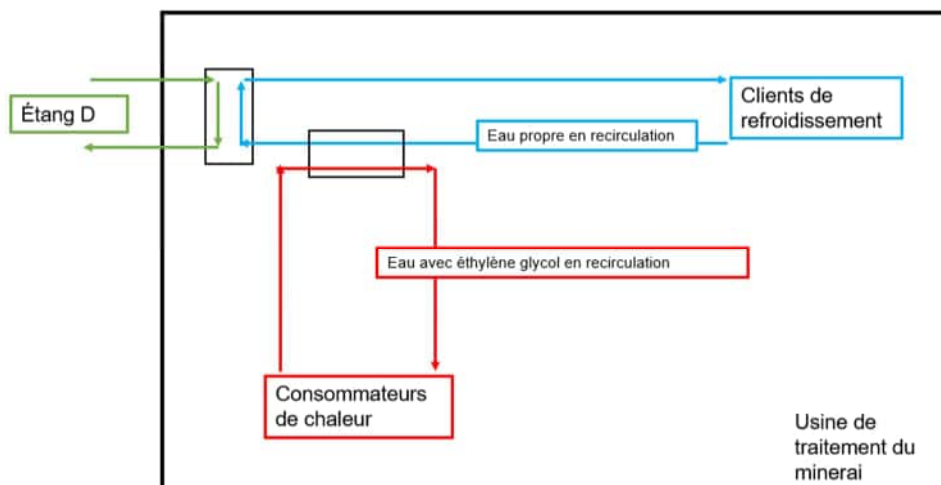


Figure 3 : Boucle de refroidissement avec récupération d'énergie

Le scénario analysé consiste en l'installation de boucles de récupération pour préchauffer l'air frais entrant dans les bâtiments. Ces boucles seront couplées aux réseaux de refroidissement par des échangeurs de chaleur. Des serpentins de chauffage au glycol seront installés dans les unités d'air frais.

5.1. Description des systèmes

Le bilan des puissances de chauffage est résumé dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5 : Description des systèmes de la mesure 1

Secteur	Puissance de chauffage disponible dans la boucle de récupération	Besoin de chauffage de l'air frais, hiver	Énergie annuelle de chauffage de l'air frais
685 – Usine de procédés	1,2 MW	5,00 MW	35 000 GJ
667 – Usine de filtration et de remblai	1,4 MW	3,40 MW	23 800 GJ
Total	2,6 MW	8,40 MW	58 800 GJ

5.2. Analyse énergétique

L'énergie de chauffage annuelle totale par la boucle de récupération est dépendante de la capacité de chauffage de la boucle de récupération et des conditions climatiques. L'énergie récupérée sera utilisée en priorité, et lorsque la demande de chauffage excède la capacité de chauffage de la boucle de récupération, les brûleurs au propane seront démarrés.

La Figure 4 montre la relation entre la capacité de puissance de chauffage d'une source de chaleur prioritaire et la proportion de l'énergie de chauffage annuelle que cette source peut accommoder. Une source de chaleur prioritaire est définie comme le premier composant à démarrer (prioriser) lors d'une demande de chaleur. La boucle de récupération de chaleur est un exemple de source prioritaire, puisque c'est une énergie à très bas coût. Cette figure démontre que seulement 20 % de la capacité maximale de chauffage est requise pour combler 50 % des besoins de chauffage de l'air frais. En d'autres mots, l'installation d'un serpentin de chauffage dimensionné à seulement 20 % de la capacité de chauffage d'une unité de ventilation permet de transférer 50 % des besoins annuels en énergie de chauffage sur cette source, et de laisser le restant pour le brûleur au propane.

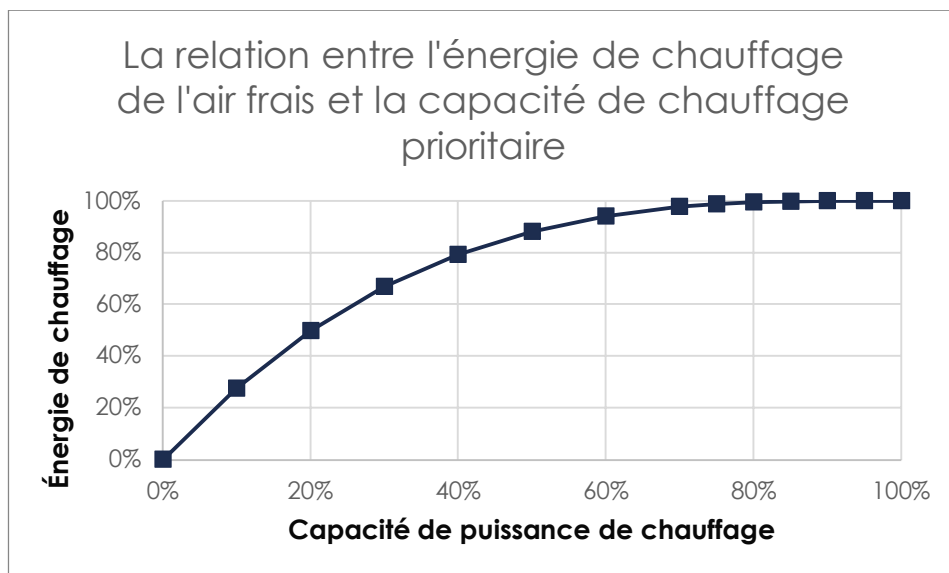


Figure 4 : La relation entre l'énergie de chauffage et la capacité de chauffage prioritaire

Cette figure a été calculée en comparant les sommes des degrés-heures par différentes bases de température avec les degrés-heures de la température de conception. Le total de l'énergie de chauffage (100 %) correspond à la charge de chauffage totale annuelle réelle, calculée en degrés-heures pour la base de température intérieure de conception. Le pourcentage de

puissance de chauffage est calculé par la différence maximale entre la température extérieure et la base de température; 100 % de puissance correspond au chauffage requis pour la température intérieure de conception. Chaque tranche de capacité de puissance est calculée par rapport à cette différence maximale.

Tableau 6: Analyse énergétique de la mesure 1

Secteur	% Capacité de puissance de chauffage	% Énergie annuelle récupérée	Énergie récupérée	GES économisés (CO2 eq)
685 – Usine de procédés	24 %	57 %	18 100 GJ	1 105 tonnes
667 – Usine de filtration et de remblai	41 %	80 %	17 400 GJ	1 061 tonnes
Total			35 500 GJ	2 166 tonnes

Par exemple, la température intérieure de conception de l'usine de procédés est de 10 °C et la température minimale extérieure est de -38 °C. La différence est alors de 48 °C de chauffage. Une capacité de chauffage de 24 % serait équivalente à 11,5 °C de chauffage, donc une base de température de -26,5 °C. Pour calculer l'énergie de chauffage nécessaire, la somme des degrés-heures de chauffage pour une base de -26,5 °C est évaluée et comparée à la somme des degrés-heures de chauffage pour une base de 10 °C. Le résultat est que l'énergie de chauffage pour 24 % de capacité de puissance équivaut à 57 % de l'énergie réelle à dépenser pour le chauffage.

5.3. Analyse économique

La mise en place d'un tel système de récupération d'énergie est plutôt simple, car elle n'implique pas de refroidisseur et que l'équipement et la tuyauterie additionnels sont peu nombreux.

La différence de coût se limite donc essentiellement à l'ajout des éléments suivants :

- Serpentins de chauffage à l'eau chaude dans les unités de ventilation;
- Tuyauterie additionnelle;
- Pompes;
- Échangeurs de chaleur;
- Équipements auxiliaires (réservoir d'expansion, unité d'appoint de glycol, système de contrôle, etc.).



5.3.1. CAPEX

Le Tableau 7 présente un résumé des coûts pour chacun des secteurs. Les coûts détaillés par équipement se trouvent à l'Annexe B. Le coût total du système de chauffage sur boucle de récupération est estimé à 1,7 M\$.

Tableau 7 : Résumé du CAPEX de la mesure 1

Secteur	Description des coûts	Coût total
685 – Usine de procédés	Serpentins de chauffage pour unités de ventilation, boucle de chauffage, livraison, installation	628 586 \$
667 – Usine de filtration et de remblai	Serpentins de chauffage pour unités de ventilation, boucle de chauffage, livraison, installation	1 097 830 \$
Total		1 726 416 \$

5.3.2. OPEX

Le Tableau 8 présente le résumé de l'OPEX, calculé selon l'économie annuelle de propane. On estime atteindre une économie annuelle de 1,3 M\$.

Tableau 8 : Résumé de l'OPEX de la mesure 1

Secteur	Description des coûts	Énergie économisée	Coût total
685 – Usine de procédés	Coûts de chauffage au propane économisés (feu direct)	18 100 GJ	-610 332 \$
667 – Usine de filtration et de remblai	Coûts de chauffage au propane économisés (feu direct)	17 400 GJ	-586 467 \$
Total		35 500 GJ	-1 196 799 \$

5.3.3. PRI

Le PRI est présenté dans le Tableau 9. Cette mesure d'efficacité énergétique est très avantageuse avec un PRI de 1,44 ans.

Tableau 9 : PRI de la mesure 1

Mesure 1	CAPEX	OPEX	PRI	GES économisés (CO2 eq)
Total	1 726 416 \$	-1 196 799 \$	1,44 ans	2 166 tonnes

5.4. Recommandations

L'économie annuelle de propane et la réduction de GES apportées par cette mesure sont significatives. Avec un retour sur l'investissement de l'ordre de 1,44 ans, BBA recommande d'aller de l'avant avec la mise en place de cette mesure d'efficacité énergétique dans les deux secteurs proposés.

6. Mesure 2 : Récupération sur l'air vicié

Cette mesure consiste en l'installation des échangeurs de chaleur dans le flux d'air vicié pour préchauffer l'air frais. Différentes technologies sont considérées pour cet échange de chaleur. Des échangeurs de chaleur de type « Roue enthalpique » sont recommandés lorsque l'air vicié est relativement propre et qu'une récupération de l'humidité est favorable. Dans le cas inverse, lorsque l'air récupéré risque d'être plus poussiéreux, des échangeurs de type « Bloc air/air » seront installés. L'efficacité de récupération de ces échangeurs de chaleur est constante dans toutes les conditions extérieures.

6.1. Description des systèmes

Les systèmes de ventilation des différents secteurs sont décrits dans le Tableau 10. Les vestiaires de la mine (687) ont le potentiel de récupération le plus haut parmi ceux considérés.

Tableau 10 : Description des systèmes de la mesure 2

Secteur	Description	Débit de ventilation	Puissance de chauffage	Technologie de récupération
687 – Bureaux	Unité de ventilation	41 600 L/s	0,3 MW	Bloc air/air
687 – Vestiaires	Unité de ventilation	17 400 L/s	1,28 MW	Roue enthalpique
540 – Laboratoire et carothèque	Unités de ventilation	6 500 L/s	0,450 MW	Bloc air/air
535 – Garage	Unités de ventilation	10 800 L/s	0,700 MW	Bloc air/air

6.2. Analyse énergétique

L'efficacité de récupération d'énergie a été évaluée à 70 % pour les échangeurs d'air. Cette donnée est prudente et correspond à une efficacité typique observée chez les soumissions des fournisseurs de technologie des projets chez BBA. Cette efficacité est valide sur toutes les plages de température, donc la chaleur récupérée est directement proportionnelle à cette efficacité : 70 % de l'énergie de chauffage peut être récupérée par cette mesure. Le Tableau 11 démontre le potentiel énergétique de la mesure 2.

Tableau 11 : Analyse énergétique de la mesure 2

Secteur	% Efficacité de récupération	% Énergie annuelle récupérée	Énergie propane économisée annuellement	GES économisés annuellement (CO2 eq)
687 – Bureaux de l'usine de procédés	70 %	70 %	2 436 GJ	149 tonnes
687 – Vestiaires de l'usine de procédés	70 %	70 %	10 392 GJ	634 tonnes
535 – Garage	70 %	70 %	3 653 GJ	223 tonnes
540 – Carothèque	70 %	70 %	5 309 GJ	324 tonnes
Total			21 790 GJ	1 330 tonnes

Note : Les économies liées à la climatisation sont exclues de ces calculs.



6.3. Analyse économique

6.3.1. CAPEX

Le Tableau 12 présente un résumé des coûts pour chacun des secteurs. Les coûts détaillés par équipement se trouvent à l'Annexe B. Le coût total pour l'ajout de modules de récupération de chaleur est estimé à 1,0 M\$.

Tableau 12 : Résumé du CAPEX de la mesure 2

Secteur	Équipement	Coût total
687 – Bureaux de l'usine de procédés	Échangeur de chaleur, unités de ventilation	560 000 \$
687 – Vestiaires de l'usine de procédés	Échangeur de chaleur, unités de ventilation	257 574 \$
535 – Garage	Échangeur de chaleur, unités de ventilation	64 394 \$
540 – Carothèque	Échangeur de chaleur, unités de ventilation	137 192 \$
Total		1 019 160 \$



6.3.2. OPEX

Le Tableau 13 présente le résumé de l'OPEX, calculé selon l'économie annuelle de propane. On estime atteindre une économie annuelle de 0,8 M\$.

Tableau 13 : Résumé de l'OPEX de la mesure 2

Secteur	Description des coûts	Énergie économisée	Coût total
687 – Bureaux de l'usine de procédés	Coûts de chauffage au propane économisés (feu indirect)	2 436 GJ	-82 094 \$
687 – Vestiaires de l'usine de procédés	Coûts de chauffage au propane économisés (feu indirect)	10 392 GJ	-350 268 \$
535 – Garage	Coûts de chauffage au propane économisés (feu indirect)	5 309 GJ	-178 941 \$
540 – Carothèque	Coûts de chauffage au propane économisés (feu indirect)	3 653 GJ	-123 141 \$
Total		21 790 GJ	-734 444 \$

6.3.3. PRI

Le PRI est présenté dans le Tableau 14. Cette mesure d'efficacité énergétique est très intéressante avec un PRI de seulement 1,39 ans.

Tableau 14 : PRI de la mesure 2

Secteur	CAPEX	OPEX	PRI	GES économisés (CO2 eq)
Total	1 019 158 \$	-732 444 \$	1,39 ans	1 329 tonnes



6.4. Recommandations

L'économie annuelle de propane et la réduction de GES apportées par cette mesure sont significatives. Avec un retour sur l'investissement de l'ordre de 1,39 ans, BBA recommande d'aller de l'avant avec la mise en place de cette mesure d'efficacité énergétique dans tous les secteurs proposés.

7. Mesure 3A : Chauffage biénergie

Le site du projet Windfall prévoit nécessiter 28,5 MW de puissance électrique. En période de production maximale, cette charge sera entièrement consommée par l'équipement de procédés, ne laissant aucune énergie pour les systèmes de chauffage. Il est cependant prévu que la capacité maximale de production sera seulement atteinte durant quelques années de la vie de la mine. Les autres années, il est prévu que 0,5 MW à 1,5 MW de puissance électrique sera disponible pour les besoins de chauffage.

Cette mesure consiste en l'installation de serpentins de chauffage électrique dans les unités de ventilation. Les serpentins électriques chaufferont l'air lorsque l'appel de puissance le permet, et les brûleurs au propane s'occuperont de la période de pointe de chauffage.

7.1. Description des systèmes

Cette mesure consiste en l'ajout de serpentins de chauffage sur toutes les unités de ventilation.

Tableau 15 : Description des systèmes de la mesure 3A

Secteur	Description	Débit de ventilation	Puissance de chauffage propane	Capacité de chauffage serpentin électrique
685 – Usine de procédés	Unité de ventilation	69 000 L/s	4,50 MW	0,42 MW
667 – Usine de filtration et de remblai	Unité de ventilation	52 000 L/s	3,40 MW	0,31 MW
604 – Concassage primaire	Unité de ventilation	11 350 L/s	0,73 MW	0,07 MW
605 – Entreposage du minerai	Unité de ventilation	13 400 L/s	0,8 MW	0,08 MW
687 - Bureaux	Unité de ventilation	42 600 L/s	0,32 MW	0,04 MW
687 - Vestiaires	Unité de ventilation	17 400 L/s	1,28 MW	0,12 MW
835 – Usine de traitement des eaux	Unités de ventilation	10 800 L/s	0,70 MW	0,07 MW
540 – Carothèque	Unités de ventilation	6 500 L/s	0,45 MW	0,04 MW
535 – Garage	Unités de ventilation	10 800 L/s	0,70 MW	0,07 MW

7.2. Analyse énergétique

Comme pour la mesure 2, l'énergie de chauffage annuelle totale par les serpentins électriques est dépendante de la capacité de chauffage de ceux-ci et des conditions climatiques.

L'énergie électrique est utilisée en priorité, et lorsque la demande de chauffage excède la capacité de chauffage électrique, les brûleurs au propane sont démarrés. Pour consulter nos calculs d'efficacité, voir la Figure 4, qui montre la relation entre la capacité de puissance de chauffage d'une source de chaleur prioritaire et la proportion de l'énergie de chauffage annuelle que cette source peut accommoder.

D'après les données initiales et une espérance de vie de la mine de 18 ans, il est prévu que la puissance électrique disponible sera de 0,5 MW (scénario A) durant quatre (4) années, de 1 MW (scénario B) durant sept (7) années, et de 1,5 MW (scénario C) durant cinq (5) années. Puisque le gain marginal d'efficacité est plus grand lorsque le pourcentage de capacité de puissance installée est plus petit, il est plus efficace d'installer des serpentins électriques dans le plus



d'équipement possible et de distribuer la puissance. Pour chaque scénario de puissance disponible, l'efficacité énergétique est différente, et l'énergie économisée doit être recalculée.

Les tableaux ci-dessous présentent les pourcentages d'énergie de chauffage provenant des serpentins électriques pour les années scénarios A, B et C. L'énergie de propane et les GES économisés annuellement présentés dans ces tableaux sont des moyennes pondérées sur la durée de vie de la mine.

Tableau 16 : Analyse énergétique de la mesure 3A

Secteur	% Capacité de puissance de chauffage (A/B/C)	% Énergie annuelle électrique (A/B/C)	Énergie propane économisée annuellement (moyenne)	GES économisés annuellement (moyenne) (CO2 eq)
685 – Usine de procédés	4 % / 8 % / 12 %	12 % / 22 % / 32 %	7 010 GJ	424 tonnes
687 – Bureaux de l'usine de procédés	4 % / 8 % / 12 %	12 % / 22 % / 32 %	4 246 GJ	257 tonnes
605 – Entreposage et manutention du minéral	4 % / 8 % / 12 %	12 % / 22 % / 32 %	1 122 GJ	68 tonnes
604 – Concassage primaire	4 % / 8 % / 12 %	12 % / 22 % / 32 %	1 016 GJ	61 tonnes
535 – Garage	4 % / 8 % / 12 %	12 % / 22 % / 32 %	1 338 GJ	81 tonnes
540 – Carothèque	4 % / 8 % / 12 %	12 % / 22 % / 32 %	921 GJ	56 tonnes
667 – Usine de filtration et de remblai	4 % / 8 % / 12 %	12 % / 22 % / 32 %	5 748 GJ	347 tonnes
Total			21 401 GJ	1 294 tonnes

7.3. Analyse économique

7.3.1. CAPEX

Les tableaux ci-dessous présentent des résumés des coûts pour chacun des secteurs. Les coûts détaillés par équipement se trouvent à l'Annexe B. Le coût total du système de chauffage est estimé à 1,2 M\$ pour la mesure 3A.

Tableau 17 : Résumé du CAPEX de la mesure 3A

Secteur	Équipement	Coût total
685 – Usine de procédés	Serpentin électrique, unités de ventilation	96 000 \$
687 – Bureaux de l'usine de procédés	Serpentin électrique, unités de ventilation	70 679 \$
605 – Entreposage et manutention du minerai	Serpentin électrique, unités de ventilation	30 082 \$
604 – Concassage primaire	Serpentin électrique, unités de ventilation	18 512 \$
535 – Garage	Serpentin électrique, unités de ventilation	17 761 \$
540 – Carothèque	Serpentin électrique, unités de ventilation	17 761 \$
667 – Usine de filtration et de remblai	Serpentin électrique, unités de ventilation	87 790 \$
Tous	Câblage	739 986 \$
Tous	Équipements auxiliaires	83 040 \$
Total		1 161 611 \$

7.3.2. OPEX

Le Tableau 18 présente le résumé de l'OPEX, calculé en considérant l'économie annuelle de propane et le coût de l'électricité. On estime atteindre une économie annuelle de 0,4 M\$ avec cette mesure.

Tableau 18 : Résumé de l'OPEX des mesures 3A

Mesure	Description des coûts	Énergie propane économisée annuellement (moyenne)	Énergie électrique dépensée annuellement (moyenne)	Coût total
3A	Différence de coûts entre le propane et l'électricité	21 401 GJ	20 552 GJ	-403 113 \$



7.3.3. PRI

Le PRI est présenté au Tableau 19 ci-dessous. Cette mesure d'efficacité énergétique est rentable avec un PRI de 2.88 ans.

Tableau 19 : PRI des mesure 3A

Secteur	CAPEX	OPEX	PRI	GES économisés (CO2 eq)
Total 3	1 161 611 \$	-403 113 \$	2,88 ans	1 294 tonnes

7.4. Autres bénéfices

Comme décrit plus haut, l'analyse énergétique tient compte du fait qu'éventuellement, la capacité électrique ne sera plus disponible pour effectuer le chauffage.

Cependant, advenant le cas que la capacité électrique du site serait augmentée, le chauffage électrique pourrait être utilisé à son plein potentiel et générer plus d'économies et de réduction de GES.

7.5. Recommandations

L'économie annuelle de propane et la réduction de GES apportées par cette mesure est significative, avec un retour sur l'investissement de l'ordre de 2,88 ans.

BBA recommande d'aller de l'avant avec la mise en place de cette mesure d'efficacité énergétique dans tous les secteurs proposés.

8. Mesure 7 : Secteur des mines – Ventilation sur demande

Cette mesure consiste à faire l'ajout d'un système de modulation de l'air frais alimentant les mines souterraines.

8.1. Description des systèmes

Les systèmes de modulation de la ventilation seront présents sur chacun des puits de ventilation des mines. (VR-00, VR-02, VR-05). Au total, les systèmes d'air frais des mines totalisent 1 000 000 de CFM.

Chacun des ventilateurs des mines sera muni de variateur de fréquence, ce qui permettra la modulation de l'air frais. Analysant en temps réel la qualité de l'air, le nombre de travailleurs, la quantité de véhicules à combustion et les activités de la mine, le système de contrôle est en mesure de réduire ou d'augmenter le débit d'air frais selon les besoins réels.

À ce stade, puisque le plan minier n'est pas encore totalement défini, il est difficile de déterminer un modèle de ventilation précis et d'estimer avec précision la réduction de débit d'air et d'économie d'énergie. En ce sens, l'hypothèse prudente est que nous estimons à 20 % la réduction annuelle moyenne du débit d'air.

Tableau 20 : Description des systèmes de la mesure 7

Secteur	Description	Quantité
200 - Mines	Ventsim (logiciel et implantation)	1

8.2. Analyse énergétique

Tableau 21 : Analyse énergétique de la mesure 7

Secteur	% Réduction de ventilation	% Énergie annuelle économisée	Énergie propane économisée annuellement	GES économisés annuellement (CO2 eq)
VR-00	20 %	20 %	7 994 GJ	488 tonnes
VR-02	20 %	20 %	7 994 GJ	488 tonnes
VR-05	20 %	20 %	3 997 GJ	243 tonnes
Total			19 985 GJ	1 219 tonnes



8.3. Analyse économique

8.3.1. CAPEX

Le coût d'implantation total de cette mesure est actuellement inconnu. Le tableau suivant présente uniquement les coûts reliés à l'achat et à l'implantation du logiciel de contrôle.

Tableau 22 : Résumé du CAPEX de la mesure 7

Secteur	Équipement	Coût total
200 – Mines	Logiciel Ventsim	456 339 \$
200 – Mines	Services de consultants Howden	49 950 \$
200 – Mines	Autres coûts – Installation, VFD, sondes, réseau LTE, etc.	À venir
Total		À venir

8.3.2. OPEX

Le tableau suivant présente le résumé de l'OPEX, calculé en considérant l'économie annuelle de propane. On estime atteindre une économie annuelle de 0,58 M\$ avec cette mesure.

Tableau 23 : Résumé de l'OPEX de la mesure 7

Secteur	Description des coûts	Énergie économisée	Coût total
VR-02	Coûts de chauffage au propane économisés (feu direct)	7 994 GJ	-267 442 \$
VR-05	Coûts de chauffage au propane économisés (feu direct)	7 994 GJ	-269 442 \$
VR-00	Coûts de chauffage au propane économisés (feu direct)	3 997 GJ	-134 721 \$
200 – Mines	Coût annuel du logiciel Ventsim	S. O.	91 268 \$
Total		19 985 GJ	-580 337 \$

8.3.3. PRI

Tableau 24 : PRI de la mesure 7

Secteur	CAPEX	OPEX	PRI	GES économisés (CO2 eq)
Total	À venir	-580 337 \$	À venir	975 tonnes

8.4. Recommandations

BBA recommande d'aller de l'avant avec la mise en place de cette mesure d'efficacité énergétique.

9. Mesure 8 : Camp des travailleurs

Le camp des travailleurs du site de Windfall sera conçu pour accueillir 600 personnes. Le campement comptera donc 600 chambres individuelles avec douche privée et plusieurs espaces communs (accueil, cuisine, cafétéria, gym, etc.). Avec une charge de chauffage et des besoins en ventilation importants, ce secteur offre plusieurs possibilités de réduction de la consommation énergétique du projet.

9.1. Description des systèmes

9.1.1. Scénario de base

Dans le scénario de base, le chauffage est effectué à 100 % avec du propane. L'air frais est alimenté avec des centrales d'air au propane à feu indirect et le chauffage périmétrique, avec une boucle d'eau chaude alimentée par des chaudières au propane. L'eau chaude domestique est également chauffée par la même boucle d'eau chaude reliée aux chaudières au propane.

Tableau 25 : Description du scénario de base de la mesure 8

Secteur	Description	Débit de ventilation	Puissance de chauffage
Ventilation - Chambres	Unité de ventilation feu indirect	15 000 L/s	1,125 MW
Ventilation – Aires communes	Unité de ventilation feu indirect	7 500 L/s	0,56 MW
Chauffage - Chambres	Chauffage à l'eau chaude	-	0,9 MW
Chauffage – Aires communes	Chauffage à l'eau chaude	-	0,5 MW
Eau chaude domestique	Chauffage à l'eau chaude	-	0,126 MW
Chauffage du vide sanitaire	Aérothermes à feu direct	-	0,125 MW
Total			3,34 MW

9.1.2. Scénario d'efficacité énergétique

Les scénarios suivants ont été analysés afin de réduire la consommation énergétique du camp.

- Récupération de chaleur sur l'air vicié :
 - Pour l'ensemble des chambres, remplacer les évacuateurs de salle de bain par un réseau de gaines de retour jusqu'à un récupérateur de chaleur à cassette offrant une efficacité jusqu'à 80 %;
 - Adopter une stratégie similaire pour les aires communes, à l'exception des évacuateurs et hottes de cuisine, où les retours et évacuations seront acheminés jusqu'à un récupérateur de chaleur à cassette.
- Ajout de chaudières électriques pour la demande de pointe :
 - Inclure le raccordement des centrales d'air, de l'eau chaude domestique et du chauffage du vide sanitaire au réseau d'eau chaude.
- Ajout de thermopompes aérothermiques sur la boucle d'eau chaude pouvant fournir une partie de la chaleur jusqu'à une température extérieure de -20 °C :
 - Inclure le raccordement des centrales d'air, de l'eau chaude domestique et du chauffage du vide sanitaire au réseau d'eau chaude.

9.2. Analyse énergétique

9.2.1. Mesure 8.1 Récupération de chaleur sur l'air vicié

Cette mesure analyse la mise en place d'unités de ventilation munies d'échangeurs de chaleur à cassette. Pour le secteur des dortoirs, au lieu d'avoir un évacuateur de salle de bain individuelle pour chaque chambre, l'évacuation de chaque chambre de bain sera raccordée à l'unité de récupération de chaleur. Dans le secteur des aires communes, l'évacuation sera également raccordée à une unité de récupération de chaleur.

Bien que l'efficacité affichée pour ce type d'équipement soit de l'ordre de 80 %, nous estimons l'efficacité réelle à 70 % afin d'être prudents dans les chiffres annoncés.

Tableau 26 : Analyse énergétique de la mesure 8.1 Récupération de chaleur sur l'air vicié

Secteur	% Efficacité de récupération	% Énergie annuelle récupérée	Énergie propane économisée annuellement	GES économisés annuellement (CO2 eq)
Ventilation des chambres – Récupération d'énergie	80 %	80 %	10 485 GJ	563 tonnes
Ventilation des aires communes – Récupération d'énergie	80 %	80 %	5 196 GJ	279 tonnes
Total			15 681 GJ	842 tonnes

9.2.2. Mesure 8.2 Chaudière électrique hors pointe

Cette mesure analyse l'ajout de chaudières électriques afin d'effectuer du chauffage hors pointe. Ce scénario considère également le raccordement des unités d'air frais et d'eau chaude domestique sur la boucle d'eau chaude, ainsi que le chauffage des vides sanitaires sous les bâtiments.

De plus, ce scénario prend en compte que la mesure 8.1 Récupération de chaleur sur l'air vicié est appliquée.

Bien qu'à terme le réseau électrique de la mine sera à pleine capacité, une capacité d'approximativement 500 kW serait disponible pour le camp lors des trois (3) premières années de fonctionnement. Ceci représente environ 13 % de la capacité de chauffage requise pour le camp de construction.

Tableau 27 : Analyse énergétique de la mesure 8.2 Chaudière électrique hors pointe

Secteur	% Capacité de puissance de chauffage	% Énergie annuelle électrique (augmentation)	Énergie propane économisée annuellement	GES économisés annuellement (CO2 eq)
Chauffage périmétrique	15 %	39 %	3 137 GJ	191 tonnes
Chauffage – Air frais	15 %	39 %	1 515 GJ	92 tonnes
Chauffage – Vide sanitaire	15 %	39 %	492 GJ	30 tonnes
Chauffage – Eau domestique	100 %	100 %	7 388 GJ	451 tonnes
Total			12 532 GJ	764 tonnes

9.3. Analyse économique

9.3.1. CAPEX

Le Tableau 28 présente un résumé des coûts pour chacun des secteurs. Les coûts détaillés par équipement se trouvent à l'Annexe B.

Tableau 28 : Résumé du CAPEX des mesures 8.1 et 8.2

Secteur	Équipement	Coût total
5.1 Récupération de chaleur sur l'air vicié	Unités de ventilation avec cassette de récupération	3 030 300 \$
5.1 Récupération de chaleur sur l'air vicié	Unités de ventilation de base	- 2 411 031 \$
5.1 Récupération de chaleur sur l'air vicié	Gaines de ventilation	110 000 \$
5.2 Option : Chaudière électrique hors pointe	Chaudières électriques (6), tuyauterie incluse	195 000 \$
5.2 Option : Chaudière électrique hors pointe	Raccordement électrique	50 000 \$

9.3.2. OPEX

Le Tableau 29 présente le résumé de l'OPEX, calculé en considérant une économie annuelle de propane. On estime atteindre une économie annuelle de 0,3 à 0,4 M\$.

Tableau 29 : Résumé de l'OPEX des mesures 8.1 et 8.2

Secteur	Description des coûts	Énergie économisée annuellement (propane)	Énergie dépensée annuellement (électrique)	Coût total
5.1 Récupération de chaleur sur l'air vicié	Économies de propane	15 681 GJ	0 GJ	-465 106 \$
5.2 Option : Chaudière électrique hors pointe	Économies de propane et dépenses électriques	12 532 GJ	10 124 GJ	-266 028 \$

9.3.3. PRI

Les PRI pour les mesures 8.1 et 8.2 sont présentés au Tableau 30 ci-dessous.

Tableau 30 : PRI des mesures 8.1 et 8.2

Secteur	CAPEX	OPEX	PRI	GES économisés (CO2 eq)
8.1 Récupération de chaleur sur l'air vicié	729 269 \$	-465 106 \$	1,57 ans	842 tonnes
8.2 Option : Chaudière électrique hors pointe	225 000 \$	-266 028 \$	0,85 ans	764 tonnes

9.4. Recommandations

L'économie annuelle de propane et la réduction de GES apportées par l'ensemble des mesures analysées pour le camp sont très intéressantes.

Il est recommandé d'aller de l'avant avec la récupération de chaleur sur l'air vicié (mesure 8.1).

Il est à noter qu'avec un PRI inférieur à 1 an, la mesure 8.2 n'est pas éligible aux subventions de TEQ.



10. Effets de croisement des mesures 1, 2 et 3

Une analyse des effets de croisement a été élaborée pour la combinaison des mesures 1, 2 et 3 puisque les résultats de ces mesures ne sont pas indépendants les uns des autres. Il a été déterminé que les effets de croisement sont faibles. Les économies totales devraient donc être sensiblement les mêmes dans l'éventualité où toutes les mesures seraient appliquées au projet.

Tableau 31 : Effets de croisement des mesures 1, 2 et 3

Option	CAPEX	OPEX	PRI	GES économisés (CO2 eq)
Résultat original	4 025 003 \$	-2 621 654 \$	1,63 ans	5 309 tonnes
Résultat combiné	4 025 003 \$	-2 442 284 \$	1,75 ans	4 706 tonnes
Différence	-	179 370 \$	-	-603 tonnes

11. Analyse des subventions TEQ

Pour qu'une mesure énergétique du projet Windfall soit admissible au programme ÉcoPerformance de TEQ (volet implantation standard), il faut que la mesure réduise les émissions de GES. De plus, il faut que le PRI soit supérieur à 1 an.

Il est important de noter que la demande de projet doit être acceptée par TEQ avant d'entamer les dépenses admissibles à la subvention. Le projet doit être réalisée en moins de deux (2) ans. Les dépenses admissibles sont, entre autres :

- Le coût d'achat des équipements;
- Les coûts des travaux d'ingénierie;
- Les coûts d'installation;
- Les honoraires professionnels;
- Les coûts de mesurage.

La subvention potentielle est alors calculée selon le moindre des critères suivants :

- **Méthode PRI** : Montant nécessaire pour réduire le PRI à 1 an;
- **Méthode GES** : 50 \$ par tonne de CO2 eq économisée pour 10 ans;
- **Méthode CAPEX** : 75 % des dépenses admissibles (CAPEX et ingénierie);
- Maximum de 5 000 000 \$ par demande.



12. Recommandations et conclusion

La majorité des mesures identifiées dans cette analyse sont très intéressantes tant du point de vue de la réduction des GES que de la réduction des coûts opérationnels. Même si pour certaines mesures les sommes à investir sont importantes, les résultats sont très attrayants.

BBA recommande de procéder avec les mesures 1, 2 et 3, qui offrent le plus grand potentiel de réduction de GES ainsi que d'importantes économies annuelles :

- Mesure 1 – Boucle d'eau de récupération : recommandée par BBA;
- Mesure 2 - Récupération sur l'air vicié : recommandée par BBA;
- Mesure 3A – Chauffage biénergie : recommandée par BBA.

En ce qui concerne le secteur des mines, BBA recommande également de procéder avec l'implantation de la mesure 7 d'efficacité énergétique.

Pour les mesures concernant le camp, BBA recommande d'aller de l'avant avec les mesures suivantes :

- Mesure 8.1 – Récupération sur l'air vicié : recommandée par BBA;
- Mesure 8.2 – Chaudière électrique hors pointe : recommandation de BBA à venir à la suite de la confirmation de la capacité électrique au camp;

En résumé et en conclusion, les mesures proposées par BBA pourraient permettre de réduire les émissions GES du site de Windfall d'environ 7 370 tonnes équivalentes de CO₂ par année, en plus de permettre des économies, principalement en propane, de l'ordre de 3 647 827 \$ par année.

Également, les projets d'implantation sont assujettis aux incitatifs du programme de Transition Énergétique Québec. Les incitatifs peuvent améliorer l'analyse de rentabilisation du projet.



Annexe A : Consommation de propane (ELI-108)



Tableau révisé (Novembre 2023)

Secteurs	Consommation Propane		Puissance totale Connectée kW (MBTU/h)	Réservoir USG (L)	Autonomie Jour	Source	Date projeté d'installation du réservoir	Notes
	L/An	L/Jour						
Camp permanent								
Cuisine, gym, réception, etc.	330 450	2 388	TBD	20 000 (75 700)	8.9	WMG	2025	
Camp (Dortoirs)	711 410	5 023				WMG		
Jupes bâtiments (vide sanitaire)	54 945	432				WMG		
Eau chaude (camp seulement)	155 598	427				WMG		
Équipements Cuisine	99 463	273				WMG		
Garage Temporaire								
Garage temporaire et dome	327 456	3 638	395 kW (1 350 MBTU/h)	4 800 (18 170)	5.0	WMG	octobre 2023	
Bâtiments de service								
Garage minier	309 836	2 019	3 560 kW (12 147 MBTU/h)	20 000 (75 700)	14.4	BBA	2025	
Laboratoire et carothèque	116 777	720				BBA		
Bureaux, incluant vestiaires, etc.	367 053	2 264				BBA		
Entrepôt	-	-				BBA		Inclus dans l'usine principale
Eau chaude	96 530	264				BBA		
Usine de traitement du minerai								
Usine principale CVAC	481 358	6 296	8 930 kW (30 469 MBTU/h)	40 000 (151 400)	11.8	BBA	2025	inclus récupération énergie, serpentín électrique OFF
Process Plant – Solution Heaters	247 740	679				BBA		
Process Plant – Kiln	876 438	2 401				BBA		
Pile tampon CVAC	152 299	1 265				BBA		Chauffage électrique à OFF
Concasseur primaire CVAC	288 026	2 195				BBA		Chauffage électrique à OFF
Concasseur secondaire CVAC						BBA		Aucun chauffage
Usine filtration résidus et remblai								
Usine Filtration - CVAC	350 366	4 236	Phase Bulk (Temporaire): 2770 kW (9 450 MBTU/h) Phase 1/2 (Permanent) : 10 310 kW (35 178 MBTU/h)	Phase Bulk (Temporaire): 10 000 (37 854) Phase 1/2 (Permanent) : 30 000 (113 560)	Bulk : 5.1 Phase 2: 5.8	BBA	BULK : Mars 2024 Phase 1/2: 2025	inclus récupération énergie, serpentín électrique OFF
Usine de traitement des eaux								Le réservoir temporaire pour la phase bulk inclus uniquement l'UTE (CVAC et Procédé BULK)
UTE - CVAC	318 012	2 641				BBA		
UTE - Procédé BULK	128 837	4 700				GCM		
UTE - Procédé Phase 1	532 198	8 125				GCM		
UTE - Procédé Phase 2	681 406	12 825				GCM		
Mines								
VR-02 (Main Portal)	2 232 566	20 874		45 000 (170 340)	8.2	WMG	Octobre 2024	Pointe de consommation 2028 à 2033
VR-05 (Lynx Portal)	3 489 000	32 650		45 000 (170 340)	5.2	WMG	2025	Pointe de consommation 2028 à 2033
VR-00	TBD	TBD		30 000 (113 560)	TBD	WMG	2025	
Total :	12 347 764	116 336		234 800 (888 820)	-	-		



Annexe B : Calculs et tableaux d'analyses détaillées



Description du cas à l'étude

Le scénario analysé consiste en l'installation de boucles de récupération pour préchauffer l'air frais entrant dans les bâtiments. Ces boucles seront couplées aux réseaux de refroidissement par des échangeurs de chaleur. Des serpentins de chauffage au glycol seront installés dans les unités d'air frais.

Analyse - OPEX



Facteur	OPP	TFP	Notes
Puissance de chauffage (air frais)	5.0 MW	3.4 MW	
Énergie de chauffage (air frais)	34 968 GJ	23 778 GJ	
Puissance de récupération	1.2 MW	1.4 MW	
% capacité de chauffage	24%	41%	
% énergie récupérée	57%	80%	
Énergie récupérée	18 108 GJ	17 400 GJ	propane sauvé (feu direct)
GES sauvé	1 104 632.3 kgCO2eq	1 061 441.7 kgCO2eq	
OPEX	-610 331.52 \$	-586 467.81 \$	Coût du propane et taxe carbone inclus

Analyse - CAPEX

Secteur	Équipement	Quantité	Unité	Coût unitaire	Coût total
OPP	Ventilation units - Hot water to air heat exchanger coils, 500 kW	3	Ea	45 000.00 \$	135 000.00 \$
OPP	Piping, Carbon Steel - Ø200mm	57.5	M	2 241.39 \$	128 879.76 \$
OPP	Piping, Carbon Steel - Ø150mm	40.25	M	1 907.18 \$	76 763.96 \$
OPP	Insulation, Mineral wool, 50mm	60	M	474.19 \$	28 451.60 \$
OPP	Insulation, Mineral wool, 50mm	42	M	395.20 \$	16 598.29 \$
OPP	Plate and Frame Heat Exchanger	2	Ea	51 338.93 \$	102 677.85 \$
OPP	Centrifugal pump, 230 m3/h, 150HP	2	Ea	48 994.64 \$	97 989.27 \$
OPP	Expansion tank, 150 gal	1	Ea	26 206.89 \$	26 206.89 \$
OPP	Glycol make-up tank (55 gal)	1	Ea	13 209.79 \$	13 209.79 \$
OPP	Valves et accessoires	1.15	Lot	2 441.97 \$	2 808.27 \$
FPP	Ventilation units - Hot water to air heat exchanger coils, 250 kW	2	Ea	24 008.52 \$	48 017.03 \$
FPP	Ventilation units - Hot water to air heat exchanger coils, 1100 kW	1	Ea	72 221.44 \$	72 221.44 \$
FPP	Piping, Carbon Steel - Ø150mm	241.5	M	1 907.20 \$	460 588.21 \$
FPP	Piping, Carbon Steel - Ø75mm	126.5	M	1 146.74 \$	145 062.75 \$
FPP	Insulation, Mineral wool, 50mm	252	M	395.21 \$	99 592.51 \$
FPP	Insulation, Mineral wool, 50mm	132	M	274.36 \$	36 214.99 \$
FPP	Plate and Frame Heat Exchanger	2	Ea	48 268.93 \$	96 537.85 \$
FPP	Centrifugal pump, 230 m3/h, 150HP	2	Ea	48 994.64 \$	97 989.27 \$
FPP	Expansion tank, 150 gal	1	Ea	26 206.89 \$	26 206.89 \$
FPP	Glycol make-up tank (55 gal)	1	Ea	13 209.79 \$	13 209.79 \$
FPP	Valves et accessoires	1.15	Lot	1 904.04 \$	2 189.65 \$

Analyse - ROI

Description	CAPEX	OPEX	ROI
Process plant	628 585.68 \$	-610 331.52 \$	1.03 ans
Filter plant	1 097 830.38 \$	-586 467.81 \$	1.87 ans
Total	1 726 416.06 \$	-1 196 799.33 \$	1.44 ans



Description du cas à l'étude

Cette mesure consiste en l'installation des échangeurs de chaleur dans le flux d'air vicié pour préchauffer l'air frais.

Analyse - OPEX

Facteur de sécurité



	18%	77%				
Facteur	OPP - Bureaux, Labo	OPP- DRY	Labo et carolthèque	Garage	Camp	Notes
Puissance de chauffage (air frais)	0.3 MW	1.3 MW	0.450 MW	0.700 MW	1.685 MW	
Énergie de chauffage (air frais)	3 062 GJ	13 064 GJ	4 593 GJ	6 674 GJ	17 249 GJ	
Type de récupération	Air-Air récup	Roue Enthalpique	Air-Air récup	Air-Air récup	Air-Air récup	
% efficacité de récupération	70%	70%	70%	70%	70%	
% énergie récupérée	70%	70%	70%	70%	70%	
Énergie récupérée	2 436 GJ	10 392 GJ	3 653 GJ	5 309 GJ		propane sauvé (feu indirect)
GES sauvé	148 581.2 kgCO2eq/GJ	633 946.4 kgCO2eq/GJ	222 871.8 kgCO2eq/GJ	323 862.0 kgCO2eq/GJ		
OPEX	-82 094.08 \$	-350 268.08 \$	-123 141.12 \$	-178 940.23 \$		Coût du propane et taxe carbone in

Analyse - CAPEX

Secteur	Équipement	Quantité	Unité	Coût unitaire	Coût total
Office	Addition of a heat exchanger section - type core, 10 000 l/s (office)	4	Ea	140 000.00 \$	560 000.00 \$
Dry	Addition of a heat exchanger section - type enthalpy wheel, 4 500 l/s (Dry)	4	Ea	64 393.61 \$	257 574.43 \$
Garage	Addition of a heat exchanger section - type core, 5 000 l/s (Garage)	2	Ea	68 595.76 \$	137 191.52 \$
Labo	Addition of a heat exchanger section - type core, 4 500 l/s (Labo&Coreshack)	1	Ea	64 393.61 \$	
Camp	Addition of a heat exchanger section - type core, 1 250 l/s (Camp)	12	Ea	29 858.04 \$	358 296.45 \$
Camp	Addition of a heat exchanger section - type core, 400 l/s (Camp)	1	Ea	15 071.32 \$	
Camp	Addition of a heat exchanger section - type core, 4500 l/s (Camp)	1	Ea	64 393.61 \$	
Camp	Addition of a heat exchanger section - type core, 800 l/s (Camp)	1	Ea	22 843.85 \$	

Analyse - ROI

Description	CAPEX	OPEX	ROI
Office		560 000.00 \$	-82 094.08 \$
Dry		257 574.43 \$	-350 268.08 \$
Labo		64 393.61 \$	-123 141.12 \$
Garage		137 191.52 \$	-178 940.23 \$
Camp			
Total		1 019 159.56 \$	-734 443.51 \$



Description du cas à l'étude

Cette mesure consiste en l'installation de serpentins de chauffage électrique dans les unités de ventilation. Les serpentins électriques chaufferont l'air lorsque l'appel de puissance le permet, et les brûleurs au propane s'occuperont de la période de pointe de chauffage.

Analyse - OPEX

Facteur de sécurité0%

Scenario 1

Puissance disponible0.5 MW

Facteur	OPP - main, gold room, warehouse	OPP - bureaux, dry	Ore Storage	Crusher	Garage	Labo et carothèque	FPP	Camp	Notes
Puissance disponible	0.2 MW	0.1 MW	0.0 MW	0.0285 MW	0.0 MW	0.0 MW	0.1 MW	0.0 MW	
Puissance de chauffage (air frais)	5.0 MW	1.7 MW	0.8 MW	0.7 MW	0.7 MW	0.5 MW	3.4 MW	0.0 MW	
Énergie de chauffage (air frais)	34 968 GJ	16 943 GJ	5 595 GJ	5 070 GJ	6 674 GJ	4 593 GJ	28 673 GJ	17 249 GJ	
Type de combustion	Direct	Indirect	Direct	Direct	Direct	Direct	Direct	Indirect	
% proportion électrique	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	
% énergie électrique	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	
Énergie propane sauvé	4 034 GJ	2 443 GJ	645 GJ	585 GJ	770 GJ	530 GJ	3 308 GJ		
Énergie électrique	4 034 GJ	1 954 GJ	645 GJ	585 GJ	770 GJ	530 GJ	3 308 GJ		

Scenario 2

Puissance disponible1.0 MW

Facteur	OPP - main, gold room, warehouse	OPP - bureaux, dry	Ore Storage	Crusher	Garage	Labo et carothèque	FPP & WTP	Camp	Notes
Puissance disponible	0.4 MW	0.1 MW	0.1 MW	0.1 MW	0.1 MW	0.0 MW	0.3 MW	0.0 MW	
Puissance de chauffage (air frais)	5.0 MW	1.7 MW	0.8 MW	0.7 MW	0.7 MW	0.5 MW	3.4 MW	0.0 MW	
Énergie de chauffage (air frais)	34 968 GJ	16 943 GJ	5 595 GJ	5 070 GJ	6 674 GJ	4 593 GJ	28 673 GJ	17 249 GJ	
Type de combustion	Direct	Indirect	Direct	Direct	Direct	Direct	Direct	Indirect	
% proportion électrique	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%		
% énergie électrique	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%		
Énergie propane sauvé	7 751 GJ	4 695 GJ	1 240 GJ	1 124 GJ	1 479 GJ	1 018 GJ	6 356 GJ		
Énergie électrique	7 751 GJ	3 756 GJ	1 240 GJ	1 124 GJ	1 479 GJ	1 018 GJ	6 356 GJ		

Scenario 3

Puissance disponible1.5 MW

Facteur	OPP - main, gold room, warehouse	OPP - bureaux, dry	Ore Storage	Crusher	Garage	Labo et carothèque	FPP & WTP	Camp	Notes
Puissance disponible	0.589 MW	0.196 MW	0.094 MW	0.085 MW	0.082 MW	0.053 MW	0.400 MW	0.0 MW	
Puissance de chauffage (air frais)	5.0 MW	1.7 MW	0.8 MW	0.7 MW	0.7 MW	0.5 MW	3.4 MW	0.0 MW	
Énergie de chauffage (air frais)	34 968 GJ	16 943 GJ	5 595 GJ	5 070 GJ	6 674 GJ	4 593 GJ	28 673 GJ	17 249 GJ	
Type de combustion	Direct	Indirect	Direct	Direct	Direct	Direct	Direct	Indirect	
% proportion électrique	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%		
% énergie électrique	32%	32%	32%	32%	32%	32%	32%		
Énergie propane sauvé	11 158 GJ	6 758 GJ	1 785 GJ	1 618 GJ	2 130 GJ	1 466 GJ	9 150 GJ		
Énergie électrique	11 158 GJ	5 406 GJ	1 785 GJ	1 618 GJ	2 130 GJ	1 466 GJ	9 150 GJ		

Sommaire

Facteur	Total
Années scénario 1	4
Années scénario 2	7
Années scénario 3	5
LOM	18
Énergie propane sauvé annuelle r	21 402 GJ
Énergie électrique annuelle moyer	20 552 GJ
GES sauvé annuelle moyenne	1 293 908,5 kgCO2eq/GJ
OPEX annuelle moyenne	-403 112.50 \$

Analyse - CAPEX

Secteur	Équipement	Quantité	Unité	Coût unitaire	Coût total
Process plant	Addition of an electric heating coil section - 200 kW, 23 000 L/s (Process plant)	3	Ea	32 000.00 \$	96 000.00 \$
Filter plant	Addition of an electric heating coil section - 350 kW, 35 000 L/s (filter plant)	1	Ea	50 765.37 \$	50 765.37 \$
Filter plant	Addition of an electric heating coil section - 75 kW, 8 500 L/s (filter plant)	2	Ea	18 512.26 \$	37 024.52 \$
Camp	Addition of an electric heating coil section - 15 kW, 1250 L/s (camp)	12	Ea	8 414.66 \$	100 975.96 \$
Offices	Addition of an electric heating coil section - 15 kW, 1200 L/s (offices)	4	Ea	7 669.76 \$	30 679.02 \$
Dry	Addition of an electric heating coil section - 50 kW, 4350 L/s (dry)	4	Ea	10 000.00 \$	40 000.00 \$
Ore storage	Addition of an electric heating coil section - 30 kW, 5000 L/s (Ore storage)	1	Ea	12 754.25 \$	12 754.25 \$
Ore storage	Addition of an electric heating coil section - 50 kW, 8400 L/s (Ore storage)	1	Ea	17 328.62 \$	17 328.62 \$
Crusher	Addition of an electric heating coil section - 75 kW, 11 300 L/s (Crusher)	1	Ea	18 512.26 \$	18 512.26 \$
Garage	Addition of an electric heating coil section - 70 kW, 11 000 L/s (Garage)	2	Ea	17 761.58 \$	35 523.15 \$
Process plant	cablage: 1 kV, TECK, 3C-250MCM, aluminium, + connecteur TECK	450	M	240.69 \$	108 310.74 \$
Filter plant	cablage: 1 kV, TECK, 3C-750MCM, aluminium, + connecteur TECK	75	M	505.03 \$	37 877.05 \$
ALL	cablage: 1 kV, TECK, 3C-1/0MCM, aluminium , + connecteur TECK	4100	M	144.83 \$	593 798.44 \$
ALL	MCC tiroir feeder 100A	16	Ea	2 678.63 \$	42 858.08 \$
ALL	MCC tiroir feeder 100A	6	Ea	2 678.63 \$	16 071.78 \$
ALL	MCC tiroir feeder 100A	5	Ea	2 678.63 \$	13 393.15 \$
ALL	MCC tiroir feeder 800A	4	Ea	2 678.63 \$	10 714.52 \$

Analyse - ROI

Description	CAPEX	OPEX	ROI
Total		1 161 610.95 \$	-403 112.50 \$
			2.88 ans

Description du cas à l'étude

La mesure 6 consiste à faire la récupération de chaleur des compresseurs d'air de la mine sous-terrainne. En raison de leur emplacement situé à proximité du puit de ventilation de la mine, il est possible de transférer la chaleur directement dans la prise d'air frais de la mine VR-02. La mesure 7 consiste à faire l'ajout d'un système modulation de l'air frais alimentant les mines sous-terrainne.

Analyse - OPEX

Temp ext	-38
Temp int	2

1. Ventilation sur demande

Facteur de sécurité	10%
---------------------	-----

Facteur	VR02	VR05	VR00
Débit de ventilation	188 679 L/s	188 679 L/s	94 340 L/s
Puissance de chauffage (air frais)	9.1 MW	9.1 MW	4.6 MW
Énergie de chauffage (air frais)	43 967 GJ	43 967 GJ	21 984 GJ
Type de combustion	Direct	Direct	Direct
% réduction	20%	20%	20%
% énergie sauvée	20%	20%	20%
Fréquence	100%	100%	100%
Énergie sauvée	7 994 GJ	7 994 GJ	3 997 GJ
GES sauvé	487 660.2 kgCO2eq/GJ	487 660.2 kgCO2eq/GJ	243 830.1 kgCO2eq/GJ
OPEX énergie	-269 442.06 \$	-269 442.06 \$	-134 721.03 \$
OPEX logiciel	91 268.00 \$	0.00 \$	0.00 \$

2. Récupération d'énergie - compresseurs

Facteur de sécurité	10%
---------------------	-----

Facteur	VR02	VR05	Notes
Puissance de chauffage (air frais)	9.1 MW	9.1 MW	
Énergie de chauffage (air frais)	35 973 GJ	35 973 GJ	
Puissance de récupération	0.4 MW	1.4 MW	npresseur (400HP standby), 95% récupéré
facteur d'utilisation	70%	70%	18h par jour, 100% load 6h par jour.
% capacité de chauffage	5%	0%	
% énergie récupérée	14%	0%	
Énergie récupérée	4 436 GJ	0 GJ	
GES sauvé	270 611.9 kgCO2eq	0.0 kgCO2eq	
OPEX	-149 518.48 \$	0.00 \$	

Analyse - CAPEX

Secteur	Équipement	Quantité	Unité	Coût unitaire	Coût total
Ventilation sur demande	Logiciel Ventsim	1	Ea	456 339.00 \$	456 339.00 \$
Ventilation sur demande	Services de consultants Howden	1	Ea	49 950.00 \$	49 950.00 \$
Ventilation sur demande	Autre coûts	1	Ea	0.00 \$	0.00 \$
Récupération d'énergie	Matériaux, installation, ingénierie (Source: Rapport Kozar)	1	Lot	305 100.00 \$	305 100.00 \$

Analyse - ROI

Description	CAPEX	OPEX	ROI	GES sauvée annuelle
Ventilation sur demande		506 289.00 \$	-582 337.15 \$	0.87 ans 975 320.5 kgCO2eq/GJ
Récupération d'énergie		305 100.00 \$	-149 518.48 \$	2.04 ans 270 611.9 kgCO2eq/GJ



Description du cas à l'étude

Le camp des travailleurs du site de Windfall sera conçu pour accueillir 600 personnes. Le campement comptera donc 600 chambres individuelles avec douche privée et plusieurs espaces communs (accueil, cuisine, cafétéria, gym, etc.). Avec une charge de chauffage et des requis de ventilation importants, ce secteur offre plusieurs opportunités de réduction de la consommation énergétique du projet.

Secteur	Description	Puissance de chauffage	Énergie de chauffage
Ventilation - Chambres	Unité de ventilation feu indirect	1.125 MW	11 533 GJ
Ventilation – Aires commune	Unité de ventilation feu indirect	0.560 MW	5 716 GJ
Chauffage - Chambres	Chauffage à l'eau chaude	0.900 MW	4 593 GJ
Chauffage – Aires communes	Chauffage à l'eau chaude	0.500 MW	2 552 GJ
Eau chaude domestique	Chauffage à l'eau chaude	0.126 MW	6 499 GJ
Chauffage du vide sanitaire	Aérothermes à feu direct	0.125 MW	1 400 GJ
TOTAL		3.336 MW	32 292 GJ

Analyse - OPEX

1. Récupération sur l'air vicié (à adopter)

Facteur de sécurité	10%
---------------------	-----

Facteur	Chambres	Aires communes
Puissance de chauffage (air frai	1.1 MW	0.6 MW
Énergie de chauffage (air frais)	11 533 GJ	5 716 GJ
Type de combustion	Indirect	Indirect
Type de récupération	Air-Air récup	Air-Air récup
% efficacité de récupération	80%	80%
% énergie récupérée	80%	80%
Énergie récupérée	9 227 GJ	4 573 GJ
Énergie propane sauvé	10 485 GJ	5 196 GJ
GES sauvé	562 853.8 kgCO2eq/GJ	278 936.4 kgCO2eq/GJ
OPEX	-310 988.01 \$	-154 117.95 \$

2.1. Biénergie - Eau chaude et aérothermes

Puissance disponible	0.4 MW
----------------------	--------

Facteur	Camps - Aérothermes	Eau chaude domestique
Puissance disponible	0.3 MW	0.1 MW
Puissance de chauffage	1.4 MW	0.1 MW
Énergie de chauffage	7 145 GJ	6 499 GJ
Type de combustion	Indirect	Indirect
% proportion électrique	20%	100%
% énergie électrique	49%	100%
Énergie propane sauvé	3 959 GJ	7 388 GJ
Énergie électrique	3 167 GJ	5 911 GJ
GES sauvé	241 509.6 kgCO2eq/GJ	450 699.2 kgCO2eq/GJ
OPEX	-84 523.52 \$	-157 735.65 \$

2.2. Biénergie - Eau chaude, aérothermes et ventilation

Facteur	Camps - Aérothermes	Eau chaude domestique	Ventilation
Puissance disponible	0.2 MW	0.1 MW	0.1 MW
Puissance de chauffage	1.4 MW	0.1 MW	0.3 MW
Énergie de chauffage	7 145 GJ	6 499 GJ	3 450 GJ
Type de combustion	Indirect	Indirect	Indirect
% proportion électrique	15%	100%	15%
% énergie électrique	39%	100%	39%
Énergie propane sauvé	3 137 GJ	7 388 GJ	1 515 GJ
Énergie électrique	2 510 GJ	5 911 GJ	1 212 GJ
GES sauvé	191 363.9 kgCO2eq/GJ	450 699.2 kgCO2eq/GJ	92 401.4 kgCO2eq/GJ
OPEX	-66 973.53 \$	-157 735.65 \$	-32 338.65 \$

2.3. Biénergie - Eau chaude, aérothermes et jupe

Facteur	Camps - Aérothermes	Eau chaude domestique	Jupe
Puissance disponible	0.3 MW	0.1 MW	0.0 MW
Puissance de chauffage	1.4 MW	0.1 MW	0.1 MW
Énergie de chauffage	7 145 GJ	6 499 GJ	1 400 GJ
Type de combustion	Indirect	Indirect	Direct
% proportion électrique	18%	100%	18%
% énergie électrique	46%	100%	46%
Énergie propane sauvé	3 698 GJ	7 388 GJ	580 GJ
Énergie électrique	2 959 GJ	5 911 GJ	580 GJ
GES sauvé	225 610.1 kgCO2eq/GJ	450 699.2 kgCO2eq/GJ	35 366.9 kgCO2eq/GJ
OPEX	-78 958.99 \$	-157 735.65 \$	-10 586.91 \$

2.4. Biénergie - Eau chaude, aérothermes, ventilation et jupe (à adopter)

Facteur	Camps - Aérothermes	Eau chaude domestique	Ventilation	Jupe
Puissance disponible	0.2 MW	0.1 MW	0.0 MW	0.0 MW
Puissance de chauffage	1.4 MW	0.1 MW	0.3 MW	0.1 MW
Énergie de chauffage	7 145 GJ	6 499 GJ	3 450 GJ	1 400 GJ
Type de combustion	Indirect	Indirect	Indirect	Direct
% proportion électrique	15%	100%	15%	15%
% énergie électrique	39%	100%	39%	39%
Énergie sauvée	2 761 GJ	6 502 GJ	1 333 GJ	541 GJ
Énergie propane sauvée	3 137 GJ	7 388 GJ	1 515 GJ	492 GJ
Énergie électrique	2 510 GJ	5 911 GJ	1 212 GJ	492 GJ
GES sauvé	191 363.9 kgCO2eq/GJ	450 699.2 kgCO2eq/GJ	92 401.4 kgCO2eq/GJ	29 998.5 kgCO2eq/GJ
OPEX	-66 973.53 \$	-157 735.65 \$	-32 338.65 \$	-8 979.89 \$



Description du cas à l'étude

L'ordre de priorité de mesures pour l'analyse des effets de croisement est comme suit: Récupération sur l'air vicié (mesure 2), ventilation sur demande (mesure 4), boucle de récupération (mesure 1) et finalement biénergie (mesure 3)

Analyse

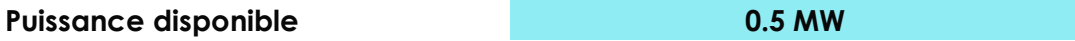


Facteur	OPP - Bureaux, Labo	OPP- DRY	Labo et carolthèque	Garage	Camp
Puissance de chauffage (air frais)	0.300 MW	1.280 MW	0.450 MW	0.700 MW	1.685 MW
Énergie de chauffage (air frais)	3 062 GJ	13 064 GJ	4 593 GJ	6 674 GJ	17 249 GJ
Type de récupération	Air-Air récup	Roue Enthalpique	Air-Air récup	Air-Air récup	Air-Air récup
% efficacité de récupération	70%	70%	70%	70%	70%
% énergie récupérée	70%	70%	70%	70%	70%
Énergie récupérée	2 436 GJ	10 392 GJ	3 653 GJ	5 309 GJ	0 GJ

Facteur	OPP - Main	TFP	Garage
Puissance de chauffage (air frais)	5.0 MW	3.4 MW	0.7 MW
Énergie de chauffage (air frais)	34 968 GJ	23 778 GJ	6 674 GJ
Type de combustion	Direct	Direct	Direct
% réduction	55%	40%	40%
% énergie sauvée	55%	40%	40%
Fréquence	30%	30%	30%
Énergie sauvée	5 202 GJ	2 594 GJ	728 GJ

Facteur	OPP	TFP	Notes
Puissance de chauffage (air frais)	5.0 MW	3.4 MW	
Énergie de chauffage (air frais)	34 968 GJ	23 778 GJ	
Puissance de récupération	1.2 MW	1.4 MW	
% capacité de chauffage	24%	41%	
% énergie récupérée	57%	80%	
Énergie récupérée	18 108 GJ	17 400 GJ	propane sauvé (feu direct)

Scénario 1



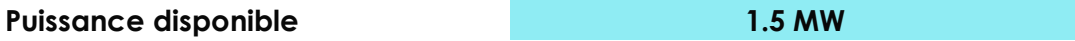
Facteur	OPP - main, gold room, warehouse	OPP - bureaux	OPP - dry	Ore Storage	Crusher	Garage	bo et carolthèq	FPP	WTP	Camp	Notes
Puissance disponible	0.2 MW	0.0 MW	0.1 MW	0.0 MW	0.0 MW	0.0 MW	0.0 MW	0.1 MW	0.0 MW	0.1 MW	
Heat recovery loop	1.2 MW	0.0 MW	0.0 MW	0.0 MW	0.0 MW	0.0 MW	0.0 MW	1.4 MW	0.0 MW	0.0 MW	
Puissance de chauffage (air frais)	3.8 MW	0.3 MW	1.3 MW	0.8 MW	0.7 MW	0.7 MW	0.5 MW	2.0 MW	0.7 MW	1.7 MW	
Énergie de chauffage (air frais)	11 658 GJ	626 GJ	2 672 GJ	5 595 GJ	5 070 GJ	637 GJ	939 GJ	3 784 GJ	4 895 GJ	17 249 GJ	
Type de combustion	Direct	Indirect	Indirect	Direct	Direct	Direct	Direct	Direct	Direct	Indirect	
% proportion électrique	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	
% énergie électrique	7%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4%	12%	12%	
Énergie propane sauvé	774 GJ	92 GJ	394 GJ	660 GJ	598 GJ	75 GJ	111 GJ	145 GJ	578 GJ	2 544 GJ	
Énergie électrique	774 GJ	74 GJ	315 GJ	660 GJ	598 GJ	75 GJ	111 GJ	145 GJ	578 GJ	2 035 GJ	

Scénario 2



Facteur	OPP - main, gold room, warehouse	OPP - bureaux	OPP - dry	Ore Storage	Crusher	Garage	bo et carolthèq	FPP	WTP	Camp	Notes
Puissance disponible	0.3 MW	0.0 MW	0.1 MW	0.1 MW	0.1 MW	0.1 MW	0.0 MW	0.2 MW	0.1 MW	0.1 MW	
Heat recovery loop	1.2 MW	0.0 MW	0.0 MW	0.0 MW	0.0 MW	0.0 MW	0.0 MW	1.4 MW	0.0 MW	0.0 MW	
Puissance de chauffage (air frais)	3.8 MW	0.3 MW	1.3 MW	0.8 MW	0.7 MW	0.7 MW	0.5 MW	2.7 MW	0.7 MW	1.7 MW	
Énergie de chauffage (air frais)	11 658 GJ	626 GJ	2 672 GJ	5 595 GJ	5 070 GJ	5 946 GJ	4 593 GJ	3 784 GJ	4 895 GJ	17 249 GJ	
Type de combustion	Direct	Indirect	Indirect	Direct	Direct	Direct	Direct	Direct	Direct	Indirect	
% proportion électrique	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	
% énergie électrique	12%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	7%	22%	22%	
Énergie propane sauvé	1 394 GJ	169 GJ	719 GJ	1 205 GJ	1 092 GJ	1 281 GJ	989 GJ	258 GJ	1 054 GJ	4 644 GJ	
Énergie électrique	1 394 GJ	135 GJ	576 GJ	1 205 GJ	1 092 GJ	1 281 GJ	989 GJ	258 GJ	1 054 GJ	3 715 GJ	

Scénario 3



Facteur	OPP - main, gold room, warehouse	OPP - bureaux	OPP - dry	Ore Storage	Crusher	Garage	bo et carolthèq	FPP	WTP	Camp	Notes
Puissance disponible	0.4 MW	0.0 MW	0.1 MW	0.1 MW	0.1 MW	0.1 MW	0.1 MW	0.3 MW	0.1 MW	0.2 MW	
Heat recovery loop	1.2 MW	0.0 MW	0.0 MW	0.0 MW	0.0 MW	0.0 MW	0.0 MW	1.4 MW	0.0 MW	0.0 MW	
Puissance de chauffage (air frais)	3.8 MW	0.3 MW	1.3 MW	0.8 MW	0.7 MW	0.7 MW	0.5 MW	2.7 MW	0.7 MW	1.7 MW	
Énergie de chauffage (air frais)	11 658 GJ	626 GJ	2 672 GJ	5 595 GJ	5 070 GJ	5 946 GJ	4 593 GJ	3 784 GJ	4 895 GJ	17 249 GJ	
Type de combustion	Direct	Indirect	Indirect	Direct	Direct	Direct	Direct	Direct	Direct	Indirect	
% proportion électrique	11%	11%	11%	11%	11%	11%	11%	11%	11%	11%	
% énergie électrique	17%	31%	31%	31%	31%	31%	31%	10%	31%	31%	
Énergie propane sauvé	1 981 GJ	243 GJ	1 037 GJ	1 737 GJ	1 574 GJ	1 846 GJ	1 426 GJ	360 GJ	1 520 GJ	6 694 GJ	
Énergie électrique	1 981 GJ	194 GJ	830 GJ	1 737 GJ	1 574 GJ	1 846 GJ	1 426 GJ	360 GJ	1 520 GJ	5 355 GJ	

Sommaire

Facteur	Total
Années scénario 1	4
Années scénario 2	7
Années scénario 3	5
LOM	18
Énergie propane sauvé annuelle m	77 244 GJ
Énergie électrique annuelle moyen	10 415 GJ
GES sauvé annuelle moyenne	4 706 226.1 kgCO2eq
OPEX annuelle moyenne	-2 442 283.86 \$

Mesure	OPEX original	OPEX Combiné	Column1
OPEX boucle de récup	-1 196 799.33 \$	-1 196 609.31 \$	
OPEX biénergie	-403 112.50 \$	-224 094.52 \$	
OPEX VFD	-287 298.73 \$	-287 253.12 \$	
OPEX air/air	-734 443.51 \$	-734 326.90 \$	

Description	CAPEX	OPEX	ROI	GES
Original	4 642 243.15 \$	-2 621 654.07 \$	-1.77 ans	6 369 tonnes CO2eq
Combiné	4 642 243.15 \$	-2 442 283.86 \$	-1.90 ans	4 706 tonnes CO2eq
Différence	0.00 \$	-179 370.22 \$	0.13 ans	1 663 tonnes CO2eq

ANNEXE

RQC14

RQC14-1

PERFORMANCES DE LA FUTURE LIGNE 69KV

RQC14-2

**ANALYSE SUR L'UTILISATION DES ÉNERGIES ÉOLIENNE
ET SOLAIRE**

ANNEXE

RQC14-1

***PERFORMANCES DE LA FUTURE
LIGNE 69KV***



MIYUUKAA CORPORATION

Projet Kuikuhacheu

Waswanipi, Qc

Lettre-rapport

Performances de la future ligne 69 kV

N° document BBA / Rév. : 3488004-100100-47-ERA-0004 / R00

16 septembre 2024

FINAL



Préparé par :
Maurice Brisson, ing.
OIQ n° 24736

Vérifié par :
Yves Robitaille, ing.
OIQ n° 122207



HISTORIQUE DES RÉVISIONS

Révision	État du document – Description de la révision	Date
R00	Final	2024-09-16
RAA	Pour commentaires	2023-09-22

Ce document est préparé par BBA pour le seul bénéfice de son Client et ne peut être utilisé par aucune autre partie et pour aucune autre fin sans le consentement préalable écrit de BBA. BBA ne sera en aucun cas responsable des dommages, pertes, réclamations ou frais quels qu'ils soient découlant ou en relation avec l'utilisation de ce document par toute autre personne que le Client.

Bien que les informations contenues dans ce document soient fiables sous réserve des conditions et limitations qui y sont prévues, ce document est fondé sur des informations qui ne sont pas sous le contrôle de BBA ou que BBA n'a pu vérifier; par conséquent, BBA ne peut en garantir la suffisance et l'exactitude. Les commentaires contenus dans ce document reflètent l'opinion de BBA à la lumière des informations disponibles au moment de la préparation du document.

L'utilisation de ce document confirme l'acceptation de ces conditions.



Madame, Monsieur,

Depuis 2018, plusieurs projets de raccordement ont été étudiés en vue du raccordement du projet minier Windfall, situé sur le territoire de la communauté Crie de Waswanipi. Plusieurs points de raccordement potentiels ont été étudiés, autant par Hydro-Québec que par la communauté et les promoteurs du projet Windfall.

En mai 2022, il a été décidé que l'option de raccordement à partir du poste Waswanipi d'Hydro-Québec serait privilégiée. Étant donné le court échéancier mis de l'avant pour rencontrer les besoins des différents intervenants et pour limiter l'impact environnemental des génératrices actuellement en fonction sur le site du projet Windfall, il a été convenu de construire une ligne électrique aérienne 69 kV à partir du poste Waswanipi 315-25 kV d'Hydro-Québec jusqu'au futur site de la mine Windfall. Le tracé de la ligne électrique a été établi à la suite de plusieurs consultations avec la communauté et la prise en compte de plusieurs contraintes environnementales. La longueur totale du tracé privilégié est de 85,5 km.

Le poste Waswanipi existant appartenant à Hydro-Québec s'alimente à partir de deux lignes 315 kV (3050 et 3051) d'Hydro-Québec alimentant le réseau abitibien entre le poste Abitibi (région de Chapais-Chibougamau) et le poste Lebel-sur-Quévillon. À la suite de nombreuses discussions avec Hydro-Québec, il a été convenu que le raccordement à partir de la barre 25 kV du poste Waswanipi, actuellement faiblement chargé, serait réalisable à l'intérieur de l'échéancier du projet et avec un coût de projet jugé raisonnable (inférieur à 5 M\$). Hydro-Québec a, jusqu'à maintenant, autorisé une puissance initiale de raccordement de 28,8 MVA (conformément aux futurs besoins du site Windfall, incluant les pertes de transformation des postes et de ligne du projet) à partir de ce point de raccordement.

Après optimisation de la configuration de la ligne, des conducteurs et de la prise en compte du contexte économique en 2022 (inflation, difficulté d'approvisionnement du matériel, etc.), il a été convenu que la nouvelle ligne sera construite avec des structures en « H » à deux poteaux de bois, trois conducteurs de phase de calibre 636 kcmil ACSR (Rook) et deux câbles de garde CGFO de 13,4 mm ϕ (DNO-11546). Ce type d'arrangement, étant régulièrement utilisé par Hydro-Québec et, qui plus est, récemment déployé par BBA pour un autre client dans la région de l'Abitibi, a permis de rapidement confirmer les échéanciers, les coûts d'un tel projet et d'impliquer un entrepreneur qualifié en vue de la construction planifiée en 2023.



Afin de rehausser la tension de 25 kV à 69 kV, le raccordement à partir du poste Waswanipi requiert un poste élévateur (poste MICO) dont les caractéristiques principales des transformateurs sont :

- 2 transformateurs de puissance 72-25 kV, 21/28 MVA, CPC +15/-10 % de 72 kV, $Z = 7,5 \%$.

La sous-station MICO est aussi équipée de l'appareillage requis par Hydro-Québec pour le mesurage de facturation ainsi que l'appareillage de commutation 69 kV en vue de l'opération de la future ligne.

Quant à la ligne 69 kV, les impédances caractéristiques sont les suivantes, en considérant une température moyenne du conducteur à 50 °C en été :

- Longueur totale de la ligne = 85,5 km
- $Z = 7,9 \Omega + j40,7 \Omega$
- Réactance capacitive shunt X_c : 3400 Ω
- Impédance caractéristique Z_c : $\sqrt{3400 (40,7)} = 372 \Omega$
- Puissance naturelle (SIL à 69 kV) : $69^2/372 = 12,7 \text{ MW}$
- Limite théorique de transit à 3x SIL : 38,1 MW

Le courant admissible de 770 A du conducteur sélectionné pour la ligne à une température d'exploitation de 50 °C max. est largement suffisant pour une charge ultime de l'ordre de 30 MW à 1 P.F., soit 250 A à 69 kV à l'extrémité réceptrice de la ligne. En effet, le conducteur de calibre 636 kcmil, ACSR de la ligne a été surdimensionné afin de réduire la chute de tension de la ligne et les pertes ohmiques. C'est un compromis technico-économique optimal pour une telle ligne industrielle ayant un facteur élevé de charge annuelle (de l'ordre de 85 % et plus), eu égard du tarif actuel de 5,5¢/kWh, incluant le coût de l'énergie et la prime de puissance exigée au tarif L d'Hydro-Québec pour un raccordement à 25 kV.

Le poste d'arrivée (poste Windfall) installé à proximité du futur site du projet Windfall est équipé des équipements suivants :

- 2 transformateurs de puissance 69/120-13,8 kV, 24/32/40 MVA, CPC +10/-15 % de 69 kV, $Z = 7,5 \%$.
- Le poste d'arrivée est aussi équipé de 2 compensateurs synchrones +5/-5 Mvar chacun à 13,8 kV.



Court-circuit

Considérant les caractéristiques de la ligne et des équipements majeurs des postes MICO et Windfall, le niveau de défaut triphasé disponible estimé au poste Windfall est de 81 MVA à 69 kV et de 68 MVA à 13,8 kV; ceci excluant la contribution de court-circuit des futures charges motrices du projet Windfall et des compensateurs synchrones.

La puissance de court-circuit à 13,8 kV étant faible (un minimum de 80 MVA est requis selon le manufacturier des entraînements à fréquence variable), il est requis de rehausser la puissance de court-circuit pour répondre aux besoins des futures charges de broyage (moteurs de 2800 et 4200 kW) du projet Windfall. Pour obtenir la puissance de court-circuit nécessaire à 13,8 kV pour disposer de la performance dynamique requise par les charges de Windfall, deux compensateurs synchrones de +5/-5 Mvar chacun à 13,8 kV doivent être ajoutés au projet afin d'obtenir une contribution additionnelle de défaut d'au moins 1x 42 MVA lorsqu'un seul compensateur est en fonction et 2x 42 MVA lorsque les deux compensateurs sont en fonction.

La puissance de court-circuit sur la barre 13,8 kV, incluant les deux compensateurs synchrones en fonction, atteint alors 150 MVA (110 MVA avec un seul compensateur synchrone en fonction), ce qui suffit à couvrir les futurs besoins du projet Windfall incluant une redondance (n-1) au niveau des compensateurs synchrones qui deviennent un équipement essentiel au bon fonctionnement des installations de Windfall à cause du trop faible niveau de défaut disponible de la ligne 69 kV prévue pour alimenter Windfall.

Chute de tension et perte ohmique de la ligne 69 kV

Les performances escomptées de la ligne 69 kV sont comme suit en fonction de la charge appliquée sur la ligne et considérant une compensation du facteur de puissance à l'unité ($Q = 0$) qui sera assurée par les compensateurs synchrones d'arrivée à Windfall et sachant que :

$$\frac{\Delta V}{V} \approx \frac{RP + XQ}{kV^2}, \quad \frac{\Delta P}{P} \approx \frac{RS^2}{kV^2}, \quad \frac{\Delta Q}{Q} \approx \frac{XS^2}{kV^2}$$



Puissance totale livrée au poste Windfall (P)	$\Delta V/V$ (%) Chute de tension le long de la ligne	ΔP (MW) Perte anticipée le long de la ligne	$\Delta P/P$ (%) Ratio perte sur puissance totale transitée	ΔP (k\$/année) Valeur des pertes sur la ligne
P = 5 MW	0,3 %	0,04 MW	0,80 %	16,5 k\$
P = 10 MW	1,2 %	0,161 MW	1,61 %	66 k\$
P = 15 MW	2,5 %	0,368 MW	2,45 %	151 k\$
P = 20 MW	4,0 %	0,672 MW	3,36 %	275 k\$
P = 25 MW	5,7 %	1,089 MW	4,31 %	446 k\$
P = 30 MW	7,8 %	1,638 MW	5,46 %	671 k\$
P = 35 MW *	10,3 %	2,357 MW	6,73 %	965 k\$
P = 37 MW *	11,5 %	2,703 MW	7,31 %	1 107 k\$

(*) Valeurs de puissance pouvant être livrées à 69 kV à Windfall, mais dont la chute de tension et les pertes de la ligne 69 kV sont jugées excessives.

Pour une demande anticipée de l'ordre de 28 MW à un facteur de puissance = 1,0 (28,8 MVA) pour le projet de Windfall, la chute de tension sur la ligne sera de 7,5 %. Les pertes électriques (ohmiques) seront de l'ordre de 5 % pour un coût annuel d'environ 650 k\$ d'achat d'électricité à Hydro-Québec.

Il est également à noter que la capacité de transit de la ligne est directement fonction du facteur de puissance de la charge à l'extrémité réceptrice de la ligne, c'est-à-dire à la barre 69 kV du poste Windfall. Dès que le facteur de puissance de la charge à 69 kV diminue, par exemple à 0,975 PF, la capacité de transit chute à 23 MW (pour une chute de tension maximale de 10 %). Avec un facteur de puissance de 0,95 PF à la barre 69 kV de Windfall, la puissance admise diminue à seulement 20 MW, ce qui démontre très bien la nécessité de maintenir un facteur de puissance unitaire à 69 kV à Windfall.

Ainsi, pour limiter la chute de tension maximale admise à 10 % sur la ligne, la capacité de transit de la ligne doit être limitée à 35 MW à $\cos \phi = 1,0$. Pour ce projet, une chute de tension de 10 % sur la ligne est jugée acceptable étant donné que les changeurs de prise en charge (CPC +10/-15 %) des transformateurs 69–13,8 kV de Windfall ont la capacité de maintenir une tension à 13,8 kV.

Par contre, pour une puissance de transit de 35 MW livrée au poste Windfall, les pertes ohmiques s'élèveront alors à 6,7 %, soit l'équivalent de 965 000 \$/année (selon le Tarif L à 25 kV d'Hydro-Québec avec un facteur d'utilisation de 85 %). Pour une charge aussi élevée, l'opérateur de la ligne devra revoir les alternatives afin de limiter les coûts des pertes de la ligne.



Conclusion

Puisque le niveau de défaut requis à Windfall pour le bon fonctionnement des entraînements à fréquence variable des broyeurs est de 80 MVA et plus à 13,8 kV, il est nécessaire d'ajouter deux compensateurs synchrones de 5 Mvar chacun sur les barres 13,8 kV du poste Windfall. Ces compensateurs synchrones offrent également un support de tension additionnel de la charge à 13,8 kV et une compensation réactive de la charge permettant de maintenir un facteur de puissance de la charge à l'unité sur la barre 69 kV du poste Windfall.

De plus, les régulateurs de tension automatiques des CPC des transformateurs 72-25 kV du poste MICO et ceux 69-13,8 kV à Windfall, permettent de maintenir une tension de barres à 13,8 kV même avec ce niveau de charge élevée sur la ligne 69 kV.

La performance des postes électriques ainsi que celle de la ligne 69 kV dans leur configuration actuelle seront adéquates pour l'alimentation de la charge du futur projet Windfall actuellement estimé à 28 MW. Advenant qu'une augmentation de la charge soit requise dans les prochaines années, une analyse devra être faite afin d'établir les meilleures options de rehaussement de la capacité de transit jusqu'au site du projet Windfall.

Nous espérons que le tout vous donnera satisfaction. Si vous désirez obtenir de plus amples informations, nous vous prions de communiquer avec nous.

BBA inc.

MB/YR/cj

ANNEXE

RQC14-2

***ANALYSE SUR L'UTILISATION DES
ÉNERGIES ÉOLIENNE ET SOLAIRE***



Groupe Minier Windfall

Projet Windfall

Eeyou Istchee, James Bay, QC

Lettre-rapport

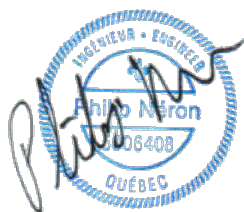
Analyse sur l'utilisation des énergies éolienne et solaire

N° document BBA - Rév.: 3678046-000400-47-ERA-0001-R00

N° document Client - Rév.: CAWL-RE-E-0102-00

9 avril 2024

FINAL



2024-04-09

Préparé par:
Philip Néron, ing.
OIQ n° 5006408



2024-04-09

Vérifié par:
Yves Robitaille, ing.
OIQ n° 122207



HISTORIQUE DES RÉVISIONS

Révision	État du document – Description de la révision	Date
R00	Final	2024-04-09

Ce document est préparé par BBA pour le seul bénéfice de son Client et ne peut être utilisé par aucune autre partie et pour aucune autre fin sans le consentement préalable écrit de BBA. BBA ne sera en aucun cas responsable des dommages, pertes, réclamations ou frais quels qu'ils soient découlant ou en relation avec l'utilisation de ce document par toute autre personne que le Client.

Bien que les informations contenues dans ce document soient fiables sous réserve des conditions et limitations qui y sont prévues, ce document est fondé sur des informations qui ne sont pas sous le contrôle de BBA ou que BBA n'a pu vérifier; par conséquent, BBA ne peut en garantir la suffisance et l'exactitude. Les commentaires contenus dans ce document reflètent l'opinion de BBA à la lumière des informations disponibles au moment de la préparation du document.

L'utilisation de ce document confirme l'acceptation de ces conditions.



Monsieur Noreau,

Depuis janvier 2024, le site du projet Windfall est alimenté électriquement par une ligne aérienne de 69 kV (d'une longueur de 85,5 km) connectée au réseau d'Hydro-Québec près de Waswanipi, Québec. Cette nouvelle installation a permis l'arrêt des génératrices au diesel utilisées jusqu'à maintenant comme source électrique pour les infrastructures existantes. Cette lettre cherche à démontrer la pertinence ou non d'installer des solutions d'énergie éolienne et solaire sur le site du projet Windfall à la suite de la mise en fonction de la nouvelle ligne électrique.

Premièrement, cette lettre comprend une analyse du coût énergétique des solutions éoliennes et solaire par rapport à celui de la nouvelle ligne aérienne. Deuxièmement, elle inclut une analyse des bénéfices possibles de l'ajout d'une source d'énergie éolienne ou solaire sur la consommation de propane relative au chauffage des futurs bâtiments du projet Windfall.

Analyse du coût énergétique par rapport à la nouvelle ligne aérienne de 69 kV

Cette analyse se base sur l'évaluation des solutions d'énergie éolienne et solaire réalisée par WSP en date du 15 juin 2018 (« Wind and Solar Energy Feasibility Assessment » inclut en Annexe A). Les hypothèses et résultats de l'évaluation préparée par WSP ont été revus par BBA afin de confirmer la possibilité d'intégration d'énergies renouvelables dans les installations existantes et futures de Windfall. Il est important de souligner que les coûts de la technologie solaire se sont considérablement améliorés par rapport à 2018, dû à l'augmentation importante de son utilisation sur le marché. Cette amélioration a été reflétée dans l'analyse des coûts 2024.

L'envergure des travaux d'implantation présentés par WSP en 2018 n'a pas été réévaluée dans le cadre de cette analyse. Par contre, les coûts d'implantation évalués par WSP pour les solutions d'énergie éolienne et solaire ont été mis à jour aux coûts d'aujourd'hui (voir Annexe B) en fonction de l'inflation des dernières années dans ces secteurs d'activité.

Les coûts d'implantation (CAPEX) des différentes solutions ont par la suite été comparés à celui du tarif L 2023 d'Hydro-Québec (56,5 \$/MWh) pour l'énergie provenant de la nouvelle ligne aérienne. L'analyse des coûts a été réalisée sur 12 ans, correspondant à la durée de vie de la mine. L'analyse considère également des coûts de maintenance (OPEX) typiques requis annuellement pour chaque solution énergétique proposée, ce qui avait été exclu lors de l'évaluation de WSP.

Le tableau suivant résume l'analyse des coûts :



Tableau 1: Coûts 2024 pour les solutions d'énergie éolienne et solaire (site du projet Windfall)

	Énergie éolienne (scénario 1)	Énergie solaire
Puissance nominale (MW)	2 x 0,8	1,0
Facteur de capacité net	20,7 %	14,4 %
Rendement énergétique net (MWh/an)	2 900	1 263
Coût de construction 2018 (CAPEX)	9 837 675 \$	4 290 650 \$
Coût de construction 2024 (CAPEX)	12 952 248 \$	5 249 463 \$
Coût de maintenance (\$/an) (OPEX) ^{1,2}	64 000 \$	20 000 \$
Coût (pour 12 ans) sans OPEX (\$/MWh)	372,2 \$	346,4 \$
Coût (pour 12 ans) avec OPEX (\$/MWh)	394,4 \$	362,2 \$

¹⁾ Le coût du programme de maintenance est estimé à 40 \$/kW par an (selon autres projets BBA);

²⁾ Le coût du programme d'entretien des panneaux solaires est estimé à 20 \$/kW par an (selon autres projets de BBA).

En résumé, le coût de l'énergie (comprenant le coût de maintenance annuel (OPEX)) pour la solution éolienne (scénario 1) est approximativement 7 fois plus élevé que l'énergie provenant de la ligne aérienne connectée au réseau d'Hydro-Québec (tarif L 2023 de 56,5 \$/MWh) pour une durée de vie de la mine de 12 ans. Pour la solution solaire, ce facteur est approximativement 6,4 fois plus élevé.

Comme attendu, à la suite du raccordement du site Windfall avec le réseau de transport d'Hydro-Québec, la possibilité d'intégration d'énergies renouvelables devient difficile à justifier économiquement sur une période aussi courte que 12 ans.

Analyse de la réduction de la consommation du propane à partir d'une source d'énergie renouvelable

La source principale d'énergie de chauffage pour les futurs bâtiments du complexe minier est le gaz propane. La puissance maximale requise pour le chauffage de tous les bâtiments du site Windfall s'élève à environ 15 MW. Afin de limiter la consommation de propane en période hors pointe électrique, il a été prévu que les unités de chauffage des bâtiments soient équipées d'un système biénergie (propane et électrique). Il est prévu pour le moment que chaque unité de chauffage comprenne environ 12 % du chauffage électrique, soit un total électrique de l'ordre de 1.9 MW. Cette valeur pourra être revue en cours de conception (ingénierie de détail) des différents systèmes de chauffage.

L'entente avec Hydro-Québec signée en 2023 pour l'octroi du bloc d'électricité (MW) alloué pour le projet est de 28,845 MVA (27,4 MW). Cette puissance a été estimée durant les phases



précédentes du projet Windfall en incluant tous les équipements de procédé et les services de bâtiment (sauf le chauffage). Afin de limiter la demande électrique avec Hydro-Québec concernant le chauffage, il a été prévu que les bâtiments seraient chauffés au gaz propane. Cependant, jusqu'en 2029-2030, il n'est pas prévu que cette limite de puissance soit atteinte avec les équipements de procédé. Il est donc prévu pendant les premières années d'opération d'avoir suffisamment de puissance électrique disponible de la part d'Hydro-Québec pour alimenter partiellement les unités de chauffage électrique plutôt que d'utiliser le propane. Pour y arriver, un système automatisé de gestion de la demande d'électricité devrait permettre d'optimiser le chauffage électrique selon la disponibilité de puissance sur le réseau d'Hydro-Québec.

Avec la mise en place d'un tel système biénergie, il est prévu de pouvoir limiter la consommation de gaz propane sur une base annuelle. Le gaz propane serait alors utilisé pendant les périodes de grand froid seulement ou lors d'un événement de pointe chez Hydro-Québec où il est requis de réduire la consommation électrique. Durant ces périodes, il serait envisageable de pallier l'utilisation de gaz propane par une autre source d'énergie renouvelable (solaire ou éolien) tel que proposé dans le rapport de WSP datant de 2018.

Pour la solution solaire, dans une telle situation, elle ne pourrait pas être considérée. En effet, en hiver, au moment où l'énergie serait la plus sollicitée pour le chauffage, le nombre d'heures d'ensoleillement dans le secteur du site Windfall est réduit, limitant grandement la disponibilité de l'énergie solaire d'autant plus que les périodes de grand froid sont généralement la nuit.

Pour ce qui est de la solution éolienne, en considérant le scénario 1 de WSP, une puissance moyenne de 0,331 MW serait disponible, ce qui est loin de la puissance requise pour le chauffage électrique des bâtiments (15 MW). Il est aussi à noter que durant la saison froide, les fabricants d'éoliennes imposent des périodes de dégivrage (électrique des pales) en plus de limiter la capacité de production des éoliennes lorsque la température est trop basse. Par conséquent, au moment où la demande d'énergie éolienne serait requise pour chauffer des bâtiments, l'efficacité de ceux-ci serait grandement diminuée. En résumé, pour le site du projet Windfall, selon les résultats de l'étude de WSP et étant donné les contraintes de ces sources d'énergie, il y a peu d'avantages à utiliser des solutions d'énergie éolienne ou solaire pour réduire la consommation de propane pour le chauffage comparativement à la possibilité qu'offrent la ligne aérienne et le raccordement avec Hydro-Québec.

Conclusion

Pour conclure, le projet Windfall est maintenant connecté au réseau d'Hydro-Québec — une solution verte remplaçant l'ancienne installation de génératrices au diesel. Par rapport aux solutions d'énergie verte éolienne et solaire présentées, l'analyse démontre clairement que ces solutions ne sont pas compétitives en matière de coûts par rapport à l'énergie fournie par la



nouvelle ligne aérienne. Pour ce qui est de la possibilité de réduction de la consommation de propane pour le chauffage des bâtiments, la ligne aérienne est plus bénéfique que les deux autres solutions. Avec l'aide d'un système automatisé de gestion de pointe, la ligne aérienne permet d'optimiser, en fonction de la puissance disponible chez Hydro-Québec, la puissance électrique du système de chauffage biénergie installée au site Windfall.

BBA

PN/YR/cn

C.C.

Encl.



Annexe A: Évaluation WSP 2018

OSISKO MINING INC.

WIND AND SOLAR ENERGY FEASIBILITY ASSESSMENT WINDFALL LAKE MINE

JUNE 15, 2018





WIND AND SOLAR ENERGY FEASIBILITY ASSESSMENT WINDFALL LAKE MINE

OSISKO MINING INC.

VERSION 1

**PROJECT NO.: 151-11330-59
DATE: JUNE 2018**

**WSP
405 18 STREET SE
CALGARY, AB, CANADA T2E 6J5**

**TEL.: +1 403 248-9463
WSP.COM**

REVISION HISTORY

Version	Issue Date	Description
1	June 15, 2018	First issue.

SIGNATURES

PREPARED BY

Les Ryan, P.Eng., Roberto Martinez, P.Eng., Mathieu Laflamme, Eng
Analyst, Energy

REVIEWED BY

Errol Halberg, P. Eng
Manager, Power

DISCLAIMER

WSP CANADA INC. (“WSP”) prepared this report solely for the use of the intended recipient, EDP Renewables Canada, in accordance with the professional services agreement. In the event a contract has not been executed, the parties agree that the WSP General Terms for Consultant shall govern their business relationship which was provided to you prior to the preparation of this report.

The report is intended to be used in its entirety. No excerpts may be taken to be representative of the findings in the assessment.

The conclusions presented in this report are based on work performed by trained, professional and technical staff, in accordance with their reasonable interpretation of current and accepted engineering and scientific practices at the time the work was performed.

The content and opinions contained in the present report are based on the observations and/or information available to WSP at the time of preparation, using investigation techniques and engineering analysis methods consistent with those ordinarily exercised by WSP and other engineering/scientific practitioners working under similar conditions, and subject to the same time, financial and physical constraints applicable to this project.

WSP disclaims any obligation to update this report if, after the date of this report, any conditions appear to differ significantly from those presented in this report; however, WSP reserves the right to amend or supplement this report based on additional information, documentation or evidence.

WSP makes no other representations whatsoever concerning the legal significance of its findings.

The intended recipient is solely responsible for the disclosure of any information contained in this report. If a third party makes use of, relies on, or makes decisions in accordance with this report, said third party is solely responsible for such use, reliance or decisions. WSP does not accept responsibility for damages, if any, suffered by any third party as a result of decisions made or actions taken by said third party based on this report.

In preparing this report, WSP has relied in good faith on information provided by others, as noted in the report. WSP has reasonably assumed that the information provided is correct and WSP is not responsible for the accuracy or completeness of such information.

The original of this digital file will be kept by WSP for a period of not less than 10 years. As the digital file transmitted to the intended recipient is no longer under the control of WSP, its integrity cannot be assured. As such, WSP does not guarantee any modifications made to this digital file subsequent to its transmission to the intended recipient.

This limitations statement is considered an integral part of this report.

PERMIT TO PRACTICE

Permit Number P7641

Association of Professional Engineers and Geoscientists of Alberta



TABLE OF CONTENTS

1	EXECUTIVE SUMMARY	1
2	INTRODUCTION	2
3	WIND ENERGY FACILITY	3
3.1	Wind Resource	3
3.2	Equipment Selection	4
3.3	Turbine Layout.....	5
3.4	Energy Yield	6
3.5	Energy Assessment Plan	7
3.6	Measurement Deployment Plan.....	8
4	SOLAR ENERGY FACILITY.....	10
4.1	Solar Resource.....	10
4.2	Layout and Design.....	10
4.3	Energy Yield	12
4.4	Energy Assessment Plan	12
4.5	Measurement Deployment Plan.....	13
5	COST ESTIMATES.....	15
5.1	Wind Facility	15
5.2	Solar Energy Facility.....	16

TABLES

Table 1: Turbine Technology.....	5
Table 2: Turbine Locations.....	6
Table 3: Net Annual Energy Yields.....	7
Table 4: Met Tower / Lidar Locations	8
Table 5: Meteorological Tower Configuration.....	9
Table 6: Solar Energy System Design Parameters.....	11
Table 7: Solar Resource Measurement Instruments	14
Table 8: Wind Power Cost Estimate.....	15
Table 9: Solar PV System Costs.....	18

FIGURES

Figure 1: MERRA2 at N 49.500, W 075.625.....	4
--	---

APPENDICES

A	Losses
B	Maps

1 EXECUTIVE SUMMARY

INTRODUCTION

WSP completed a feasibility assessment of a potential wind and/or solar energy facility at the Osisko Mining Inc. (Osisko) Windfall Lake mine. This assessment included a preliminary wind resource assessment, preliminary solar resource assessment, and cost estimates for both wind and solar systems. Recommendations for a meteorological measurement deployment campaign are provided.

The goal of the assessment is to provide Osisko with the necessary information to enable it to determine if a wind/solar energy project is economically viable. To this end the assessment provides two pieces of information:

- 1 The amount of energy that could be generated by a wind/solar power facility.
- 2 Cost estimates for a representative wind power and solar power facilities.

CONCLUSIONS

While the wind resource at the Windfall Lake mine is at the lower end of the spectrum, the high cost of power generated using diesel generators may enhance the viability of a wind power facility. A detailed economic analysis is required to determine whether a wind power facility is viable.

The proposed equipment selection and layout is intended to be indicative. For example, energy output of a wind project is sensitive to the precise location and turbine technology. Several alternate scenarios are explored. Locations with an improved wind resource exist nearby the existing project lands. A wind power project developed on these lands would have a higher capacity factor (i.e., lower cost per GWh) but would have land and transmission costs.

Based on the preliminary project lands and planned land usage there appears to be sufficient land to build a solar PV system with a capacity of 1 MW dc. WSP has presented two potential locations for further investigation. The solar resource and energy output at the site are moderate. The cost of the system is expected to be higher than a typical solar PV systems.

The interaction between wind generation and solar generation was not considered in this analysis.

RECOMMENDATIONS

Once the financial viability of solar and wind options is confirmed, a full development initiative should be engaged including the installation of a meteorological tower, optimization of the equipment and layout, completion of a detailed energy assessment, permitting, and detailed engineering.

2 INTRODUCTION

Osisko Mining Inc. (“Osisko”) retained WSP to conduct a feasibility assessment of a potential wind and/or solar energy generation facility at the Windfall Lake mine. The objective of the feasibility assessment is to provide the necessary information for Osisko to decide whether to proceed with further development of the project. To that end, this assessment answers the following two questions:

- 1 Are there sufficient wind/solar resources in the area to justify development?
- 2 What are the costs of developing a wind/solar energy project?

As a full economic analysis is outside the scope of this assessment, the first question can only be answered in general terms by judging the wind/solar resources available at the Windfall Lake mine against the wind/solar resources available to other projects that have been developed.

To answer question 2, costs to develop representative wind/solar projects were estimated.

The assessment examines the potential facility design for capturing wind energy and solar energy. For wind energy, the following factors were considered:

- Turbine model and locations
- The wind resource

For solar energy, the following factors were considered:

- Potential siting locations
- Representative solar PV system design
- The solar resource and preliminary energy yield

The daily and seasonal variation of the wind energy and solar energy were not considered in the analysis.

Due to the nature of the assessment, WSP made several assumptions about the facility’s potential characteristics. These assumptions are based on experience from other similar projects and adjusted, where possible, for the conditions of this project.

3 WIND ENERGY FACILITY

A general guideline used by WSP is that the capacity of a wind power facility is designed for up to 30% of the diesel power generation plant capacity. Higher ratios are possible but require additional system components that increase complexity and cost.

Two turbines, with a total capacity of 1.6 MW, are used in Scenario 1 and that represents 25% of the diesel power generation capacity (6.4 MW from 4 x 2.0 MW generators running at 80% of capacity).

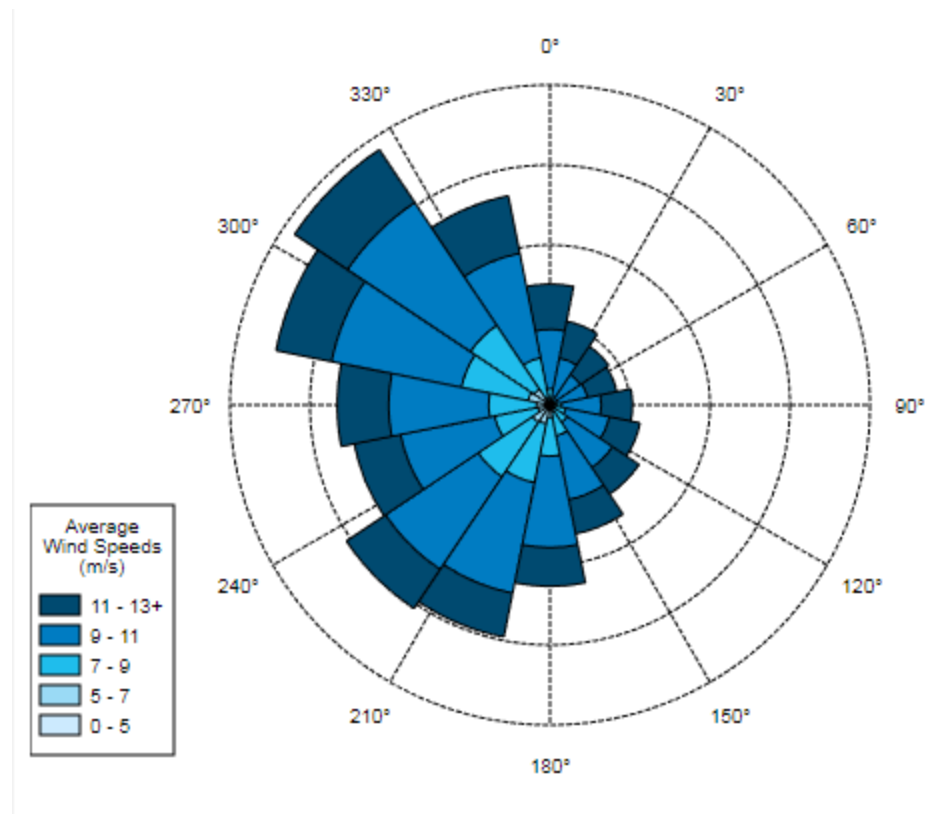
The E-82 used in Scenario 3 has a capacity of 2.350 MW, which represents more than 30% of the diesel power generation capacity. In this case it may be necessary to curtail the maximum power from the wind turbine to avoid stability issues of the overall power generation system. Due to the lower wind speeds in the area, the amount of time that the turbine would be running at capacity is limited and the curtailment would not reduce the energy yield significantly. A more detailed assessment could be performed by WSP to provide yield estimates if curtailment of the wind turbine is used.

3.1 WIND RESOURCE

As on-site wind and atmospheric measurement are not available, a dataset, derived from a mesoscale climate model, was procured from Vortex¹, to simulate the wind resource. This dataset was used in WindPRO for wind flow modelling and to generate gross yield estimates at each turbine location and an estimate of wake. The project area is characterized by low wind speeds and simple terrain. The terrain surrounding the Windfall Lake mine has minimal variation with respect to elevation. shows a wind rose for a nearby MERRA2 node located at N 49.500° and W 75.625°. As can be seen from the wind rose the prevailing wind is from the west and predominantly from the northwest and southwest.

¹ Vortex SL, www.vortexfdc.com.

Figure 1: MERRA2 at N 49.500, W 075.625



Higher average wind speeds occur in an area just outside the northeast boundary of the project lands. The map titled, “Average Wind Speed”, in *Appendix B*, shows the average wind speed in and around the project lands. Outside of the existing project lands there are two areas of higher average wind speed: one immediately to the northeast of the project lands; another 1.3 km northeast of the project lands.

In the case that the project lands could be extended to cover either of these regions, the wind resource has been evaluated at these locations also.

3.2 EQUIPMENT SELECTION

Three scenarios were examined:

- 1 A two-turbine layout contained within existing project lands using Enercon E-48 800 kW turbines was selected for evaluation and modelled
- 2 A single turbine located immediately to the northeast of existing project lands using a single Enercon E-53 800 kW turbine.
- 3 A single turbine located 1.3 km to the northeast of existing project lands using a single Enercon E-82 2.250 MW turbine

The locations outside existing project lands were considered because of improved wind resource at those locations.

The primary drivers in selection of turbine models is suitability for moderate wind speeds, experience with similar developments in Canada, and service offerings for small scale wind farms. From previous experience, WSP has found that Enercon turbines are good candidates for a small project less than 10 MW. Based on these criteria, the E-48 800 kW, E-53 800 kW, and E-82 2,350 KW were selected for modeling. Details for this turbine are listed in Table 1.

Table 1: Turbine Technology

Manufacturer	Model	Rotor Diameter (m)	Hub Height (m)	Capacity (kW)	Class
Enercon	E-48	48	50	800	IEC/EN IIA
Enercon	E-53	53	60	800	IEC/EN IIA
Enercon	E-82	82	84	2,350	IEC/EN IIA

Increased energy yields are achievable by increasing the hub height and/or rotor diameter of the turbine. Both changes require larger set-back distances and the possibility of using both measures can be investigated during a detailed wind resource assessment and site layout design.

3.3 TURBINE LAYOUT

The turbine layout was designed based on the following considerations:

- Prevailing wind direction
- Ground slope
- Proximity to roads
- Proximity to power grid
- Safety setbacks for fall-down and ice-throw
- Noise setbacks
- Shadow flicker setbacks
- Proximity of water bodies

As shadow flicker generally affects areas to the east and west of the turbines. The impact of both noise and shadow flicker diminishes with distance. Given the industrial nature of the site and that the camp is located more than a km to the south, noise and shadow flicker were assumed to be of no concern. This assumption will require validation if the project proceeds further.

Three scenarios were selected for evaluation:

- 1 A two-turbine layout using Enercon E-48 turbines on a 50 m tower located within project lands. Due to setback requirements and limited space, the

smaller turbine, both in terms of rotor diameter and tower, were selected. If the setback requirements can be relaxed an E-53 on a 60 m tower could be used in these locations and would result in an increase energy yield.

- 2 A layout using a single E-53 turbine on a 60 m tower located just outside the exiting northeast project boundaries. The average wind speed is higher in this location than within the existing project lands. Due to its close proximity to project facilities, the mid-sized E-53 was selected.
- 3 A layout using a single E-82 turbine on a 84 m tower located 1.3 km to the northeast of existing project lands. This location has the highest average wind speeds in the general area of the project. The larger E-82 was selected assuming that sufficient lands would be acquired to satisfy the setback requirements.

The locations for Scenario 1 have some of the lowest average wind speeds in the project lands but were selected based on setback requirements and the proximity to the power generation plant.

Table 2: Turbine Locations

Scenario	NAD83 CSRS UTM Zone 18N (Easting, Northing)	
	Turbine 1	Turbine 2
2 x E48 within existing project boundary	452 150, 5 434 650	452 500, 5 434 650
E53 outside NE of project boundary	453 056, 5 435 750	-
1 x E83 1 km NE of project boundary	453 404, 5 437 123	-

The constraints have not been verified in the field.

The map titled, “Turbine Layouts”, in Appendix B, shows the proposed location of the two turbines in Scenario 1. The map titled, “Average Wind Speed”, also in Appendix B, shows the proposed locations for the turbines in three scenarios.

3.4 ENERGY YIELD

Gross energy estimates were calculated by applying the wind speed distribution to the turbine manufacturer’s power curve. Net energy output was calculated by applying losses representing irregular operation, equipment availability, and environmental conditions. A heated blade technology is assumed to mitigate icing buildup on turbine blades. A detailed summary of losses is provided in Appendix A.

The predicted net annual yields for the three scenarios are presented in Table 3.

Table 3: Net Annual Energy Yields

Scenario	Average Wind Speed (m/s)	Name Plate Capacity (MW)	Gross Energy Yield (GWh/a)	Total Losses (%)	Net Energy Yield (GWh/a)	Net Capacity Factor (%)
2 x E48 within existing project boundary	6.40	1.600	3.55	18.3	2.90	20.7
1 x E53 outside NE of project boundary	6.91	0.800	2.49	18.3	2.03	29.0
1 x E82 1 km NE of project boundary	7.45	2.350	7.24	18.3	5.92	28.7

More favourable winds are present at two locations: immediately to the northeast of the project lands and 1.3 km northeast of the project lands. At both these locations, power could be generated from the wind resource at a lower cost per MWh but could have more complex development requirements and potentially higher input costs, namely procuring additional land and power transmission costs.

3.5 ENERGY ASSESSMENT PLAN

WSP recommends that the following wind resource development plan be implemented by Osisko. A typical plan involves the following steps:

- 1 Deploy on-site measurement. Data from mesoscale models give a good indication of yields but on-site measurements are required to provide energy estimates with investment grade expectations. A measurement deployment plan (MDP) is included in Section 3.6. An MDP has the following objectives:
 - Provide spatial coverage of the primary project lands
 - Minimize wind flow modelling uncertainty across the project lands
 - Minimize vertical shear extrapolation uncertainty
- 2 Collect data for at least a year for full seasonal representation.
- 3 Monitor the data to ensure instrumentation health and flagging of data from iced sensors, and ensure that issues are resolved in a timely manner to avoid

gaps in the data collection. High quality instruments and redundancy should be used to ensure a high quality data set is obtained.

- 4 Finalize site constraints, taking into account environmental impacts, social impacts such as noise, and impacts on the operation of the mine.
- 5 Finalize the turbine layout.
- 6 Conduct a full wind resource assessment. This will provide an investment-grade yield prediction for input to the economic analysis. The wind resource assessment should consider:
 - Site-specific wind speeds
 - Long-term wind speed adjustments
 - Site-specific shear profile measurements
 - Turbine technology-specific characteristics
 - Quantification of all sources of uncertainty

3.6 MEASUREMENT DEPLOYMENT PLAN

To satisfy the measurement requirements for the proposed project lands³, one met tower location has been selected. The location was selected to provide spatial coverage and to accurately capture the wind regime of this project. The location is listed in Table 4.

It is recommended that one long term tower be installed to enable project conceptual design and energy estimate. The met tower location is subject to micro-siting, permitting requirements, and utility locates.

Table 4: Met Tower / Lidar Locations

Met Towers	UTM Zone 13 NAD83		
	Easting	Northing	Elevation (m)
MDP 1	452 500	5 434 650	400

The attached maps show the project lands and the proposed meteorological tower location.

WSP recommends the installation of a 60 m tilt-up or lattice tower at the location with a 63 m goal post boom and side mount booms mounted at the 57 m, 40 m, and 20 m heights. The prevailing wind direction is NW/SW. Each measurement height should be instrumented with redundant pairs of RISO and Thies anemometers, installed at 225°T and 315°T to best capture the wind speed data of the region and

³ Project lands provided by Osisko Mining Inc. May, 2018.

reduce the effect of the tower shadow. The goal post boom for the top sensors can be mounted at 0/180°T.

An example of typical instrumentation is presented in Table 5.

Table 5: Meteorological Tower Configuration

Type	Model	Height	Boom Dir (T)	Boom Length
Anemometer	Thies First Class Anemometers	63 m	180°	1.25m (goal post)
Anemometer	RISO P2546A	63 m	0°	1.25m (goal post)
Thermometer	NRG 110SC Temperature Sensor + Radiation Shield	61 m		
Windvane	NRG #200P Wind Vane 10K	60 m	315°	2.4m
Anemometer	Thies First Class Anemometers	57 m	315°	2.4m
Anemometer	RISO P2546A	57 m	225°	2.4m
Anemometer	Thies First Class Anemometers	40 m	315°	2.4m
Anemometer	RISO P2546A	40 m	225°	2.4m
Windvane	NRG #200P Wind Vane 10K	37 m	315°	2.4m
Anemometer	Thies First Class Anemometers	20 m	315°	2.4m
Anemometer	RISO P2546A	20 m	225°	2.4m
Windvane	NRG #200P Wind Vane 10K	17 m	240°	2.4m
Thermometer	NRG 110SC Temperature Sensor + Radiation Shield	2.0 m		
Voltmeter	NRG Ipack Battery Voltage	1.5m		
Barometer	NRG BP20 Barometric Pressure Sensor	1.0 m		
Hygrometer	NRG RH5XC	1.0 m		

4 SOLAR ENERGY FACILITY

4.1 SOLAR RESOURCE

The solar resource available at the project site was estimated using irradiation data from Meteonorm 7 data. Due to the remote location of the site, the irradiation data is based entirely on satellite data. The annual total GHI is estimated to be 1274.3 kWh/m² per year on average. The solar resource is within expected values for central Quebec and is considered moderate compared to resource available in southern Quebec and Ontario. A typical meteorological year (TMY) was used to calculate the solar output described in the following sections.

4.2 LAYOUT AND DESIGN

Based on the provided project lands³ and the expected load, a representative system design with an approximate capacity of 1 MW dc was chosen as an appropriate size for the feasibility analysis. Table 6 provides the overall design parameters chosen for the representative system. The study has evaluated the use of fixed tilt solar racking systems to maximize the site capacity, while minimizing overall capital cost. The optimal tilt angle may be higher than chosen tilt angle of 30° but this value is representative of non-custom racking products. The module and inverter chosen is representative of industry standard Tier 1 equipment. The ground cover ratio was chosen to be within industry standard while keeping the estimated project area to fit near the planned diesel generation. WSP recommends the design parameters shown in Table 6 be investigated further and optimized in later stages of development.

Table 6: Solar Energy System Design Parameters

Parameter	Value/Model
Racking Type	Fixed-Tilt
Azimuth	180°
Tilt Angle	30°
System Size (MW AC)	0.833 MW
Inverter	Single TMEIC PVL-L0833GR Central Efficiency = 98.5%
Module Type	Canadian Solar CS6U-330W (3168) Efficiency = 18.8%
System Size (MW DC)	1.04544 MW
DC-to-AC Ratio	1.26
Ground Cover Ratio	40%
Approximate Project Area Required	4.0 Acres

Siting of the solar PV system was investigated based on the project lands and elevation data. Two scenarios are suggested for potential siting locations:

- 1 The system could be located to the west of the planned diesel generation plant as shown in the attached map Solar Siting Locations. Proximity to the planned electrical infrastructure will reduce costs. The site design may be limited due to the available project lands. Alternatively, acquisition of land south of the planned generation facility could be investigated.
- 2 The system could be located to the west of the main road and southwest of the gatehouse as shown in the attached map Solar Siting Locations. The site has sufficient land to allow for flexibility in the design and investigate the installation of a larger system.

The scenarios presented are preliminary and do not consider any detailed constraints analysis. However, based on the provided information there should be sufficient lands for at least a 1 MW dc system.

4.3 ENERGY YIELD

An energy yield simulation has been performed using Helioscope which is an industry accepted⁴ PV design and assessment software. The Helioscope model simulates the conversion of solar resource through the PV system while considering meteorological conditions, equipment performance, and losses on an hourly basis.

Meteorological conditions for the site are based upon a Typical Meteorological Year (TMY) dataset from Meteonorm. The standard uncertainty associated with this dataset can be up to 10%. Alternatively, additional datasets can be purchased and the energy yield expectations could be re-calculated once the final technology and detailed design is completed. As well, confidence intervals can be calculated to quantify the risk of underperformance based upon uncertainties in the yield calculation.

Losses applied are based upon industry-standard categories and include the following considerations:

- Equipment efficiencies and electrical losses are based upon equipment specifications. Industry standard values were chosen for electrical DC and AC losses.
- Inter-row shading losses (3%) were considered but far-field shading and potential shading from nearby trees was not considered.
- Snow cover and soiling losses (8%) are based upon precipitation rates reported in the Environment Canada climate normals at the Chapais 2.
- Module degradation of 0.5% per annum has been included to account for performance degradation due to water ingress, surface damage, photo-degradation and other factors.
- Mismatch losses due to inter-string mismatch and module quality mismatch were considered.

Over a 20-year life the average annual production to the grid is estimated to be 1263 MWh/year. Energy production is expected to be concentrated between March and August.

4.4 ENERGY ASSESSMENT PLAN

WSP recommends that the following wind resource development plan be implemented by Osisko. A typical plan involves the following steps:

- 1 A preliminary optimization study should be completed once potential siting locations have been refined. High resolution for-fee long-term solar data should be acquired for this analysis. The goal of the assessment is to refine the conceptual design of the project by investigating:

⁴ BEW Engineering. Performance Model Evaluation. October 2013.

- a Evaluate solar panel technologies best suited for the application.
 - b Evaluate racking technologies – fixed tilt and single axis tracker.
 - c Optimize system parameters to minimize levelized cost of energy (LCOE).
 - d Preliminary uncertainty analysis.
- 2 Improve solar resource data and reduce uncertainty by installing a solar measurement station. Typical solar measurement station is described in the next section. It is recommended that on-site measurements be recorded for at least a year.
 - a The solar radiation equipment requires regular cleaning and maintenance to avoid invalid measurements and degradation of the instruments.
 - b Monitoring of the data is highly recommended to verify the equipment is working correctly.
- 3 A full technical assessment should be completed once sufficient on-site data has been measured. This would include:
 - a Update to the solar resource using the on-site measurements.
 - b Energy yield and uncertainty analysis for the final design parameters.
 - c Front end engineering design of the solar array which includes a site inspection.
 - d Electrical system and interconnection design.

4.5 MEASUREMENT DEPLOYMENT PLAN

Once the solar system passes the feasibility stage, on-site solar measurements are recommended to reduce the uncertainty associated with the solar resource.

Although the proposed wind mast location is outside the targeted solar areas, the location is appropriate for solar measurements due to the simplicity of the terrain in the area. This would also allow for power sources to be shared between equipment. The following should be considered in the micro-siting of the mast location:

- Proximity to high traffic areas that may cause dust to be deposited on the tower instruments. Based on the provided satellite imagery there appears to be several tracks in the area.
- Proximity to obstructions such as trees, buildings, antennas and power lines.

Typical equipment installed on the solar resource measurement mast is shown in Table 7.

Table 7: Solar Resource Measurement Instruments

Type	Model
2 x Pyranometer (GHI and POAI)	Hukseflux SR30 (Includes heater)
All-in-one Weather Station (Temperature, Pressure, Relative humidity, Precipitation, Wind speed and Wind Direction)	WS601-UMB
Soiling Measurements	CR-PVS1 and two reference panels (> 20 W)
Data Logger	CR1000-XT

5 COST ESTIMATES

5.1 WIND FACILITY

As part of the feasibility assessment, WSP prepared an AAEC Class 5 Cost estimate for the installation of two Enercon E48 wind turbines at the proposed locations. Assumptions used for the estimate and the result of the analysis are presented below. The estimate includes the procurement, the construction and the commissioning of the wind project.

5.1.1 ASSUMPTIONS

The estimate includes procurement, construction, commissioning and interconnection to the existing diesel power system.

Local contribution has not been considered.

This estimate has been prepared to meet AAEC Class 5 standards

This estimate is based on a series of assumptions which may change as the project matures. These assumptions include:

- 1 Wind Turbine model is the Enercon E48 at 50 m hub height.
- 2 Estimate is made in 2018 CAD\$ and escalation and inflation are not included.
- 3 Geotechnical conditions are suitable for the installation of the wind farm.
- 4 Some of the costs are based on in-house estimates and adjusted based on other wind farm projects. Budgetary quotes have been requested to confirm cost of the major equipment.
- 5 EPC contractor used for construction in such a way that contractor fees are added to the cost.
- 6 Costs for procurement include Wind Turbine Generator Acquisition and transportation to the site.
- 7 Owner's direct and indirect costs have been estimated based on our experience with similar projects but may not include all Osisko's requirements.
- 8 Typical contingency and risk factor has been applied but a detailed risk assessment should be performed.

5.1.2 RESULTS

The results of the cost estimate are presented in Table 8.

Table 8: Wind Power Cost Estimate

Item	Work Package	Amount (\$ CAD)
1	INDIRECT COST	
1.1	Conceptual Engineering	90 000
1.2	Environmental Studies and permitting	270 000

Item	Work Package	Amount (\$ CAD)
1.3	Geotechnical Studies	72 000
1.4	Detailed Engineering	405 000
1.5	Permits	40 500
1.6	Development and Communication	135 000
1.7	Construction management	495 000
1.8	Management fees	225 000
1.9	Commissioning and training	76 500
2	SOFT COST	
2.1	Insurances	157 500
2.2	Legal and financing	450 000
2.3	Start up	180 000
3	PROCUREMENT	
3.1	Wind turbine (supply)	1 890 000
3.2	Wind turbine transport to site	216 000
3.3	Wind turbine technical assistant + Special parts supply	315 000
3.4	Electrical components	585 000
4	CONSTRUCTION COST	
4.1	Mobilization and Demobilization	342 000
4.2	Road improvement and construction	360 000
4.3	Work Area	117 000
4.4	Wind Turbine Foundation	720 000
4.5	Wind Turbine Installation	841 500
4.6	Collector Network Installation	202 500
4.7	Interconnection Work	103 500
4.8	SCADA and control system preparation	225 000
4.9	Commissioning and Energization	40 500
	Sub Total	8 554 500
	Escalation Allowance	
	Project Contingency - 15% of SUBTOTAL	1 283 175
	Total Estimate (2018 \$CAD)	9 837 675

5.2 SOLAR ENERGY FACILITY

As part of the feasibility assessment, WSP prepared an AAEC Class 5 Cost estimate for the installation of a 1 MW DC solar PV system described in Section 4. Assumptions used for the estimate and the result of the analysis are presented below. The estimate includes the procurement, the construction and the commissioning of the solar project.

5.2.1 ASSUMPTIONS

This estimate is based on a series of assumptions which may change as the project matures. These assumptions include:

- 1 Costs based on the design outlined in Table 6.
- 2 Estimate is made in 2018 CAD\$ and escalation and inflation are not included.
- 3 Estimate includes procurement, construction, commissioning and interconnection to the existing diesel power system.
- 4 This estimate has been prepared to meet AAEC Class 5 standards
- 5 Geotechnical conditions are suitable for the installation of the solar PV system.
- 6 EPC contractor used for construction in such a way that contractor fees are added to the cost.
- 7 Costs for procurement include equipment acquisition and transportation to the site.
- 8 Owner's direct and indirect costs have been estimated based on our experience with similar projects but may not include all Osisko's requirements.
- 9 Typical contingency and risk factor has been applied but a detailed risk assessment should be performed.

5.2.2 RESULTS

The results of the cost estimate are presented in Table 8. The total cost of the system is higher than industry average costs due to the remote location of the site which results in significantly higher procurement and labor costs.

Table 9: Solar PV System Costs

Item	Work Package	Amount (\$ CAD)
1	INDIRECT COST	
1.1	Engineering and Overhead	554 000
1.2	EPC	300 000
2	PROCUREMENT	
2.1	Modules	578 000
2.2	Inverter and Transformers	110 000
2.3	Racking	314 000
2.4	Electrical Balance of System (Including Interconnection)	270 000
3	CONSTRUCTION COST	
3.1	Install Labor and Equipment	1 440 000
3.2	Commissioning and Fees	165 000
Sub Total		3 731 000
Project Contingency - 15% of SUBTOTAL		559 650
Total Estimate (2018 \$CAD)		4 290 650

APPENDIX

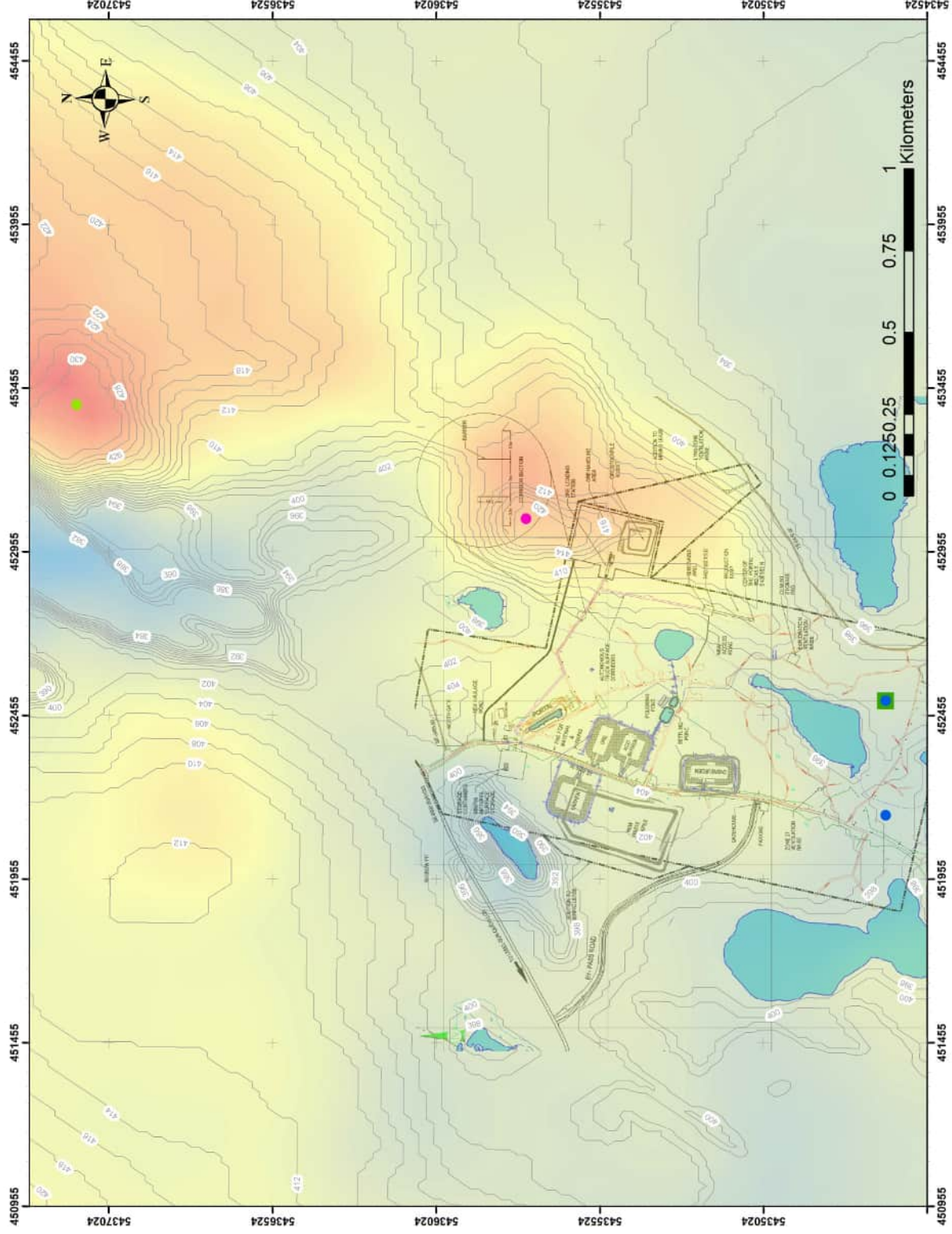
A LOSSES

Mean Loss		
Availability	Turbine (guaranteed)	Warranted availability based on 10-year production period (time-based). An increase in O&M budgets is recommended after 10 years. 3.0%
	Turbine (other)	Items excluded from warranted availability (maintenance factors, manual stops, turbine de-rating, production based losses) 3.8%
	Balance of plant	Values assumed based on typical facility outages 2.0%
	Grid	Values assumed based on typical grid outages 0.2%
	Other	0.0%
	Subtotal	8.7%
Wake Effects	Internal wake effects	Wake effects within the facility 2.1%
	External wake effects	Not applicable 0.0%
	Future wake effects	Not considered in this analysis 0.0%
	Subtotal	2.1%
Turbine Performance	Power curve	Power curve underperformance based upon historical experience of the turbine model 2.0%
	High wind hysteresis	Calculated from reanalysis wind data, based upon the frequency of wind speeds above the turbine recut-in threshold proceeding a high wind event (> cut-out) 0.0%
	Wind flow	Power curve losses based on mismatches between the warranted operational envelope of the turbine and the expected wind flow conditions 0.8%
	Other	0.0%
	Subtotal	2.8%
Electrical	Electrical losses	Based on typical electrical losses for a wind facility 1.3%
	Facility consumption	Estimated based on site conditions. 0.7%
	Subtotal	2.0%
Environmental	Performance degradation not due to icing	Based on standard blade cleaning and maintenance routine for a 25-year life 1.7%
	Performance degradation due to icing	Based upon icing rates quantified from detailed assessment of icing frequency based upon CWEEDS and knowledge of central Alberta sites 0.7%

Mean Loss			
Curtailment	Shutdown due to icing, lightning, hail, etc.	Based upon icing rates quantified from a detailed assessment of icing frequency based upon CWEEDS and knowledge of central Alberta sites. Lightning frequency based on Environment Canada stats.	1.3%
	High and low temperature	Calculated from climate normal temperature statistics and the operational envelope of the turbine technology. Assumed cold weather package.	0.1%
	Site access and other force majeure events	Site access is good with few access issues.	0.2%
	Tree growth or felling	Not applicable	0.0%
	Subtotal		4.0%
	Wind sector management	Not applicable	0.0%
	Grid curtailment and ramp-rate	Not applicable	0.0%
	Power purchase agreement curtailment	Not applicable	0.0%
	Environmental (noise, visual, bird/bat)	Not applicable	0.0%
	Subtotal		0.0%
Other	Other	Not applicable	0.0%
	Subtotal		0.0%
TOTAL			18.3%

APPENDIX

B MAPS



Legend

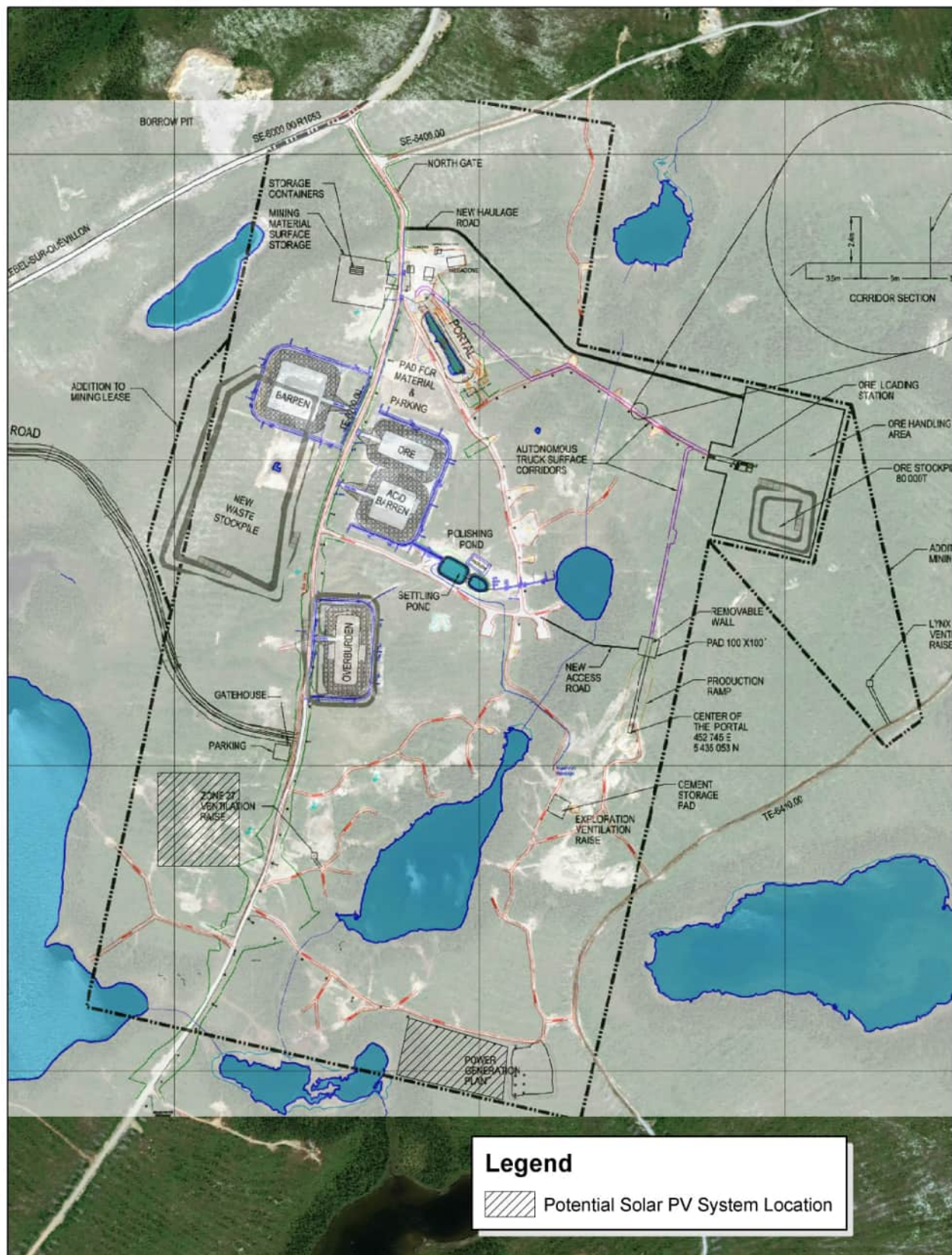
- Enercon E-82 (Scenario 2)
- Enercon E-53 (Scenario 2)
- Enercon E-48 (Scenario 1)
- Met Tower
- Elevation

Average Wind Speed
m/s
High : 7.0
Low : 6.2

OSISKO MINING

Title:	Average Wind Speed
Project:	Windfall Mine
Client:	Osisko Mining Inc.
Created By:	Les Ryan
Scale:	1:12,000
Projection:	UTM Zone 18N
Date:	June 14, 2017
Version:	1

Notes:
- Background map (ESR) is shown for illustrative purposes only.
- WSP Project 151-11330-59



Windfall Mine Wind Energy Feasibility

Preliminary Solar PV System Siting

In the preparation of this map, WSP has relied upon certain information provided by the Proponent. While WSP has taken reasonable measures to present accurate information in the map, WSP does not warrant the reliability, accuracy, quality, currency, validity, or completeness of information found in the map.

Service Layer Credits: Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community

Date: 2018-06-18
Version: 3
Datum: NAD 83 CSRS
Projection: UTM Zone 18N
Scale: 1:6,094

Prepared by: WSP
Author: Roberto Martinez, P. Eng
Reviewed:
Approved:





Annexe B: Escalade des coûts des énergies éolienne et solaire en 2024



Solution éolienne - Escalade des coûts 2018-2024				
Montant par lot d'éléments de travail (CAD)	Coût 2018	Augmentation	Coût 2024	Commentaires
1. Frais indirects				
Ingénierie conceptuelle	90 000	30 %	117 000	
Études environnementales et autorisations	270 000	30 %	351 000	
Études géotechniques	72 000	30 %	93 600	
Ingénierie détaillée	405 000	30 %	526 500	
Permis	40 500	30 %	52 650	
Développement et communication	135 000	30 %	175 500	
Gestion de la construction	495 000	25 %	618 750	
Frais de gestion	225 000	25 %	281 250	
Mise en service et formation	76 500	25 %	95 625	
2. Coûts modérés				
Assurances	157 500	25 %	196 875	
Juridique et financement	450 000	25 %	562 500	
Démarrage	180 000	25 %	225 000	
3. Approvisionnement				
Éolienne (fourniture)	1 890 000	40 %	2 646 000	Index pour l'acier
Transport de l'éolienne au site	216 000	40 %	302 400	Index pour le transport
Assistant technique pour l'éolienne + fourniture de pièces spéciales	315 000	25 %	393 750	
Composants électriques	585 000	45 %	848 250	Index pour les composants électriques
4. Frais de construction				
Mobilisation et démobilisation	342 000	20 %	410 400	Taux horaires 2024 vs 2018
Amélioration et construction de routes	360 000	30 %	468 000	Taux horaires 2024 vs 2018
Zone de travail	117 000	30 %	152 100	Taux horaires 2024 vs 2018
Fondation de l'éolienne	720 000	44 %	1 036 800	Index pour le béton armé
Installation de l'éolienne	841 500	20 %	1 009 800	Taux horaires 2024 vs 2018
Installation du réseau collecteur	202 500	20 %	243 000	Taux horaires 2024 vs 2018



Solution éolienne - Escalade des coûts 2018-2024				
Montant par lot d'éléments de travail (CAD)	Coût 2018	Augmentation	Coût 2024	Commentaires
Travaux d'interconnexion	103 500	20 %	124 200	Taux horaires 2024 vs 2018
Préparation du système SCADA et du système de contrôle	225 000	25 %	281 250	
Mise en service et mise sous tension	40 500	25 %	50 625	
Sous-total	8 554 500	32 %	11 262 825	
Indemnité d'échelonnement				
Imprévus du projet – 15 % du sous-total	1 283 175		1 689 424	
Estimation totale (CAD)	9 837 675		12 952 249	

Solution solaire - Escalade des coûts 2018-2024				
Montant par lot d'éléments de travail (CAD)	Coût 2018	Augmentation	Coût 2024	Commentaires
1. Frais indirects				
Ingénierie et frais généraux	554 000	30 %	720 200	
EPC	300 000	30 %	390 000	
2. Approvisionnement				
Modules	578 000		502 200	Basé sur le test de performance du NREL pour 2023 (372 \$/W us ou 502.20 \$/kW CAD)
Onduleurs et transformateurs	110 000	70 %	187 000	Index pour transformateur
Racking	314 000	40 %	439 600	Index pour l'acier
Bilan électrique du système (y compris l'interconnexion)	270 000	45 %	391 500	Index pour les composants électriques
3. Coût de construction				
Main-d'œuvre et matériel d'installation	1 440 000	20 %	1 728 000	Taux horaires 2024 vs 2018
Mise en service et frais	165 000	25 %	206 250	
Sous-total	3 731 000	22 %	4 871 750	
Imprévus du projet – 15 % du sous-total	559 650		684 713	
Estimation totale (CAD)	4 290 650		5 249 463	

ANNEXE

RQC15

**RÉSUMÉ DE L'ESSAI DE VÉHICULES
ÉLECTRIQUES À BATTERIE**



Résumé de l'essai de véhicules électriques à batterie

Octobre 2023

GFA – Technique



GOLD FIELDS

Our Purpose Creating enduring value beyond mining



safety



integrity



respect



responsibility



innovation



collaborative
delivery



Table des matières

1.0 INTRODUCTION	3
2.0 APERÇU	3
3.0 DONNÉES SUR LA CHARGEUSE ÉLECTRIQUE À BATTERIE	4
4.0 DONNÉES SUR LE CAMION ÉLECTRIQUE À BATTERIE	4
5.0 DONNÉES SUR LE TRANSPORTEUR À OUTILS INTÉGRÉ À BATTERIE ÉLECTRIQUE	5
6.0 PRINCIPAUX POINTS À RETENIR.....	5
7.0 ÉLABORATION DE LA STRATÉGIE FUTURE	5



1.0 INTRODUCTION

Gold Fields Australia (GFA) explore les opportunités de modernisation et d'innovation adaptées à ces besoins, qui permettent d'améliorer la productivité et/ou les coûts d'exploitation, ainsi que la valeur environnementale, sociale et de gouvernance (ESG) dans l'ensemble de ses activités en Australie. Les essais ont été entrepris conformément aux objectifs plus larges de décarbonisation du cadre ESG et de réduction de la matière particulaire de diesel (DPM) de Gold Fields Limited.

Dans ce contexte, GFA a collaboré avec des fabricants d'équipements à des essais de véhicules électriques à batterie (essai de VEB) comme l'un des premiers essais de véhicules électriques souterrains dans l'hémisphère sud.

2.0 APERÇU

GFA a testé plusieurs véhicules électriques à batterie conceptuels en partenariat avec des fabricants d'équipement en 2022 et 2023, notamment un véhicule léger, un transporteur à outils intégré, un camion (capacité > 40 tonnes) et une chargeuse (capacité > 14 tonnes). L'objectif de ces essais était d'évaluer et de comprendre la fiabilité, la performance et les exigences de soutien de la technologie des VEB dans un environnement de production réel, permettant à Gold Fields d'utiliser les connaissances acquises pour élaborer une stratégie significative en matière d'équipement des VEB.

L'essai a permis de déterminer que les véhicules électriques à batterie actuels ont un niveau de maturité technologique inférieur à celui des véhicules commercialisés, ce qui a une incidence sur la disponibilité de l'équipement (Tableau 1). Les véhicules mis à l'essai ont présenté un faible nombre d'heures de fonctionnement par charge, ce qui a augmenté la fréquence des changements/recharges de batterie et a eu une incidence sur la productivité du site par rapport à leurs homologues qui fonctionnent au diesel. En tant que nouvelle technologie, les VEB testés ont également connu des temps de réparation plus longs et une fréquence de réparation accrue.

Tableau 1. Disponibilité des véhicules électriques à batterie par rapport aux véhicules de référence diesel.

	Véhicule de référence diesel	Véhicule électrique à batterie	Différence en pourcentage (%)
Camion > 40 tonnes	89 %	56 %	-36 %
Chargeuse > 14 tonnes	77 %	78 %	1 %
Transporteur à outils intégré	96 %	56 %	41 %

Malgré les améliorations progressives attendues en termes de densité et de performance des batteries, les fabricants d'équipement ne s'attendent pas à un changement radical dans un avenir proche, ce qui limitera la capacité des VEB à atteindre la durée de fonctionnement des machines qui marchent au diesel. Les exploitants miniers devront réévaluer les pratiques minières et les stratégies du parc de véhicules pour atteindre les objectifs de production actuels s'ils veulent intégrer des équipements mobiles de VEB dans leurs mines. Cela est particulièrement vrai pour les mines souterraines qui nécessitent des modèles d'équipement plus grands.

Gold Fields a l'intention de poursuivre sa collaboration avec les fabricants d'équipement afin d'améliorer la technologie des VEB et de partager les apprentissages de l'industrie avec les groupes concernés – le Consortium des Mines Électriques (Electric Mine Consortium, ICMM) – initiative pour des véhicules plus propres et plus sécuritaires (Cleaner, Safer Vehicle initiative). GFA poursuivra l'étude des technologies alternatives de déplacement des matériaux à zéro émission en cours d'élaboration. Les équipements hybrides



(diesel-électrique) offrant des émissions réduites et des coûts d'exploitation inférieurs devront combler l'écart jusqu'à ce que la maturité des VEB soit démontrée.

3.0 DONNÉES SUR LA CHARGEUSE ÉLECTRIQUE À BATTERIE

La chargeuse électrique à batterie offrait la plus haute disponibilité de tous les véhicules électriques à batterie testés comme indiqué dans le Tableau 2. La performance du camion par rapport aux simulations des fabricants était également faible, comme le montre le Tableau 3.

Tableau 2. Performance lors des essais de la chargeuse électrique par rapport à la chargeuse de référence au diesel.

Rendement de la machine	Unités	Chargeuse de référence	Chargeuse VEB	Différence (%)
Heures d'exploitation quotidiennes moyennes	heures/jour	9,6	5,4	-44 %
Disponibilité	%	77 %	78 %	1 %
Délai entre les défaillances	heures	13,5	10,5	-22 %
Temps de réparation	heures	4,9	10,5	115 %

Tableau 3. Performance de la chargeuse VEB par rapport à la modélisation des fabricants

Rendement de la machine	Unités	Scénario 1	Réel	Différence (%)
Disponibilité	%	85 %	78 %	-33 %
Heures d'exploitation/jour	heures	17	5,4	-68 %
Nombre total d'heures possibles avant le changement	heures	8,0	5,4	-33 %

4.0 DONNÉES SUR LE CAMION ÉLECTRIQUE À BATTERIE

Les performances de fonctionnement et d'entretien du camion électrique à batterie par rapport à son homologue au diesel sont résumées dans le Tableau 4. La performance du camion par rapport aux simulations des fabricants était également faible, comme le montre le Tableau 5.

Tableau 4. Performance lors des essais du camion électrique par rapport au camion de référence au diesel.

Rendement de la machine	Unités	Camion de référence	Camions VEB	Différence (%)
Heures d'exploitation quotidiennes moyennes	heures/jour	9,56	1,85	-81 %
Disponibilité (%)	%	89 %	57 %	-36 %
Délai entre les défaillances	heures	16,3	9,6	-41 %
Temps de réparation	heures	4,8	10,8	123 %

*Tableau 5. Performance du camion VEB par rapport à la modélisation des fabricants*

Rendement de la machine	Unités	Modélisation	Réel	Différence (%)
Disponibilité	%	85 %	57 %	-33 %
Heures d'exploitation/jour	heures	17	1,9	-89 %
Heures d'exploitation/changement de batterie	heures	0,8	5,0	582 %

5.0 DONNÉES SUR LE TRANSPORTEUR À OUTILS INTÉGRÉ À BATTERIE ÉLECTRIQUE

La disponibilité signalée et la performance de l'entretien sont résumés pour le transporteur à outil intégré VEB dans le Tableau 6.

Tableau 6. Performance lors des essais du transporteur à outils intégré à batterie électrique par rapport au transporteur de référence au diesel

Rendement de la machine	Unités	Transporteur de référence	Transporteur VEB	Différence (%)
Disponibilité	%	95 %	56 %	41 %
Délai entre les défaillances	heures	18,0	8,9	7 %
Temps de réparation	heures	4,8	12,1	155 %

6.0 PRINCIPAUX POINTS À RETENIR

Les essais ont démontré que les exploitants miniers devront adapter leurs attentes quant à la performance des véhicules électriques dans les environnements souterrains, en particulier en ce qui concerne les contraintes opérationnelles et le coût des machines. Il est apparu que l'équipement des VEB adapté au marché souterrain est actuellement à un niveau de maturité technologique inférieur à ce que l'industrie est amenée à croire, principalement en raison de la disponibilité et de la fiabilité de l'équipement.

La majorité des opérateurs de machines GFA participants aux essais des VEB étaient confiants dans l'utilisation des véhicules et sont restés positifs pour l'essai et la transition future potentielle vers les véhicules à batterie électrique. Les attitudes des participants à l'égard de la réduction des émissions, de la chaleur et du bruit sur l'équipement VEB par rapport aux véhicules diesel étaient positives. Toutefois, ils ont fourni une rétroaction constructive sur les difficultés techniques considérables, le confort, l'autonomie et la fiabilité.

7.0 ÉLABORATION DE LA STRATÉGIE FUTURE

Il y a des avantages ESG évidents, en particulier dans l'atteinte des objectifs de zéro émission et dans la réduction significative des DPM dans les opérations de GFA. Les essais ont démontré que la technologie VEB actuelle ne remplace pas directement l'équipement diesel en matière de maturité, de performance, d'endurance opérationnelle et de coût.

GFA poursuivra sa collaboration avec les fabricants afin d'améliorer la maturité de la technologie VEB en mettant l'accent sur la préparation opérationnelle de l'équipement, la durée de vie de la batterie et les stratégies



de recharge. Entre-temps, GFA validera les véhicules diesel-électrique pour soutenir les réductions de coûts et d'émissions jusqu'à ce que la technologie VEB atteigne sa maturité pratique.

Gold Fields a l'intention de :

1. Continuer à s'appuyer sur les partenariats avec les fabricants pour tester et valider les VEB à mesure que les futures machines deviennent disponibles.
2. Poursuivre activement les ententes d'investissement et de collaboration en vue d'améliorer la maturité de la technologie VEB en mettant l'accent sur la disponibilité opérationnelle de l'équipement, la durée de vie des batteries et les stratégies de recharge.
3. Acheter des véhicules diesel-électrique pour soutenir les réductions de coûts et d'émissions jusqu'à ce que la technologie VEB atteigne l'état de préparation opérationnelle (prévue pour 2027 au plus tôt).
4. Poursuivre l'évaluation et les études sur d'autres méthodes de déplacement des matériaux.
5. Participer activement aux consortiums existants afin d'acquérir des connaissances sur les essais d'autres compagnies minières et l'utilisation de solutions de rechange au diesel.
6. Compte tenu des résultats des essais, examiner la stratégie et l'échéancier relatifs à l'équipement mobile à zéro émission pour atteindre les objectifs ESG de 2030 et de 2050.

ANNEXE

RQC22

RQC22-1

PROCÉDURE D'ACCÈS PAR LES ROUTES FORESTIÈRES


RQC22-2

PLAN DE GESTION DU TRANSPORT

ANNEXE

RQC22-1

***PROCÉDURE D'ACCÈS PAR LES
ROUTES FORESTIÈRES***

	Procédure d'accès par les routes forestières (Site de groupe Windfall et camp Laforest)			
	STY-RSK-STD-002	Révision #7	29-03-2024	1 sur 7

1. But

Assurer la sécurité des utilisateurs des chemins d'accès vers le site de Groupe Minier Windfall, le camp Laforest et le camp Barry.

2. Route d'Accès entretenue par GMW

- a. Utiliser les chemins entretenue par groupe minier Windfall à partir de Lebel-Sur-Quévillon; routes 1000, 5000, 6000. (Groupe minier Windfall ne fait que l'entretien de ces routes).
- b. L'accès par la route 3000 et la traverse sont des route public. L'utilisation de ces routes sont à votre responsabilité, mais vous devez vous s'assurer
 - i. D'avoir une radio ayant les canal Barette, route et Osisko route.
 - ii. Vous assurez que la route est entretenue jusqu'à la jonction de la traverse au km 122.
 - iii. Appeler la sécurité par téléphone ou la fréquence Osisko Route à votre entré de la route 3000 à la scierie de Chapais.
 - iv. GMW se dégage de toutes responsabilité et ne fournit pas les services urgence.

3. Directives obligatoires pour tous les utilisateurs des chemins d'accès autorisé du site de Groupe Minier Windfall, du camp Laforest et du camp Barry

- Avoir en sa possession une radio FM pour circuler sur les routes forestières. Ceci est obligatoire pour tous les employés, entrepreneurs et fournisseurs réguliers.

Il est possible d'acheter ou louer une radio avec la fréquence « route » à ces endroits :


973 A 3 ième Rue
Chibougamau
G8P 1R4
Tél : 418 748 3824

961 Boul Hamel
St-Félicien
G8K 2X4
Tél : 418 679 1176


542 Rue Actionnaires
Chicoutimi
G7J 5A9
Tél : 418 549 9817

Abitibi Radio Mobile
700 avenue Dallaire, Rouyn-
Noranda J9X 4V9
daniel@abitibiradiomobile.com
(819) 797-4588

30 Avenue William Dobell
Baie-Comeau
G4Z 1T7
Tél : 418 350 0396

	Procédure d'accès par les routes forestières (Site de groupe Windfall et camp Laforest)			
	STY-RSK-STD-002	Révision #7	29-03-2024	2 sur 7

- Demandez à faire programmer la fréquence Route/Sécurité Abitibi 166.110 rx/tx – csq (aucun tone).
- Notez qu'il est préférable de réserver quelques jours à l'avance.
- Il est aussi possible de se procurer une radio chez votre dépositaire local en lui fournissant les informations décrites ci-haut afin qu'il vous programme la fréquence (Route/Sécurité Abitibi).
- Si vous êtes un utilisateur régulier, vous devez vous procurer un radio numérique et de la faire programmer avec le canal « Osisko route » également. Cette fréquence permet de communiquer directement avec la guérite et couvre toute la route.
- **Pour les visiteurs occasionnels, Vous devez faire l'emprunt d'une radio au Dépanneur du Boulevard (1004 Boul. Quévillon, Lebel-sur-Quévillon, Québec – J0Y1X0 819-755-4244 en laissant copie du permis de conduire et immatriculation.**
- S'annoncer par radio FM sur la fréquence « **ROUTE** » à tous les 5 km des routes d'accès (sur certaines radios des entrepreneurs, ce canal se nomme « SÉCURITÉ ABITIBI »);
Mentionner :
 - 1) Le type de véhicule;
 - 2) Le nom de la route;
 - 3) Le kilométrage affiché;
 - 4) La direction empruntée.Exemple : « Camion - sur la 6000 - km 100 - en montant ».
- Respecter les limites de vitesse indiquées et la signalisation. Adapter aussi la vitesse aux conditions de la route. IL est possible de rencontrer des transport de bois en longueur hors norme ainsi que les niveleuses, restez attentif des annonce faite à la radio.
- Respecter les heures d'arrivée et départ pour le site. Aucune clef chambre ne sera remise aux arrivant après 18h le soir et avant 6h le matin. Le donneur d'ordre devra lui-même récupérer les clefs à l'accueil sur les heures de travail et à l'arrivé de ceux-ci à la guérite, le gardien contactera la personne responsable afin de prendre en charge les arrivants.
- Être à l'affut de la signalisation de groupe minier Windfall. Il est possible que les routes 1000, 5000 et 6000 soient fermé pour plusieurs raisons. Dans ces situations inhabituelles,

	Procédure d'accès par les routes forestières (Site de groupe Windfall et camp Laforest)			
	STY-RSK-STD-002	Révision #7	29-03-2024	3 sur 7


GMW s'assurera de mettre de la signalisation mentionnant les autres routes autorisées pour se rendre sur le site.

3. Mesures spécifiques

- Aucun travailleur affecté au site ne peut utiliser un véhicule personnel afin de se rendre ou quitter le site. Advenant qu'un travailleur doivent utiliser son véhicule personnel, celui-ci devra être stationner à l'aéroport de LSQ ou à Chapais et un transport du site devra être organiser par le responsable du département pour récupérer le travail à l'un des deux aires de stationnements.
- Tous les employés de Groupe Minier Windfall ainsi que les sous-traitants doivent utiliser le moyen de transport prévu par l'employeur;
- Tous les conducteurs doivent détenir et avoir en leur possession un permis de classe 5 valide, le certificat d'immatriculation et la preuve d'assurance du véhicule;
- Tous les sous-traitants assurant le transport de personnes doivent s'assurer de détenir les documents exigés par la SAAQ et la CTQ:

4. Rappels

- Demeurez toujours vigilant, puisque certains véhicules ne se signalent pas sur la route.
- Adapter votre vitesse en fonction des conditions climatiques.
- Maintenez votre côté de la route en tout temps et conduisez prudemment.
- Il peut y avoir du transport forestier hors-norme sur ces routes.
- Il est fortement recommandé que les arrivées et les départs se fassent en convoi afin d'augmenter la sécurité des travailleurs.

	Procédure d'accès par les routes forestières (Site de groupe Windfall et camp Laforest)			
	STY-RSK-STD-002	Révision #7	29-03-2024	4 sur 7

5. Site de groupe minier Windfall :

5.1 Procédure à suivre pour se rendre sur le site.

- L'obligation d'aviser la guérite à partir de Lebel-Sur-Quévillon ou Chapais avant chaque départ **ET** à toutes les arrivées en utilisant l'une **OU** l'autre des techniques suivantes est obligatoire :
 - Appeler directement à la guérite par téléphone au **418-317-0421 poste 132107** (laisser un message s'il n'y a pas de réponse).
 - Communiquer directement avec eux par radio sur le canal « **OSISKO ROUTE** » si votre radio inclut cette fréquence.
- À l'arrivée ou au départ du site, s'enregistrer à la guérite. ***En cas d'absence de l'agent à la guérite, aviser ce dernier à l'aide de la radio située à l'extérieur de la guérite et compléter le registre.***

5.2 Description du chemin d'accès au site Windfall à partir de Lebel-Sur-Quévillon

- 1) Avant d'arriver à l'usine de pâte à papier de Lebel-Sur-Quévillon, tourner à gauche pour emprunter la route 1000;
- 2) Au km 12 sur la route 1000 et tourner à droite à l'intersection de la route 5000;
- 3) Ralentir au pont à une voie du km 63 de la route 5000;
- 4) Au km 66 de la route 5000, tourner à gauche sur la route 6000 en direction du site;
- 5) Au km 111 sur la route 6000, tourner à droite en direction de la guérite (*vitesse de 30 km/h maximum*);
- 6) Après l'enregistrement à la guérite, tourner à droite sur le chemin principal du site pour 2 km en direction du campement (*vitesse de 30 km/h maximum*);
- 7) À votre arrivée au campement (*vitesse de 10 km/h maximum*), se stationner dans le 2^e stationnement à votre droite et se présenter au bureau d'accueil.



Procédure d'accès par les routes forestières (Site de groupe Windfall et camp Laforest)

STY-RSK-STD-002

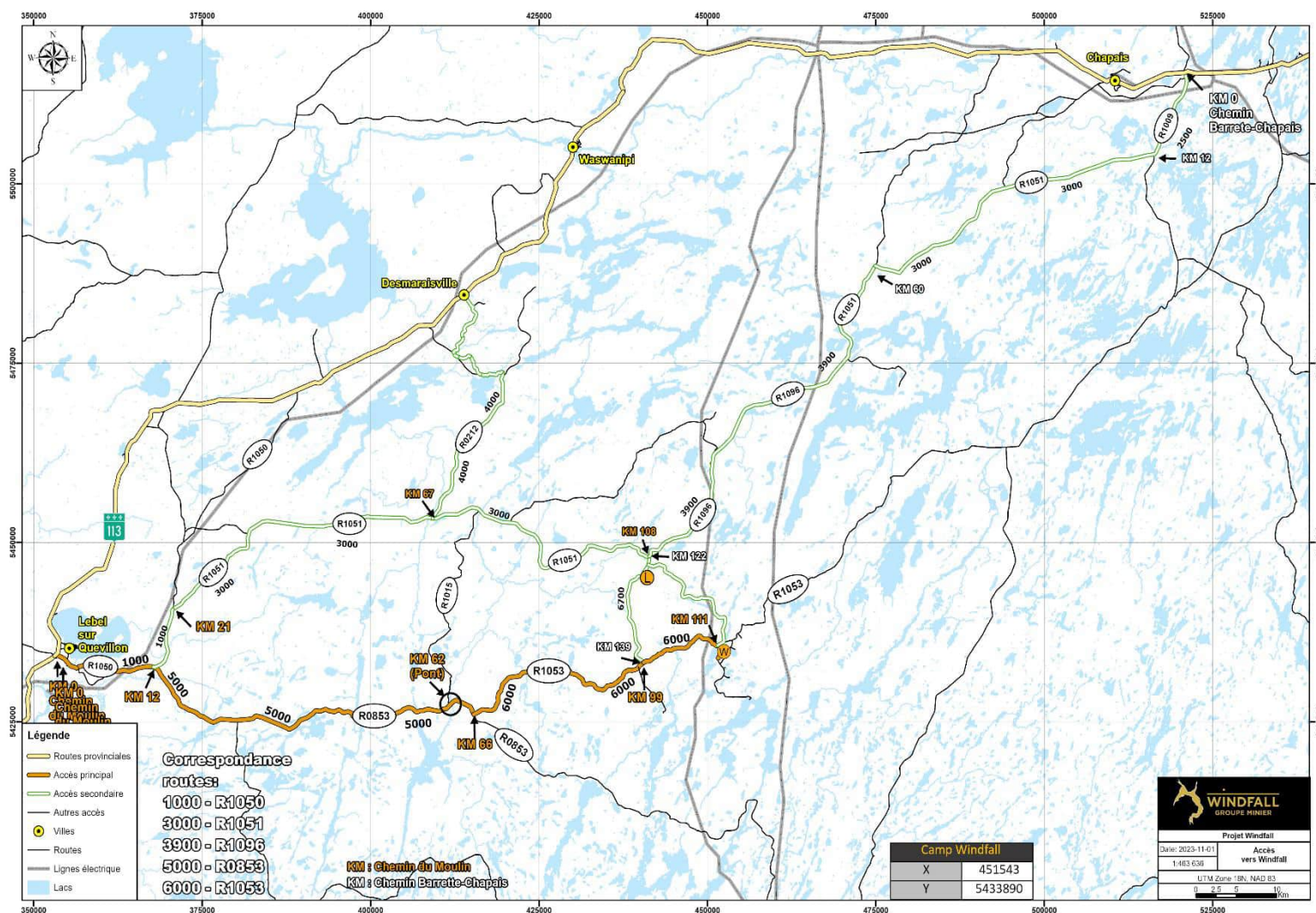
Révision #7


29-03-2024

5 sur 7

5.3 Description du chemin d'accès au camp Barry à partir de Lebel-Sur-Quévillon


- 1) Avant d'arriver à l'usine de pâte à papier de Lebel-Sur-Quévillon, tourner à gauche pour emprunter la route 1000;
- 2) Au km 12 sur la route 1000 et tourner à droite à l'intersection de la route 5000;
- 3) Ralentir au pont à une voie du km 63 de la route 5000;
- 4) Au km 66 de la route 5000, tourner à gauche sur la route 6000 en direction du site;
- 5) Au Km 98, tourner à droite en direction du camp Barry;
- 6) Continuer 8 Km jusqu'au poste de garde du camp Barry.



	Procédure d'accès par les routes forestières (Site de groupe Windfall et camp Laforest)			
	STY-RSK-STD-002	Révision #7	29-03-2024	6 sur 7

7. Informations supplémentaires

AIDE-MÉMOIRE POUR L'UTILISATION DES RADIOS MOBILES SUR LES ROUTES FORESTIÈRES	
CANAUX	UTILISATION
« ROUTE »	Pour s'annoncer aux 5 km sur les routes 1000, 5000, 6000 et la Traverse (Lebel-Sur-Quévillon/Camp Laforest/site de groupe minier Windfall).
« OSISKO ROUTE »	<p>Utilisation limitée pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Communiquer directement avec la guérite à votre départ ou votre arrivée à Lebel-Sur-Quévillon. - En cas de bris mécanique. - En cas d'urgence. - Fonctionne uniquement sur les radios numériques programmées à cet effet. <p>★ N'oubliez pas de vous remettre sur le canal « ROUTE » lorsque vous circulez sur les routes forestières pour communiquer avec les autres usagers.</p>
Activez le « SCAN » avec la touche « P2 » en tout temps pour que nous puissions communiquer avec vous au besoin.	

	Procédure d'accès par les routes forestières (Site de groupe Windfall et camp Laforest)			
	STY-RSK-STD-002	Révision #7	29-03-2024	7 sur 7

8. Historique des modifications

Historique des modifications					
# Version	Date de Révision	Sections modifiées	Modifié par	Objet de la modification	Type de modification
6	2023-11-29	1	Jérémy Arseneault	Ajout du camp Barry	Mineur
6	2023-11-29	3	Jérémy Arseneault	Ajout de l'emplacement d'emprunt radio à Rouyn-Noranda	Mineur
6	2023-11-29	5	Jérémy Arseneault	Ajout de la section 5.2. (Directive pour se rendre au camp Barry.	Importante
7	2024-03-29		Sylvain Drolet	Révision	Mineur

Différentes actions sont requises selon le type de modification :

Modification importante : requiert une relecture des employés concernés et le service de formation doit être avisé

Modification mineure : ne requiert pas de lecture des employés, ni de modifications au niveau de la formation.

Nouvelle procédure : requiert une relecture des employés concernés et le service de formation doit être avisé

ANNEXE

RQC22-2

PLAN DE GESTION DU TRANSPORT



PROJET WINDFALL

Plan de gestion du transport

Octobre 2024

Table des matières

1. Introduction	3
2. Planification du transport.....	3
2.1 Phases du projet.....	3
Phase de construction.....	3
Phase d'exploitation	3
Phase de fermeture.....	3
2.2 Nombre de transport par phase	4
Augmentation du transport routier durant la phase de construction	4
Prévision des transports durant la phase d'exploitation	5
Prévision du nombre de voyages durant la phase de fermeture	5
2.3 Estimations du transport en construction	6
2.4 Autorités de transport.....	6
2.5 Type de chargement	7
Chargements légaux	7
Permis général de classe 1	7
Permis spécial spécifique classe 1	7
Classes de permis.....	7
2.6 Dégel printanier	10
2.7 Stockage intermédiaire	12
2.8 Consolidation de fret.....	12
3. Mesures pour la sécurité routière.....	13
3.1 Contrôle de la vitesse	13
3.2 Installation de tableaux radar.....	13
3.3 Contrôle routier	13
3.4 Signalisation routière	15
3.5 Procédure de circulation	15
3.6 Procédure en période de gel et dégel.....	15
3.7 Procédure en période de chasse	15
4. Plan de communication.....	16
5. Mesures d'urgence	16
5.1 Responsabilités des entrepreneurs	16
5.2 Volet environnemental	17
5.3 Volet accident routier	17
6. Suivi des incidents.....	17
6.1 Rapport sur la faune	17

Liste des tableaux

- Tableau 1 - Transport de la marchandise nécessaire à la construction du site minier Windfall
Tableau 2 - Transport associé à la phase préproduction du site Windfall
Tableau 3 - Transport associé à la phase d'exploitation
Tableau 4 - Dates de dégel par zone entre 2019 et 2033

Liste des figures

- Figure 1 - Classe de transport par longueur
Figure 2 - Zones de dégel du MTMD
Figure 3 - Limite de masse et de charge par essieu
Figure 4 - Diagramme de distribution du projet Windfall

1. Introduction

Groupe Minier Windfall (« GMW ») a développé un plan de gestion du transport afin de détailler les moyens de contrôle qui seront déployés pour minimiser et contrôler l'impact sur l'environnement et le milieu social du projet Windfall pendant toute la durée de vie du projet. Ce plan de gestion du transport concerne spécifiquement les activités de circulation sur les chemins forestiers entre Lebel-sur-Quévillon et le site Windfall.

Le document suivant fournit les précisions attendues dans le plan de gestion du transport, soit les éléments de planification du transport (section 2), les mesures assurant la sécurité routières (section 3), le plan de communication sur les chemins (section 4) les dispositions spécifiques à la circulation sur les chemins d'accès dans le plan de mesures d'urgence (section 5) et finalement la gestion des incidents (section 6).

2. Planification du transport

2.1 Phases du projet

La planification des transports se déploiera en trois phases distinctes afin d'assurer une gestion efficace et durable des ressources tout au long du projet.

Phase de construction

Au cours de la phase de construction, GMW anticipe une augmentation des besoins en transport pour acheminer les matériaux nécessaires au chantier. Pour minimiser l'impact, GMW mettra en œuvre une stratégie de transport optimisée, en maximisant la capacité des transporteurs disponibles afin de réduire le volume de transports et les émissions associées.

Phase d'exploitation

Pendant les opérations minières, la planification prévoit une réduction du volume de transport, en adéquation avec les besoins opérationnels réguliers. GMW se concentrera sur l'efficacité des opérations de transport en optimisant les chargements et en garantissant des livraisons ponctuelles. Des mesures spécifiques seront mises en place pour minimiser l'impact, incluant l'amélioration de la gestion des itinéraires afin de toujours utiliser le chemin le plus court pour se rendre au point de départ, soit Lebel-sur-Quévillon.

Phase de fermeture

Lors de la restauration minière, GMW prévoit une augmentation des activités de transport. GMW appliquera la même approche de maximisation des chargements et de réduction des impacts que dans les phases précédentes. Cette approche garantira une gestion efficace des ressources tout en respectant les normes environnementales élevées.

2.2 Nombre de transport par phase

Augmentation du transport routier durant la phase de construction : Comme mentionné, GMW anticipe une augmentation du transport routier durant la phase de construction. Pendant ces deux années, un total de 3 104 transports lourds est prévu. Cette planification vise à assurer une gestion efficace des opérations tout en minimisant les impacts sur la circulation. Le détail du transport est fourni dans le tableau 1.

Tableau 5 - Transport de la marchandise nécessaire à la construction du site minier Windfall

Discipline	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Total
Campement et infrastructures	70	75	80	0	0	0	0	0	225
Travaux civils	32	0	0	0	0	0	0	0	32
Béton	40	125	120	120	40	0	0	0	445
Structure	50	125	125	25	0	0	0	0	325
Équipement mécanique du procédé	3	79	39	189	297	88	18	17	730
Équipement mécanique du garage	25	50	25	0	0	0	0	25	125
Tuyauterie	10	0	40	40	30	0	0	0	120
Équipement électrique et lignes	30	58	30	5	52	1	0	0	176
Automatisation	0	12	12	11	4	0	0	0	39
Télécommunications	0	2	2	0	0	0	0	0	4
Protection incendie	0	0	0	25	15	0	0	0	40
Livraisons de pièces variées	40	80	80	80	40	40	40	0	400
Diesel	60	60	60	60	53	50	50	50	443
Total	360	666	613	555	531	179	108	92	3 104

En sus des activités de construction, les activités de développement du sous-terre se poursuivront au site. À cet effet, le nombre de transport a aussi été évalué. Le tableau 2 présente les données de transport pour 2025 et 2026. Le total représente environ 14 voyages par jour.

Tableau 6 - Transport associé à la phase préproduction du site Windfall

Type de marchandise	2025	2026
Carburant	385	389
Explosif	60	104
Propane	104	164
Intrant de procédé pour usines	0	229
UTE	30	110
Ciment pour béton projeté	0	156
Ciment CRF	0	265
Ciment remblai en pâte	0	0
Service camp	104	104
Autobus travailleurs	530	682
Livraison générale	376	342
Livraison pièce	730	730
Matière résiduelle	519	519
Total	2 838	3 794

Prévision des transports durant la phase d'exploitation

Durant la phase d'exploitation, un nombre réduit de transports sera nécessaire pour garantir un soutien adéquat aux opérations. Une planification minutieuse des transports sera mise en place afin de maximiser l'utilisation de l'espace disponible et de minimiser l'impact sur la faune. Cette approche vise à concilier efficacité opérationnelle et préservation de l'environnement.

GMW prévoit une moyenne de 3 733 transports par année d'opération complète, ce qui correspond à 10 voyages en moyenne par jour.

Prévision du nombre de voyages durant la phase de fermeture

GMW prévoit un volume de transports équivalent pour la phase de restauration par rapport à la phase de construction, étant donné que ce processus constitue l'étape inverse. Cette approche permettra de garantir une gestion adéquate des ressources et des impacts sur la circulation.

Tableau 7 - Transport associé à la phase d'exploitation

Type	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Carburant	405	397	401	399	400	398	400	397	400	109
Explosif	156	156	156	156	156	156	156	156	156	43
Propane	208	212	209	212	212	213	211	205	187	58
Intrant de procédé pour les usines	454	454	454	454	454	455	454	454	454	124
Usine de traitement de l'eau	112	112	112	112	112	112	112	112	112	31
Ciment pour béton projeté	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
Ciment CRF	239	84	65	91	82	83	92	90	92	27
Ciment pour remblai en pâte	239	476	369	513	465	468	521	508	516	148
Service de campement	78	78	78	78	78	78	78	78	78	21
Autobus des travailleurs	530	530	530	530	530	530	530	530	530	158
Livraison générale	285	259	259	259	259	259	259	259	259	77
Livraison pièce	548	548	548	548	548	548	548	548	548	150
Matière résiduelle	278	278	278	278	278	278	278	278	278	86
Total	3688	3740	3615	3786	3730	3735	3795	3771	3766	1191

2.3 Estimations du transport en construction

Étant donné que la majorité des ensembles d'équipements n'ont pas encore été attribués, le nombre de chargements de camions a été estimé sur la base de la liste des regroupements de l'approvisionnement, des données disponibles dans la planification du projet, des informations fournies par les fabricants d'équipements et des hypothèses basées sur la connaissance de l'équipe sur des projets précédents. Les points d'origine restent à confirmer en fonction des lieux de fabrication des équipements. De plus, les dates de livraison sur le site ont été établies en fonction des dates requises sur le site pour les premières livraisons. L'estimation globale ne tient compte que des équipements de construction et des matériaux.

2.4 Autorités de transport

L'équipement sera conçu et assemblé pour respecter les poids et dimensions maximaux autorisés par les autorités routières locales et municipales. Tous les chargements sont soumis aux règles et règlements du ministère des Transports et de la Mobilité Durable (MTMD) et de la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ). Les transporteurs devront obtenir les permis routiers nécessaires avant tout déplacement terrestre afin d'assurer un transport sûr, de préserver les infrastructures routières existantes et de protéger le public motorisé en tout temps. L'utilisation de véhicules pilotes et d'escortes policières se fera conformément à ces règlements et aux instructions des permis.

Les listes préliminaires d'équipements doivent être examinées pour déterminer si une étude routière critique est nécessaire pour atteindre le site de travail. Si besoin, des demandes de permis pour chargements surdimensionnés et en surcharge seront présentées au MTMD par les transporteurs de GMW

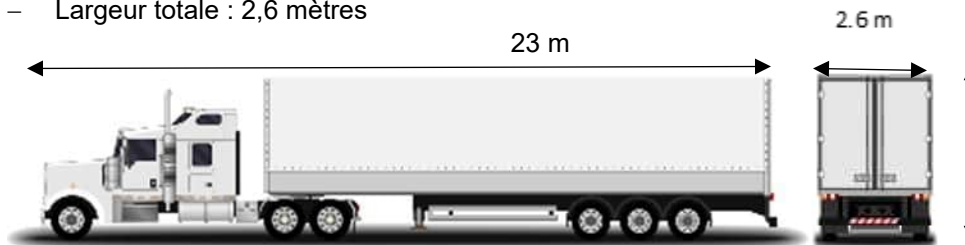
à l'avance, afin de valider les itinéraires et les parcours proposés et d'identifier les routes et/ou infrastructures susceptibles d'empêcher un transport sûr de l'équipement vers le site de travail.

2.5 Type de chargement

Chargements légaux

Les équipements et matériaux transiteront par la route depuis divers points d'origine et devront se conformer aux normes et règlements du MTMD comme référence. Les dimensions standard légales pour un chargement transporté par route sont les suivantes :

- Longueur totale : 23 mètres
- Hauteur totale : 4,15 mètres
- Largeur totale : 2,6 mètres



Permis général de classe 1

Les transporteurs spécialisés dans les « Chargements en surcharge » ou « Chargements dimensionnels » peuvent demander un PERMIS SPÉCIAL GÉNÉRAL annuel (classe 1) leur permettant de transporter les dimensions suivantes sans demander d'études gouvernementales :

- Longueur totale : de 17 à 30 mètres, selon la machinerie
- Hauteur totale : de 4,15 à 4,3 mètres
- Largeur totale : de 2,6 à 4,4 mètres

La longueur combinée maximale autorisée pour un camion sous un permis de classe 1 est de 27,5 m. Dépasser la longueur autorisée nécessite un véhicule d'escorte derrière le véhicule. De plus, une charge peut dépasser une remorque jusqu'à 4 m sans utiliser d'escorte. Lorsque le dépassement atteint > 4 m, un véhicule d'escorte derrière est requis.

Permis spécial spécifique classe 1

Un PERMIS SPÉCIAL SPÉCIFIQUE (classe 1) peut être demandé dans les 24 heures lorsque les dimensions suivantes sont rencontrées :

- Longueur totale : de 23 à 40 mètres, selon la machinerie
- Hauteur totale : de 4,15 à 5,0 mètres
- Largeur totale : de 2,6 à 5,0 mètres

Classes de permis

Dans la province de Québec, la plupart des équipements peuvent être transportés avec des permis de classe 1 ; cependant, les chargements surdimensionnés et en surcharge plus importants nécessiteront un PERMIS SPÉCIAL D'EXPERTISE : classes 5, 6 et 7.

- Classe 1 : Transport non standard en termes de largeur, hauteur, longueur ou dépassement avant ou arrière
- Classe 2 : Transport de bâtiments préfabriqués

- Classe 3 : Transport de piscines (N/A)
- Classe 4 : Camions de remorquage (N/A)
- Classe 5 : Transport avec une masse chargée dépassant les limites
- Classe 6 : Transport avec une masse chargée dépassant les limites, nécessitant un rapport d'expert du MTMD
- Classe 7 : Transport de taille dépassant les limites, nécessitant un rapport d'expert du MTMD

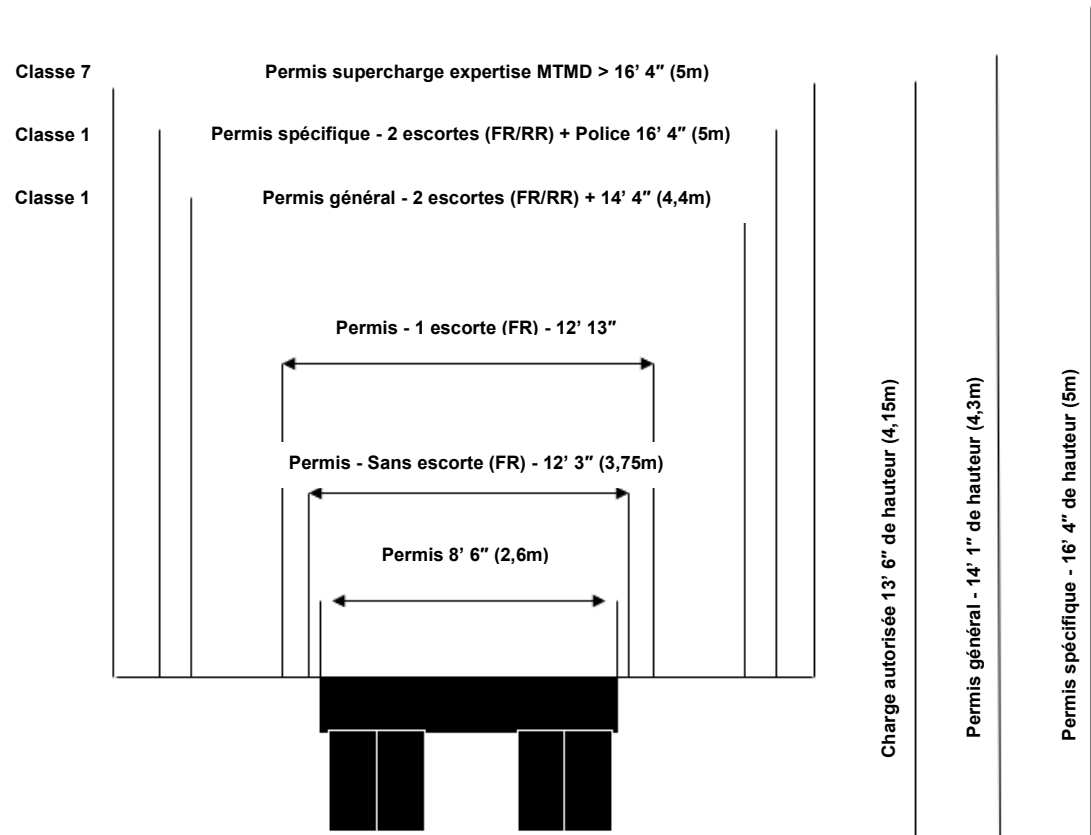
Les demandes de permis de classes 6 et 7 soumises au MTMD pour examen peuvent prendre plusieurs semaines pour étudier l'itinéraire routier proposé et examiner les infrastructures et les ponts. Toutes les autorisations individuelles des municipalités et des divers services publics doivent être reçues par le MTMD avant qu'il ne puisse délivrer un permis. Un plan logistique complet doit être préparé pour chaque chargement surdimensionné et en surcharge.

Les chargements dimensionnels ne sont généralement pas autorisés pendant les heures de pointe, en dehors des périodes de jour, les dimanches ou les jours fériés. Des restrictions peuvent également s'appliquer à la vitesse et aux zones où la charge peut s'arrêter. Les directives complètes accompagneront le permis, et il incombe aux transporteurs de s'y conformer.

En plus de l'approbation du MTMD, les charges autorisées sont toujours soumises aux conditions hivernales. Il est strictement interdit de conduire un véhicule surdimensionné ou en surcharge lorsque la visibilité ne dépasse pas un (1) km, ou lorsque la chaussée n'est pas dégagée de la neige ou de la glace conformément aux conditions d'entretien applicables à cette route ou autoroute.

La figure 1 présente les véhicules selon les dimensions par classes.

Figure 5 - Classe de transport par longueur



2.6 Dégel printanier

Chaque printemps, le MTMD détermine les dates de la période de dégel pour les trois zones de dégel à travers le Québec. Pendant cette période, les véhicules lourds circulant sur le réseau routier doivent réduire leurs chargements, conformément aux limites imposées par le *Règlement sur les limites de charge et de taille des véhicules*. Pendant les périodes de dégel, la route est de 30 à 70 % plus fragile que d'habitude. Un seul véhicule en surcharge peut causer des dommages considérables. Cependant, une légère réduction de la charge diminue considérablement les dommages à la chaussée. Par conséquent, des restrictions de charge sont imposées aux véhicules lourds pendant les périodes de dégel. Ces restrictions varient généralement de 8 % à 20 % en fonction de la configuration des essieux.

La province de Québec est divisée en trois (3) zones du sud au nord, chacune ayant sa propre période de dégel spécifique. Le site du projet est situé dans la zone 3, ce qui devrait prolonger le calendrier de la période de dégel.

Les périodes de dégel sont déterminées après avoir surveillé l'avancement du dégel sur la chaussée. Cela se fait à l'aide de capteurs répartis sur le réseau routier du Québec et par des relevés physiques. Les prévisions météorologiques sont également prises en compte, et les dates peuvent être prolongées ou réduites par le MTMD si nécessaire. La figure 2 a été tirée du site du MTMD.

Figure 6 - Zones de dégel du MTMD







Les trois zones de dégel sont les suivantes :

- La zone 1 couvre le sud du Québec, y compris de grands centres comme Gatineau, Montréal, Sherbrooke, Trois-Rivières et Québec, et s'étend jusqu'à Rivière-du-Loup.
- La zone 2 se situe immédiatement au nord de la Zone 1 et inclut les réserves fauniques de La Vérendrye et des Laurentides, ainsi que Témiscamingue, Saguenay, Lac-Saint-Jean, Côte-Nord, Rimouski, Gaspésie et les Îles-de-la-Madeleine.
- La zone 3 se trouve au nord de la zone 2 et comprend l'Abitibi, la région de Chibougamau-Chapais ainsi que la réserve faunique d'Ashuapmushuan.






Malgré les restrictions imposées par le MTMD, les expéditions de charges lourdes peuvent être autorisées, à condition que le nombre approprié d'essieux soit utilisé pour répartir le poids et respecter les limites de poids réduites par essieu. Par conséquent, la disponibilité de ces types de remorques pendant la période de dégel est limitée et les coûts sont très élevés. La figure 3 est tirée du site du MTMD.

Figure 7 - Limite de masse et de charge par essieu

TABLEAU 1 : Limites de charge par essieu					
Catégorie d'essieux			Période		Réduction
			Normal	Dégel	
B.10	Essieu simple		10 000 kg	8 000 kg	20 %
B.21	Tandem		18 000 kg	15 500 kg	14 %
B.33	Tridem ou tridem équivalent		26 000 kg ¹	22 000 kg ¹	15 %
B.45	Un essieu autovireur à l'avant d'un tridem ²		34 000 kg	29 500 kg	13 %

¹ Cette limite est diminuée de 1 000 kg dans le cas d'un essieu tridem équivalent.

² Cette catégorie d'essieux doit être munie d'un système de suspensions conçu pour égaliser la masse entre tous les essieux à 1 000 kg près sans ajustement possible.

TABLEAU 2 : Limites de masse totale en charge			
Catégorie de véhicule et d'ensemble de véhicules	Période		réduction
	normal	dégel	
	25 250 kg	22 750 kg	10 %
	41 500 kg	36 500 kg	12 %
	49 500 kg	43 000 kg	13 %
	57 500 kg	50 500 kg	12 %
	62 500 kg	57 500 kg	8 %

Typiquement, pour la zone 3, la période de dégel s'étend de fin mars à mi-mai ou début juin. Cependant, il est très probable que la plupart des équipements et matériaux devront transiter par les zones 1 et 2 pour atteindre le site. Le MTMD publiera les dates prévisionnelles quelques mois à l'avance, mais les dates de début et de fin officielles peuvent être ajustées chaque semaine en fonction des conditions météorologiques.

changeantes. Le tableau 4 présente les données publiées sur le site du MTMD des dates de dégel par zone.

Tableau 8 - Dates de dégel par zone entre 2019 et 2033

ANNÉE	ZONE 1			ZONE 2			ZONE 3		
	DÉBUT	FIN	DURÉE (jours)	DÉBUT	FIN	DURÉE (jours)	DÉBUT	FIN	DURÉE (jours)
2019	25 mars	17 mai	53	1 avril	24 mai	53	15 avril	24 mai	39
2020	9 mars	8 mai	60	6 avril	15 mai	39	6 avril	15 mai	39
2021	22 mars	30 avril	39	22 mars	14 mai	53	29 mars	14 mai	46
2022	21 mars	6 mai	46	28 mars	20 mai	53	28 mars	20 mai	53
2023	20 mars	28 avril	39	27 mars	19 mai	53	17 avril	26 mai	39

2.7 Stockage intermédiaire

En raison d'un éventail de facteurs liés à la disponibilité des équipements, aux délais de livraison, aux temps de transit, à la planification et à la mobilisation des entrepreneurs, il est prévu que divers espaces de stockage soient nécessaires pour entreposer, préserver et sécuriser différents équipements et matériaux jusqu'à leur installation ou pré-assemblage. Ces emplacements de stockage intermédiaire seront situés près des grands centres urbains, offrant des installations d'entreposage spécialisées avec une main-d'œuvre et des services plus expérimentés. De plus, la proximité des centres urbains offrira une plus grande flexibilité pour la disponibilité des camions/remorques.

Les emplacements d'entrepôt intermédiaire actuellement utilisés par GMW depuis 2022 pour le stockage des articles à long délai se trouvent à Sorel-Tracy et à Saint-Gabriel-de-Brandon. D'autres emplacements sont également envisagés dans les régions de Montréal ou de Québec pour compléter les volumes nécessaires.

2.8 Consolidation de fret

Le projet encouragera fortement les stratégies de consolidation des équipements afin de minimiser le nombre de livraisons sur le site. Par exemple, lors de la collecte de petits envois LTL (moins que la charge complète) de divers fournisseurs, les chargements peuvent être consolidés à l'entrepôt en chargements complets de camions pour maximiser la charge utile et réduire les coûts de transport, tout en minimisant le volume global de camions livrés sur le site.

Le même principe s'applique lors de la récupération de conteneurs au port de Montréal, qui se fait généralement via des châssis intermodaux à 3 essieux avec un poids autorisé d'environ 65 000 lbs sur les routes du Québec. Les conteneurs complets peuvent peser entre 22 750 kg (50 155 lbs) et 29 500 kg (65 035 lbs) en dehors des périodes de dégel. Une fois le transport effectué et les conteneurs retournés au port, les matériaux peuvent être consolidés et transférés sur des remorques à 4 essieux pouvant transporter jusqu'à environ 84 000 lbs. Aucun conteneur ne sera expédié du port de Montréal directement sur le site. La figure 4 présente le diagramme de distribution du matériel pour le projet minier Windfall.

3. Mesures pour la sécurité routière

Chez GMW, la sécurité de nos employés et des usagers de la route est une priorité absolue. Pour garantir un environnement routier sécurisé, GMW appliquera avant le début de la phase construction les mesures listées ci-après.

3.1 Contrôle de la vitesse

Conformément à la politique de sécurité interne, GMW demandera à chaque conducteur entrant par le point de départ de Lebel-sur-Quévillon de téléphoner à la guérite. Le conducteur devra fournir son nom ainsi que l'heure de départ. À l'arrivée, la guérite procédera à une vérification de la vitesse moyenne du véhicule afin de garantir le respect des limites de vitesse établies pour les routes forestières, fixées à 70 km/h.

Dans un souci d'encourager le respect de ces normes, des mesures correctives progressives seront mises en place en cas de non-conformité. En cas de récidive, des réunions seront organisées avec l'employé ou l'entrepreneur concerné afin d'aborder la situation et d'assurer un maintien optimal de la sécurité routière. GMW mettra également l'accent sur l'évaluation des performances en matière de santé et sécurité au travail (SST) pour soutenir les fournisseurs qui respectent les meilleures pratiques en matière de conduite sécuritaire.

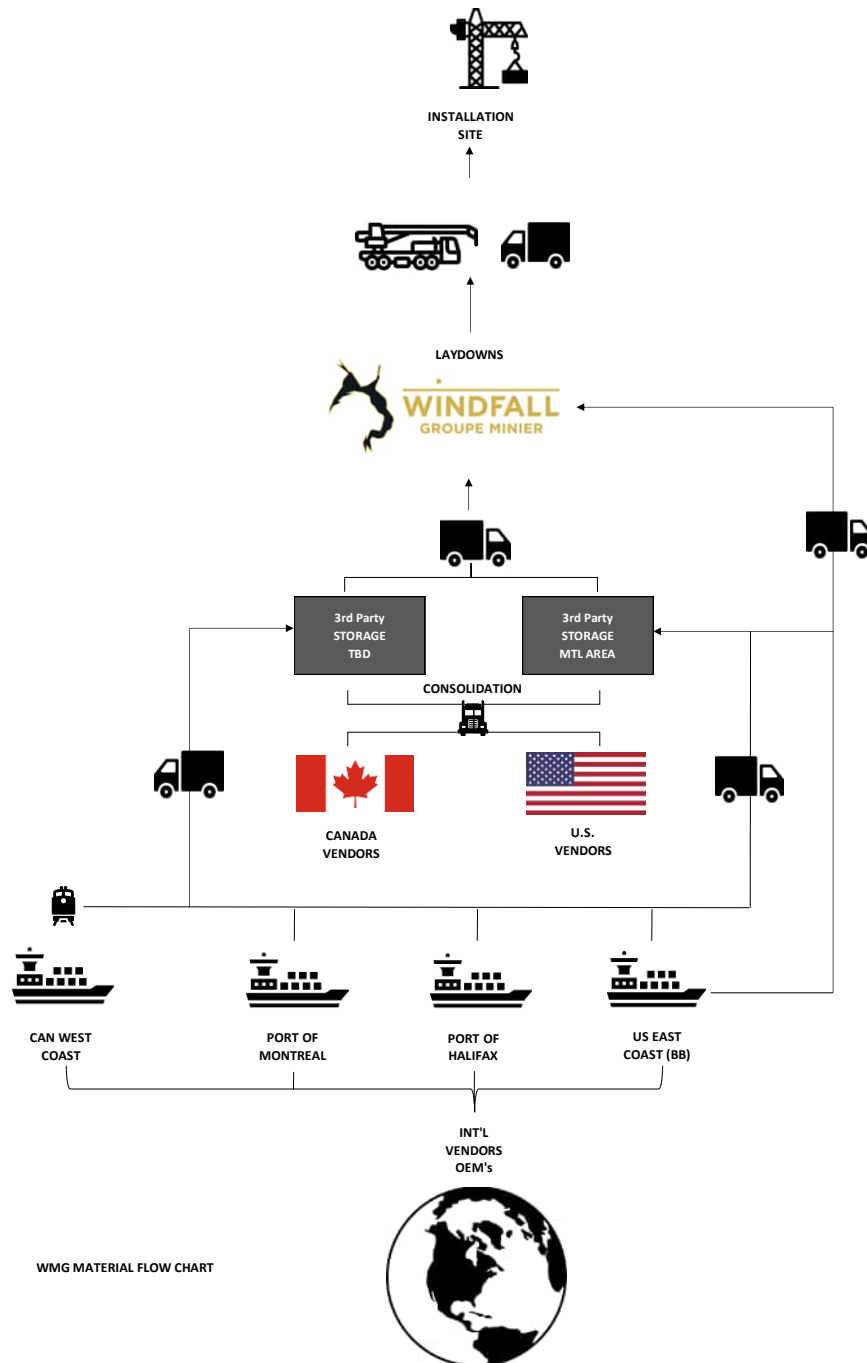
3.2 Installation de tableaux radar

GMW procédera à l'acquisition et à l'installation de deux dispositifs radar mobile le long des routes d'accès. Ces radars auront pour objectif de sensibiliser les conducteurs à leur vitesse et de promouvoir un ralentissement adéquat de la circulation, contribuant ainsi à la réduction des risques d'accidents.

3.3 Contrôle routier

Des contrôles routiers réguliers seront effectués par l'équipe de sécurité de GMW sur les routes d'accès. Ces contrôles incluront l'utilisation de radars de vitesse pour surveiller et à l'arrivée, selon la durée du trajet, les conducteurs dépassant les limites autorisées seront rencontrés pour les informer et adopter des mesures correctives.

Figure 8 - Diagramme de distribution du projet Windfall



Les infractions seront traitées avec la plus grande rigueur pour garantir le respect des règles de sécurité.

3.4 Signalisation routière

La signalisation actuelle des routes inclut les limites de vitesse, la capacité portante des ponts, ainsi que l'identification des points kilométriques à tous les kilomètres. GMW continuera à garantir le bon état de cette signalisation et à veiller à ce que les abords des routes soient dégagés devant, permettant ainsi une identification rapide et efficace.

À la suite de l'analyse des impacts de la circulation sur la faune ou de constats issus d'enquêtes sur des incidents, GMW pourrait décider d'ajouter des panneaux de signalisation supplémentaires. Ces mesures visent à sécuriser certaines sections de la route, réduisant ainsi les risques pour la faune et assurant un transport de marchandises plus sécurisé.

3.5 Procédure de circulation

Avant d'accéder au site, tous les conducteurs devront se familiariser avec les règles de circulation spécifiques en vigueur. Cette procédure vise à s'assurer que chaque conducteur est pleinement informé et respecte les exigences de sécurité établies. (ex : communiquer par radio son avancement sur la route à chaque 5 km).

De plus, l'accès au site sera autorisé dans une plage précise de la journée selon la saison et de la luminosité (ex : entre 6h00 et 18h00). Cette restriction horaire vise à garantir une gestion optimale des flux de circulation et à renforcer la sécurité sur le site. Aucune circulation de nuit n'est prévue sauf dans des situations exceptionnelles.

3.6 Procédure en période de gel et dégel

Pendant les périodes critiques de gel et de dégel, GMW s'engage à veiller à la conformité des routes afin de garantir leur sécurité. En cas de conditions climatiques susceptibles de compromettre la sécurité routière, une inspection approfondie des routes sera réalisée. Des mesures correctives appropriées seront alors appliquées aux zones identifiées comme problématiques.

Cette approche proactive vise à prévenir les risques liés aux variations des conditions routières et à assurer un environnement de conduite sécurisé pour tous les usagers. Il n'est actuellement pas possible d'estimer le nombre de voyages qui seront réalisés en période de dégel car la date du début du chantier viendra grandement influencer ce nombre.

3.7 Procédure en période de chasse

Durant les périodes de chasse, GMW informera expressément les conducteurs de poids lourds de l'importance de ne pas utiliser les freins moteurs. Cette mesure vise à réduire le niveau de bruit et à offrir aux chasseurs une tranquillité accrue durant la chasse sportive.

Pour renforcer le message de respect de cette consigne, un écran électronique sera installé sur l'accotement de la route. Cette initiative permettra de minimiser l'impact sur les activités de chasse et de promouvoir une cohabitation harmonieuse entre les usagers de la route et les pratiquants de la chasse.

Un registre sera mis en place pour suivre attentivement tous les incidents impliquant la faune et les véhicules. Cette mesure vise à garantir une gestion proactive et efficace des interactions entre les animaux sauvages et les infrastructures routières, et à améliorer les pratiques de sécurité routière et de protection de la faune.

Il n'est actuellement pas possible d'estimer le nombre de voyages qui seront réalisés en période de chasse car la date du début du chantier viendra grandement influencer ce nombre.

Aucune mesure additionnelle n'est prévue en lien avec les campements puisqu'aucun ne se trouve à 500 m de part et d'autre du chemin forestier.

4. Plan de communication

La communication des informations et la gestion des procédures seront centralisées via une plateforme informatique. Il incombe au donneur d'ordre de s'assurer que les transporteurs ou entrepreneurs concernés reçoivent le lien hypertexte pour accéder aux formations requises. Cette procédure vise à ce que les intervenants soient correctement renseignés et formés avant de prendre la route.

GMW envisage de mettre en place un accueil temporaire durant la phase de construction afin d'optimiser la gestion des usagers se rendant sur le site. Les conducteurs n'ayant pas encore suivi leur formation en ligne auront la possibilité de le faire avant leur livraison. Pour garantir une compréhension adéquate des règles de circulation nécessaires pour accéder au site, GMW fournira des ordinateurs sur place. Cette initiative vise à renforcer la sécurité et à faciliter l'accès pour tous les usagers et est toujours en cours d'élaboration. D'autres mécanismes équivalents pourraient être retenus.

Après la formation en ligne, les informations pertinentes seront transmises à l'équipe de sécurité. Un contrôle de conformité sera effectué avant que le conducteur ne puisse accéder au site. Si un conducteur ne complète pas la formation en ligne dans les délais impartis, il devra impérativement suivre cette formation avant de se rendre sur le site.

Une fois l'approbation accordée pour emprunter la route vers le site minier, le conducteur devra signaler sa présence sur les routes et ce, à tous les 5 km. Ce protocole permettra de vérifier le respect des procédures établies. Les gardiens de sécurité effectueront des contrôles routiers réguliers pour s'assurer de la conformité avec cette exigence.

5. Mesures d'urgence

Les mesures d'urgence chez GMW sont organisées en deux volets principaux : environnemental et accident routier. GMW dispose de trois brigades d'intervention, composées de 72 secouristes volontaires en rotation, qui sont prêtes à intervenir en toutes circonstances jusqu'à l'arrivée des autorités compétentes ou des services publics pour la prise en charge des blessés.

5.1 Responsabilités des entrepreneurs

Les entrepreneurs doivent impérativement disposer des assurances nécessaires pour couvrir les coûts liés aux accidents environnementaux ou routiers. Ils doivent également veiller à la conformité de leurs équipements et procédures en matière de gestion des urgences. Cependant l'équipe d'intervenant (premier répondant et pompier) interviendront lors d'un appel d'urgence afin de minimiser l'impact et secourir les blessés le cas échéant.

5.2 Volet environnemental

Équipements disponibles : GMW maintient en tout temps un camions-pompier et une remorque d'intervention spécialement équipés pour faire face aux urgences environnementales.

Procédure d'intervention : En cas d'incident environnemental, une communication immédiate avec la guérite permettra de mettre en alerte l'équipe d'urgence. L'intervention sera alors déclenchée pour contenir, gérer la situation de manière appropriée et dans le respect de la réglementation.

5.3 Volet accident routier

Procédure d'intervention : En cas d'accident routier, la guérite recevra l'appel d'urgence et activera la brigade de premiers répondants. L'équipe interviendra avec une ambulance pour fournir les premiers soins et transporter les blessés au point de rencontre planifié avec l'ambulance de Lebel-sur-Quévillon.

Prise en charge : Les blessés seront transférés aux services publics pour une prise en charge médicale adéquate.

6. Suivi des incidents

GMW s'engage à soutenir les autorités ministérielles, les entrepreneurs, et les communautés d'accueil en fournissant une assistance complète dans le cadre du processus d'enquête. En plus, devant les situations suivantes :

Enquête sur les causes : GMW collaborera étroitement avec les autorités pour mener une enquête approfondie afin d'identifier les causes principales ayant conduit à l'événement. Cette démarche vise à comprendre en détail les circonstances de l'incident.

Suivi des correctifs : À la suite de l'enquête, GMW épaulera l'entrepreneur dans la recherche des mesures correctives nécessaires pour prévenir l'apparition de tout incident comparable à l'avenir. GMW confirmera la mise en place des correctifs pour garantir leur efficacité et leur durabilité.

6.1 Rapport sur la faune

GMW établira un registre de collisions avec la faune. Cette initiative permettra d'analyser les impacts sur les espèces locales et de concevoir des mesures correctives adaptées. En intégrant ces données, GMW pourra mettre en œuvre des stratégies de protection ciblées, particulièrement durant les périodes critiques ou dans les sections de route identifiées comme à risques. L'objectif est de minimiser les conséquences sur la biodiversité tout en assurant la sécurité routière. GMW s'est aussi déjà engagé à ajouter de la signalisation dans les zones les plus à risque de collision avec la faune.

