AtkinsRéalis

Demande de modification du CA Global

Goldcorp Canada Ltd

25 avril 2024

N/Dossier n° : 699279
N/Réf.: 699279-4E-L01-00

Agrandissement du parc à résidus miniers (phase 5) - Mine Éléonore

Avis

Le présent rapport a été préparé, et les travaux qui y sont mentionnés ont été réalisés par AtkinsRéalis Canada inc. (AtkinsRéalis), exclusivement à l'intention de la **Goldcorp Canada Ltd**(le Client), qui fut partie prenante à l 'élaboration de l'énoncé des travaux et en comprend les limites. La méthodologie, les conclusions, les recommandations et les résultats cités au présent rapport sont fondés uniquement sur l'énoncé des travaux et assujettis aux exigences en matière de temps et de budget, telles que décrites dans l'offre de services et/ou dans le contrat en vertu duquel le présent rapport a été émis. L'utilisation de ce rapport, le recours à ce dernier ou toute décision fondée sur son contenu par un tiers est la responsabilité exclusive de ce dernier. AtkinsRéalis n'est aucunement responsable de tout dommage subi par un tiers du fait de l'utilisation de ce rapport ou de toute décision fondée sur son contenu.

Les conclusions, les recommandations et les résultats cités au présent rapport (i) ont été élaborés conformément au niveau de compétence normalement démontré par des professionnels exerçant des activités dans des conditions similaires de ce secteur, et (ii) sont déterminés selon le meilleur jugement d'AtkinsRéalis en tenant compte de l'information disponible au moment de la préparation du présent rapport. Les services professionnels fournis au Client et les conclusions, les recommandations et les résultats cités au présent rapport ne font l'objet d'aucune autre garantie, explicite ou implicite. Les conclusions et les résultats cités au présent rapport sont valides uniquement à la date du rapport et peuvent être fondés, en partie, sur de l'information fournie par des tiers. En cas d'information inexacte, de la découverte de nouveaux renseignements ou de changements aux paramètres du projet, des modifications au présent rapport pourraient s'avérer nécessaires.

Le présent rapport doit être considéré dans son ensemble, et ses sections ou ses parties ne doivent pas être vues ou comprises hors contexte. Si des différences venaient à se glisser entre la version préliminaire (ébauche) et la version définitive de ce rapport, cette dernière prévaudrait. Rien dans ce rapport n'est mentionné avec l'intention de fournir ou de constituer un avis juridique.

Page de signatures

Préparé par:

Abdallah Timsit, M. ing
Chargé de projet en évaluation environnemental

Département Évaluation Environnemental et Gestion de Projet
Services d'ingénierie - Canada

Christophe Delcourt, M. Env
Chargé de projet en environnement

Département Évaluation Environnemental et Gestion de Projet
Services d'ingénierie - Canada

Isabelle Dufresne, Biologiste, M.E.I
Chargée de projet

Département
Services d'ingénierie - Canada

Isabelle Blanc-Potard, ing.PRT, M. ing.
Chargée de projet

Département
Services d'ingénierie - Canada

Révisé par:

Julie Tremblay, M.Sc. Géogr.
Chef d'équipe - Évaluation des impacts environnementaux - Secteur industriel

Département

Services d'ingénierie - Canada

Équipe de travail

AtkinsRéalis Canada inc.

Demande de modification du CA Global	
Christophe Delcourt, M. Env	Chargé de projet
Julie Tremblay, M.Sc. Géogr.	Révision
Abdallah Timsit, M. ing	Chargé de projet – Milieu physique
Isabelle Dufresne, Biologiste, M.E.I	Chargée de projet – Milieu biologique
Isabelle Blanc-Potard, ing.PRT, M. ing.	Chargée de projet – Milieu humain
Valérie Audet, adjointe administrative	Édition
Ingénierie de préfaisabilité	
Geneviève Marchand, ing., M.Sc., PMP.	Directrice de projet
Paola Cardenas ing, Ph.D.	Ingénieure en géotechnique
Amir Hossein Zamani ing, M.Sc	Ingénieur sénior en géotechnique

Goldcorp Canada Ltd. – Mine Éléonore

Mme Geneviève Pépin	Directrice Durabilité et Relations externes
M. Vincent Martin, ing., Ph.D.	Surintendant environnement

Table des matières

1. Introduction 1

2. Mise en contexte 3

2.1 Présentation de l'initiateur 3

2.2 Équipe de réalisation 3

2.3 Description du site minier 4

2.3.1 Localisation du site minier 4

2.3.2 Description des infrastructures existantes du site minier 4

2.4 Justificatif du projet 7

3. Détermination des variantes de réalisation 9

3.1 Processus de sélection 9

3.1.1 Sélection de la technologie 9

3.1.2 Sélection des variantes 10

3.2 Analyse des variantes 13

3.3 Justification de la variante retenue 13

4. Description du projet 15

4.1 Localisation et caractéristiques techniques 15

4.2 Caractéristiques des résidus miniers 16

4.2.1 Résidus miniers désulfurés 17

4.2.2 Pierres stériles 17

4.2.3 Boues de l'UTEI 17

4.3 Phase de construction 18

4.3.1 Description des activités de construction 18

4.3.2 Modalités de réalisation des travaux 18

4.3.3 Aires d'entreposage de mort-terrain et de roc 19

4.3.4 Calendrier de réalisation des travaux de construction 19

4.4 Phase d'exploitation 21

4.4.1 Phasage et déposition des résidus 21

4.4.2 Gestion du sous-drainage 21

4.4.3 Gestion des eaux de surface 21

4.4.4 Stabilité de la digue 24

4.4.5 Calendrier de d'exploitation 24

4.5 Phase de fermeture 24

5. Démarches d'informations et de consultations 26

6. Description du milieu de réalisation du projet 31

6.1 Délimitation de la zone d'étude 31

6.2 Description du milieu physique 31
6.2.1 Sol et terrain 31
6.2.2 Hydrographie 33
6.2.3 Climat et direction des vents dominants 33
6.2.4 Qualité des eaux de surface 34
6.2.5 Hydrogéologie et Qualité des eaux souterraines 35
6.3 Description du milieu biologique 36
6.3.1 Végétation terrestre 36
6.3.2 Milieux humides 37
6.3.3 Faune terrestre 37
6.3.4 Faune aquatique 40
6.3.5 Faune aviaire 41
6.3.6 Espèces végétales et fauniques à statut précaire 48
6.4 Milieu humain 49
6.4.1 Infrastructures présentes 49
6.4.2 Utilisateurs du territoire 50
6.4.3 Potentiel archéologique et culturel 50
6.4.4 Paysage 51
6.4.5 Contexte socio-économique 51
7. Analyse des impacts et des mesures d'atténuation 52
7.1 Méthodologie d'analyse des impacts 52
7.2 Description des impacts 53
7.2.1 Milieu physique 54
7.2.2 Milieu biologique 65
7.2.3 Milieu humain 76
7.3 Compensations des impacts résiduels 84
7.4 Impacts cumulatifs 85
8. Programme préliminaire de surveillance et de suivi environnemental 86
8.1 Suivi de la qualité des eaux souterraines 86
8.2 Suivi des retombées de poussières 87
9. Références 89

Les tableaux

Tableau 1 Modifications du CA Global et conditions à respecter pour le parc à résidus miniers 1
Tableau 2 Identification du promoteur 3
Tableau 3 Comparaison quantitative des variantes 11
Tableau 4 Résultats de l'analyse des variantes 13
Tableau 5 Configuration de l'agrandissement de la Phase 5 - exploitation 16

Tableau 6 Bilan préliminaire des matériaux 19
Tableau 7 Calendrier de réalisation des travaux 20
Tableau 8 Scénarios météorologiques 22
Tableau 9 Registre des communications environnementales effectuées en 2022, 2023 et 2024 27
Tableau 10 Liste des micromammifères capturées dans le secteur de la mine Éléonore 38
Tableau 11 Espèces de chauves-souris potentiellement présentes dans la zone d'étude, avec leur statut de conservation 39
Tableau 12 Liste des espèces de poisson capturées dans le réservoir Opinaca et ses tributaires 40
Tableau 13 Espèces d'oiseaux présentes et potentiellement présentes (adapté du Tableau 4.3-6 de Golder, 2010) 42
Tableau 14 Espèces végétales à statut de protection potentiellement présentes dans la zone d'étude 48
Tableau 15 Importance des impacts – Sol et terrain 55
Tableau 16 Importance des impacts – Hydrologie 57
Tableau 17 Importance des impacts – Qualité de l'eau de surface et des sédiments 58
Tableau 18 Importance des impacts – Hydrogéologie 60
Tableau 19 Importance des impacts – Qualité de l'eau souterraine 61
Tableau 20 Importance des impacts – Air 63
Tableau 21 Importance des impacts – Climat (GES) 63
Tableau 22 Importance des impacts – Bruit et vibration 65
Tableau 23 Superficies de végétation terrestre et de milieux humides perdues sur le site minier telles que prévues en 2011, celles réelles en date de 2020 ainsi que celles prévues pour la phase 5 (adapté de SNC-Lavalin, 2021). 66
Tableau 24 Importance des impacts – Végétation terrestre 67
Tableau 25 Importance des impacts – Milieux humides 68
Tableau 26 Importance des impacts – Poisson et son habitat 69
Tableau 27 Importance des impacts – Grands mammifères 73
Tableau 28 Importance des impacts – Mammifères de moyenne taille, sauvagine et oiseaux aquatiques 73
Tableau 29 Importance des impacts – Petits mammifères, oiseaux de rivage, oiseaux terrestres nicheurs et oiseaux de proie 74
Tableau 30 Importance des impacts – Reptiles et amphibiens 74
Tableau 31 Importance des impacts – Santé écologique 75
Tableau 32 Importance des impacts – Utilisation du territoire 77
Tableau 33 Importance des impacts – Paysage 79
Tableau 34 Importance des impacts – Aspects économiques 81
Tableau 35 Importance des impacts – Aspects sociaux 83
Tableau 36 Importance des impacts – Santé humaine 84
Tableau 37 Modifications proposées au programme de suivi des retombées de poussières autour du PAR 88

Les figures

Figure 2-1 Production projetée de résidus miniers entre 2024 et 2033 sur le site minier Éléonore 8

Figure 3-1 Localisation des différents scénarios envisagés 10

Figure 3-2 Variantes analysées pour l'agrandissement du PAR 12

Figure 4-1 Zone d'agrandissement prévue du PAR (phase 5) 15

Figure 4-2 Géométrie du modèle hydraulique 23

Figure 6-1 Rose de vents de la mine Éléonore en 2023 34

Figure 7-1 Évaluation de l'importance des impacts environnementaux et sociaux 53

Figure 8-1 Localisation des puits d'observation d'eaux souterraines autour du PAR (en bleu : existants ; en jaune : proposé) 87

Les annexes

Annexe 1 – Informations administratives

Annexe 2 – Cartes de localisation du projet

Annexe 3 – Analyse comparative des alternatives d'agrandissement du parc à résidus

Annexe 4 – Rapport d'ingénierie conceptuelle de la phase 5 du parc à résidus

Annexe 5 - Caractérisation géochimique des résidus miniers pour l'année 2023

Annexe 6 – Caractérisation environnementale de site – Phase I

Annexe 7 – Étude hydrogéologique – Modélisation du parc à résidus miniers

Annexe 8 – Inventaires biophysiques complémentaires (2023)

Annexe 9 – Méthodologie d'évaluation des impacts (EIES initiale)

Annexe 10 – Mesures d'atténuation – Milieu physique

Annexe 11 – Mesures d'atténuation – Milieu biologique

Annexe 12 – Mesures d'atténuation – Milieu humain

1. Introduction

La mine Éléonore, une propriété de Newmont, est une mine d'or localisée en bordure du réservoir Opinaca dans le territoire du gouvernement régional d'Eeyou Istchee Baie-James (terres publiques de catégorie III selon la Convention de la Baie-James et du Nord québécois).

Le projet minier Éléonore a été autorisé par le certificat d'autorisation Global (CA Global) délivré par le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) le 10 novembre 2011 (V/Réf : 3214-14-042) en vertu du chapitre II de la Loi sur la qualité de l'environnement. Le CA Global inclut notamment l'extraction du minerai aurifère dans une mine souterraine localisée sous le réservoir Opinaca, le traitement du minerai en surface dans une usine ayant une capacité de traitement de 7000 tm/j, l'aménagement d'un parc à résidus miniers d'une superficie d'environ 80 ha ainsi que l'exploitation du gisement durant 22 ans. L'exploitation de cette mine a débuté en septembre 2014.

Toutefois, depuis l'émission initiale du CA Global, plusieurs demandes de modifications ont été présentées au MELCCFP en lien avec l'exploitation du PAR. Le tableau suivant résume ces modifications et les conditions applicables au PAR incluses dans le CA Global.

Tableau 1 Modifications du CA Global et conditions à respecter pour le parc à résidus miniers

Date	Nature des changements	Conditions applicables au PAR
10 novembre 2011	CA Global initial (aucun changement)	Condition 2.1 : Aménagement sur le site C Condition 2.3 : Entente avec Hydro-Québec (cote 220 m) Condition 2.4 : Encadrement pour la pose de la géomembrane Condition 2.5 : Débit de percolation < 3,3l/m^2/j Condition 2.6 : Modélisation hydrogéologique Condition 2.10 : Aucun rejet vers la rivière Opinaca et suivi du ruisseau no 5
11 juin 2013	Norme à respecter pour les cyanures	Condition 1 (condition 2.7 modifiée) : Suivi des concentrations en cyanures dans le PAR
8 septembre 2014	Programme de suivi environnemental	Incluant le secteur PAR (effluents intermédiaires, milieu récepteur, eaux souterraines, émissions de poussières, etc.)
15 janvier 2015	Concept d'aménagement final du PAR	-
16 septembre 2019	Programme de suivi environnemental	Condition 5 : réseau de puits d'observation d'eaux souterraines autour du PAR
21 avril 2021	Exploitation du PAR	Co-disposition des stériles, agrandissement du bassin de collecte, pompage hivernal

La présente demande de modification de CA Global, préparée en vertu de l'article 154 de la LQE, vise à agrandir la superficie du parc à résidus miniers de la mine Éléonore.

La mise en contexte et la justification du projet sont présentées à la section 2.

Les sections 3 et 4 décrivent les variantes étudiées et la description de la variante sélectionnée, respectivement. Ces informations découlent essentiellement des rapports préparés par l'équipe de conception d'AtkinsRéalis lors de la phase d'ingénierie de niveau « préfaisabilité ».

La section 5 résume les démarches d'information et de consultation des communautés effectuées par GCL pour ce projet.

La section 6 décrit le milieu de réalisation du projet en mettant l'emphase sur les plus récentes données disponibles, notamment les inventaires biophysiques complémentaires réalisés en 2023 dans la zone d'étude de l'agrandissement du PAR. Toutefois les feux de forêt exceptionnels qui ont eu cours dans le nord du Québec à l'été 2023 ont empêché la réalisation des inventaires d'avifaune (oiseaux forestiers), ceux-ci seront réalisés en 2024 lors des périodes propices afin de compléter l'information déjà disponible.

L'évaluation des impacts du projet est détaillée à la section 7. La méthodologie d'évaluation est la même que celle utilisée dans l'étude d'impacts environnementaux et sociaux (EIES) initiale (Golder, 2010a à 2011b) afin d'assurer la comparaison des résultats.

Enfin la section 8 résume les éléments additionnels requis par ce projet au programme de surveillance et de suivi environnemental actuellement en vigueur au site minier.

2. Mise en contexte

2.1 Présentation de l'initiateur

Newmont est une société aurifère et un producteur de cuivre, d'argent, de zinc et de plomb. Newmont opère des mines en Afrique, en Australie, en Amérique latine, dans les Caraïbes, en Papouasie-Nouvelle-Guinée et en Amérique du Nord. Newmont a été fondée en 1921 et est cotée en bourse depuis 1925([1]). Newmont est inscrite à la Bourse de New York (symbole: NEM) et à la Bourse de Toronto (symbole : NGT).

Goldcorp Canada ltd. (GCL) est une filiale à part entière de Newmont. GCL opère la mine Éléonore où s'inscrit le projet faisant l'objet de cette demande de modification de CA Global. Depuis le 1er janvier 2020, le nom de l'entreprise est désormais Goldcorp Canada Ltd suite la fusion de Les Mines Opinaca Ltée (NEQ 1146066668) et Goldcorp Canada Ltd. Une copie de l'état de renseignements de la personne morale « Goldcorp Canada Ltd. » du registre des entreprises du Québec est fourmi en annexe 1. Voir la section « Fusion, scission et conversion » de ce document.

Tableau 2 Identification du promoteur

Nom	Goldcorp Canada ltd.
Adresse municipale	3400-333 Bay Street Toronto, Ontario M5H2S7 Canada
Adresse postale	1751, rue Davy Rouyn-Noranda, Québec J9Y 0A8 Canada
Nom et fonction du signataire autorisé	Geneviève Pepin Directrice Durabilité et relations externes
Numéro de téléphone	819-865-4102
Courrier électronique	genevieve.pepin@Newmont.com
Numéro d'entreprise du Québec (NEQ)	1175143545

2.2 Équipe de réalisation

AtkinsRéalis a coordonné la préparation de la présente demande de modification de CA Global. Les membres de l'équipe de travail sont présentés à la page iii.

[1] https://www.newmont.com/about-us/default.aspx ; page consultée le 2 février 2024

2.3 Description du site minier

2.3.1 Localisation du site minier

Le site minier Éléonore est situé au centre de la province de Québec sur le territoire d'Eeyou Istchee Baie-James. Plus précisément, il se situe au nord-est du réservoir Opinaca, à environ 350 km au nord de Matagami et 190 km à l'est de la communauté crie Wemindji sur des terres publiques de catégorie III.

Les coordonnées du site minier (centroïde sur la future cellule 5) sont : 52,714456 N; 76,129304 O. Le parc à résidus miniers est localisé dans la partie ouest du site minier, à environ 3 km du concentrateur. La cellule 5 sera localisée directement au nord des limites actuellement autorisées du PAR (carte 2, annexe 2).

2.3.2 Description des infrastructures existantes du site minier

Les infrastructures existantes du site minier Éléonore comprennent les infrastructures de production et de traitement du minerai, les infrastructures de gestion des résidus miniers ainsi que toutes les infrastructures connexes pour supporter les activités de la mine. La carte 1 présente la localisation de ces infrastructures.

2.3.2.1 Infrastructures d'extraction et de traitement de minerai

Les principales infrastructures d'extraction et de traitement du minerai sont : la mine souterraine, le puits de production, le concasseur, le concentrateur, l'aire de stockage de minerai et les silos d'entreposage de minerai (carte 1, annexe 2).

2.3.2.1.1 Mine souterraine et rampe d'accès

Le gisement filonien en forme de croissant s'étend sur plus d'un kilomètre de profondeur. Il est exploité par un accès souterrain en utilisant principalement une méthode de minage transversale. De quatre à huit chantiers sont en activité simultanément afin de maintenir une production quotidienne d'environ 6 000 tonnes de minerai.

Une rampe d'accès d'une profondeur d'environ 1 400 mètres a été excavée. Elle sert principalement à sortir une partie du minerai vers la surface, mais aussi de sortie de secours et on y retrouve également une conduite de ventilation ainsi que deux conduites reliées à l'unité de traitement des eaux usées industrielles (UTEI), soit la conduite d'eau d'exhaure et la conduite d'eau traitée (pour réutilisation dans la mine).

Enfin, des garages souterrains sont aménagés afin de procéder à l'entretien et la réparation de la machinerie et des équipements utilisés sous terre.

2.3.2.1.2 Puits, chevalement et treuils

Le puits d'exploration est d'une profondeur de plus de 700 mètres. Ce puits a été converti en monterie de ventilation à la suite de l'aménagement du puits de production et il sera démantelé en 2024. Le puits de production permet de hisser le minerai et les stériles à la surface en plus de transporter le personnel. Il a une profondeur d'environ 1 500 mètres.

Une halde de transfert du minerai, d'une capacité approximative de 45 000 Tm, est aménagée en surface à proximité du puits de production. Cette pile permet de stocker le minerai et de continuer l'opération au puits en cas d'arrêt du concentrateur, ou à l'inverse, d'alimenter le concentrateur en cas d'arrêt de production au puits. L'aire de stockage de minerai est munie d'un revêtement imperméable permettant de confiner les eaux de ruissellement qui

auront été en contact avec le minerai. Ces eaux sont transférées par gravité vers la mine souterraine puis ultimement pompées avec les eaux d'exhaure vers l'UTEI pour traitement.

2.3.2.1.3 Ventilation

L'unité de ventilation principale est dotée de ventilateurs en surface. Des ventilateurs auxiliaires et d'appoint sont également installés aux différents niveaux de la mine pour assurer une circulation optimale de l'air. Sous 300 mètres, des monteries sont forées entre les niveaux pour permettre à l'air vicié de remonter plus facilement vers la surface. Il est expulsé par la cheminée localisée entre le puits de production et le bâtiment du concasseur primaire. Un système de contrôle de la ventilation VOD (Ventilation on demand) permet de minimiser les besoins en ventilation et en chauffage.

2.3.2.1.4 Usine de traitement du minerai

L'usine de traitement du minerai comprend les principales infrastructures suivantes : le puits de reprise du minerai, les deux bâtiments de concassage, le bâtiment du concentrateur, le bâtiment d'entreposage des matières dangereuses, le laboratoire d'analyse et l'usine d'oxygène.

Le traitement du minerai est opéré en continue soit 24 heures par jour, 7 jours par semaine et ce toute l'année durant. La capacité de production est de 7 000 tonnes par jour.

Les eaux de procédé du concentrateur sont toutes collectées dans un réservoir tampon avant réutilisation dans le procédé. L'excédent est pompé vers l'usine de traitement des eaux industrielles (UTEI) pour traitement avant réutilisation ou rejet au réservoir Opinaca.

Les eaux de ruissellement des aires de circulation et stationnements situés autour de ces infrastructures sont collectées via des fossés de drainage et dirigées vers un bassin de collecte puis pompées vers l'UTEI pour traitement.

2.3.2.2 Infrastructures de gestion des résidus miniers

Les infrastructures de gestion des résidus miniers comprennent les deux haldes à stériles, l'usine de remblai en pâte et filtration des rejets, le bâtiment de chargement des résidus, le parc à résidus (PAR – incluant l'une des haldes à stériles) et l'UTEI incluant le réseau de conduites d'eaux industrielles et la conduite d'émissaire final dans le réservoir Opinaca.

2.3.2.2.1 Haldes à stériles

Deux haldes à stériles sont aménagées sur le site Éléonore. La halde à stériles localisée à l'est de la zone industrielle possède une capacité totale d'entreposage de 1 450 000 m^3, alors que celle localisée dans le PAR a une capacité totale d'entreposage de 1 200 000 m^3. Ces haldes sont imperméabilisées par une géomembrane permettant de collecter les eaux de ruissellement qui sont ultimement traitées par l'UTEI. Par ailleurs, une partie des stériles extraits est utilisée comme remblai rocheux dans les galeries souterraines. Cette stratégie permet de limiter l'inventaire de stériles entreposés temporairement en surface.

2.3.2.2.2 Usine de remblai en pâte et de filtration des rejets

À la suite de la destruction des cyanures au concentrateur, les rejets sulfurés et non sulfurés sont acheminés vers le bâtiment de remblai en pâte et filtration des rejets pour conditionnement avant disposition. Les eaux issues de la filtration des rejets sont retournées au réservoir d'eau de procédé du concentrateur pour réutilisation. Tous les résidus sulfurés sont disposés sous forme de remblai en pâte dans les chantiers souterrains. Quant aux résidus

non sulfurés, ils sont prioritairement disposés sous forme de remblai en pâte dans les chantiers souterrains, l'excédent étant disposé au PAR.

2.3.2.2.3 Parc à résidus miniers (PAR)

Le PAR est aménagé à environ 3 km à l'ouest de la zone industrielle et a une superficie de 80 hectares. Il a été développé en quatre phases successives entre 2012 et 2024 : cellule 1, cellule 2, cellule 3A et cellules 3B/4A. Le PAR reçoit actuellement les résidus désulfurés préalablement décyanurés et filtrés à environ 85 % solide ainsi que des stériles. Les résidus miniers sont transportés par camion et mis en place à l'aide de bouteurs. Des chemins en stériles sont aménagés dans le PAR pour la circulation de la machinerie. Une halde à stériles est aussi aménagée dans le secteur sud de la cellule 3.

La capacité maximale d'entreposage du PAR selon la configuration actuellement autorisée par le MELCCFP en vertu de l'article 22 de la LQE est d'environ 18,63 Mt de résidus miniers (environ 11,79 Mm3)(2).

Le PAR est imperméabilisé par une géomembrane afin de respecter les mesures d'étanchéité de niveau A de la Directive 019 (mars 2012) et les eaux de ruissellement sont collectées puis acheminées pour traitement à l'UTEI.

Des boues provenant des systèmes de collecte et de traitement d'eau sont aussi disposées au PAR. Ces boues proviennent de trois sources distinctes, soit l'UTEI, les bassins de sédimentation de l'eau de ruissellement de la zone industrielle ainsi que le bassin de collecte du PAR.

En résumé, les principales infrastructures actuellement présentes dans le PAR sont :

- Cellule de déposition 1, 2, 3A, 3B et 4A;
- Halde à stériles du PAR localisée dans le secteur sud de la cellule 3;
- Fossé de transfert des eaux de ruissellement;
- Bassins de collecte des eaux de ruissellement;
- Station de pompage et conduite de refoulement des eaux de ruissellement vers l'UTEI;
- Deux stations de pompage et conduite de refoulement vers l'UTEI;
- Fossé de dérivation nord pour ségrégation des eaux qui n'ont pas été en contact avec les résidus miniers.

2.3.2.2.4 UTEI

L'UTEI est conçue pour traiter les eaux usées industrielles générées par les activités minières, soit les eaux excédentaires de procédé du concentrateur, les eaux d'exhaure, les eaux de ruissellement du PAR (incluant sa halde à stériles), les eaux de ruissellement de la zone industrielle, les eaux des différentes aires d'accumulation de stérile et minerai et les eaux du laboratoire d'analyse.

L'UTEI est conçue pour traiter un débit minimal de 6 000 m^3/j, un débit nominal de 13 000 m^3/j et un débit maximal de 21 745 m^3/j. Son débit de conception est de 26 000 m^3/j. L'UTEI est en exploitation 365 jours par année, 24 heures par jour.

Les eaux traitées sont ensuite rejetées dans le réservoir Opinaca via une conduite d'émissaire (d'une longueur de 1 560 m) et un diffuseur.

---

[2] SNC-Lavalin, 2023. Note technique - Plan de déposition des rejets miniers du PAR 2023. Document no 688666-3400-4GER-0002, rév. 00. 18 août 2023. 7 pages + annexes.

2.3.2.3 Infrastructures connexes

Les principales infrastructures connexes sont le bâtiment administratif, le laboratoire d'analyse, l'entrepôt, les garages d'entretien mécanique, le bâtiment d'entreposage des produits chimiques, l'aire de ravitaillement en produit pétrolier, les puits d'eau potable, la station de traitement d'eau potable, le réseau d'aqueduc, le réseau d'égout, la station d'épuration des eaux sanitaires, le campement permanent et le campement des travailleurs occasionnels, le lieu d'enfouissement en tranché, l'usine à béton, les voies de circulation, la carrière C-02 et le banc d'emprunt A-01, l'aéroport ainsi que le réseau de transport et de distribution d'électricité.

2.3.2.4 Entreposage des matériaux d'excavation

Plusieurs aires d'entreposage de matériaux sont présentes sur le site Éléonore soit l'aire d'entreposage d'argile et de till (AEAT), l'aire d'entreposage des matériaux meubles (AEMM) ainsi que l'aire d'entreposage de tourbe (AET). Elles sont localisées au nord et à l'ouest de l'UTEI. Ces matériaux sont entreposés de façon temporaire, car ils seront utilisés lors des travaux de restauration du site minier. Les eaux de ruissellement de ces aires d'entreposage s'écoulent de façon diffuse dans le milieu naturel environnant à travers une berme filtrante.

2.4 Justificatif du projet

Le PAR actuellement en exploitation occupe l'empreinte autorisée selon la condition 2.1 du CA Global, soit une empreinte d'environ 80 hectares. Le PAR atteindra sa pleine capacité, soit 18,63 Mt de résidus miniers (environ 11,79 Mm3) d'ici l'été 2026. La quantité total de résidus miniers entreposés au PAR était estimée à 17,3 Mt(3) dans l'EIES initiale (Golder, 2010b).

Cependant, selon le plus récent plan de développement de la mine Éléonore par GCL, la quantité de résidus miniers à entreposer en surface (résidus désulfurés, stériles et boues) atteindra environ 23 Mt (14,8 Mm3) d'ici 2028(4) et potentiellement environ 35 Mt (22 Mm3) d'ici 2033. Le projet d'agrandissement ne modifie pas la durée de vie de la mine, puisque la durée d'exploitation de la mine autorisée au CA Global est de 22 ans, soit jusqu'en 2036 (la phase d'exploitation a débuté en 2014).

La figure suivante montre les volumes prévus de résidus, de stériles et de boues qui seront envoyés au PAR actuel (2024 et 2025) et à l'expansion proposée du PAR, de 2026 à 2033. Le volume moyen projeté de résidus miniers envoyés au PAR entre 2024 et 2033 sera d'environ 1,2 Mm3/année (1,9 Mt)(5). La production projetée de résidus miniers présentée sur cette figure est basée sur les hypothèses suivantes :

- La halde à stériles de la zone industrielle sera entièrement relocalisée au PAR (environ 1 Mm^3) à partir de 2030;
- Environ 300 000 m^3/an de stériles provenant des futures activités d'exploitation de la mine souterraine seront envoyés au PAR.

---

[3] 50 % des résidus désulfurés (13,9 Mt) + 3,4 Mt de stériles
[4] SNC-Lavalin, 2023. Note technique - Plan de déposition des rejets miniers du PAR 2023. Document no 688666-3400-4GER-0002, rév. 00. 18 août 2023. 7 pages + annexes.
[5] SNC-Lavalin, 2024. Note technique - Base et critères de conception – Éléonore 5. 697431-4000-4GER-0001, Rév. 00. 12 janvier 2024

Ainsi, la capacité d'entreposage additionnelle requise à partir de 2026 jusque 2033 (8 années) est estimée à environ 9,6 Mm^3 (15,17 Mt). Le présent projet consiste en l'agrandissement du PAR (nommée Phase 5) et l'aménagement des infrastructures connexes nécessaires, afin de permettre l'ajout de 11 Mm^3 à la capacité totale d'entreposage du PAR, en considérant une marge de sécurité par rapport à l'estimation des besoins d'entreposage de résidus miniers d'ici 2033.

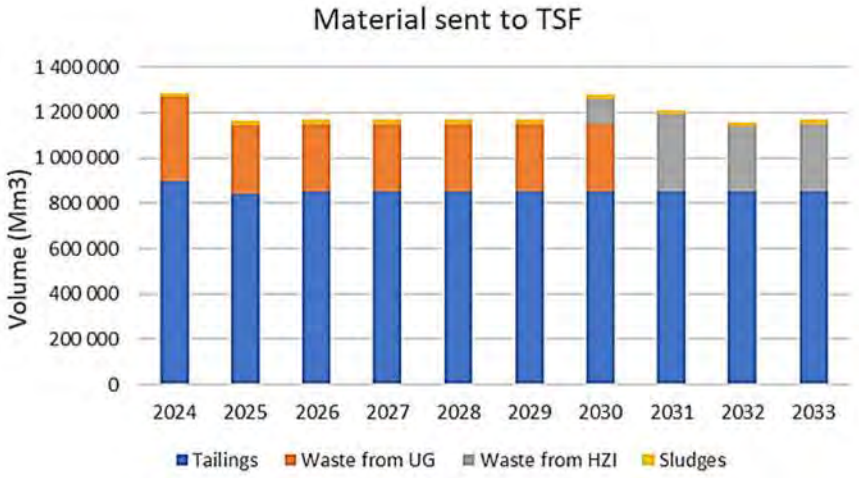


Figure 2-1 Production projetée de résidus miniers entre 2024 et 2033 sur le site minier Éléonore

3. Détermination des variantes de réalisation

Une analyse comparative des technologies et des variantes a été menée pour évaluer les différents emplacements possibles pour l'agrandissement du PAR et sélectionner le site le plus approprié. L'analyse a été réalisée en deux étapes principales :

- la première étape a consisté en une sélection de la technologie la plus appropriée pour l'entreposage des résidus puis à une étude de scénarios au cours de laquelle de multiples emplacements possibles ont été identifiés. Ces emplacements ont été évalués à l'aide de critères haut niveau, afin de sélectionner les trois variantes de localisation qui présentaient le meilleur potentiel;
- la deuxième étape a consisté en l'analyse comparative détaillée de ces trois variantes à l'aide d'une matrice décisionnelle afin de déterminer la variante retenue.

Les détails de ce processus sont fournis dans la note technique « Analyse comparative des alternatives d'agrandissement du parc à résidus de la Mine Éléonore » en annexe 3. Les sous-sections suivantes en résument la méthodologie et les principales conclusions.

3.1 Processus de sélection

3.1.1 Sélection de la technologie

La première étape consistait à identifier les différentes technologies applicables pour l'agrandissement du PAR. Les critères utilisés comprenaient des critères techniques, environnementaux, économiques et sociaux. Les technologies identifiées étaient de trois types :

- la déposition de résidus en pulpe – Les résidus en pulpe sont les résidus conventionnels sursaturés en eau tels que produits au concentrateur avant la filtration à l'usine de traitement. Ils forment généralement une boue peu consistante qui s'écoule assez facilement et sont acheminés à l'aire de déposition par pompage via un pipeline;
- la déposition de résidus épaissis – Les résidus épaissis résultent d'une filtration modérée des résidus en pulpe par usage d'équipements d'épaississage et de filtration. Les résidus épaissis ont un pourcentage de solides massique compris entre 60 et 75 %. Ils sont aussi acheminés à l'aire de déposition par pompage via un pipeline;
- la déposition de résidus filtrés – Les résidus filtrés sont des résidus miniers qui ont atteint des niveaux de retrait d'eau très élevés induisant une concentration en particules solides supérieure ou égale à 85 %. Ils sont acheminés à l'aire de déposition par un système de convoyeur à bandes ou par camion ou train.

Sur la base des critères d'évaluation, les technologies des résidus épaissis et des résidus en pulpe ont été écartés car elles ne rencontrent pas le d'acceptabilité sociale. En effet, ces technologies sont exclues des technologies utilisables selon l'entente de collaboration Opinagow. La technologie retenue, et celle qui remplit tous les critères préétablis, est la déposition de résidus filtrés telle que présentement utilisée au site minier Éléonore.

3.1.2 Sélection des variantes

Un total de dix scénarios a été identifié dans le cadre d'un processus de présélection des variantes à analyser. Ces scénarios étaient :

- Scénario 1 – Agrandissement du PAR actuel vers le Nord;
- Scénario 2 – Agrandissement du PAR actuel vers le Sud;
- Scénario 3 – Agrandissement du PAR actuel vers le Sud en s'appuyant sur la montagne;
- Scénario 4 – Agrandissement du PAR actuel vers le Sud en s'appuyant sur la montagne en cascade;
- Scénario 5 – Agrandissement du PAR actuel vers l'Est du PAR;
- Scénario 6 – Agrandissement du PAR actuel vers l'Ouest du PAR au niveau des bassins de collecte;
- Scénario 7 – Nouveau PAR au Nord de la halde à tourbe et argile;
- Scénario 8 – Nouveau PAR dans la carrière C-02;
- Scénario 9 – Nouveau PAR dans la sablière A-01 (Banc Bouchard);
- Scénario 10 – Nouveau PAR dans le site d'entreposage Sud.

L'emplacement des différents scénarios est présenté à la figure suivante.



Figure 3-1 Localisation des différents scénarios envisagés

Sur la base de critères techniques, environnementaux, économiques et sociaux, quatre scénarios ont été retenus parmi les dix scénarios analysés. Ces scénarios sont les suivants :

- Scénario 1 : Agrandissement vers le Nord (élévations maximales de 260 m et 275 m [6]);
- Scénario 2 : Agrandissement vers le Sud (élévations maximales de 260 m et 275 m);

[6] Toutes les élévations sont exprimées par rapport au niveau de la mer (*above sea level*)

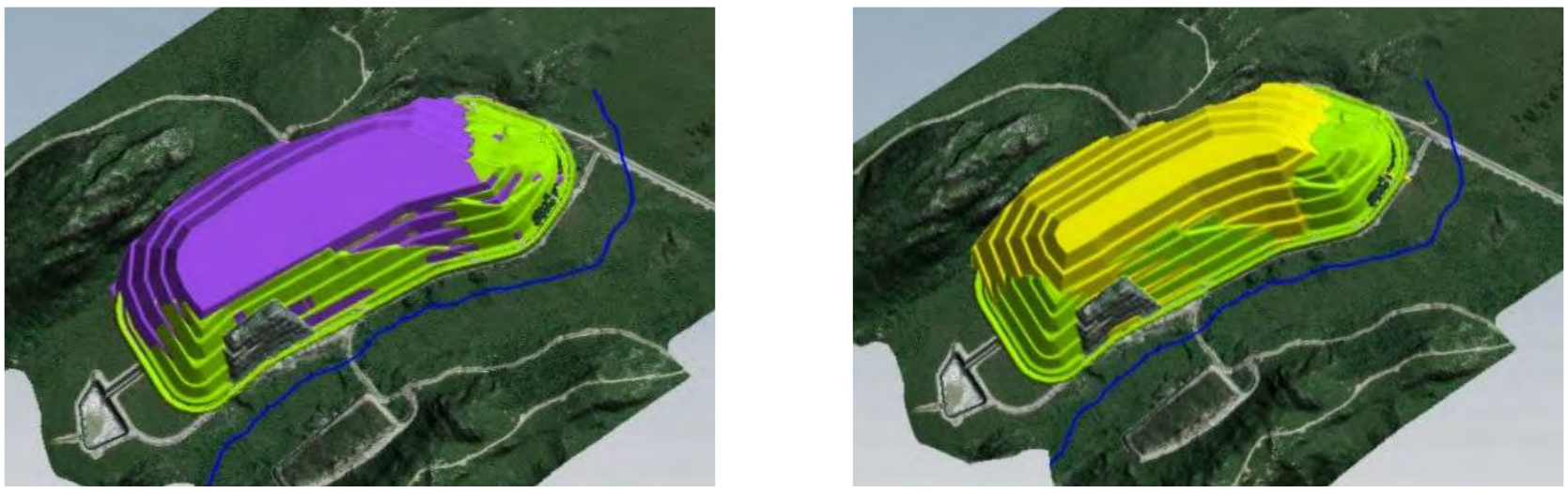
- Scénario 3 : Agrandissement vers le Sud en s'appuyant sur la montagne (élévations maximales de 260 m et 275 m);
- Scénario 4 : Agrandissement vers le Sud en s'appuyant sur la montagne en cascade (élévation 275 m à l'élévation 260 m).

Les quatre scénarios sont présentés à la Figure 3-2. Chaque scénario a été développé de façon conceptuelle pour en déterminer le volume de stockage aux deux élévations ainsi que la distance par rapport aux différentes infrastructures, sources de matériaux et installations de stockage. Ces scénarios développés sont désormais identifiés « variantes » (voir le tableau suivant).

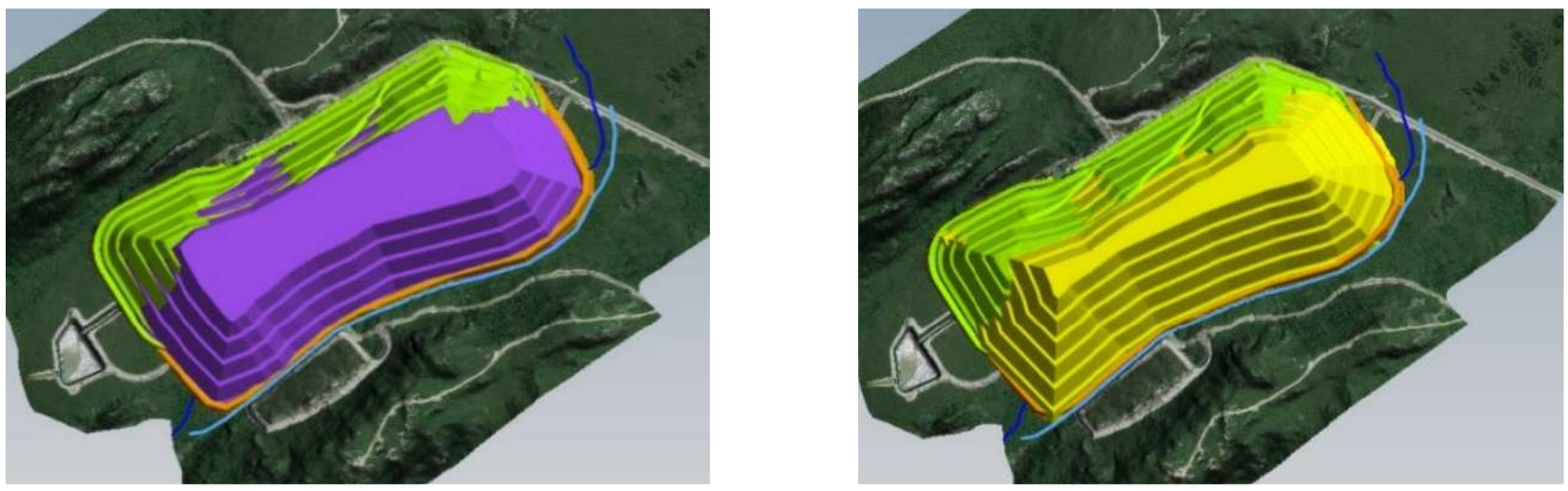
Tableau 3 Comparaison quantitative des variantes

	Variante 1	**Variante 2**	**Variantes 3 et 4**
Description	**Agrandissement vers le Nord**	**Agrandissement vers le Sud**	**Agrandissement vers le Sud s'appuyant à la montagne**
Superficie de l'empreinte (m^2)	150 000	460 000	920 000
Capacité (Mm^3) Élévation finale à 260 m Élévation finale à 275 m Élévation finale de 260 m à 275 m (en cascade)	7,9 10,4 NA	13,9 16,8 NA	25,3 35,7 28,6 *
Distance à la sablière (A-01)	2 km	3 km	3 km
Distance à la carrière (C-02)	8 km	7 km	7 km
Distance à l'usine de traitement du minerai	4 km	3 km	3 km

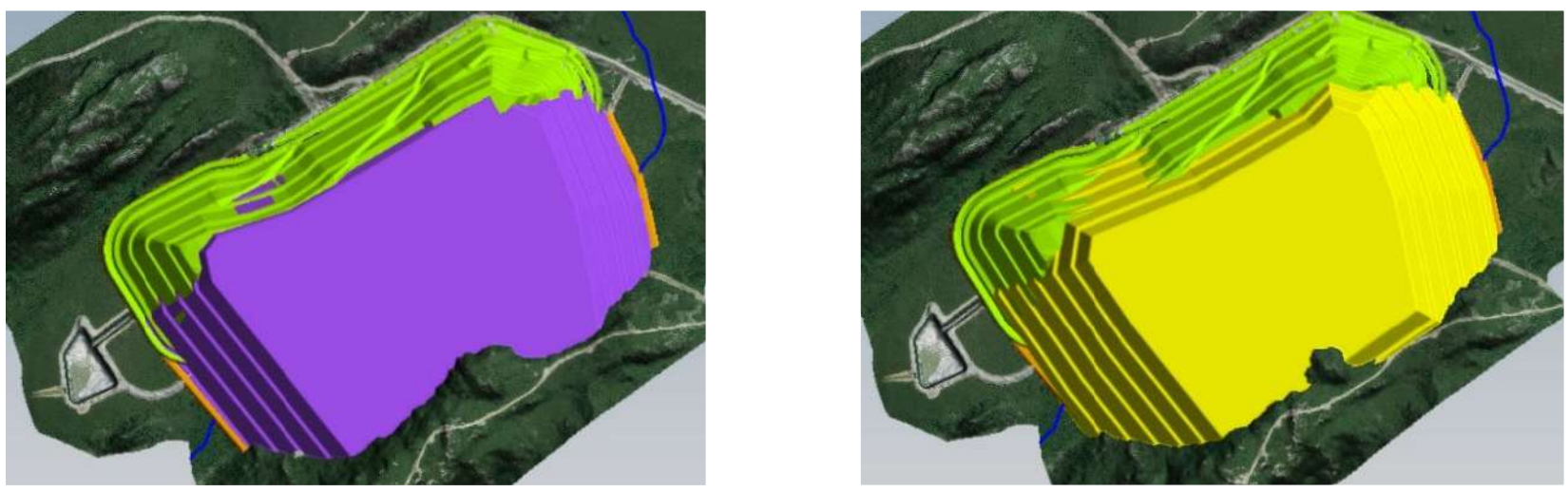
* variante 4 uniquement



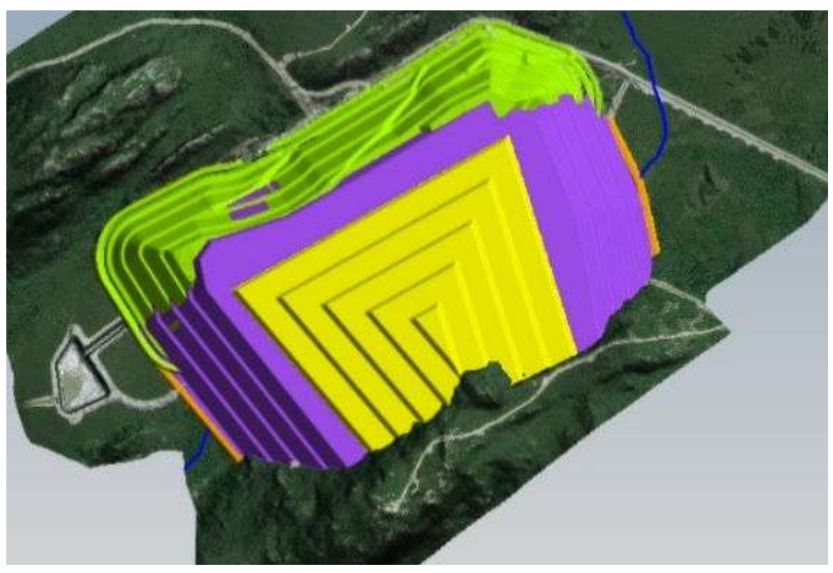
Variante 1 - Agrandissement vers le Nord – Élévation 260 m (à gauche) et Agrandissement vers le Nord – Élévation 275 m (à droite)



Variante 2 - Agrandissement vers le Sud – Élévation 260 m (à gauche) et Agrandissement vers le Sud – Élévation 275 m (à droite)



Variante 3 - Agrandissement vers le sud s'appuyant sur la montagne – Élévation 260 m (à gauche) et Agrandissement vers le sud s'appuyant sur la montagne – Élévation 275 m (à droite)



Variante 4 - Agrandissement vers le sud s'appuyant sur la montagne en cascade – Élévation 275 m à 260 m

Figure 3-2 Variantes analysées pour l'agrandissement du PAR

3.2 Analyse des variantes

Une analyse comparative des quatre variantes sélectionnées a été effectuée à l'aide de l'outil décisionnel durabilité sur la base d'indicateurs préétablis. L'outil décisionnel aide à sélectionner le ou les variantes présentant le meilleur potentiel.

Dans cet outil, des indicateurs sont identifiés dans chacun des trois piliers du développement durable (Communauté, Environnement et Économie) et dans un quatrième pilier de l'ingénierie (Fiabilité). Puis pour chacun des quatre piliers, les indicateurs sont regroupés dans des catégories qui sont pondérées selon leur niveau de priorité pour le projet. Enfin une cote est attribuée à chaque indicateur pour chacune des variantes étudiées. À la suite de la cotation, une analyse de sensibilité est effectuée selon différentes pondérations afin de valider la robustesse de l'analyse et du choix de la variante. La section 4 de la Note technique présentée à l'annexe 3 décrit en détail la méthodologie d'analyse.

Les résultats de l'analyse des variantes sont présentés au tableau ci-dessous. Un résultat près de zéro indique une variante présentant une performance moyenne. Les résultats au-dessus de zéro indiquent une performance supérieure à la moyenne, tandis que les résultats inférieurs à zéro indiquent une performance inférieure à la moyenne. Les résultats indiquent que seul Variante 1 (Agrandissement vers le Nord) obtient des résultats supérieurs à la moyenne. L'analyse de sensibilité confirme que la variante 1 demeure la meilleure option. Le choix d'élévation finale de 275 m est principalement fondé sur la maximisation de la capacité d'entreposage de la variante retenue.

Tableau 4 Résultats de l'analyse des variantes

Variantes	Description	Résultats non pondérés	Résultats pondérés
1	Agrandissement vers le Nord à l'élévation maximale de 275 m	0,95	1,83
2	Agrandissement vers le Sud à l'élévation maximale de 275 m	-0,11	-0,30
3 *	Agrandissement vers le Sud s'appuyant sur la montagne à l'élévation maximale de 275 m	-0,76	-1,07

* les résultats de la variante 4 sont identiques à ceux de la variante 3

3.3 Justification de la variante retenue

À l'issue d'une évaluation rigoureuse de toutes les variantes, la variante 1, caractérisée par l'agrandissement du PAR vers le Nord, a émergé comme variante optimale, démontrant le meilleur rendement global. Les résultats montrent que :

- La variante 1 se distingue au niveau de l'acceptabilité sociale, de l'absence de plans d'eau et de zones humides, de la technologie et des permis. Elle permet également l'exploitation d'une carrière de pierres à l'intérieur de la zone d'agrandissement;
- La variante 2 n'obtient pas d'aussi bons résultats que la variante 1, puisqu'elle nécessite le déplacement d'un cours d'eau. Les délais d'obtention des permis sont plus longs. Toutefois, elle permet la déposition de plus grands volumes de résidus et l'adoption d'une approche en phases plus souple pour la construction, ainsi que d'une approche établie pour l'entreposage des résidus;

- Les résultats de la variante 3 et de la variante 4 sont les plus faibles, en raison de plusieurs facteurs. Tout d'abord, en raison de leurs grandes superficies, ces variantes sont susceptibles de générer une quantité importante de poussières, ce qui peut avoir un impact négatif sur la qualité de l'air et la santé. Pendant la phase d'exploitation, la gestion des eaux nécessitera la construction d'un second bassin à l'Est du PAR, entraînant ainsi des coûts opérationnels supplémentaires. De plus, ces variantes nécessiteront la canalisation d'un cours d'eau, ce qui perturbera les écosystèmes aquatiques et occasionnerait des délais importants dans l'obtention des permis.

Cette sélection repose sur une analyse approfondie des critères de présélection, incluant l'acceptabilité sociale, l'impact environnemental, la capacité d'entreposage estimée ou encore des contraintes de sécurité (ex : contraintes aéroportuaires).

La variante 1 offre une capacité de stockage d'environ 10 Mm^3 (élévation 275 m) et répond de manière satisfaisante à tous les critères établis pour l'agrandissement du PAR.

4. Description du projet

La description du projet présentée dans cette section est principalement tirée du rapport technique « Ingénierie conceptuelle de la Phase 5 du parc à résidus de la mine Éléonore » fourni en annexe 4 (AtkinsRéalis, 2024a).

4.1 Localisation et caractéristiques techniques

L'agrandissement prévu du parc à résidus (PAR) sera localisé du côté nord du PAR actuel et couvrira une superficie d'environ 20 hectares, comme illustré sur la figure suivante.



Figure 4-1 Zone d'agrandissement prévue du PAR (phase 5)

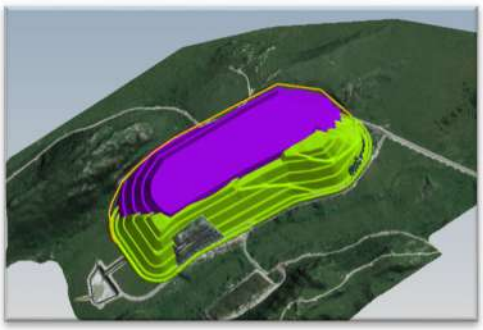
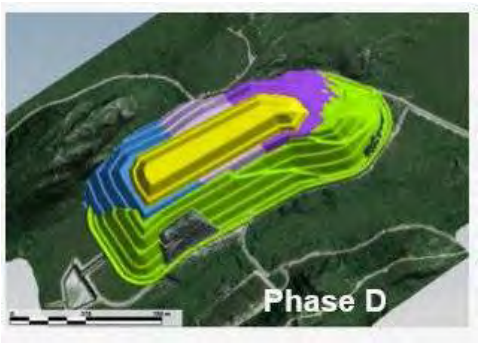
Cet agrandissement sera réalisé en plusieurs étapes : deux étapes de construction (cellule 5A et bassin de collecte agrandi puis cellule 5B) et deux étapes d'exploitation (jusqu'à l'élévation 260 m puis 275 m).

La première étape de construction comprendra l'aménagement de la cellule 5A et l'agrandissement du bassin de collecte des eaux de ruissellement du PAR. Cette cellule 5A sera exploitée jusqu'à l'élévation 260 m. En parallèle de l'exploitation de 5A, la construction de la cellule 5B débutera afin de permettre de poursuivre l'exploitation des cellules 5A et 5B jusqu'à l'élévation 260 m. Enfin, l'exploitation se terminera jusqu'à atteindre l'élévation finale 275 m. Voir le phasage dans le calendrier de la section 4.3.4.

La capacité de stockage de la phase 5 du PAR (cellules 5A + 5B) jusqu'à l'élévation 260 m est évaluée à 8,4 millions de mètres cubes (Mm^3) ou environ 13,3 millions de tonnes (Mt). L'augmentation de la phase 5 jusqu'à l'élévation 275 m offrira une capacité additionnelle d'environ 2,6 Mm^3 (environ 4,1 Mt). La capacité totale approximative atteindra 11,0 Mm^3 (17,4 Mt). Il est à noter que cette estimation de capacité inclus à la fois le volume de résidus miniers et le volume requis pour la fondation du PAR et son recouvrement, mais ne tient pas en ligne de compte l'excavation du roc qui sera requise afin de préparer la fondation du PAR. La capacité finale de la cellule 5 sera réévaluée lors de l'ingénierie détaillée.

Le tableau ci-dessous présente la configuration de l'agrandissement du PAR en exploitation, les volumes, les tonnages et les superficies associées.

Tableau 5 Configuration de l'agrandissement de la Phase 5 - exploitation

Étapes d'exploitation	Volume (Mm^3)	Tonnes (Mt)	Empreinte (m^2)	Caractéristiques
Étape d'exploitation jusque 260 m	8,4	13,3	157 930	
Étape d'exploitation jusque 275 m	2,6	4,1	Aucune empreinte additionnelle	
TOTAL	**11,0**	**17,4**	**157 930**	

L'étape 2 permettra d'augmenter la capacité d'entreposage de résidus miniers d'environ 30 % par rapport à l'étape 1 sans augmenter l'empreinte de la cellule 5. L'augmentation totale de la superficie du PAR sera d'environ 20 % par rapport à superficie actuellement autorisée mais permettra d'augmenter la capacité totale d'entreposage du PAR d'environ 90 % par rapport à la capacité actuelle.

4.2 Caractéristiques des résidus miniers

La nature des résidus miniers qui seront entreposés dans la cellule 5 sera identique à celle des résidus entreposés dans les cellules 1 à 4 PAR soit :

- les résidus désulfurés produits au concentrateur;
- les stériles extraits de la mine souterraine;
- les boues de sédimentation et les boues de traitement de l'UTEI.

Il est actuellement anticipé que les caractéristiques des résidus miniers, tel que définis à l'annexe II de la Directive 019 sur l'industrie minière (mars 2012), demeureront inchangés. L'annexe 5 présente la caractérisation des résidus miniers pour l'année 2023 selon le rapport de « Suivi environnemental et surveillance du site minier Éléonore en vertu de la Directive 019 sur l'industrie minière (mars 2012) et de l'attestation d'assainissement pour

l'année 2023 » (AtkinsRéalis, 2024b) présenté au MELCCFP en mars 2024. Les sous-sections suivantes en résument les principales conclusions.

4.2.1 Résidus miniers désulfurés

Des études statiques et cinétiques ont été menées au fil des ans pour caractériser les résidus désulfurés. D'après la compilation effectuée pour la dernière mise à jour du plan de restauration du site Éléonore, ces résidus sont considérés comme non générateurs d'acide (NAG) et potentiellement générateurs de drainage neutre contaminé à l'arsenic.

Les résultats des analyses de composition en métaux et des essais de potentiel de génération d'acide pour l'année 2023 montrent que trois des quatre échantillons de résidus désulfurés seraient classés comme acidogènes en raison de valeurs du PN/PA qui sont légèrement inférieures au critère du Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai (Guide CRMM) (1,9 et 1,95 versus le critère de 2). Il est cependant à noter que la moyenne cumulative du ratio PN/PA des quatre échantillons a une valeur de 2,2, étant au-dessus du critère. Tel que décrit dans le Guide CRMM, le potentiel de génération d'acide doit être confirmé par la réalisation d'essais cinétiques si les données des essais statiques permettent de soupçonner une possibilité de génération d'acide. Les essais cinétiques (essais en mini-cellule d'altération, essais en colonnes et cellule de terrain) réalisés entre 2015 et 2019 ont confirmé que ces résidus désulfurés n'étaient pas générateurs d'acidité tel que mentionné plus haut.

De plus, les essais de lixiviation de type TCLP (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*) et SPLP (*Synthetic Precipitation Leaching Procedure*) réalisés sur des échantillons composites trimestriels de résidus miniers désulfurés démontrent que ces résidus ne sont pas classés comme à risques élevés mais seraient considérés comme potentiellement lixiviables pour l'arsenic et les cyanures totaux. Tel que mentionné plus haut, les résultats des essais cinétiques en colonnes et en cellules expérimentales de terrain ont confirmé le potentiel de drainage neutre contaminé en arsenic des résidus désulfurés.

4.2.2 Pierres stériles

Les résultats d'analyses de 2017 par l'URSTM (Unité de recherche et de service en technologie minérale de l'Université du Québec en Abitibi-Temiscamingue) montrent un potentiel de génération d'acide (PGA) incertain pour les stériles. De plus, les résultats de lixiviation montrent une mobilité potentielle de l'arsenic.

4.2.3 Boues de l'UTEI

Selon les résultats de l'essai SPLP en 2023, les boues de traitement seraient ponctuellement considérées comme potentiellement lixiviables pour le cuivre et le plomb. Les boues de sédimentation seraient Les boues de sédimentation seraient classées comme potentiellement lixiviables pour l'arsenic.

Selon les résultats de l'essai TCLP sur les boues de traitement et les boues de sédimentation, aucun résultat ne montre une concentration supérieure aux critères de l'annexe A du Guide CRMM (ou du tableau 1 de l'annexe II de la D019) pour les résidus miniers à risques élevés. Les boues de traitement et les boues de sédimentation ne sont donc pas classées comme des matériaux miniers à risques élevés.

GCL considère, sur la base des données 2023 et des données antérieures, que ces résidus ne sont pas des « résidus à risques élevés » selon les critères de la Directive 019.

4.3 Phase de construction

4.3.1 Description des activités de construction

Les travaux d'agrandissement du parc à résidus minier se dérouleront selon les étapes suivantes :

- Construction de la digue d'amorce périphérique et dérivation du chemin de circulation existant vers la sablière A-01;
- Agrandissement des aires d'entreposages de tourbe et d'argile;
- Construction d'une aire d'entreposage du roc excavé;
- Préparation de la surface de la cellule 5 (fondation et imperméabilisation);
- Construction d'un fossé de déviation d'eau propre autour de la cellule 5;
- Agrandissement du bassin de collecte des eaux de ruissellement du PAR;

Ces travaux nécessiteront des activités de déboisement, d'excavation de mort-terrain, de forage et dynamitage de roc, de concassage, de profilage et nivellement ainsi que de construction d'infrastructures (digues, fondations, fossés, chemins, bassins, stations de pompage).

Les dessins de conception préliminaire (vues en plan, coupe et profil) des infrastructures à construire sont présentés à l'annexe A du rapport technique « Ingénierie conceptuelle de la Phase 5 du parc à résidus de la mine Éléonore » (annexe 4).

4.3.2 Modalités de réalisation des travaux

La digue d'amorce, construite en enrochement, aura une crête de 22 mètres de large, servant à la fois de voie de transport pendant l'exploitation et d'accès permanent après la fermeture du site. Une géomembrane recouvrira la pente amont de la digue pour confiner entièrement les résidus. Les eaux de ruissellement des résidus seront collectées par un fossé en amont de la digue, puis détournées vers un bassin de collecte situé à l'extrémité sud-ouest du PAR. Un fossé de dérivation en aval de la digue recueillera les eaux de ruissellement propres du bassin versant, qui seront drainées vers le milieu naturel à l'ouest et à l'est du PAR.

Concernant la conception de la géomembrane, une géomembrane en polyéthylène haute densité (PEHD) sera installée pour imperméabiliser la cellule 5 et assurer une étanchéité de niveau A tel qu'exigé par la Directive 019 sur l'industrie minière (mars 2012)(7). Cette méthode d'étanchéité est identique à celle mise en place dans les cellules 1 à 4 et dans le bassin de collecte du PAR. Les travaux de préparation de la fondation comprendront l'enlèvement du mort-terrain, l'excavation du roc pour atteindre le niveau requis, la mise en place d'une couche de sable, la construction de drains français pour collecter les eaux souterraines, et enfin la mise en place de la géomembrane. Un drain français sous la géomembrane sera également construit pour dissiper les pressions d'eau souterraine.

En ce qui concerne les matériaux et les bancs d'emprunt, l'enrochement pour la digue d'amorce et le sable et gravier pour l'assise sous la géomembrane seront principalement utilisés. Une grande partie de l'enrochement nécessaire proviendra des affleurements rocheux qui seront exploités sur place lors de l'excavation de la paroi rocheuse dans la zone nord de la phase 5. Ce type de dynamitage sera contrôlé en utilisant des tapis de sautage et en respectant le critère de dynamitage établi en termes de PPV (Peak Particle Velocity, mm/s) pour les

[7] SNC-Lavalin, 2024 – Note technique, Bases et critères de conception – Éléonore Phase 5. 697431-4000-4GER-0001, Rév. 00. 12 janvier 2024

infrastructures du PAR adjacentes à la phase 5. Ce critère sera défini à l'aide d'une modélisation numérique de la charge de dynamitage en considérant les exigences de la Directive 019 sur l'industrie minière (mars 2012) et autres directives applicables. La caractérisation géochimique du roc (potentiel de génération d'acide et potentiel de lixiviabilité en métaux) sera effectuée en 2024 par GCL conformément au Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai du MELCCFP afin de confirmer son utilisation comme matériel de construction. Le sable et le gravier proviendront de la sablière A-01 (Banc Bouchard), situés à environ 2 km du site des travaux.

Le tableau suivant présente le bilan préliminaire des déblais et remblais prévus pour la construction de la cellule 5 du PAR et des infrastructures connexes. Ces volumes sont des estimés et seront précisés lors de la phase d'ingénierie détaillée.

Tableau 6 Bilan préliminaire des matériaux

Matériaux	Déblais		Remblais	
	Cellule 5 et bassin de collecte	Aires d'entreposage	Cellule 5 et bassin de collecte	Aires d'entreposage
Sable et till	100 000 m^3	0 m^3	150 000 m^3	0 m^3
Tourbe et terre végétale	120 000 m^3	120 000 m^3	0 m^3	0 m^3
Argile	0 m^3	360 000 m^3	0 m^3	0 m^3
Roc	780 000 m^3	0 m^3	300 000 m^3	610 000 m^3

4.3.3 Aires d'entreposage de mort-terrain et de roc

Concernant le roc, il est actuellement prévu de réutiliser tout le volume de roc dynamité pour la construction des infrastructures de la phase 5 du PAR. Pour cela, une aire d'entreposage et de concassage du roc sera aménagée directement au nord de la cellule 5.

De plus, les volumes de mort-terrain excavés qui ne pourront pas être réutilisés pour les travaux de la phase 5 du PAR seront entreposés dans les aires d'entreposage existantes du site minier (tourbe, argile et till). Il est toutefois actuellement estimé que les aires d'entreposage de tourbe, de till et d'argile existantes devront être agrandies pour couvrir les besoins d'entreposage pour les travaux de la phase 5.

La localisation de l'aire d'entreposage et de concassage du roc et de l'agrandissement des aires d'entreposage de tourbe, de till et d'argile est présentée sur le dessin 07-100-4G-7001 du rapport technique en annexe 4.

4.3.4 Calendrier de réalisation des travaux de construction

Le tableau suivant présente l'échéancier sommaire des activités de construction de la phase 5 du PAR et infrastructures connexes (déviation du chemin de circulation, aire d'entreposage de roc, agrandissement d'aires d'entreposage de matériaux meubles).

Tableau 7 Calendrier de réalisation des travaux

		2025				2026				2027				2028				2029				2030				2031				2032				2033			
Phase	Étapes	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Construction	Agrandissement des aires d'entreposage de mort-terrain																																				
Construction	Aménagement de l'aire d'entreposage de roc																																				
Construction	Construction de la cellule 5A																																				
Construction	Agrandissement du bassin de collecte du PAR																																				
Construction	Construction de la cellule 5B																																				
Exploitation	Cellule 5A (jusqu'au niveau 260 m)																																				
Exploitation	Cellule 5B (jusqu'au niveau 260 m)																																				
Exploitation	Cellules du PAR (jusqu'au niveau 275 m)																																				

Note : la construction d'une cellule comprend des activités de déboisement, excavation de mort-terrain, dynamitage du roc, construction de digue et fossés, imperméabilisation par pose de géomembrane

4.4 Phase d’exploitation

4.4.1 Phasage et déposition des résidus

Tel que mentionné précédemment, il est prévu que l’opération de la cellule 5 soit réalisée en plusieurs étapes. La première étape impliquera le dépôt des résidus miniers jusqu’à l’élévation de 260 m, représentant un volume de 8,4 Mm^3 ou environ 13,3 Mt de résidus miniers. La deuxième étape consistera à augmenter l'élévation à 275 m, offrant une capacité additionnelle d'environ 2,6 Mm^3 (environ 4,1 Mt). Le volume total entreposé lors de la phase 5 entre 2026 et 2033 sera d’environ 11,0 Mm^3 (17,4 Mt).

Une partie des stériles extraits de la mine seront disposés dans la cellule 5, comme c’est le cas pour les phases 1 à 4, pour la construction des inclusions drainantes, berme de stabilité et accès. De plus il est prévu que la majorité des stériles de la halde de la zone industrielle soit transférée dans le PAR pour la co-disposition avec les résidus désulfurés d’ici 2033. La co-disposition permettra d’améliorer la stabilité du PAR en améliorant la gestion de l'eau à l'intérieur de l'empilement. La halde de stérile du PAR demeurera permanente et sera intégrée dans la restauration du PAR. Les boues de l’UTEI seront aussi disposées dans la cellule 5.

À terme, la cellule 5 du PAR sera composée d'un empilement de résidus miniers avec une pente générale de 5H:1V, délimitée par la digue d'amorce périphérique formée d'un remblai en enrochement. La pile de résidus comportera des paliers de 10 mètres de large à des intervalles d'élévation de 10 mètres, avec une pente de 4H:1V entre les paliers.

4.4.2 Gestion du sous-drainage

Le PAR étant imperméabilisé par une géomembrane PEHD, un système de sous-drainage est aménagé sous les cellules 1 à 4 et le bassin de collecte afin de réduire les pressions hydrostatiques, éviter le soulèvement de la géomembrane et garantir son intégrité. L’eau souterraine pompée est transférée dans le bassin de collecte puis traitée à l’UTEI.

Un système de sous-drainage sera donc aussi aménagé sous la nouvelle cellule 5 et l’agrandissement du bassin de collecte. L’évaluation du système de sous-drainage du PAR a été effectuée afin d’évaluer l’incidence de l’agrandissement du PAR sur l’infrastructure de sous-drainage existante (voir la section 9.1 du rapport technique en annexe 4).

Les simulations pour cet agrandissement indiquent que les arrivées d’eau souterraine sous la géomembrane du PAR ne devraient pas augmenter de manière significative en raison de l'agrandissement. Ce résultat s'explique principalement par une réduction de la recharge des eaux souterraines dans le périmètre de l’agrandissement du PAR, car les précipitations qui contribuaient précédemment à cette recharge seront désormais collectées et gérées par le système de collecte des eaux de surface.

4.4.3 Gestion des eaux de surface

4.4.3.1 Ségrégation des eaux

Des fossés de dérivation des eaux sont intégrés au système de gestion des eaux afin d’intercepter et de rediriger ces eaux « sans contact » directement vers l’environnement. Selon la configuration du site, et tel que présenté à la figure 5, les fossés de dérivation de la phase 5 ont été divisés en deux sections distinctes, la section Ouest et la section Est, qui rejettent leurs eaux vers l’environnement à deux points distincts. La section Ouest s’étend sur environ

835 m de longueur, tandis que la section Est s'étend sur environ 1 275 m de longueur. Si nécessaire, ces points de rejet pourront être réévalués lors de la prochaine phase d'ingénierie du projet.

4.4.3.2 Eaux de ruissellement dans le PAR

Comme pour les cellules 1 à 4, les eaux de ruissellement du PAR (eau de contact avec les résidus miniers) de la future cellule 5 seront transférées par gravité jusqu'au bassin de collecte. Les eaux de ruissellement seront recueillies par des fossés périphériques dans la cellule 5 qui les dirigeront vers le bassin de collecte localisé au sud-ouest.

Les eaux du bassin de collecte seront transférées par pompage vers l'UTEI pour traitement. L'agrandissement du PAR ne nécessite aucun ajustement du système de traitement à l'UTEI (capacité de traitement, contaminants traités, débit maximal rejeté au réservoir Opinaca via la conduite d'émissaire final).

Toutefois, l'aménagement de la cellule 5 augmentera la superficie active du PAR. Des études de préfaisabilité hydrologiques et hydrauliques ont donc été réalisées pour concevoir les infrastructures de collecte et d'évacuation des eaux pour la phase 5 du PAR en conformité avec les exigences de la Directive 019 sur l'industrie minière (mars 2012) (voir la section 9.2 du rapport technique en annexe 4). Les sous-sections suivantes résument la méthodologie et les principales conclusions.

4.4.3.2.1 Étude hydrologique

Au total, quatre scénarios météorologiques ont été simulés dans le cadre de cette étude. Ces derniers sont présentés au tableau suivant.

Tableau 8 Scénarios météorologiques

Scénario	Description
Directive 019 (2012)	Crue de la Directive 019 : Fonte du couvert de neige 100 ans (369 mm) en 30 jours, suivie d'une pluie de printemps 1 000(1) ans 24h (109,2 mm)
PMPea 72h	Pluie maximale probable d'été-automne 72h (355,3 mm)
CMPp n° 1	Crue maximale probable de printemps n° 1 : Fonte rapide du couvert de neige 100 ans (369 mm) en 13 jours, suivie d'une PMP de printemps de 72h (223,7 mm)
CMPp n° 2	Crue maximale probable de printemps n° 2 : Fonte rapide du couvert de neige maximal probable (550 mm) en 13 jours, suivie d'une pluie 100 ans de printemps de 72h (94,2 mm).

Note (1) : Applicable pour des résidus miniers ni acidogènes, ni cyanurés, ni radioactifs ou à risque élevé, comme c'est le cas pour la mine Éléonore.

Les données hydrologiques utilisées dans cette étude tiennent compte des changements climatiques. En effet, les données de précipitation « Intensité-Durée-Fréquence » (IDF) retenues pour les pluies d'été-automne et de printemps, ont été majorées.

4.4.3.2.2 Modélisation hydraulique

Le système d'écoulement des eaux de l'agrandissement du PAR a été modélisé pour les différents scénarios météorologiques. La figure ci-dessous présente la géométrie du modèle développé pour cette étude. Ce modèle tient compte de la superficie totale du PAR à la fin de la phase 5 (environ 98 ha) et considère que 100 % des eaux

de ruissellement du PAR seront collectées et dirigées vers le bassin de collecte (aucune superficie détournée après restauration progressive).

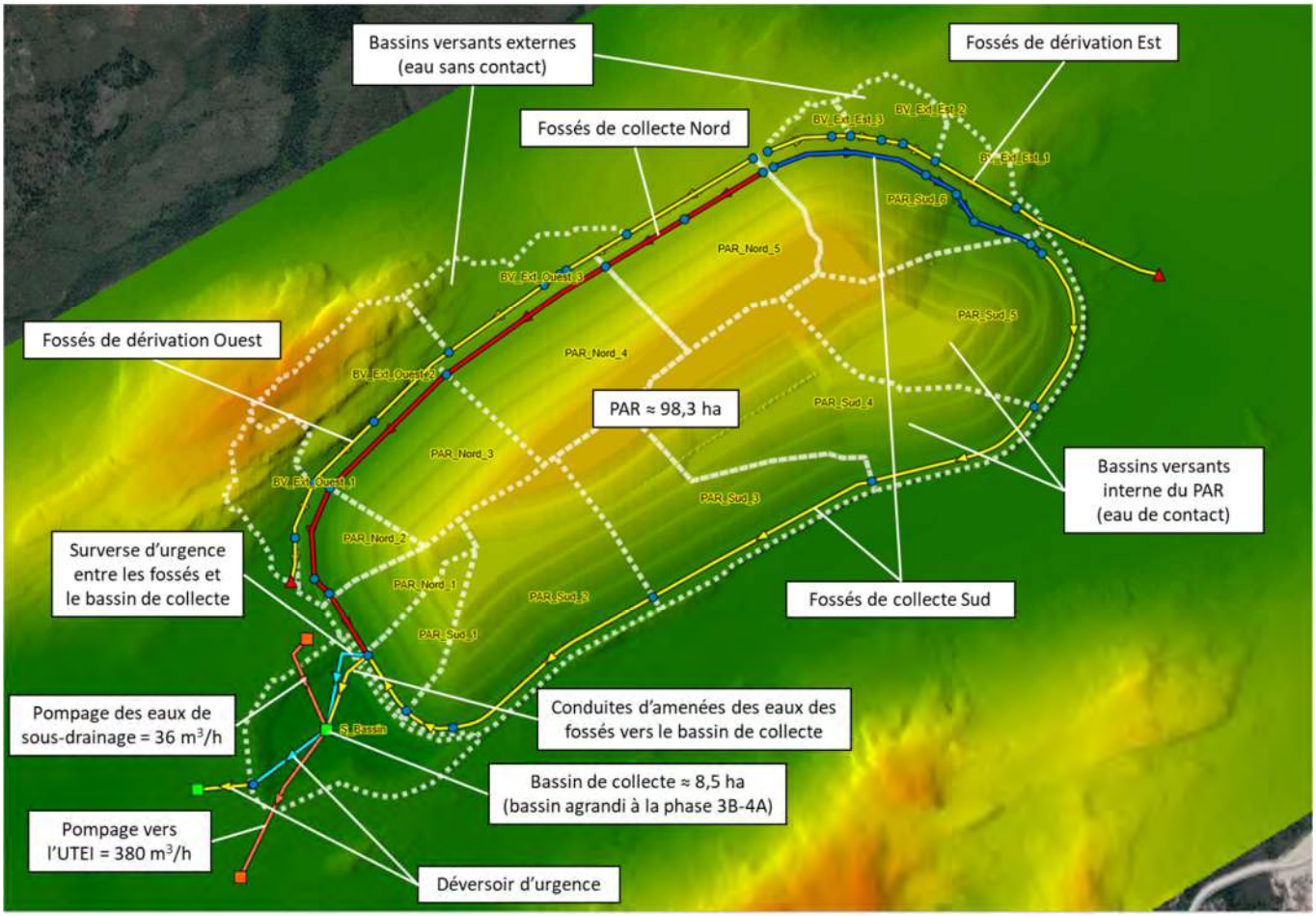


Figure 4-2 Géométrie du modèle hydraulique

Les critères de conception retenus dans les simulations sont :

- Les bassins doivent être en mesure d'emmagasiner la crue de la Directive 019 sur l'industrie minière (mars 2012) simulée tout en maintenant la revanche minimale requise de 1,0 m par rapport à la crête des digues des bassins de collecte;
- Le déversoir d'urgence doit permettre l'évacuation adéquate des eaux lors des trois scénarios de CMP simulés (PMPea, CMPp no 1 et CMPp no 2) afin de maintenir les revanches minimales requises;
- Le système de collecte des eaux de ruissellement doit être en mesure d'acheminer adéquatement les eaux vers les bassins (pas de débordement en amont).

En conclusion, le bassin de collecte existant du PAR[8] n'a pas la capacité suffisante pour contenir la crue de conception environnementale de la Directive 019 pour la phase 5 du PAR. Un volume additionnel d'environ 83 000 m³ est requis pour gérer cet événement. Sachant que le bassin de collecte existant a une capacité effective d'environ 184 000 m³, le bassin de collecte du PAR devrait être agrandi pour avoir une capacité d'environ

[8] Selon sa configuration en cours d'autorisation par la direction régionale du MELCCFP (fusion du bassin de collecte initial avec le bassin de collecte additionnel phases 3B et 4A)

267 000 m^3 lors de la phase 5 tout en considérant que les conditions actuelles de pompage vers l'UTEI (380 m^3/h) sont maintenues.

De plus, à la suite des simulations des trois scénarios de crues maximales probables (PMPea 72h, CMPp n° 1 et CMPp n° 2), il a été constaté que le scénario PMPea 72h génère les niveaux d'eau les plus critiques dans le bassin de collecte existant. Le niveau d'eau atteint une élévation de 218,38 m pendant l'événement, ce qui dépasse le niveau d'eau maximal de 218,20 m. Par conséquent, le déversoir d'urgence du bassin de collecte devra être modifié pour permettre le maintien de la revanche minimum requise.

Il est important de souligner que ces conclusions sont basées sur l'ingénierie préliminaire de niveau préfaisabilité. Une optimisation sera étudiée dans le cadre de la prochaine phase d'ingénierie. En effet, la capacité de stockage du bassin de collecte, la capacité d'évacuation du déversoir d'urgence et la capacité de pompage vers l'UTEI sont interconnectées : l'augmentation de la capacité de pompage vers l'UTEI a un impact direct sur les besoins de stockage dans le bassin et cela influence à son tour la conception du déversoir d'urgence.

4.4.4 Stabilité de la digue

Des analyses ont été réalisées afin de vérifier la stabilité de la phase 5 du PAR ainsi que celle de l'ensemble du PAR en cas de rehaussement de la pile de résidus à une élévation de 275 mètres au-dessus du niveau de la mer. Les analyses ont été réalisées en se basant sur des données géotechniques actuellement disponibles (voir les sections 4 et 7 du rapport technique en annexe 4 pour plus de détails).

Les résultats d'analyses montrent que la future phase 5 du PAR ainsi que les digues d'amorce existantes, respectant les facteurs de sécurité requis. L'agrandissement prévue du PAR est viable et qu'un rehaussement de la pile de résidus à 275 m est envisageable, sous réserve de la mise à jour des analyses à la suite d'une campagne géotechnique additionnelle en 2024.

4.4.5 Calendrier de d'exploitation

La cellule 4 du PAR atteindra sa pleine capacité d'ici l'été 2026. Il est prévu que les travaux de construction de la cellule 5 soient terminés avant l'été 2026 afin de permettre le dépôt de résidus miniers à partir de 2026. Voir le calendrier à la section 4.3.4.

4.5 Phase de fermeture

La plus récente version du Plan de réaménagement et de restauration (PRR) du site minier Éléonore a été approuvée par le ministère des Ressources Naturelles et des Forêts (MRNF) le 6 novembre 2020 en vertu de la Loi sur les Mines.

Le concept proposé pour l'aménagement et l'exploitation de la phase 5 du PAR ainsi que la qualité géochimique des résidus miniers qui y seront entreposés sont similaires aux conditions d'exploitation actuelles dans le PAR. Les mesures de réaménagement et de restauration du PAR actuellement prévues dans le PRR et le concept de restauration progressive continueront donc de s'appliquer pour la phase 5. La prochaine mise à jour quinquennale du PRR est prévue être soumise au MRNF en 2024.

Le concept général de restauration du PAR approuvé par le MRNF consiste en la mise en place d'un système étanche à l'aide d'une géomembrane ayant pour fonction principale de limiter les infiltrations d'eau et d'oxygène vers les stériles et les résidus miniers afin d'empêcher la production de drainage minier acide et la lixiviation en arsenic. De plus, ce concept prévoit la restauration progressive du PAR au cours de la durée de vie de la mine.

À ce sujet, la restauration progressive de la cellule 1 du PAR débutera en 2024. Les travaux de recouvrement et de végétalisation ont été présentés à la direction régionale du MELCCFP dans le cadre d'une demande d'autorisation ministérielle en vertu de l'article 22(10) de la Loi sur la qualité de l'environnement en novembre 2023. La mise en œuvre puis le suivi de cette première phase de restauration permettront d'évaluer l'efficacité du concept proposé et de l'ajuster, au besoin, pour les phases subséquentes de restauration du PAR.

5. Démarches d'informations et de consultations

Conformément la condition 6.6 de Certificat d'Autorisation Global (V/Réf. : 3214-14-042), Goldcorp Canada Ldt a établi un processus d'information et de consultation du public et des communautés autochtones afin de permettre à la population concernée d'être adéquatement informée des activités ayant lieu sur le site minier, de faire valoir ses préoccupations et d'exercer une influence sur ces activités, notamment pour en atténuer les effets négatifs sur les milieux physique, biologique et humain.

Ainsi, l'entente de collaboration Opinagow a été signée entre GCL, la nation crie de Wemindji et le Grand Conseil des Cris/Gouvernement de la nation crie le 21 février 2011. Une consultation de la population de Wemindji, effectuée par les partenaires cris de l'entente, a permis d'élaborer une stratégie de communication sur les aspects environnementaux qui intéressent la communauté. La stratégie contient quatre niveaux de communication selon l'intérêt du milieu, soit le partenariat, la collaboration, la consultation et l'information.

Par ailleurs, dans le cadre de l'entente de collaboration Opinagow, un comité a été mis sur pied relativement aux questions environnementales. Ce comité est formé de membres officiels des différentes parties de l'entente et d'observateurs. Selon les obligations de l'entente, ce comité doit se réunir un minimum de deux fois par année. Suivant les besoins exprimés par les membres du comité environnement, il a été décidé d'inclure également les aspects sociaux et culturels dans les discussions du comité; la culture traditionnelle crie ne pouvant pas être traitée séparément de l'environnement.

Au cours des années 2022, 2023 et 2024, plusieurs activités de consultation et de communication ont été réalisées au cours desquelles l'aménagement et l'exploitation du PAR ont été discutés. Ces dernières ont fait l'objet de comptes-rendus. Le registre des communications environnementales en 2022, 2023 et 2024 concernant spécifiquement le PAR est présenté dans le tableau suivant.

Les principales préoccupations relevées dans le cadre de ces consultations pour l'agrandissement du PAR, concernent l'accès au secteur de la sablière A01 qui permet l'accès à une rampe à bateau et à la zone de chasse à l'oie respectivement situées à l'ouest et au nord-ouest du PAR; la qualité des eaux ainsi que le suivi des poussières.

À noter également que la condition 6.1 du CA Global modifiée en 2019, prévoit un suivi sur une période de trois ans permettant d'évaluer dans quelle mesure les Cris et particulièrement le maître de trappe, peuvent poursuivre leurs activités traditionnelles dans le secteur de la mine Éléonore. Ainsi des entrevues sont réalisées avec les familles des territoires de trappes concernées. Les résultats de ses consultations et les impacts identifiés sont consignés dans un rapport dont le dernier a été produit en 2021 (CLUMP, cycle 2, 2021). Ce dernier précise que le maître de trappe souhaite être consulté pour la phase de restauration progressive du PAR, notamment dans le choix des espèces végétales utilisées pour la revégétalisation et la technique de plantation.

Tableau 9 Registre des communications environnementales effectuées en 2022, 2023 et 2024

Date	Moyens de communication utilisés	Personnes présentes	Sujets abordés concernant le PAR	Contenu des discussions et conclusions
14 et 16 mars 2022	Collaboration Comité environnement	Membres présents : - Howard MacDonald, Nation crie de Wemindji – Directeur environnement - Kelly Leblanc, Gouvernement de la nation crie – Coordonnatrice évaluation environnementale et sociale (jusqu'en octobre 2022) - Erica Guth, Gouvernement de la nation crie – Analyste en environnement (jusqu'en mars 2022) - Yohany Sara, Mine Éléonore – Coordonnatrice environnement (jusqu'en juin 2022) - Geneviève Pépin, Mine Éléonore – Directrice de la durabilité et des Relations externes - Johnny Mark, Nation crie de Wemindji – Représentant du maître de trappe VC29 Observateurs : - Jacynthe Lafond, Mine Éléonore – Coordonnatrice relations externes - Stephanie Jonah, Mine Éléonore – Agente d'implémentation et de collaboration de l'entente Opinagow Invités : - Valerie Langlois, Chercheuse à l'INRS - Marie-Pier Brochu, Chercheuse à l'INRS	Projet d'amélioration du suivi des eaux souterraines autour du PAR	Mettre en place des piézomètres supplémentaires - à faire
			Projet d'investigations géotechniques (sondages, piézomètres, échantillonnage) :	Déclaration de conformité et permis d'intervention - Faits et autorisations obtenues
			Présentation des risques, opportunités et études clés du plan de fermeture : Revue des études techniques requises pour la fermeture du PAR (recouvrement, modélisation hydrologique et géochimique)	Revoir les études par le comité pour identifier les parties prenantes concernées par chaque étude. Rencontre avec le public à prévoir pour présenter le plan de fermeture
			Restauration progressive et revégétalisation	Restauration phase 1 - Repoussée Prévoir une visite de site à l'été 2022
12, 13 et 19 avril 2022	Consultation des Maîtres de trappe	Johnny Mark, Nation crie de Wemindji – Représentant du maître de trappe VC29	Restauration progressive et revégétalisation	Pour information
20 et 22 juin 2022	Collaboration Comité environnement	Membres présents : - Howard MacDonald, Nation crie de Wemindji – Directeur environnement - Kelly Leblanc, Gouvernement de la nation crie – Coordonnatrice évaluation environnementale et sociale (jusqu'en octobre 2022) - Anna Krupa, Gouvernement de la nation crie – Analyste en environnement (nommée en avril 2022) - Johnny Mark, Nation crie de Wemindji – Représentant du maître de trappe VC29 - Évangéline Rivest, Mine Éléonore – Coordonnatrice environnement (nommée en 2022) - Geneviève Pépin, Mine Éléonore – Directrice de la durabilité et des Relations externes Observateurs : - Jacynthe Lafond, Mine Éléonore – Coordonnatrice relations externes - Stephanie Jonah, Mine Éléonore – Agente d'implémentation et de collaboration de l'entente Opinagow	Restauration progressive et revégétalisation	Présentation des tests de revégétalisation

Date	Moyens de communication utilisés	Personnes présentes	Sujets abordés concernant le PAR	Contenu des discussions et conclusions
19 et 20 septembre 2022	Collaboration Comité environnement	Membres présents : - Howard MacDonald, Nation crie de Wemindji – Directeur environnement - Kelly Leblanc, Gouvernement de la nation crie – Coordonnatrice évaluation environnementale et sociale (jusqu'en octobre 2022) - Anna Krupa, Gouvernement de la nation crie – Analyste en environnement (nommée en avril 2022) - Évangéline Rivest, Mine Éléonore – Coordonnatrice environnement (nommée en 2022) - Geneviève Pépin, Mine Éléonore – Directrice de la durabilité et des Relations externes - Johnny Mark, Nation crie de Wemindji – Représentant du maître de trappe VC29 Observateurs : - Jacynthe Lafond, Mine Éléonore – Coordonnatrice relations externes - Stephanie Jonah, Mine Éléonore – Agente d'implémentation et de collaboration de l'entente Opinagow	Projet de développement du PAR (Phase 3B-4) et de la construction du bassin de collecte additionnel	Visite parc à résidus. Présentation du projet permettant une extension de la vie de la mine : stockage des matériaux excavés, de l'argile, mesures de restauration et de revégétalisation. Revue par le comité de la zone d'extension et des empreintes authorisées pour le PAR. Soulèvement de l'intérêt d'en apprendre plus sur le suivi des poussières provenant du PAR en comparaison avec d'autres sites et l'impact des poussières sur les animaux et les plantes.
			Restauration progressive et revégétalisation	Présentation du projet de restauration de la phase 1 du PAR : retalutage, recouvrement et revégétalisation Suivi des tests de revégétalisation
6 et 8 décembre 2022	Collaboration Comité environnement	Membres présents : - Howard MacDonald, Nation crie de Wemindji – Directeur environnement - Anna Krupa, Gouvernement de la nation crie – Analyste en environnement (nommée en avril 2022) - Geneviève Pépin, Mine Éléonore – Directrice de la durabilité et des Relations externes - Johnny Mark, Nation crie de Wemindji – Représentant du maître de trappe VC29 Observateurs : - Jacynthe Lafond, Mine Éléonore – Coordonnatrice relations externes - Stephanie Jonah, Mine Éléonore – Agente d'implémentation et de collaboration de l'entente Opinagow Invités : - Kristy Franks, Gouvernement de la nation crie - Marjorie Bujold, Newmont Éléonore - Claude Marquis, Newmont Éléonore	Restauration progressive	Calendrier de restauration progressive du PAR (phase 1) : détails des concepts d'ingénierie (recouvrement et gestion des eaux) Mise en oeuvre du programme de suivi des eaux souterraines
			Études requises pour le plan de fermeture	Modèle hydrogéologique du PAR prévu pour le 3ème trimestre 2023

Date	Moyens de communication utilisés	Personnes présentes	Sujets abordés concernant le PAR	Contenu des discussions et conclusions
3 et 4 avril, 23 mai et 5 juin 2023	Collaboration Comité environnement et visite du site d'agrandissement du PAR le 4 avril 2023	Membres présents : - Howard MacDonald, Nation crie de Wemindji – Directeur environnement - Johnny Mark, Nation crie de Wemindji – Représentant du maître de trappe VC29 (présent le 3 avril) - Aurora Hernandez, Gouvernement de la nation crie - Graeme Morin, Gouvernement de la nation crie - Anna Krupa, Gouvernement de la nation crie – Analyste en environnement (présente le 5 juin 2023) - Eva-Maria Hanchar, Gouvernement de la nation crie - Geneviève Pépin, Mine Éléonore – Directrice de la durabilité et des Relations externes - Évangéline Rivest, Mine Éléonore – Coordonnatrice environnement (présente le 3 avril 2023) Observateurs : - Jacynthe Lafond, Mine Éléonore – Coordonnatrice relations externes - Paul Meillon, Cree Board of Health and Social Services of James Bay (présent le 3 avril 2023)	Projet d'agrandissement du PAR vers le nord en 2025 (Phase 5) Carrière C-03 (localisée dans l'emprise du projet d'agrandissement du PAR)	Explication des différentes phases d'aménagement du PAR (Phases 3B-4 et 5) permettant l'augmentation de la capacité de stockage Études de conception et inventaires bio-physiques complémentaires d'impact commencées pour la phase 5 prévue en 2025 Préoccupation au sujet de la route d'accès à la zone de chasse à l'oie : • Cette route sera conservée pour les besoins opérationnels Préoccupation de l'utilisation du bassin à proximité du PAR par les oies : • Aucune oie aperçue dans le bassin • Faibles concentrations en cyanure et autres paramètres présents dans l'eau. Seule la matière totale dissoute est élevée. Demande de modification du certificat d'autorisation à prévoir pour la phase 5 La carte des sites valorisés du rapport du *Programme de suivi de l'usage du territoire Cri* (CLUMP, cycle 2, 2021) sera utilisée dans le cadre de l'étude d'impact pour l'agrandissement du PAR.
			Études requises pour le plan de fermeture	Présentation de l'avancement des études. Préoccupation au sujet du plan de fermeture et des infrastructures restant en place. Seul le PAR restera visible, les autres infrastructures seront démantelées. Le plan de fermeture sera discuté prochainement avec les parties prenantes.
			Revégétalisation du PAR	Présentation des recherches effectuées sur l'utilisation des pins gris à la suite de la recommandation du maître de trappe. Utilisation des pins gris est possible et des tests d'implantation seront effectués directement sur le PAR en 2025.

Date	Moyens de communication utilisés	Personnes présentes	Sujets abordés concernant le PAR	Contenu des discussions et conclusions
19 avril et 28 novembre 2023	Assemblée générale annuelle à Wemindji	Population générale	Projet d'agrandissement du PAR vers le nord en 2025 (Phase 5)	Présentation du projet : Localisation de la phase 5 vers le nord et de l'agrandissement de la zone d'entreposage d'argile et de tourbe. Vues en 3D de la future installation de stockage.
20 et 21 septembre 2023	Collaboration Comité environnement	Membres présents : - Howard MacDonald, Nation crie de Wemindji – Directeur environnement - Johnny Mark, Nation crie de Wemindji – Représentant du maître de trappe VC29 - Aurora Hernandez, Gouvernement de la nation crie - Graeme Morin, Gouvernement de la nation crie - Eva-Maria Hanchar, Gouvernement de la nation crie - Geneviève Pépin, Mine Éléonore – Directrice de la durabilité et des Relations externes - Vincent Martin, Mine Éléonore – Surintendant environnement Observateurs : - Jacynthe Lafond, Mine Éléonore – Coordonnatrice relations externes	Projet d'agrandissement du PAR vers le nord en 2025 (Phase 5)	Présentation de la solution choisie pour l'agrandissement du PAR après l'évaluation des différents concepts : Extension vers le nord Le dépôt de tourbe et d'argile sera aussi agrandi. Le concept sera présenté au Comité Environnement Opinagow pour consultation puis au maître de trappe du territoire VC29. Le volume de résidus, les raisons des besoins d'agrandissement du PAR et la route d'accès devront être développés pour la consultation. Une présentation visuelle en 3D est préférable.
Du 24 au 26 janvier 2024	Collaboration Comité environnement	Membres présents : - Howard MacDonald, Nation crie de Wemindji – Directeur environnement - Johnny Mark, Nation crie de Wemindji – Représentant du maître de trappe VC29 - Anna Krupa, Gouvernement de la nation crie – Analyste en environnement - Aurora Hernandez, Gouvernement de la nation crie - Graeme Morin, Gouvernement de la nation crie - Eva-Maria Hanchar, Gouvernement de la nation crie - Geneviève Pépin, Mine Éléonore – Directrice de la durabilité et des Relations externes - Vincent Martin, Mine Éléonore – Surintendant environnement Observateurs : - Jacynthe Lafond, Mine Éléonore – Coordonnatrice relations externes - Emmett Georgekish, Chargé de mise en œuvre	Projet d'agrandissement du PAR vers le nord en 2025 (Phase 5)	Présentation et comparaison des différents scénarios envisagés pour l'agrandissement du PAR en détaillant les risques et les oppportunités de chacun. Justification du choix du scénario d'agrandissement vers le nord après la comparaison des scénarios Principales préoccupations : - maintien de la route d'accès à la zone de chasse à l'oie localisée au nord du PAR - maintenir les mesures d'imperméabilisation du PAR et de gestion des eaux de contact.
25 janvier 2024	Consultation portes ouvertes	Population générale	Projet d'agrandissement du PAR vers le nord en 2025 (Phase 5)	Explication sur ce qu'est un résidu minier avec la présentation d'échantillons Présentation des opérations réalisées au PAR Présentation de la restauration du PAR Présentation de l'agrandissement du PAR avec un modèle 3D
	Rencontre des représentants du territoire VC29	Fred Mayappo et son fils		Présentation de l'agrandissement du PAR avec un modèle 3D

6. Description du milieu de réalisation du projet

6.1 Délimitation de la zone d'étude

La zone d'étude restreinte considérée dans la présente demande de modification de CA Global correspond à un rayon d'environ 1 km autour des limites projetées de la cellule 5 du PAR. Ce rayon a été déterminé en conformité avec l'article 79, alinéa 1, paragraphe 1 du Règlement sur l'encadrement d'activités en fonction de leur impact sur l'environnement (REAFIE).

Les limites de la zone d'étude restreinte sont présentées sur les cartes 1 et 2 en annexe 2.

6.2 Description du milieu physique

6.2.1 Sol et terrain

6.2.1.1 Géologie du socle rocheux local

La zone autour du gisement Roberto est riche en zones aurifères, dont les lentilles Roberto et Roberto Est sont les plus importantes. Situé près de l'intrusion de l'ancien lac Ell, le gisement Roberto est encaissé dans des roches sédimentaires polydéformées. Le système aurifère Roberto est encaissé dans des métasédiments, possiblement associés à une intrusion, avec une minéralisation contrôlée en partie par la lithologie, en raison de son association avec des unités sédimentaires finement litées de type grès (grauwacke). Cette zone minéralisée présente des stockwerks de veines de quartz/sulfures avec une altération significative en actinote/microcline/tourmaline et silice.

Concernant la zone associée à l'agrandissement du PAR (phase 5), elle repose sur des formations géologiques de la province du lac Supérieur du Bouclier canadien, principalement une intrusion distincte de tonalite-diorite d'environ 10 km de diamètre. Cette zone est située entre la sous-province métasédimentaire d'Opinaca et la sous-province volcano-plutonique archéenne de La Grande.

Le projet d'Éléonore est entouré au nord et au sud par deux crêtes rocheuses orientées est-ouest, délimitant la vallée où se trouve le parc à résidus et la Phase 5. Les principales roches identifiées dans la région sont des graywackes frais aux larges lits, gris, avec des intrusions locales de pegmatite et de quartzite (AtkinsRéalis, 2024a).

6.2.1.2 Physiographie et topographie

La région où se situe le site minier Éléonore est caractérisée par deux unités physiographiques distinctes : les Basse-Terre et les hautes terres de la baie James. Les Basse-Terre s'étendent sur une bande de 100 à 150 km le long de la Baie-James, offrant un paysage de faibles altitudes et de terrain ondulé, souvent recouvert d'une épaisse couche de matériaux meubles. En revanche, les hautes terres présentent des altitudes plus élevées avec un relief vallonné et accidenté, parfois interrompu par des couches de matériau glaciaire grossier (Golder, 2010a).

La topographie locale se compose de collines et de vallées arrondies, typique du Bouclier canadien, avec des crêtes rocheuses à l'ouest et à l'est séparées par une vallée orientée nord-sud où se trouve actuellement le PAR. L'expansion prévue du PAR se situe au nord de son emplacement actuel, reposant sur la crête rocheuse à l'ouest.

L’élévation du sol dans la zone de l’expansion varie entre environ 214 m et 228 m dans la partie dans la vallée, avec des collines à l’est et à l’ouest atteignant des altitudes d’environ 255 m et 293 m respectivement (AtkinsRéalis, 2024a).

6.2.1.3 Dépôts meubles

Dans le secteur du site minier, la profondeur du socle rocheux varie entre 0 et environ 23 m sous la surface. Le roc affleure en certains endroits où se situe juste sous la surface du sol. Ces affleurements rocheux sont fréquents en haut et sur les pentes des drumlins (Golder, 2010a).

C’est le cas dans le secteur prévu de la phase 5 du PAR qui est situé le long d'une vallée s'étendant jusqu'à une crête rocheuse. Dans la zone nord de la phase 5 les affleurement rocheux sont visibles. Dans la zone sud de la phase 5, soit dans la vallée, le socle rocheux n'est pas visible et où l'on trouve du mort-terrain. Globalement, plusieurs unités stratigraphiques y sont observées:

- une fine couche de sol organique et/ou de tourbe d’épaisseur variable;
- un dépôt d’argile silteuse, présente par endroits;
- un dépôt de sable silteux/sable qui, lorsque présent, recouvre un dépôt d’argile silteuse ou de till;
- un till glaciaire composé d’un mélange de sable silteux, de sable et gravier et de gravier avec des blocs rocheux recouvrant le socle rocheux. À proximité des affleurements rocheux, ce dépôt est près de la surface, directement sous les sols organiques, alors que dans la vallée, le dépôt de till se trouve sous le dépôt d’argile silteuse (AtkinsRéalis, 2024a).

6.2.1.4 Qualité des sols

Une caractérisation environnementale Phase I a été réalisé dans le secteur nord du PAR dans le but de déterminer les éventuels risques de contamination ou la présence de contamination sur le site étudié. Cette étude a permis d'identifier plusieurs sources potentielles de contamination, soit la présence connue de poussières et de sols de surface contaminés sur le site lui-même, ainsi que la proximité d'un parc à résidus miniers au sud du terrain, susceptible de contaminer les sols par voie aérienne. De plus, la présence antérieure d'un site d'entreposage d'explosifs à environ 80 mètres au nord du site a également été relevée,

Une caractérisation environnementale complémentaire des sols de surface a aussi été réalisée, son l'objectif était d'évaluer les possibles impacts de la contamination aéroportée sur les sols de surface dans le secteur de la future cellule 5. Pour ce faire, vingt échantillons de sols de surface, prélevés entre 0,00 et 0,20 mètres de profondeur, ont été soumis à des analyses chimiques pour détecter la présence de métaux.

Les sols rencontrés au cours des investigations étaient principalement composés d'une couche de matière organique en surface, suivie d'un horizon majoritairement constitué de sable. Aucun sol de remblai n'a été observé, et aucun signe évident de contamination n'a été relevé lors des travaux de terrain.

Cependant, les résultats des analyses ont révélé des concentrations de métaux dépassant les critères établis par le Guide d'intervention - Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés (MELCC, 2021) dans certains échantillons. Dix échantillons ont montré des concentrations en arsenic, cadmium, mercure, nickel et/ou plomb dans la plage A-B. Les concentrations en métaux dans les autres échantillons étaient inférieures au critère A du guide, indiquant des niveaux acceptables de contamination. À titre indicatif, dans l’EIES initiale (Golder, 2010a), une vingtaine d’échantillons furent prélevés dans le but d’évaluer la qualité des sols du site minier Éléonore (10 en 2006 et 10 en 2008). Pour trois échantillons analysés en 2006, on a retrouvé de l’arsenic et du chrome en concentration supérieure au critère A (MDDEP), mais inférieure au critère B (MDDEP). La même situation s’est produite pour le mercure dans un autre échantillon analysé en 2008. De plus, selon une étude de caractérisation des haldes (mort-terrain et mixte) réalisée par WSP en 2023 dans le cadre du programme de restauration de la

cellule 1 du parc à résidus minier, ces sols mis en réserve en début d'exploitation, ont également démontré des teneurs au-delà du critère A pour l'arsenic. Ces données portent à croire que pour le paramètre de l'arsenic les teneurs naturelles pourraient être supérieures à la valeur du critère A.

Sur la base des informations recueillies et les résultats de la caractérisation environnementale des sols de surface obtenues, ainsi qu'en considérant que les éventuels déblais de sols seront gérés sur le site minier à matériaux meubles), aucune autre caractérisation environnementale complémentaire n'a été recommandée.

Le rapport complet de l'étude, comprenant tous les détails de la caractérisation environnementale ainsi que les recommandations spécifiques, est fourni en annexe 6.

6.2.2 Hydrographie

La zone d'étude est localisée en bordure du réservoir Opinaca et fait partie du bassin versant de la rivière La Grande. Le réservoir Opinaca est exploité par Hydro-Québec et a été mis en eau en 1980 (Hydro-Québec, 2004 dans EnviroCri, 2013). L'hydrographie du secteur a été largement modifiée par la dérivation du complexe Eastmain, Opinaca et La Grande (EOL). Le régulateur de la Sarcelle se trouve à environ 34 km à l'ouest de la zone d'étude et il assure le contrôle du niveau d'eau du réservoir (EnviroCri, 2013).

Le niveau d'eau varie de quatre mètres annuellement, entre les élévations 211,8 et 215,8 mètres. Cette dernière élévation représente la cote maximale d'exploitation du réservoir et permet à la fois d'offrir une réserve d'eau de 3 395 millions de m^3, pour une superficie totale de 1 040 km^2 (Société d'énergie de la Baie James, 1988 dans Golder, 2010a; SNC-Lavalin, 2022). Les rives du réservoir sont principalement constituées de marais, de sable et de tourbières ombrotrophes (Golder, 2010a).

Le réseau hydrographique de la zone d'étude est considéré comme peu développé, puisqu'il ne comprend que le réservoir Opinaca ainsi que deux cours d'eau permanents. Le réservoir Opinaca est situé dans le secteur sud-ouest de la zone d'étude. Le premier cours d'eau (CE01) est localisé au nord du PAR et l'écoulement s'effectue d'abord en direction nord à travers un grand complexe de milieux humides et poursuit son parcours vers l'ouest vers la rivière Opinaca. Le second cours d'eau permanent (ruisseau #5) est situé au sud du PAR et traverse la zone d'étude d'est en ouest (SNC-Lavalin, 2022; AtkinsRéalis, 2023). En général dans la zone d'étude, le drainage s'effectue en direction du réservoir Opinaca. L'extrémité nord de la zone d'étude semble plutôt se drainer en direction de la rivière Opinaca, soit vers le nord.

6.2.3 Climat et direction des vents dominants

La région de localisation du site minier Éléonore se caractérise par un climat continental froid de type subarctique humide, avec des saisons très contrastées : de courts étés doux suivis de longs hivers rigoureux (Roche, 2007a).

Les données de la station météorologique de l'aéroport indiquent une température moyenne annuelle pour 2023 de 1,4°C. Durant les mois les plus froids de l'année (novembre à mars), la température moyenne quotidienne est descendue à -11,8°C, avec un minimum journalier ayant chuté jusqu'à -35,8°C en février. Pendant la saison estivale, la température moyenne quotidienne était de 10,1°C (avril à octobre), atteignant un maximum journalier de 25,8°C en juillet (données fournies par GCL).

En 2023, la rose des vents réalisée à partir des données de la station météorologique de l'aéroport de la mine Éléonore (figure suivante) indique une prédominance de vents venant de l'ouest et de l'ouest-nord-ouest.

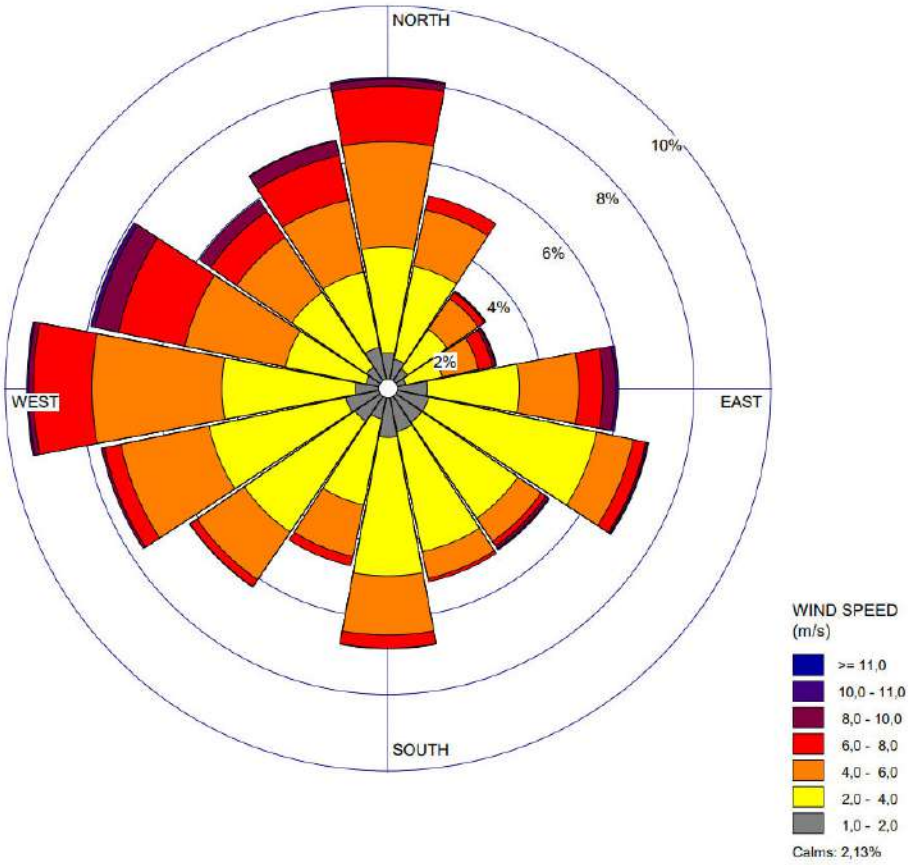


Figure 6-1 Rose de vents de la mine Éléonore en 2023

6.2.4 Qualité des eaux de surface

6.2.4.1 Ruisseau CE01

Une campagne de terrain a eu lieu à l'été 2023 et une caractérisation de la qualité des eaux de surface a été réalisée pour le ruisseau CE01 (AtkinsRéalis, 2023). Ce dernier est situé au nord de la zone d'étude et n'est pas touché par les activités de la mine. Les résultats témoignent donc d'un état de référence.

Une station a été positionnée dans ce cours d'eau et un seul échantillonnage a pu être réalisé en date du 6 septembre 2023. Des dépassements ont été observés concernant l'aluminium et le fer par rapport au critère de vie aquatique chronique ou CVAC. À noter que les teneurs en aluminium et en fer sont naturellement élevées et ce, particulièrement dans les tourbières. Ces valeurs seraient attribuables au bruit de fond naturel de ce secteur, tel que mesuré lors des études de l'état de référence (Roche, 2007b). La concentration en MES était de 1 ou 2 mg/L seulement, ce qui indique que l'eau contient peu de particules en suspension. Le critère du CVAC est défini par une augmentation moyenne maximale de 5 mg/L. Ainsi, il est impossible de se prononcer sur le respect de cette composante en regard à un seul résultat. La concentration en hydrocarbures pétroliers C_{10}-C_{50} mesurées en 2023 était inférieure au critère CVAC. La valeur de pH mesurée était de 4,23 et donc, ne respectait pas les critères. Rappelons que le pH des milieux hydriques de ce secteur semble être naturellement bas (AtkinsRéalis, 2023). Le ruisseau CE01 ne se trouve pas dans le bassin versant des infrastructures industrielles de la mine Éléonore et ne sera pas touché par la construction de l'agrandissement du PAR (phase 5).

6.2.4.2 Ruisseau no 5

Selon le plus récent rapport annuel de suivi et de surveillance environnementaux du site minier Éléonore (SNC-Lavalin, 2023), deux stations d'échantillonnage sont positionnées dans le ruisseau no 5, soit une en amont du PAR (ES-PR03) et une en aval du PAR (ES-PR04). La comparaison entre l'amont et l'aval permet de voir s'il y a un impact des activités industrielles sur le milieu récepteur. Les critères provinciaux de protection de la vie aquatique pour une toxicité chronique (critère de vie aquatique chronique ou CVAC), ainsi que les concentrations maximales acceptables de la Directive 019 sur l'industrie minière (mars 2012) (colonne II du tableau 2.1) sont utilisées, à titre indicatif, afin d'avoir une base de comparaison pour évaluer la qualité de l'eau. L'échantillonnage a lieu quatre (4) fois au cours de l'année 2022 lorsque le ruisseau n'est pas gelé.

Le suivi des métaux en 2022 indique des concentrations en aluminium supérieures au critère CVAC en amont et en aval suggérant que ces dépassements sont d'origine naturelle. Des dépassements avaient aussi été mesurés en 2017, 2018, 2019 et 2020. Le cadmium présente également un dépassement ponctuel du critère CVAC pour la station aval, tandis que des dépassements ponctuels sont observés à la station amont pour le cuivre, le plomb et le zinc. En termes de matières en suspension, un seul dépassement a été enregistré en 2022 pour la station aval. Les concentrations en hydrocarbures pétroliers C10-C50 mesurées en 2022 étaient toutes inférieures au critère CVAC. Enfin, le pH mesuré est sous la limite de 6,5 définie par le CVAC et également sous la limite de 6,0 définie par la Directive 019 et ce, pour l'ensemble des échantillons prélevés. Le pH des eaux de surface dans cette région est habituellement assez acide et les données recueillies dans les stations amont ou de référence témoignent d'un pH naturellement bas (SNC-Lavalin, 2023).

6.2.5 Hydrogéologie et Qualité des eaux souterraines

6.2.5.1 Contexte hydrogéologique

Selon l'étude hydrogéologique menée par Richelieu Hydrogéologie 2024 (voir en annexe 7), la caractérisation hydrogéologique du site du PAR révèle une stratigraphie composée principalement de matière organique en surface, suivie par une couche d'argile silteuse et une unité de till reposant sur le socle rocheux. Environ 45 % de l'empreinte du PAR ne présente pas de couche d'argile silteuse.

Les niveaux piézométriques indiquent une variation d'élévation de 212 m à 226 m sur l'ensemble du site, avec un écoulement général de l'eau souterraine des collines bordant le PAR vers le centre de la vallée, puis vers le sud-ouest, en direction du réservoir Opinaca. Les valeurs de conductivité hydraulique, compilées à partir d'études antérieures, varient selon les unités hydrogéologiques.

6.2.5.2 Qualité des eaux souterraines

Le suivi de la qualité des eaux souterraines autour du PAR, débuté en été 2014, implique actuellement seize puits d'observation répartis stratégiquement sur le site, avec des analyses régulières conformément au programme de suivi établi.

Les résultats sommaire présentés dans le rapport de Richelieu Hydrogéologie (2024), ont identifié l'arsenic, le fer dissous et les sulfates comme les principaux paramètres nécessitant une attention particulière dans le secteur du PAR. Bien que des détections supérieures aux seuils de vérification aient été observées dans certains puits, les concentrations d'arsenic sont restées inférieures au critère RES établi par le MELCCFP (2021).

6.3 Description du milieu biologique

Un inventaire complémentaire a été réalisé en 2023 par AtkinsRéalis et portait sur diverses composantes du milieu biophysique. Les composantes du milieu biologique étudiées comportaient une caractérisation du milieu naturel (milieux humides, milieux hydriques et milieux terrestres), un inventaire des espèces végétales à statut précaire (EVSP), un inventaire des micromammifères, une demande d'informations fauniques sur le caribou forestier, ainsi qu'un inventaire des habitats potentiels des chiroptères. En raison des feux de forêts à l'été 2023 ayant empêché l'accès à la zone d'étude, les inventaires sur l'avifaune et l'ichtyofaune seront réalisés en juin 2024. Le rapport de cette étude peut être consulté à l'annexe 8.

Les informations présentées dans les prochaines sections ont donc été tirées de l'inventaire complémentaire (AtkinsRéalis, 2023), mais également de plusieurs autres études réalisées antérieurement pour dresser l'état de référence biophysique du site minier.

La description du milieu naturel se base sur les inventaires effectués dans le cadre de l'étude d'impacts du projet (Golder, 2010a et Golder, 2011a), particulièrement les études suivantes :

- 2006 Environmental Baseline Study, rapport préparé par la firme Roche;
- Vegetation Assessment Conducted in August 2007, rapport préparé par la firme Roche;
- Caractérisation de deux ruisseaux sur le site du projet Éléonore. Étude complémentaire sur la faune aquatique (août 2010), rapport préparé par la firme Biofilia.

Plusieurs études complémentaires ont aussi été effectuées après l'étude d'impacts, dans le secteur du PAR ou de la mine Éléonore afin de compléter la caractérisation du milieu naturel. Les études utilisées pour le présent mandat sont :

- Études complémentaires de l'état de référence (2013), rapport préparé par la firme Kaweshekami Environnement inc.;
- Mine Éléonore. Inventaires biophysiques (août 2015), rapport préparé par la firme Englobe;
- Inventaires fauniques et floristiques sur le site de la mine Éléonore (2022), rapport préparé par la firme FaunENord.

6.3.1 Végétation terrestre

Le site minier Éléonore est situé à la limite méridionale du domaine de la pessière à lichen, dans la sous-zone de la taïga boréale qui s'étend du 52e au 55e parallèle.

Plusieurs inventaires de la flore ont eu lieu à travers le secteur à l'étude depuis le début du projet Éléonore et ont permis définir que les milieux terrestres sont dominés par des peuplements résineux ouverts. Le feu est le principal facteur qui influence la dynamique végétale, notamment puisque l'épinette noire et le pin gris en dépendent pour leur régénération. D'ailleurs, des feux de forêt auraient eu lieu dans la zone d'étude dans les années 2000 et 2009 (Golder, 2010a; Roche, 2007; AtkinsRéalis, 2023). Les peuplements ouverts constitués d'épinette noire se trouvent principalement dans les milieux mésiques et ils présentent normalement un couvert de lichen (Girard et coll., 2008 dans Golder, 2010a). Les milieux xériques et bien drainés sont surtout représentés par les peuplements ouverts composés de pin gris. Des peuplements résineux matures tels que les pessières noires sur mousses, sont localisés dans les zones de transition entres les milieux humides et terrestres (Golder, 2010a). Les peuplements de forêt feuillue sont plus rares pour la région. Un seul peuplement feuillu a été observé dans la zone d'étude, soit au bas d'un flan rocheux situé au nord-ouest du PAR projeté. Il s'agit d'une bétulaie à bouleau à papier.

Les principales espèces végétales rencontrées dans les milieux terrestres sont les suivantes : pin gris (*Pinus banksiana*), épinette noire (*Picea mariana*), bouleau à papier (*Betula papyrifera*), aulne crispé (*Alnus alnobetula* ssp. *crispa*), saule (*Salix* sp.), kalmia à feuilles étroites (*Kalmia angustifolia* var. *angustifolia*), bleuet à feuilles étroites (*Vaccinium angustifolium*), bleuet fausse-myrtille (*Vaccinium myrtilloides*) et thé du Labrador (*Rhododendron groenlandicum*; AtkinsRéalis, 2023).

6.3.2 Milieux humides

La zone d'étude est localisée dans un secteur où les tourbières ombrotrophes dominent le paysage. Selon une étude d'AtkinsRéalis (2023), les milieux humides représentent 45 % de la zone d'étude et ils correspondent à des tourbières qui se présentent sous forme de trois classes (tourbière ouverte ombrotrophe, tourbière ouverte minérotrophe, tourbière boisée ombrotrophe). La classe de milieux humides la plus représentée est la tourbière ouverte ombrotrophe (31 %; AtkinsRéalis, 2023). En général, les milieux humides se présentent sous forme de grands complexes qui se définissent comme une composition de plusieurs milieux humides de types, de formes et de superficies différents qui sont attenant les uns aux autres.

Les tourbières ombrotrophes ont la particularité d'être plus pauvre en éléments nutritifs puisque seules les eaux de précipitations alimentent ce type de milieu humide. Le cortège floristique est aussi plus restreint. Les tourbières ouvertes ombrotrophes sont dominées par les éricacées soit, entre autres, la cassandre caliculé (*Chamaedaphne calyculata)*, le kalmia à feuilles étroites et le thé du Labrador. La strate arbustive présente aussi fréquemment les espèces suivantes : épinette noire (*Picea mariana*), pin gris (*Pinus banksiana*), mélèze laricin (*Larix laricina*), canneberge commune (*Vaccinium oxycoccos*), kalmia polifoliée (*Kalmia polifolia*) et bleuet fausse-myrtille (*Vaccinium myrtilloides*). Les espèces herbacées dominantes dans ce milieu sont principalement le carex oligosperme (*Carex oligosperma*), la smilacine trifoliée (*Maianthemum trifolium*) et dans une moindre mesure, le carex pauciflore (*carex pauciflora*), la chicouté (*Rubus chamaemorus*) et le carex trisperme (*Carex trisperma*). Les tourbières boisée ombrotrophe présentent un couvert d'arbres de plus de 4 mètres de hauteur en plus d'un couvert égal ou supérieur à 25 % (AtkinsRéalis, 2023).

Les tourbières minérotrophe sont plus riches en éléments nutritifs puisqu'elles sont alimentées par plusieurs sources d'eau. La majorité des tourbières minérotrophes sont situées en bordure des plans d'eau et des mares d'eau. Le nombre d'espèces floristiques y est généralement plus important et la proportion qu'occupent les graminées est plus importante. La végétation herbacée domine ce type de tourbière et est majoritairement représentée par le trichophore cespiteux (*Trichophorum cespitosum*), le carex oligosperme, le rhyncosphore blanc (*Rhyncosphora alba*), la scheuchzerie des marais (*Scheuchzeria palustris*), le carex pauciflore, le carex de Magellan (*Carex magellanica*) et la linaigrette de Virginie (*Eriophorum virginicum*). La strate arbustive est majoritairement composée de cassandre caliculé, de mélèze laricin et d'épinette noire (AtkinsRéalis, 2023).

6.3.3 Faune terrestre

6.3.3.1 Grands mammifères

Les grands mammifères potentiellement présents dans la zone à l'étude sont l'orignal (*Alces americanus*), le caribou (*Rangifer tarandus* caribou; écotypes migrateur et forestier), l'ours noir (*Ursus americanus*), le loup (*Canis* lupus), le renard roux (*Vulpes vulpes*), le lynx du Canada (*Lynx lynx*), divers rongeurs tels que le castor (*Castor canadensis*), le porc-épic (*Hystrix cristata*), le rat musqué (*Ondatra zibethicus*), le lièvre d'Amérique (*Lepus americanus*) ainsi que divers mustélidés tels que l'hermine (*Neovison erminea*), le vison d'Amérique (*Mustela* vison) et la belette pygmée (*Mustela nivalis*; espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec; SNC-Lavalin, 2022; EnvironCri, 2013).

Selon l'étude de Roche (2007a), la densité dans la section de la mine était de 0,05 orignal/km^2 ou 0,5 orignal/10 km^2, ce qui est relativement faible quand on la compare à celle des zones plus méridionales du Québec. Dans la plupart des cas, les orignaux observés étaient seuls (Roche, 2007a dans Golder, 2010a).

La densité de caribous était en moyenne de 2,5 caribous/km^2 d'après les inventaires aériens réalisés dans la section de la mine de la zone d'étude pendant l'hiver de 2007 (Roche, 2007a). Il n'était pas possible de déterminer si ces caribous faisaient partie de l'écotype migrateur ou forestier (Roche, 2007a dans Golder, 2010a). Étant donné la très faible densité de caribous forestiers à cette latitude, il est présumé que la vaste majorité des animaux observés était de l'écotype migrateur (Golder, 2010a). Toutefois, une demande d'information a été adressée par AtkinsRéalis (2023) et les informations reçues du MELCCFP indiquent que des individus de caribou forestier (caribou des bois - écotype forestier) ont été localisés entre 2020 et 2023 sur les îles du réservoir Opinaca, à 10 km et 22 km au sud-ouest de la zone d'étude. Ces informations proviennent d'un suivi télémétrique effectué par le MELCCFP depuis 2020.

6.3.3.2 Micromammifères

Selon les différents inventaires de micromammifères qui ont été réalisés en 2008 (Golder, 2009) et en 2023 (AtkinsRéalis, 2023), neuf (9) espèces de micromammifères ont été capturées dans la zone d'étude (voir le tableau suivant).

La zone d'étude comprend des habitats potentiels pour deux espèces de micromammifères susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec, soit le campagnol-lemming de Cooper (*Synaptomys cooperi*) et le campagnol des rochers (*Microtus chrotorrhinus*). En effet, deux mentions de campagnol-lemming de Cooper ont été rapportées au lac Boyd par Fortin et coll. (2004), soit tout juste au nord-ouest du réservoir Opinaca. Pour le campagnol des rochers, des mentions sont connues aussi loin que la rivière Caniapiscau et dans la région de Schefferville (Duhamel et Tremblay, 2013), donc à des latitudes qui sont bien au-delà de celles de la présente zone d'étude. Malgré des efforts d'inventaire, aucun spécimen de campagnol lemming de Cooper ou de campagnol des rochers n'ont été observé en 2008 et en 2023.

Il est reconnu depuis longtemps que l'abondance des micromammifères puisse fluctuer considérablement d'une année à l'autre dans une région donnée (Brooks et coll. 1998; Fryxell et coll. 1998). Ainsi, l'absence apparente du campagnol-lemming de Cooper pourrait simplement s'expliquer par la très faible densité de l'espèce en 2023. Fortin et Doucet (2003) ont par exemple respectivement capturé 23, 0 et 1 spécimens au cours de trois années consécutives dans les mêmes sites de capture situés en forêt boréale, démontrant ainsi qu'une seule année d'inventaire peut conclure à tort que l'espèce est absente, alors qu'elle est en réalité présente, mais à faible densité. Quant au campagnol des rochers, l'absence de capture pourrait également s'expliquer par une possible faible, voire très faible densité de l'espèce en 2023. Il est en effet possible que l'espèce soit détectée à un site donné pendant certaines années, mais pas à d'autres (Jannett et Christian, 2017).

Tableau 10 Liste des micromammifères capturées dans le secteur de la mine Éléonore

Nom commun	Nom scientifique	Caractéristique
Musaraigne cendrée	*Sorex cinereus*	Insectivore
Musaraigne palustre	*Sorex palustris*	Insectivore
Souris sylvestre	*Peromyscus maniculatus*	Rongeur

Souris sauteuse des bois	*Napoeozapus insignis*	Rongeur
Souris sauteuse des champs	*Zapus hudsonius*	Rongeur
Campagnol à dos roux de Gapper	*Clethrionomys gapperi*	Rongeur
Campagnol des champs	*Microtus pennsylvanicus*	Rongeur
Campagnol-lemming boréal	*Synaptomys borealis*	Rongeur
Phénacomys	*Phenacomys intermedius*	Rongeur

6.3.3.3 Chiroptères

Un inventaire de chiroptères a été réalisé par FaunENord en 2021 sur le site minier. L'inventaire a été scindé en deux volets, soit l'inventaire actif et l'inventaire acoustique fixe. Cet inventaire portait sur toutes les espèces de chauves-souris connues dans le Nord-du-Québec : chauve-souris nordique (*Myotis septentrionalis*), petite chauve-souris brune (*Myotis lucifugus*), grande chauve-souris brune (*Eptesicus fuscus*), chauve-souris argentée (*Lasionycteris noctivagans*), chauve-souris cendrée (*Lasiurus cinereus*) et chauve-souris rousse (*Lasiurus borealis*).

Lors de l'inventaire de type actif, un total de dix bâtiments a été inspecté afin de détecter des signes d'utilisation de ces derniers par des chiroptères (colonies de maternité et/ou hibernacles). Aucun signe d'utilisation n'a été observé lors de ces recherches.

L'inventaire acoustique réalisé en 2021 par FaunENord (2022) a permis de confirmer la présence des chauves-souris du genre *Myotis* (petite chauve-souris brune et la chauve-souris nordique) sans pouvoir préciser l'espèce, ainsi que la chauve-souris argentée et la chauve-souris cendrée.

Le tableau suivant présente le statut de protection de chacune des espèces selon la règlementation fédérale ou provinciale présentement en vigueur.

Tableau 11 Espèces de chauves-souris potentiellement présentes dans la zone d'étude, avec leur statut de conservation

Espèces	**Statut de protection**	
	LEP (fédéral)	**LEMV (Québec)**
Chauve-souris argentée (*Lasionycteris noctivagans*)	Aucun	Susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable
Chauve-souris cendrée (*Lasiurus cinereus*)	Aucun	Susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable
Petite chauve-souris brune (*Myotis lucifugus*)	En voie de disparition	Menacée
Chauve-souris nordique (*Myotis septentrionalis*)	En voie de disparition	Menacée

LEP : *Loi sur les espèces en péril*.

LEMV : *Loi sur les espèces menacées et vulnérables*.

En plus de l'inventaire réalisé par FaunENord en 2021, un inventaire des habitats potentiels pour les chiroptères a été réalisé en août 2023 par WavX (2023) afin d'identifier les zones propices aux besoins de repos et de reproduction des chiroptères à l'intérieur de la zone d'insertion de la nouvelle cellule 5. Pour se faire, une inspection visuelle des arbres et des structures rocheuses a été réalisée dans l'objectif de valider le potentiel d'occupation des chiroptères. L'inventaire des habitats potentiels des chiroptères indique que 42 arbres et 7 abris rocheux présentent un potentiel moyen d'occupation, alors que trois abris rocheux et huit arbres présentent un fort potentiel d'occupation par les chiroptères cavicoles. Trois secteurs offrent un fort potentiel d'occupation à l'échelle de la zone d'insertion de la cellule 5 (WavX, 2023). Cette campagne de terrain n'a pas permis de confirmer la présence d'individus sur le site du futur PAR; l'objectif principal étant la recherche d'habitats potentiels. Aucune observation directe d'individus ou d'indice de présence n'a été notée.

6.3.4 Faune aquatique

Au cours des inventaires ichtyologiques réalisés entre 1996 et 2015, 23 espèces de poissons ont été capturées dans le réservoir Opinaca et ses tributaires (Roche, 2007b; Kaweshekami Environnement inc., 2013; Englobe, 2015). On recense notamment le doré jaune (Sander vitreus), le grand corégone (Coregonus clupeaformis) ou encore le grand brochet (Esox lucius). De plus, on y retrouve l'esturgeon jaune (Acipenser fulvescens) qui est une espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable d'après la législation provinciale. Cette dernière n'est pas susceptible de se retrouver dans les petits cours d'eau de la zone d'étude.

Aucun poisson n'a été répertorié dans le ruisseau no 5 localisé à proximité du PAR et de la halde, l'habitat y étant considéré de piètre qualité pour la faune aquatique (Biofilia, 2010).

Le tableau suivant présente les espèces de poisson capturées lors de précédents inventaires par les diverses firmes.

Tableau 12 Liste des espèces de poisson capturées dans le réservoir Opinaca et ses tributaires

Nom commun	Nom scientifique
Chabot tacheté	*Cottus bairdi*
Chabot visqueux	*Cottus cognatus*
Cisco de lac	*Coregonus artedi*
Doré jaune	*Sander vitreus*
Épinoche à neuf épines	*Pungitius pungitius*
Épinoche à trois épines	*Gasterosteus aculeatus*
Esturgeon jaune	*Acipenser fulvescens*
Grand brochet	*Esox lucius*
Grand corégone	*Coregonus clupeaformis*
Lotte	*Lota lota*
Méné à tache noire	*Notropis hudsonius*
Méné de lac	*Couesius plumbeus*
Méné émeraude	*Notropis atherinoides*
Ménomini rond	*Prosopium cylindraceum*
Meunier noir	*Catostomus commersoni*
Meunier rouge	*Catostomus catostomus*
Mulet perlé	*Semotilus margarita*
Museau noir	*Notropis heterolepis*
Omble de fontaine	*Salvelinus fontinalis*
Omisco	*Percopsis omiscomaycus*
Ouitouche	*Semotilus corporalis*

Nom commun	Nom scientifique
Perchaude	*Perca flavescens*
Touladi	*Salvelinus namaycush*

6.3.5 Faune aviaire

Les données accessibles sur l'avifaune du secteur de la mine Éléonore proviennent de diverses sources. L'étude d'état de référence réalisée par Roche (Roche, 2007b) indique les espèces d'oiseaux potentiellement présentes dans le secteur du site minier. De plus, des inventaires ont eu lieu en 2009 par Golder (2010a), puis en 2021 par FaunENord (2022). La consultation des données reçues du *Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec* en 2020 et en 2022, ainsi que les informations pertinentes tirées des cartes de l'*Atlas des oiseaux nicheurs du Québec* permettent de produire une liste complète de la faune aviaire susceptible d'être observée dans la zone d'étude.

Au total, 94 espèces d'oiseaux appartenant aux différents groupes de sauvagines, d'oiseaux limicoles, de passereaux et d'oiseaux forestiers ou encore d'oiseaux de proie ont été répertoriées ou sont potentiellement présentes dans le secteur de la mine.

Parmi les passereaux et les oiseaux forestiers, on trouve cinq espèces à statut précaire soit l'hirondelle de rivage, le bruant de Nelson, le moucherolle à côtés olive, le quiscale rouilleux et l'engoulevent d'Amérique. Les espèces d'oiseaux de proie recensées dans le secteur qui ont un statut de protection sont le faucon pèlerin et le pygargue à tête blanche.

Tableau 13 Espèces d'oiseaux présentes et potentiellement présentes (adapté du Tableau 4.3-6 de Golder, 2010)

Nom commun	*Nom scientifique*	Sources					Statut précaire	
		Roche 2007 b	Golder 2009	CDPNQ 2020 et 2022	AONQ	FauneENord (2022)	Provincial[1]	Fédéral[2]
Sauvagine et autres oiseaux aquatiques								
Canard branchu	*Aix sponsa*	X					Non	Non
Canard noir	*Anas rubripes*	X	X			X	Non	Non
Canard colvert	*Anas platyrhynchos*	X				X	Non	Non
Canard d'Amérique	*Mareca americana*	X					Non	Non
Canard pilet	*Anas acuta*	X				X	Non	Non
Sarcelle à ailes bleues	*Spatula discors*	X					Non	Non
Sarcelle d'hiver	*Anas crecca*	X					Non	Non
Mouette de Bonaparte	*Chroicocephalus philadelphia*		X			X	Non	Non
Petit garrot	*Bucephala albeola*	X					Non	Non
Bernache du Canada	*Branta canadensis*	X	X			X	Non	Non
Garrot à œil d'or	*Bucephala clangula*	X					Non	Non
Plongeon huard	*Gavia immer*	X	X			X	Non	Non
Sterne pierregarin	*Sterna hirundo*		X				Non	Non
Grand harle	*Mergus merganser*	X					Non	Non
Grue du Canada	*Antigone canadensis*					X	Non	Non

Nom commun	*Nom scientifique*	Sources					Statut précaire	
		Roche 2007 b	Golder 2009	CDPNQ 2020 et 2022	AONQ	FauneENord (2022)	Provincial[1]	Fédéral[2]
Fuligule milouinan	*Aythya marila*	X					Non	Non
Goéland argenté	*Larus argentatus*		X			X	Non	Non
Harle couronné	*Lophodytes cucullatus*	X				X	Non	Non
Harelde kakawi	*Clangula hyemalis*	X					Non	Non
Harle huppé	*Mergus serrator*	X					Non	Non
Fuligule à collier	*Aythya collaris*	X					Non	Non
Macreuse à bec jaune	*Melanitta americana*	X					Non	Non
Macreuse à front blanc	*Melanitta perspicillata*	X					Non	Non
Macreuse à ailes blanches	*Melanitta deglandi*	X					Non	Non
		Oiseaux limicoles						
Grand chevalier	*Tringa melanoleuca*	X	X				Non	Non
Bécasseau minuscule	*Calidris minutilla*	X					Non	Non
Bécassin roux	*Limnodromus griseus*	X					Non	Non
Chevalier solitaire	*Tringa solitaria*	X					Non	Non
Chevalier grivelé	*Actitis macularia*	X	X				Non	Non
Bécassine de Wilson	*Gallinago delicata*	X	X			X	Non	Non

Nom commun	*Nom scientifique*	Sources					Statut précaire	
		Roche 2007 b	Golder 2009	CDPNQ 2020 et 2022	AONQ	FauneENord (2022)	Provincial[1]	Fédéral[2]
Pluvier kildir	*Charadrius vociferus*					X	Non	Non
Passereaux et oiseaux forestiers								
Moucherolle des aulnes	*Empidonax alnorum*	X	X			X	Non	Non
Corneille d'Amérique	*Corvus brachyrhynchos*	X					Non	Non
Merle d'Amérique	*Turdus migratorius*	X	X				Non	Non
Hirondelle de rivage	*Riparia riparia*	X		X		X	Non	Menacée
Martin-pêcheur d'Amérique	*Ceryle alcyon*	X					Non	Non
Paruline rayée	*Setophaga striata*	X	X				Non	Non
Pic à dos noir	*Picoides arcticus*		X				Non	Non
Pic à dos rayé	*Picoides dorsalis*				X		Non	Non
Mésange à tête brune	*Poecile hudsonica*	X					Non	Non
Jaseur d'Amérique	*Bombycilla cedrorum*	X					Non	Non
Grand corbeau	*Corvus corax*		X			X	Non	Non
Paruline masquée	*Geothlypis trichas*	X	X				Non	Non
Junco ardoisé	*Junco hyemalis*	X	X			X	Non	Non
Pic mineur	*Picoides pubescens*	X					Non	Non

Nom commun	*Nom scientifique*	Sources					Statut précaire	
		Roche 2007 b	Golder 2009	CDPNQ 2020 et 2022	AONQ	FauneENord (2022)	Provincial[1]	Fédéral[2]
Étourneau sansonnet	*Sturnus vulgaris*		X			X	Non	Non
Bruant fauve	*Passerella iliaca*	X	X				Non	Non
Roitelet à couronne dorée	*Regulus satrapa*	X					Non	Non
Mésangeai du Canada	*Perisoreus canadensis*	X	X			X	Non	Non
Pic chevelu	*Picoides villosus*	X					Non	Non
Grive solitaire	*Catharus guttatus*	X	X			X	Non	Non
Moucherolle tchébec	*Empidonax minimus*	X					Non	Non
Bruant de Lincoln	*Melospiza lincolnii*	X	X				Non	Non
Paruline à joues grises	*Leiothlypis ruficapilla*	X	X				Non	Non
Bruant de Nelson	*Ammodramus nelsoni*	X					Susc.	Non
Pic flamboyant	*Colaptes auratus*	X				X	Non	Non
Paruline des ruisseaux	*Seiurus noveboracensis*	X	X				Non	Non
Moucherolle à côtés olive	*Contopus cooperi*	X	X			X	Vuln.	Préocc.
Paruline verdâtre	*Leiothlypis celata*	X	X				Non	Non
Paruline à couronne rousse	*Dendroica palmarum*	X	X			X	Non	Non

Nom commun	*Nom scientifique*	Sources					Statut précaire	
		Roche 2007 b	Golder 2009	CDPNQ 2020 et 2022	AONQ	FauneENord (2022)	Provincial[1]	Fédéral[2]
Viréo de Philadelphie	*Vireo philadelphicus*	X					Non	Non
Roselin pourpré	*Haemorhous purpureus*	X					Non	Non
Viréo aux yeux rouges	*Vireo olivaceus*	X					Non	Non
Roitelet à couronne rubis	*Regulus calendula*	X	X			X	Non	Non
Quiscale rouilleux	*Euphagus carolinus*	X		X			Susc.	Préocc.
Bruant des prés	*Passerculus sandwichensis*	X	X				Non	Non
Grive à dos olive	*Catharus ustulatus*	X	X			X	Non	Non
Bruant des marais	*Melospiza georgiana*	X					Non	Non
Paruline obscure	*Leiothlypis peregrina*	X					Non	Non
Hirondelle bicolore	*Tachycineta bicolor*		X				Non	Non
Bruant à couronne blanche	*Zonotrichia leucophrys*	X					Non	Non
Bruant à gorge blanche	*Zonotrichia albicolis*	X	X			X	Non	Non
Bec-croisé bifascié	*Loxia leucoptera*		X				Non	Non

Nom commun	*Nom scientifique*	Sources					Statut précaire	
		Roche 2007 b	Golder 2009	CDPNQ 2020 et 2022	AONQ	FauneENord (2022)	Provincial[1]	Fédéral[2]
Sizerin flammé	*Acanthis flammea*				X		Non	Non
Durbec des sapins	*Pinicola enucleator*				X		Non	Non
Paruline à calotte noire	*Wilsonia pusilla*	X	X			X	Non	Non
Troglodyte des forêts	*Troglodytes hiemalis*	X	X			X	Non	Non
Moucherolle à ventre jaune	*Empidonax flaviventris*	X					Non	Non

[1] En vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables.*

[2] En vertu de la *Loi sur les espèces en péril.*

Légende : AONQ = Atlas des oiseaux nicheurs du Québec;
Susc. = susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable;
Préocc. = préoccupante;
Vuln. = vulnérable.

6.3.6 Espèces végétales et fauniques à statut précaire

6.3.6.1 Espèces végétales

Golder (2010a) liste toutes les espèces potentiellement présentes sur le territoire du site minier et un inventaire a été réalisé selon le potentiel d'habitat des espèces ciblées. Plusieurs de ces espèces ne font plus parties de la liste des espèces à statut précaire du Québec. Un inventaire a été effectué en mai 2012 par l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT) dans le but de vérifier la présence d'espèces végétales à statut précaire, dont les bryophytes, notamment au site du PAR. En 2021, FaunENord a réalisé un inventaire d'une espèce identifiée comme valeur essentielle de biodiversité par Mine Éléonore : la gentiane de Macoun (*Gentianopsis virgata* ssp. *macounii*). Cette espèce présente un statut d'espèce menacée que dans la MRC de Bonaventure et n'a donc pas de statut particulier au site de la mine.

Selon l'analyse du potentiel d'habitat réalisé en 2023, trois espèces à statut précaire sont susceptibles de se trouver dans la zone d'étude. Le tableau suivant présente ces trois espèces potentielles ainsi que leur statut de protection et leur habitat préférentiel.

Les inventaires floristiques effectués en 2002, 2006, 2008, 2012, 2015 et 2023 dans la zone du site minier Éléonore (Golder, 2010a; Arseneault et Fenton, 2012; Englobe, 2015 et AtkinsRéalis, 2023) n'ont pas relevé la présence d'espèce végétale, vasculaire et invasculaire, à statut précaire.

Par ailleurs, les informations obtenues lors de la consultation de la carte interactive du CDPNQ indiquent qu'il n'y a aucune occurrence d'EVSP à l'intérieur de la zone d'étude ou dans un rayon de 5 km autour de celle-ci.

Tableau 14 Espèces végétales à statut de protection potentiellement présentes dans la zone d'étude

Espèce	Statut de protection			Habitat préférentiel
	Statut au Québec1	Désignation COSEPAC2 (Canada)	Désignation LEP3 (Canada)	
Gentiane de Macoun (Gentianopsis virgata ssp. Macounii)	Menacée (MRC de Bonaventure)	Aucun	Aucun	Estuaires d'eau douce ou saumâtre des rivières. Substrat fin, le long de rivage, dans les herbaçaies basses et clairsemées (Tardif et coll. 2016 et MELCCFP, 2023c)
Saule de McCalla (Salix maccalliana)	Susceptible	Aucun	Aucun	Tourbières boisées ombrotrophes et minérotrophes, prairies humides, forêts clairsemées et rives marneuses ou caillouteuses (Tardif et coll. 2016).
Saule pseudomonticole (Salix pseudomonticola)	Susceptible	Aucun	Aucun	Tourbières boisées ombrotrophes et minérotrophes, prairies humides, forêts clairsemées et rives marneuses ou caillouteuses (Tardif et coll. 2016).

[1] : Désignation en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables*.
[2] : Comité sur la situation des espèces en péril au Canada.
[3] : Désignation en vertu de la *Loi sur les espèces en péril*.

6.3.6.2 Espèces fauniques

Mammifères

Les informations reçues du MELCCFP suggèrent que le caribou forestier (caribou des bois - écotype forestier) ne se trouve pas directement dans la zone d'étude de ce présent mandat. Cependant, entre 2020 et 2023, des individus ont été localisés sur les îles du réservoir Opinaca, à 10 km et 22 km au sud-ouest de la zone d'étude. Ces informations proviennent d'un suivi télémétrique effectué par le MELCCFP depuis 2020 (AtkinsRéalis, 2023).

La belette pygmée s'accommode d'habitats très variés et pourrait donc être présente dans le PAR et au Nord de la halde d'entreposage d'argile et de tourbe. Cette espèce est susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec.

La zone d'étude comprend des habitats potentiels pour deux espèces de micromammifères susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec, soit le campagnol-lemming de Cooper (*Synaptomys cooperi*) et le campagnol des rochers (*Microtus chrotorrhinus*).

La présence de chauve-souris cendrée et à la chauve-souris argentée a été confirmée sur le site minier. Ces deux espèces sont susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec. De plus, le complexe *Myotis sp.* (petite chauve-souris brune et chauve-souris nordique) a aussi été confirmé. Ces deux espèces sont en voie de disparition selon la LEP et sont menacées en vertu de la réglementation provinciale.

Oiseaux

Parmi les oiseaux, sept espèces à statut particulier qui sont susceptibles de fréquenter le secteur de la mine : le faucon pèlerin anatum, désigné vulnérable selon la LEMV ; le pygargue à tête blanche désigné vulnérable selon la LEMV; l'hirondelle de rivage désigné menacée selon la LEP, le bruant de Nelson, susceptible d'être désigné menacé ou vulnérable au Québec; le moucherolle à côtés olive désigné préoccupant selon la LEP et vulnérable au Québec; le quiscale rouilleux désigné préoccupant selon la LEP et susceptible d'être désigné menacé ou vulnérable au Québec et l'engoulevent d'Amérique désigné préoccupant selon la LEP et susceptible d'être désigné menacé ou vulnérable au Québec.

Parmi ces oiseaux, l'hirondelle de rivage, le moucherolle à côtés olive, le quiscale rouilleux et l'engoulevent d'Amérique sont les plus susceptibles de se reproduire dans les divers habitats de la zone d'étude.

6.4 Milieu humain

6.4.1 Infrastructures présentes

Les infrastructures présentes dans la zone d'étude sont exclusivement liées aux activités minières. Elles sont indiquées sur les cartes 1 et 2 en annexe 2 et correspondent :

- Au parc à résidus et aux infrastructures de gestions des eaux associées (bassins de collecte, stations de pompage et conduites d'eau);
- À la sablière A-01 située à moins d'1 km l'ouest du PAR;
- Au site de dépôt de tourbe distant du PAR d'environ 300 m au sud.

L'accès au parc à résidus se fait par l'est via un chemin d'accès qui relie le PAR aux infrastructures minières dans la zone industrielle. Le chemin se poursuit vers l'ouest depuis le PAR jusqu'à la sablière A-01.

Les infrastructures principales du site minier, incluant le campement de travailleurs et l'aéroport, sont localisées à des distances comprises entre 2 et 3 km environ à l'est du PAR.

Aucun captage d'eaux de surface ni d'eaux souterraines pour l'alimentation en eau potable n'est présent dans le secteur d'étude. Les captages d'eau souterraines et le futur captage d'eau de surface pour l'alimentation en eau potable du site minier se trouvent à environ 3,5 km en amont hydraulique du parc à résidus et de son projet d'agrandissement.

6.4.2 Utilisateurs du territoire

Le site minier est situé sur le territoire du Gouvernement régional d'Eeyou Istchee Baie-James (GREIBJ), sur des terres de catégorie III selon les termes de la Convention de la Baie James et du Nord Québec (CBJNQ). Ces terres sont publiques et les autochtones y possèdent un droit de chasse et de pêche et un droit exclusif de piégeage. Les non-autochtones sont autorisés à y pratiquer la chasse et la pêche à certaines conditions conformément à la CBJNQ de 1998.

Le parc à résidus et l'emprise de son agrandissement sont situés sur le territoire de la propriété minière de Goldcorp mais également à l'intérieur du terrain de trappage VC29, dont le maître de trappe est M. Angus Mayappo, fils de feu Michael Mayappo. Les utilisateurs réguliers de ce terrain de trappe sont le maître de trappe et sa famille, à savoir sa compagne, son oncle et la compagne de ce dernier (CLUMP, cycle 2, 2021). Sa famille étendue compte environ 50 membres qui utilisent de façon régulière ou occasionnelle le terrain de trappe VC 29. Le maître de trappe invite également jusqu'à 9 familles à chasser l'oie pendant le « Goose break » estivale. La carte de l'utilisation du territoire de trappe VC29 est présentée dans le rapport de Programme de suivi de l'usage du territoire Cri (CLUMP, cycle 2, 2021).

Au nord du parc à résidus, les milieux humides et les petits plans d'eau sont propices à la chasse à l'oie, tandis qu'une baie du réservoir Opinaca au sud-ouest de la zone d'étude est utilisée pour la pêche. Il s'agit d'un secteur valorisé. Les principales espèces de poissons recherchées sont le brochet, le cisco de lac, le doré, l'esturgeon, le grand corégone, l'omble de fontaine et le touladi (Golder, 2010a). D'après l'EIES (Golder, 2011a), la trappe aux castors est présente au sud-ouest du PAR, à proximité de l'embouchure du Ruisseau n°5. À noter que d'après le rapport CLUMP cycle 2 (2021), la trappe aux castors n'est pas pratiquée dans le Ruisseau n°5.

Deux rampes à bateau sont situées de part et d'autre de la zone d'étude et permettent l'accès au réservoir Opinaca et à la rivière Gipouloux plus au sud du site minier.

Aucun camp autochtone, actuel ou ancien, n'a été répertorié dans la zone d'étude et aucun site d'intérêt n'a été identifié (anciens sites de campement, sites de sépultures ou de naissances, etc.).

Le développement des routes en lien avec les activités hydro-électriques et minières ont permis l'apparition de camps non-Cris dans le secteur de la mine Éléonore. Un camp non-Cris non autorisé avait été identifié au sud-ouest du secteur d'étude. Ce camp a été incendié en 2019 (CLUMP, cycle 2, 2021). Le développement d'activités hydrauliques et minières favorise également la présence de personnes qui peut perturber les activités de chasse, pêche et trappe.

6.4.3 Potentiel archéologique et culturel

Aucune mise à jour de l'étude du potentiel archéologique n'a été effectuée depuis l'étude d'impact initiale de 2010. Ainsi, le potentiel archéologique et culturel de la zone d'étude pour l'agrandissement du PAR a été évalué sur la base des études réalisées dans le cadre de l'évaluation des impacts environnementaux et sociaux de 2010 (Golder, 2010a) et des informations tirées du Programme de suivi de l'usage du territoire Cri (CLUMP, 2021*)*.

La zone concernée par la demande de modification ne présente aucun site archéologique connu, ni aucun potentiel archéologique. Les zones à potentiel archéologique identifiées les plus proches de la zone d'étude sont localisées respectivement environ 2,7 km à au nord-ouest et 1,5 km au sud-est du parc à résidus. La première correspond à une zone boisée surélevée en bordure de tourbière et la seconde au secteur du site de barge actuellement utilisé par le maître de trappe pour accéder au réservoir Opinaca (Golder, 2010a).

6.4.4 Paysage

Le paysage à proximité de la zone d'étude est marqué par des collines ondulées de faible altitude recouvertes d'une épaisse couche de dépôts meubles, d'une part, et par des portions au relief plus accidenté composées principalement de matériaux glaciaires plus grossiers, d'autre part. La végétation est caractéristique de la région nordique avec la présence de multiples milieux humides tels que les marais, les tourbières et les rives des lacs et rivières, et de forêts de conifères. Les sites d'intérêt ou valorisés par les utilisateurs cris des territoires de chasse concernés constituent, suivant les définitions généralement reconnues, des composantes clés du paysage culturel. (Golder, 2010a).

Au niveau de la zone d'étude, le paysage est marqué par les installations minières en lien avec l'exploitation du parc à résidus (voir la section 6.4.1) implantées entre deux collines. Des milieux humides, un cours d'eau (Ruisseau n°5) et les rives du réservoir Opinaca complètent le paysage de la zone d'étude.

6.4.5 Contexte socio-économique

L'économie de la Jamésie est basée principalement sur l'hydroélectricité, les mines et l'exploitation forestière (Conférence régionale des élus de la Baie-James, 2009a). La région du Nord-du-Québec est considérée la plus importante au Québec relativement au développement minier. On y trouve une variété de substances minérales telles que l'or, le cuivre, l'argent et l'uranium (Golder, 2010a).

Le chapitre 2 de l'entente de collaboration Opinagow prévoit des obligations en termes d'emploi et de formation pour GCL. Chaque obligation est discutée et suivie deux fois par an par le comité emploi et formation de l'entente de collaboration. Ce dernier soumet annuellement au comité de collaboration de l'entente un rapport complet d'activité concernant la performance associée aux obligations de GCL. Afin de maximiser les opportunités d'emploi offertes aux travailleurs cris, GCL a mis en place depuis 2012 un large éventail d'actions et de stratégies visant à favoriser la création d'une nouvelle main d'œuvre crie, son intégration et sa progression dans l'ensemble des sphères d'activités de l'organisation.

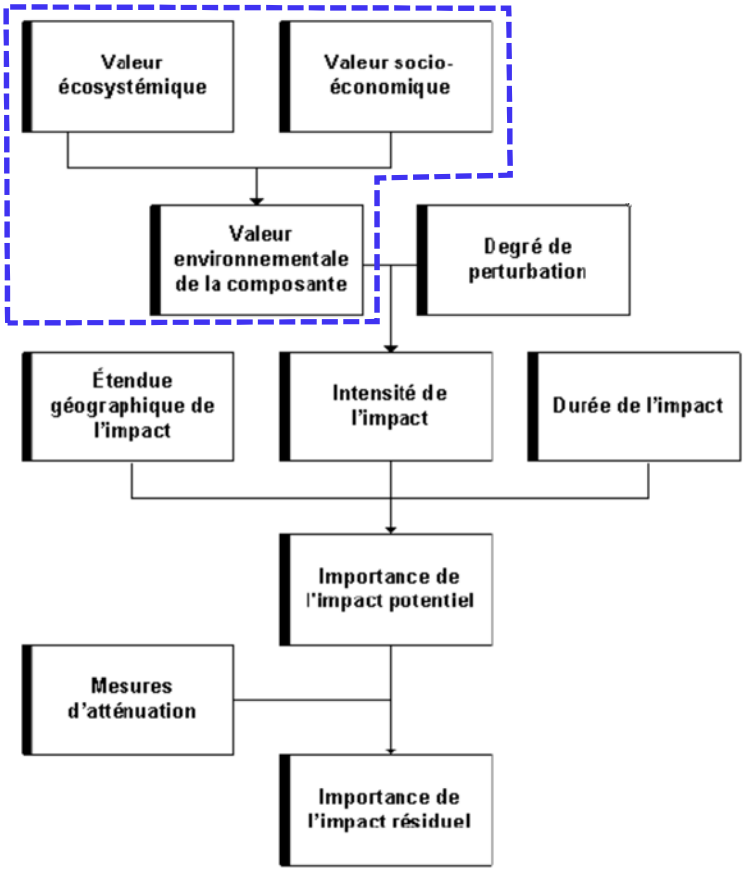
7. Analyse des impacts et des mesures d'atténuation

7.1 Méthodologie d'analyse des impacts

Afin de pouvoir comparer adéquatement les impacts appréhendés par cet agrandissement avec les impacts initialement prévus dans l'EIES initiale (Golder, 2010a, Golder, 2011a et Golder, 2011b), il est indispensable d'utiliser la même méthodologie d'évaluation des impacts. Les impacts potentiels du projet avaient évalués en fonction des activités se déroulant lors des deux phases suivantes : construction et exploitation des installations minières et des infrastructures de soutien.

Dans le cadre de cette demande de modification de CA Global, la valeur environnementale de chaque composante étudiée n'a pas été réévaluée, bien que la valeur socio-économique de chacune d'elle ait pu varier depuis 2011. En conservant la valeur environnementale inchangée, seul le degré de perturbation de l'impact, son étendue géographique et sa durée influencent l'importance de l'impact. De plus, aucune mise à jour de la liste des composantes valorisées de l'écosystème (CVE) n'a été effectuée. La réévaluation des impacts cumulatifs est réalisée pour les CVE qui ont été choisies lors de l'EIES initiale.

La méthodologie complète tirée du Chapitre 6 de l'EIES initiale (Golder, 2010a) est fournie en annexe 9.



Adapté du diagramme 6.4-1 de Golder, 2010a. Les valeurs en pointillé bleu sont inchangées par rapport à 2011.

Figure 7-1 Évaluation de l'importance des impacts environnementaux et sociaux

7.2 Description des impacts

Cette section présente l'évaluation des impacts sur chacune des composantes des milieux physique, biologique et humain en phases de construction et d'exploitation.

Pour la phase de construction, les principaux impacts résiduels appréhendés dans l'EIES initiale (Golder, 2011a et 2011b) sont d'abord décrits puis une réévaluation des impacts résiduels est effectuée en considérant les travaux prévus d'agrandissement du PAR.

Pour la phase d'exploitation, les impacts résiduels appréhendés ne sont pas tirés de l'EIES initiale mais du rapport de comparaison des impacts appréhendés et des impacts réels en opération qui avait été soumis au MELCCFP en 2021 (SNC-Lavalin, 2021). Puis une réévaluation des impacts résiduels est effectuée en considérant les travaux prévus d'agrandissement du PAR.

Enfin, des mesures d'atténuation additionnelles sont proposées dans le cas où l'évaluation de l'impact est modifiée négativement. Un tableau synthèse est présenté à la fin de chaque sous-section et résume la réévaluation des impacts de chaque composante.

7.2.1 Milieu physique

7.2.1.1 Sol et terrain

L'importance des impacts résiduels du projet Éléonore sur les sols, après application des mesures d'atténuation, était jugée :

- **Très faible** en phase de construction (Golder, 2011a);
- **Faible** en phase d'exploitation (SNC-Lavalin, 2021);

7.2.1.1.1 Phase de construction

Les principales sources d'impacts pour la phase de construction de la phase 5 du PAR, sont identiques à celles identifiées dans l'EIES (Golder, 2011a) :

- Déboisement : accroissement de la vulnérabilité du sol à l'érosion hydrique et éolienne et à la circulation de véhicules;
- Utilisation de véhicules et de machinerie lourde : sources de perturbation des sols et de modification de ses caractéristiques physiques par le compactage et l'augmentation de l'érosion;
- Déversements accidentels en cours d'utilisation, d'entretien et de ravitaillement en carburant de véhicules, de machinerie lourde et d'équipements ou en raison d'une défectuosité du matériel : possibilité de contamination des sols;
- Construction de nouvelles installations : perturbation des sols et modification ponctuelles des caractéristiques du terrain (modification de la topographie, de l'élévation du site, du patron de ruissellement, etc.);
- Forage, dynamitage, excavation et remblayage pendant la construction des installations minières : modification du terrain par le déplacement de matériaux et de débris;
- Utilisation de bancs d'emprunt : modification des caractéristiques du terrain par le déplacement de matériaux et de débris.

Les mesures d'atténuation prévues dans l'EIES seront appliquées, à l'exception de la suivante : « éviter les travaux de construction dans de fortes pentes pour réduire au maximum les perturbations du terrain ». La localisation de la cellule 5 nécessitera des travaux dans un secteur à forte pente. Toutefois ces travaux seront réalisés dans un secteur où le roc affleure et pour lequel des analyses structurales ont été réalisées pour définir la pente d'excavation maximale garantissant la stabilité des excavations dans le roc (voir la section 8 du rapport d'ingénierie conceptuelle en annexe 4).

Le degré de perturbation, l'intensité, l'étendue géographique et la durée des impacts en construction restent les mêmes que ceux identifiés dans l'EIES, de sorte que l'importance de l'impact après mesures d'atténuation restera **très faible**.

7.2.1.1.2 Phase d'exploitation

Les principales sources d'impacts pour la phase d'exploitation de la phase 5 du PAR, sont identiques à celles considérées dans la réévaluation de l'EIES (SNC-Lavalin, 2021), et qui sont applicables au PAR :

- Présence d'infrastructures et d'installations : compactage des sols
- Utilisation de véhicules et de machinerie lourde : perturbation des sols et modification des caractéristiques physiques par le compactage et l'augmentation de l'érosion;

- Bris accidentel des infrastructures pour l'entreposage des stériles et des résidus : contamination possible des sols sous-jacents par la lixiviation des métaux;
- Déversements accidentels pendant l'exploitation, l'entretien et le ravitaillement en carburant des véhicules, des équipements et de la machinerie lourde, et lors de la livraison de carburant ou en raison d'une défectuosité du matériel : contamination possible des sols.

Le degré de perturbation et l'intensité des impacts en exploitation restent les mêmes que ceux identifiés dans l'EIES. L'agrandissement du PAR modifie légèrement l'étendue géographique mais la variante retenue (localisation directement au nord du PAR actuel) permet de conserver une étendue géographique « ponctuelle ». Enfin, l'agrandissement du PAR n'augmentera pas la durée de vie de la mine qui reste « long terme ». L'importance de l'impact après mesures d'atténuation restera donc **faible**.

7.2.1.1.3 Mesures d'atténuation additionnelles

La mesure suivante est ajoutée pour la phase de construction :

- Respecter une pente d'excavation maximale de 75 degrés pour l'excavation du roc prévue pour l'agrandissement du PAR de la mine Éléonore.

7.2.1.1.4 Évaluation des impacts résiduels

Le tableau ci-dessous résume la réévaluation des impacts résiduels pour la composante Sol et terrain en construction et en exploitation en considérant l'agrandissement du PAR (phase 5). L'évaluation des impacts sur cette composante demeure identique par rapport à l'évaluation initiale.

Tableau 15 Importance des impacts – Sol et terrain

Valeur env.	Phase	Degré de perturbation	Intensité	Étendue géo.	Durée	Importance	
						avant mesures	après mesures
Faible	Construction	Moyen (-)	Faible (-)	Ponctuelle (-)	Long terme (-)	Faible (-)	Très faible (-)
Faible	Exploitation	Moyen (-)	Faible (-)	Ponctuelle (-)	Long terme (-)	Faible (-)	Faible (-)

Notes :

La valeur environnementale n'est pas réévaluée.

Réévaluation par rapport à Golder 2011a et 2011b et SNC-Lavalin 2021 : (-) aucun changement; (↗) augmentation; (↘) diminution

7.2.1.2 Hydrologie

L'importance des impacts résiduels du projet Éléonore sur l'hydrologie, après application des mesures d'atténuation, était jugée :

- **Moyenne** en phase de construction (Golder, 2011a);
- **Faible** en phase d'exploitation (SNC-Lavalin, 2021).

7.2.1.2.1 Phase de construction

Les principales sources d'impacts pour la phase de construction de la phase 5 du PAR sont listées ci-dessous. Certaines sources identifiées dans l'EIES de Golder (2011a) ne sont pas considérées car elles sont applicables au rejet d'eaux usées domestiques.

- Déboisement : modification possible de certaines caractéristiques du réseau hydrographique naturel et érosion et sédimentation possibles vers les cours d'eau;
- Excavation, remblayage et nivellement : modification possible du réseau hydrographique naturel;
- Utilisation de machinerie lourde et circulation de véhicules : érosion et augmentation des sédiments dans les cours d'eau;
- Construction d'un système de tranchées de drainage pour détourner les eaux de ruissellement propres : modification possible du tracé du réseau hydrographique;

Les mesures d'atténuation prévues dans l'EIES seront appliquées, à l'exception d'une mesure relative aux cours d'eau puisque les travaux d'agrandissement de la cellule 5 et les travaux connexes ne sont pas directement localisés en milieu hydrique : « Assurer le mouvement libre des eaux et interdire le rejet de déchets ou de débris dans les plans et cours d'eau ».

Le degré de perturbation, l'intensité, l'étendue géographique et la durée des impacts en construction restent les mêmes que ceux identifiés dans l'EIES, de sorte que l'importance de l'impact après mesures d'atténuation restera **moyenne**.

7.2.1.2.2 Phase d'exploitation

La principale source d'impacts pour la phase d'exploitation de la phase 5 du PAR est identique à celle considérée dans la réévaluation de l'EIES (SNC-Lavalin, 2021), et qui est applicable au PAR :

- Présence du parc à résidus : modification du coefficient d'absorption des eaux pluviales et, par conséquent, du tracé et de l'équilibre du réseau hydrographique.

Les mesures d'atténuation prévues pendant la phase de construction le seront également pour la phase d'exploitation.

La superficie du PAR augmentera d'environ 20 % avec la phase 5 mais représente une faible augmentation à l'échelle du site minier et du bassin versant du réservoir Opinaca. Cette augmentation ne modifie pas l'évaluation des impacts. De plus, la localisation de la cellule 5 du PAR respecte la conditions 2.3 (localisation au-dessus de la cote 220,0 m du réservoir Opinaca) du CA global.

Le degré de perturbation et l'intensité des impacts en exploitation restent les mêmes que ceux identifiés dans l'EIES. L'agrandissement du PAR modifie l'étendue géographique mais la variante retenue (localisation directement au nord du PAR actuel) permet de conserver une étendue géographique « locale ». Enfin, l'agrandissement du PAR n'augmentera pas la durée de vie de la mine qui reste « long terme ». L'importance de l'impact après mesures d'atténuation restera donc **faible**.

7.2.1.2.3 Mesures d'atténuation additionnelles

L'évaluation de l'importance de l'impact étant inchangée, aucune nouvelle mesure d'atténuation n'est proposée par rapport à celles prévues dans l'EIES (Annexe 10).

7.2.1.2.4 Évaluation des impacts résiduels

Le tableau ci-dessous résume la réévaluation des impacts résiduels pour l'hydrologie en phases de construction et en exploitation en considérant l'agrandissement du PAR (phase 5). L'évaluation des impacts sur cette composante demeure identique par rapport à l'évaluation initiale.

Tableau 16 Importance des impacts – Hydrologie

Valeur env.	Phase	Degré de perturbation	Intensité	Étendue géo.	Durée	Importance	
						avant mesures	après mesures
Moyenne	Construction	Moyen (-)	Moyen (-)	Locale (-)	Long terme (-)	Moyenne (-)	Moyenne (-)
Moyenne	Exploitation	Faible (-)	Faible (-)	Locale (-)	Long terme (-)	Faible (-)	Faible (-)

Notes :

La valeur environnementale n'est pas réévaluée.

Réévaluation par rapport à Golder 2011a et 2011b et SNC-Lavalin 2021 : (-) aucun changement; (↗) augmentation; (↘) diminution

7.2.1.3 Qualité de l'eau de surface et des sédiments

L'importance des impacts résiduels du projet Éléonore sur la qualité de l'eau de surface et les sédiments, après application des mesures d'atténuation, était jugée :

- **Faible** en phase de construction (Golder, 2011a);
- **Faible** en phase d'exploitation (SNC-Lavalin, 2021).

7.2.1.3.1 Phase de construction

Les principales sources d'impacts pour la phase de construction de la phase 5 du PAR sont identiques à celles identifiées dans l'EIES (Golder, 2011a):

- Déboisement : modification possible du débit entrant dans les cours d'eau et érosion des sols entraînant une augmentation potentielle des matières en suspension;
- Excavation, remblayage, terrassement, forage et dynamitage : augmentation possible de la quantité de matières en suspension vers les plans et cours d'eau et modification potentielle de la qualité de l'eau de surface;
- Utilisation de la machinerie lourde, circulation de véhicules et activités de ravitaillement connexes (entreposage des produits pétroliers, utilisation et entretien des véhicules) : contamination possible de l'eau de surface et des sédiments en raison de fuites ou de déversements accidentels de matières dangereuses.

Les mesures d'atténuation prévues dans l'EIES seront appliquées, à l'exception de certaines mesures, notamment la suivante: « Éviter les travaux de construction dans les pentes fortes ». La localisation de la cellule 5 nécessitera des travaux dans un secteur à forte pente. Toutefois ces travaux seront réalisés dans un secteur où le roc affleure de sorte que le risque d'érosion hydrique sera très faible. De plus, comme les travaux d'agrandissement de la cellule 5 et les travaux connexes ne se retrouvent pas en milieu hydrique, les mesures d'atténuation qui concernent les cours d'eau ne sont donc pas applicables.

Le degré de perturbation, l'intensité, l'étendue géographique et la durée des impacts en construction restent les mêmes que ceux identifiés dans l'EIES, de sorte que l'importance de l'impact après mesures d'atténuation restera **faible**.

7.2.1.3.2 Phase d'exploitation

Les principales sources d'impacts pour la phase d'exploitation de la phase 5 du PAR, sont identiques à celles considérées dans la réévaluation de l'EIES (SNC-Lavalin, 2021) à l'exception de celles qui réfèrent au campement minier:

- Lixiviation de métaux provenant du parc à résidus, des bassins de rétention et d'autres installations sur le site : contamination accidentelle possible de l'eau de surface et modification possible de la qualité des sédiments;
- Transport et manipulation de produits chimiques vers la zone d'étude et à partir de celle-ci : contamination possible de l'eau de surface et des sédiments en cas de déversements accidentels ou de fuites;
- Activités de ravitaillement en carburant (entreposage des produits pétroliers et utilisation et entretien des véhicules) : contamination possible de l'eau de surface et des sédiments si les activités ne sont pas réalisées correctement et dans les zones appropriées.
- Effluent généré en phase d'exploitation minière : dégradation possible de la qualité de l'eau de surface et des sédiments par le rejet dans le réservoir Opinaca.

Les mesures d'atténuation prévues dans l'EIES seront toutes appliquées à l'exception de celles dédiées aux activités du campement minier.

Le degré de perturbation et l'intensité des impacts en exploitation restent les mêmes que ceux identifiés dans l'EIES. L'agrandissement du PAR n'impliquera aucune modification de la nature des résidus entreposés au PAR et donc sur la qualité des eaux de ruissellement du PAR à traiter à l'UTEI et par extension la qualité de l'effluent minier final. L'étendue géographique de l'impact demeure « locale » et sa durée reste « long terme ». L'importance de l'impact après mesures d'atténuation restera donc **faible**.

7.2.1.3.3 Mesures d'atténuation additionnelles

L'évaluation de l'importance de l'impact étant inchangée, aucune nouvelle mesure d'atténuation n'est proposée par rapport à celles prévues dans l'EIES (Annexe 10).

7.2.1.3.4 Évaluation des impacts résiduels

Le tableau ci-dessous résume la réévaluation des impacts résiduels pour la qualité de l'eau de surface et des sédiments en phases de construction et d'exploitation en considérant l'agrandissement du PAR (phase 5). L'évaluation des impacts sur cette composante demeure identique par rapport à l'évaluation initiale.

Tableau 17 Importance des impacts – Qualité de l'eau de surface et des sédiments

Valeur env.	Phase	Degré de perturbation	Intensité	Étendue géo.	Durée	Importance	
						avant mesures	après mesures
Élevée	Construction	Moyen (-)	Élevée (-)	Locale (-)	Long terme (-)	Élevée (-)	Faible (-)
Élevée	Exploitation	Moyen (-)	Élevée (-)	Locale (-)	Long terme (-)	Élevée (-)	Faible (-)

Notes : La valeur environnementale n'est pas réévaluée.

Réévaluation par rapport à Golder 2011a et 2011b et SNC-Lavalin 2021 : (-) aucun changement; (↗) augmentation; (↘) diminution

7.2.1.4 Hydrogéologie et qualité de l'eau souterraine

L'importance des impacts résiduels du projet Éléonore sur l'hydrologique et qualité de l'eau souterraine, après application des mesures d'atténuation, était jugée :

- **Faible** pour l'hydrogéologie et **faible** pour la qualité de l'eau souterraine en phase de construction (Golder, 2011a);
- **Faible** pour l'hydrogéologie et **moyenne** pour la qualité de l'eau souterraine en phase d'exploitation (SNC-Lavalin, 2021);

7.2.1.4.1 Phase de construction

Les principales sources d'impacts pour la phase de construction de la phase 5 du PAR sont adaptées de celles identifiées dans l'EIES (Golder, 2011a) :

- Déboisement : modification des caractéristiques hydrogéologiques (p. ex., le taux d'infiltration vers l'eau souterraine);
- Rabattement de l'eau souterraine dû au système de sous-drainage de la géomembrane du PAR afin de réduire les pressions hydrostatiques;
- Déversements accidentels survenant pendant l'utilisation et l'entretien de véhicules, de la machinerie lourde ou de l'équipement : source possible de contamination de l'eau souterraine par des déversements ou des fuites lors des activités d'entretien ou en raison d'une défectuosité du matériel;
- Activités de forage, de dynamitage, d'excavation et de remblayage en lien avec la construction des infrastructures souterraines et installations minières et l'utilisation de bancs d'emprunt : modification des caractéristiques hydrogéologiques par le déplacement des matériaux et débris et par le pompage de l'eau souterraine et source possible de contamination de celle-ci.

Les mesures d'atténuation prévues dans l'EIES seront appliquées, aucune nouvelle mesure d'atténuation n'est proposée par rapport à celles prévues dans l'EIES.

La cellule 5 du PAR sera imperméabilisée par une géomembrane en PEHD afin d'assurer une étanchéité de niveau A tel qu'exigé par la Directive 019 sur l'industrie minière (mars 2012). Cette méthode d'étanchéité est identique à celle mise en place dans les cellules 1 à 4 et dans le bassin de collecte du PAR.

Le degré de perturbation, l'intensité, l'étendue géographique et la durée des impacts en construction restent les mêmes que ceux identifiés dans l'EIES, de sorte que l'importance de l'impact après mesures d'atténuation restera **faible** pour le contexte hydrogéologique et pour la qualité des eaux souterraines.

7.2.1.4.2 Phase d'exploitation

Les principales sources d'impacts pour la phase d'exploitation de la phase 5 du PAR, sont identiques à celles considérées dans la réévaluation de l'EIES (SNC-Lavalin, 2021), et qui sont applicables au PAR :

- Assèchement des infrastructures minières souterraines et autres utilisations générales des eaux souterraines dans le cadre des activités liées à l'exploitation de la mine : rabattement de la nappe;
- Activités de forage, de dynamitage, d'excavation et de remblais en lien avec les infrastructures minières souterraines : modification des caractéristiques hydrogéologiques par le déplacement de matériaux et de débris et par le pompage des eaux souterraines et, aussi, source potentielle de contamination des eaux souterraines situées à proximité;
- Déversements accidentels ou fuites survenant pendant l'utilisation, l'entretien et le ravitaillement en carburant de véhicules, de la machinerie lourde ou de l'équipement ou à cause d'une défectuosité du matériel : source

de contamination possible de l'eau souterraine. Les contaminants amenés par des déversements accidentels peuvent s'infiltrer dans le sol et se rendre jusqu'à l'eau souterraine;

- Contamination possible de l'eau souterraine par la lixiviation ou la mise en solution des métaux (drainage minier acide).

L'étude hydrogéologique de Richelieu 2024 (voir annexe 7) a permis de simuler l'écoulement souterrain et le transport de solutés afin d'évaluer l'impact à long terme du parc à résidus (incluant la phase 5) sur la qualité de l'eau souterraine. Les résultats indiquent qu'aucun dépassement à long terme du critère RES n'a été observé en bordure du réservoir Opinaca et du ruisseau no 5 situé au sud du PAR. Les conclusions de l'étude indiquent qu'il est peu probable que le PAR cause une dégradation significative de la qualité de l'eau souterraine aux récepteurs situés à l'aval de l'ouvrage.

Ainsi, l'intensité de l'impact sur la qualité des eaux souterraines demeurera « faible » dans le secteur du PAR. L'étendue géographique sera « locale » et la durée « long terme ». Lors de la réévaluation des impacts en 2021 de la composante Qualité des eaux souterraines en phase d'exploitation, le degré de perturbation était passé de « moyen » à « élevé » car l'intégrité de la composante était affectée dans le secteur du Lieu d'enfouissement en tranchée (LEET). Les effets semblaient toutefois plus faibles dans le secteur du PAR ce qui sera toujours le cas selon l'étude de Richelieu (2024). Pour cette raison, l'évaluation de l'importance de l'impact sur la qualité des eaux souterraines est inchangée et demeure **élevée**.

7.2.1.4.3 Mesures d'atténuation additionnelles

L'évaluation de l'importance de l'impact est inchangée, aucune nouvelle mesure d'atténuation n'est proposée par rapport à celles prévues dans l'EIES (Annexe 10).

7.2.1.4.4 Évaluation des impacts résiduels

Le tableau ci-dessous résume la réévaluation des impacts résiduels en construction et en exploitation en considérant l'agrandissement du PAR (phase 5).

Tableau 18 Importance des impacts – Hydrogéologie

Valeur env.	Phase	Degré de perturbation	Intensité	Étendue géo.	Durée	Importance	
						avant mesures	après mesures
Moyenne	Construction	Moyen (-)	Moyenne (-)	Locale (-)	Court terme (-)	Moyenne (-)	Faible (-)
Moyenne	Exploitation	Moyen (-)	Moyenne (-)	Locale (-)	Long terme terme (-)	Moyenne (-)	Faible (-)

Notes :

La valeur environnementale n'est pas réévaluée.

Réévaluation par rapport à Golder 2011a, 2011b et SNC-Lavalin 2021 : (-) aucun changement; (↗) augmentation; (↘) diminution

Tableau 19 Importance des impacts – Qualité de l'eau souterraine

Valeur env.	Phase	Degré de perturbation	Intensité	Étendue géo.	Durée	Importance	
						avant mesures	après mesures
Moyenne	Construction	Faible (-)	Faible (-)	Ponctuelle (-)	Court terme (-)	Faible (-)	Faible (-)
Moyenne	Exploitation	Moyenne (-)	Moyenne (-)	Locale (-)	Long terme (-)	Élevée(-)	Moyenne (↘)

Notes :

La valeur environnementale n'est pas réévaluée.

Réévaluation par rapport à Golder 2011a, 2011b et SNC-Lavalin 2021 : (-) aucun changement; (↗) augmentation; (↘) diminution

7.2.1.5 Air et climat

L'importance des impacts résiduels du projet Éléonore sur l'air et climat, après application des mesures d'atténuation, était jugée :

- **Faible** en phase de construction pour l'air et de climat (Golder, 2010a);
- **Élevé** pour l'air et **moyenne** pour le climat en phase d'exploitation (SNC-Lavalin, 2021).

7.2.1.5.1 Phase de construction

Les principales sources d'impacts pour la phase de construction de la phase 5 du PAR, sont identiques à celles identifiées dans l'EIES (Golder, 2010a) :

- Déboisement : augmentation de l'érosion éolienne et donc, augmentation des émissions de poussière ainsi que réduction du nombre d'arbres et diminution de la capacité d'absorption de carbone par l'environnement;
- Utilisation de machinerie lourde et circulation de véhicules sur des voies non pavées ou des chemins de service secondaires : augmentation des émissions de poussière;
- Brûlage de combustibles fossiles pour le fonctionnement de la machinerie lourde, des véhicules et de l'équipement : augmentation des émissions de gaz à effet de serre (GES) et d'autres contaminants (ex. NOx);
- Forage et dynamitage : production de poussière et de particules dans l'air;
- Dynamitage : production de contaminants aériens comme le CO, le NO_x et le SO_2; et
- Excavation, remblayage et terrassement : augmentation possible des émissions de poussière.

Les mesures d'atténuation prévues dans l'EIES seront appliquées, aucune nouvelle mesure d'atténuation n'est proposée par rapport à celles prévues dans l'EIES.

La nature des travaux de construction pour la phase 5 du PAR sera similaire à ce qui est actuellement autorisée. La principale différence consiste en une augmentation des activités de dynamitage dans ce secteur et donc de la production de contaminants aériens comme le CO, le NO_x et le SO_2. Le tonnage de roc dynamité pour la cellule 5, soit 1,75 Mt (780 000 m^3) représente 5,7 % du tonnage total de stériles, minerai et roc extrait par dynamitage depuis la mise en exploitation la mine souterraine et de la carrière C-02 (environ 30,4 Mt). Le degré de

perturbation, l'intensité, l'étendue géographique et la durée des impacts en construction restent donc les mêmes que ceux identifiés dans l'EIES, de sorte que l'importance de l'impact après mesures d'atténuation restera **faible.**

7.2.1.5.2 Phase d'exploitation

Les principales sources d'impacts pour la phase d'exploitation de la phase 5 du PAR, sont identiques à celles considérées dans la réévaluation de (SNC-Lavalin, 2021), et qui sont applicables au PAR :

Émission de poussières et de matières particulaires

- Chargement des résidus miniers dans des camions lourds, manutention et transfert des résidus vers le parc à résidus miniers et déchargement des résidus dans le parc à résidus miniers;
- Circulation de camions lourds sur la route d'accès et sur les chemins de service secondaire;
- Érosion éolienne sur la surface exposée du parc à résidus miniers.

Émission d'oxydes (autres que le dioxyde de carbone)

- Manutention et transfert des résidus vers le parc à résidus miniers;
- Utilisation de camions lourds sur la route d'accès et sur les chemins de service secondaires.

Émission des GES

- Circulation des véhicules lourds (moteurs à combustion) sur la route d'accès, les chemins secondaires et dans la rampe d'accès de la mine;
- Circulation des véhicules légers (moteurs à combustion) sur le site de la mine.

En phase d'exploitation, le principal changement par rapport à la situation actuelle concerne l'augmentation de la superficie et de la hauteur du PAR qui pourrait occasionner une augmentation des émissions de poussières et de matières particulaires. Une mise à jour de la modélisation des émissions atmosphériques est en cours par GCL en considérant l'agrandissement du PAR et sera transmise au MELCCFP dès que disponible.

Il est actuellement anticipé, de manière qualitative, que l'exploitation en deux phases de la cellule 5 jusqu'à une élévation maximale de 275 m (soit 15 m supérieur à l'élévation actuelle) augmentera la superficie active du PAR. La séquence de restauration progressive des cellules 1 à 4 devra être ajustée afin de permettre la disposition des résidus jusqu'à 275 m, ce qui pourrait augmenter temporairement les surfaces exposées à l'érosion éolienne par rapport à la situation considérée initialement dans l'EIES. Le degré de perturbation et l'intensité des impacts en exploitation augmenteront mais resteront toutefois les mêmes que ceux identifiés dans l'EIES puisqu'ils étaient déjà **élevés**. L'importance de l'impact après les mesures d'atténuation restera donc **élevée**.

Concernant le climat (GES), l'agrandissement du PAR permettra d'augmenter la capacité d'entreposage de résidus par rapport à la situation actuellement autorisée. Il n'est pas prévu que l'intensité de l'utilisation des véhicules et de la machinerie augmente lors de l'exploitation de la cellule 5 par rapport à la situation actuelle de la cellule 4 (nombre de camions et d'équipements opérés par jour), puisque la quantité annuelle de résidus entreposée à partir de 2026 sera similaire à 2024-2025. Le degré de perturbation, l'intensité des impacts, l'étendue géographique et la durée en exploitation restent les mêmes que ceux identifiés dans l'EIES. L'importance de l'impact après le mesures d'atténuation restera donc **moyenne**.

7.2.1.5.3 Mesures d'atténuation additionnelles

La mesure suivante est ajoutée pour la phase d'exploitation en lien avec l'émission de poussières :

- Limiter les surfaces actives de déposition des résidus en hiver afin de maximiser l'effet atténuateur du couvert de neige.

7.2.1.5.4 Évaluation des impacts résiduels

Le tableau ci-dessous résume la réévaluation des impacts résiduels en construction et en exploitation en considérant l'agrandissement du PAR (phase 5). L'évaluation des impacts sur cette composante demeure identique par rapport à l'évaluation initiale.

Tableau 20 Importance des impacts – Air

Valeur env.	Phase	Degré de perturbation	Intensité	Étendue géo.	Durée	Importance	
						avant mesures	après mesures
Moyenne	Construction	Moyen (-)	Moyenne (-)	Locale (-)	Court terme (-)	Moyenne (-)	Faible (-)
Moyenne	Exploitation	Élevé (-)	Élevé (-)	Locale (-)	Long terme (-)	Élevée (-)	Élevée (-)

Notes :

La valeur environnementale n'est pas réévaluée.

Réévaluation par rapport à Golder 2011a et 2011b et SNC-Lavalin 2021 : (-) aucun changement; (↗) augmentation; (↘) diminution

Tableau 21 Importance des impacts – Climat (GES)

Valeur env.	Phase	Degré de perturbation	Intensité	Étendue géo.	Durée	Importance	
						avant mesures	après mesures
Moyenne	Construction	Moyen (-)	Moyenne (-)	Régionale (-)	Court terme (-)	Moyenne (-)	Faible (-)
Moyenne	Exploitation	Faible (-)	Faible (-)	Régionale (-)	Long terme (-)	Moyenne (-)	Moyenne (-)

Notes :

La valeur environnementale n'est pas réévaluée.

Réévaluation par rapport à Golder 2011a et 2011b et SNC-Lavalin 2021 : (-) aucun changement; (↗) augmentation; (↘) diminution

7.2.1.6 Bruit et vibrations

L'importance des impacts résiduels du projet Éléonore sur les sols, après application des mesures d'atténuation, était jugée :

- **Faible** en phase de construction (Golder, 2011a);
- **Faible** en phase d'exploitation (SNC-Lavalin, 2021);

7.2.1.6.1 Phase de construction

Les principales sources d'impacts pour la phase de construction de la phase 5 du PAR identifiées dans l'EIES (Golder, 2011a) demeurent applicables :

- Déboisement et préparation des surfaces;
- Forage, dynamitage, excavation, remblayage et terrassement;
- Utilisation de machinerie lourde et circulation de véhicules et d'équipement; et
- Présence et déplacements de la main-d'œuvre.

Concernant le dynamitage, cette activité se déroulera à proximité des infrastructures existantes du PAR. Les vibrations associées occasionneront des enjeux en matière de stabilité des digues et des piles de résidus miniers, ce qui n'était pas le cas dans l'EIES initiale. Le degré de perturbation sera donc plus grand mais celui-ci est déjà évalué comme élevé ce qui ne modifie donc pas l'évaluation de l'impact.

À noter concernant le bruit, aucun récepteur sensible au bruit n'est répertorié sur le site minier et dans la zone d'étude restreinte. Cette sous-composante n'est pas un enjeu dans le secteur du site minier Éléonore.

L'évaluation de l'impact sera inchangée, mais une nouvelle mesure d'atténuation est proposée pour la phase de construction en lien avec le contrôle des vibrations. Le degré de perturbation, l'intensité, l'étendue géographique et la durée des impacts en construction restent les mêmes que ceux identifiés dans l'EIES, de sorte que l'importance de l'impact après les mesures d'atténuation restera **faible**.

7.2.1.6.2 Phase d'exploitation

Les principales sources d'impacts pour la phase d'exploitation de la phase 5 du PAR, sont identiques à celles considérées dans la réévaluation de l'EIES (SNC-Lavalin, 2021), et qui sont applicables au PAR :

- Entretien des infrastructures et installations : augmentation possible du niveau de bruit et de vibrations;
- Utilisation de machinerie lourde et d'équipements et circulation de véhicules : augmentation possible du niveau de bruit et de vibrations.

L'agrandissement du PAR n'occasionnera aucune modification sur le mode de déposition des résidus dans le PAR. L'évaluation de l'impact est inchangée, ainsi aucune nouvelle mesure d'atténuation n'est proposée par rapport à celles prévues dans l'EIES pour la phase d'exploitation. Le degré de perturbation, l'intensité, l'étendue géographique et la durée des impacts en construction restent les mêmes que ceux identifiés dans l'EIES, de sorte que l'importance de l'impact après mesures d'atténuation restera **faible.**

7.2.1.6.3 Mesures d'atténuation additionnelles

L'évaluation de l'importance de l'impact est modifiée en phase de construction, des nouvelles mesures d'atténuation s'ajoutent à celles prévues dans l'EIES (Annexe 10) :

- Suivre et respecter les critères établis pour le *Peak Particle Velocity* (PPV, en mm/s) conformément aux infrastructures du Parc à Résidus (PAR) adjacentes à la phase 5. Ces critères seront définis à travers une modélisation numérique de la charge de dynamitage, prenant en compte les exigences de la Directive 019 sur l'industrie minière (mars 2012) ainsi que d'autres directives applicables.
- Lorsque requis, utiliser des tapis de sautage lors des dynamitages.

7.2.1.6.4 Évaluation des impacts résiduels

Le tableau ci-dessous résume la réévaluation des impacts résiduels en construction et en exploitation en considérant l'agrandissement du PAR (phase 5). L'évaluation des impacts sur cette composante demeure identique par rapport à l'évaluation initiale.

Tableau 22 Importance des impacts – Bruit et vibration

Valeur env.	Phase	Degré de perturbation	Intensité	Étendue géo.	Durée	Importance	
						avant mesures	après mesures
Faible	Construction	Élevé (-)	Moyenne (-)	Locale (-)	Court terme (-)	Faible (-)	Faible (-)
Faible	Exploitation	Moyen (-)	Faible (-)	Locale (-)	Long terme (-)	Faible (-)	Faible (-)

Notes :

La valeur environnementale n'est pas réévaluée.

Réévaluation par rapport à Golder 2011a et 2011b et SNC-Lavalin 2021 : (-) aucun changement; (↗) augmentation; (↘) diminution

7.2.2 Milieu biologique

7.2.2.1 Végétation et milieux humides

L'importance des impacts résiduels du projet Éléonore sur la végétation terrestre et les milieux humides, après application des mesures d'atténuation, était jugée :

- **Faible** pour la végétation terrestre et **moyenne** pour les milieux humides en construction (Golder, 2011a);
- **Faible** pour la végétation terrestre et **moyenne** pour les milieux humides en phase d'exploitation (SNC-Lavalin, 2021).

7.2.2.1.1 Phase de construction

Les principales sources d'impacts sur la végétation et les milieux humides pour la phase de construction de la phase 5 du PAR, sont identiques à celles identifiées dans l'EIES (Golder, 2011a) :

- Déboisement : perte permanente ou temporaire de la végétation, notamment une perte ou une modification potentielle des milieux humides;
- Utilisation de machinerie lourde et circulation de véhicules : modification de la végétation à proximité de la route d'accès et des installations à l'intérieur de la zone d'étude;
- Présence et mouvements de la main-d'œuvre, utilisation de machinerie lourde et circulation des véhicules : modification de la composante et de la productivité de la communauté végétale autour du site du projet, que ce soit notamment par le compactage du sol, les dommages dis aux piétinements, les destructions ou les dommages directs et les poussières;
- Excavation, remblayage et nivellement : production de poussières qui se déposeront sur la végétation avoisinante, diminueront la capacité photosynthétique et potentiellement la productivité de ces plantes;
- Entreposage et utilisation de produits pétroliers, entretien des véhicules, déversements accidentels pendant le ravitaillement en carburant ou l'entretien des véhicules ou causés par la défectuosité du matériel : destruction ou diminution de la productivité de la végétation touchée.

Les superficies de pertes en végétation terrestre et en milieux humides provenant de l'EIES étaient estimées à 83 ha et à 23 ha respectivement. Toutefois, plusieurs infrastructures ont été ajoutées ou modifiées sur le site minier depuis l'émission du CA Global, ce qui a eu pour effet d'augmenter les superficies perdues en végétation terrestre et en milieux humides. Le tableau ci-dessous présente la mise à jour du bilan des superficies de

végétation terrestre et de milieux humides perdues en date de l'année 2020 sur le site minier, ainsi que les superficies de pertes supplémentaires à considérer dans le projet d'agrandissement du PAR.

Tableau 23 Superficies de végétation terrestre et de milieux humides perdues sur le site minier telles que prévues en 2011, celles réelles en date de 2020 ainsi que celles prévues pour la phase 5 (adapté de SNC-Lavalin, 2021).

Composantes	Superficies perdues		
	Site minier 2011 [A]	Site minier 2020	Phase 5
Végétation terrestre	83 ha	242,9 ha [B]	26,5 ha
Milieux humides	23 ha	63,6 ha [C]	9,5 ha

[A] Golder, 2011a – section 3.2.1

[B] Tirée des superficies incluses au plan de restauration, ce qui inclus les superficies perturbées sur le site minier avant l'EIES et des secteurs avec peu de végétation. Cette superficie totale est donc surestimée mais il est possible de conclure qu'il y a une augmentation par rapport à l'estimation présentée dans l'EIES initiale.

[C] Plan de compensation des milieux humides (octobre 2019)

L'ensemble des mesures d'atténuation prévues dans l'EIES seront appliquées.

Aucune réévaluation n'a été considérée pour les superficies de végétation terrestre et de milieux humides perdues depuis l'EIES de Golder (2011a). Initialement, le degré de perturbation était considéré faible par Golder (2011a), puisque la proportion de la végétation terrestre et de milieux humides dans la zone d'étude de l'EIES qui devait être affectée par les travaux de construction était inférieure à 2 % (1,4 % de végétation terrestre et 1,2 % de milieux humides). En date de 2020, les superficies réelles qui ont été perdues s'élèvent plutôt à moins de 4 % de la zone d'étude (4,1 % de végétation terrestre et 3,3 % de milieux humides). Pour sa part, la proportion de végétation terrestre et de milieux humides affectée par les travaux d'agrandissement du PAR augmentera de 10 % pour la végétation terrestre et de 13 % pour les milieux humides. Somme toute, le degré de perturbation passe de faible à moyen, puisque l'impact cause un changement détectable pour cette composante sans en compromettre son intégralité.

Le degré de perturbation et l'intensité des impacts en construction sont plus importants que ceux identifiés dans l'EIES. L'agrandissement du PAR modifie l'étendue géographique mais la variante retenue (localisation directement au nord du PAR actuelle) permet de conserver une étendue géographique « ponctuelle ». Enfin, l'agrandissement du PAR n'augmentera pas la durée de vie de la mine qui reste « long terme ». Les mesures d'atténuation ne modifieront pas l'étendue géographique ou la durée des impacts. L'importance de l'impact après mesures d'atténuation augmentera donc à moyenne pour la végétation terrestre, tandis qu'elle sera élevée pour les milieux humides. Il est à souligner que cette réévaluation tient compte des impacts des pertes en végétation terrestre et en milieux humides depuis l'EIES de Golder (2011a).

7.2.2.1.2 Phase d'exploitation

Les principales sources d'impacts pour la phase d'exploitation de la phase 5 du PAR, sont identiques à celles considérées dans la réévaluation de l'EIES (SNC-Lavalin, 2021), et qui sont applicables au PAR :

- Poussières produites par la circulation de véhicules sur la route d'accès et sur les chemins de service : les poussières pourraient se déposer sur les plantes qui longent la route d'accès et les chemins de service, ce qui pourrait affecter leur productivité et leurs capacités photosynthétiques;
- Entretien de la route d'accès, des chemins de service, et plus précisément la dispersion de sable : destruction ou modification possible de la végétation qui borde la route d'accès, les chemins de service ou la piste d'atterrissage;

- Déversements accidentels et fuites de produits pétroliers ou d'autres matières dangereuses : disparition ou baisse possible de la productivité et de la santé de la végétation affectée;
- Utilisation de machinerie lourde, circulation de véhicules et présence et déplacements de la main-d'œuvre : effet possible sur la végétation se trouvant à proximité ou en périphérie des zones de travaux, entraînant un effet de bordure (notamment par le compactage du sol, par les dommages dus au piétinement, par les destructions et traumatismes directs et par les poussières), qui peut influencer la productivité et la composition des communautés végétales.

L'ensemble des mesures d'atténuation prévues dans l'EIES seront appliquées pour la phase d'exploitation.

Le degré de perturbation, l'intensité, l'étendue géographique et la durée de l'impact demeurent inchangés pour les composantes végétation terrestre et milieux humides. L'évaluation de l'importance de l'impact résiduel restera **faible** après l'application des mesures d'atténuation pour la végétation terrestre et **moyenne** pour les milieux humides.

7.2.2.1.3 Mesures d'atténuation additionnelles

L'évaluation de l'importance de l'impact indique une augmentation de l'impact sur la végétation terrestre et les milieux humides lors de la phase de construction. Comme la majorité des pertes en végétation terrestre et en milieux humides a déjà été autorisée par le passé, aucune nouvelle mesure d'atténuation n'est proposée par rapport à celles prévues dans l'EIES (Annexe 11).

7.2.2.1.4 Évaluation des impacts résiduels

Les tableaux ci-dessous résument la réévaluation des impacts résiduels pour la végétation terrestre et pour les milieux humides en construction et en exploitation en considérant l'agrandissement du PAR (phase 5). L'évaluation des impacts sur ces deux composantes est modifiée par rapport à l'évaluation initiale pour la phase de construction, alors qu'elle demeure identique pour la phase d'exploitation.

Tableau 24 Importance des impacts – Végétation terrestre

Valeur env.	Phase	Degré de perturbation	Intensité	Étendue géo.	Durée	Importance	
						avant mesures	après mesures
Moyenne	Construction[1]	Moyen (↗)	Moyenne (↗)	Ponctuelle (-)	Long terme (-)	Moyenne (↗)	Moyenne (↗)
Moyenne	Exploitation	Faible (-)	Faible (-)	Ponctuelle (-)	Long terme (-)	Faible (-)	Faible (-)

Notes :

[1] L'importance de l'impact considère les pertes en végétation terrestre et en milieux humides depuis l'évaluation de Golder (2011a).

La valeur environnementale n'est pas réévaluée.

Réévaluation par rapport à Golder 2011a et 2011b et SNC-Lavalin 2021 : (-) aucun changement; (↗) augmentation; (↘) diminution

Tableau 25 Importance des impacts – Milieux humides

Valeur env.	Phase	Degré de perturbation	Intensité	Étendue géo.	Durée	Importance	
						avant mesures	après mesures
Élevée	Construction[1]	Moyen (↗)	Élevée (↗)	Ponctuelle (-)	Long terme (-)	Élevée (↗)	Élevée (↗)
Élevée	Exploitation	Moyen (-)	Élevée (-)	Ponctuelle (-)	Long terme (-)	Élevée (-)	Moyenne (-)

Notes :

[1] L'importance de l'impact considère les pertes en végétation terrestre et en milieux humides depuis l'évaluation de Golder (2011a).

La valeur environnementale n'est pas réévaluée.

Réévaluation par rapport à Golder 2011a et 2011b et SNC-Lavalin 2021 : (-) aucun changement; (↗) augmentation; (↘) diminution

7.2.2.2 Poisson et son habitat

L'importance des impacts résiduels du projet Éléonore sur le poisson et son habitat, après application des mesures d'atténuation, était jugée :

- **Faible** en phase de construction (Golder, 2011a);
- **Faible** en phase d'exploitation (SNC-Lavalin, 2021).

7.2.2.2.1 Phase de construction

Les principales sources d'impacts sur le poisson et son habitat pour la phase de construction de la phase 5 du PAR, sont identiques à celles identifiées dans l'EIES (Golder, 2011a), et qui sont applicables au PAR :

- Présence et déplacements de la main-d'œuvre : augmentation possible de la pêche au-delà des niveaux habituels, affectant l'abondance des populations locales de poissons.

À noter que la limite de la cellule 5 sera localisée à plus de 300 m d'un habitat du poisson (réservoir Opinaca). Les activités de dynamitage ne sont donc pas considérées comme une source d'impact dans le cadre de ces travaux puisque les lignes directrices de Pêches et Océans Canada (Wright et Hopky, 1998) établi des distances de recul comprises entre 3 et 50 m(9).

Plusieurs mesures d'atténuation prévues dans l'EIES seront appliquées. Toutefois, plusieurs d'entre elles ne s'appliquent pas au présent mandat, en particulier les mesures d'atténuation qui s'appliquent aux cours d'eau ou à l'entretien de la literie et l'usage de détergents. En effet, aucun cours d'eau ne se trouve dans l'aire immédiate de la phase 5 du PAR et des zones de travaux connexes.

Le degré de perturbation, l'intensité, l'étendue géographique et la durée des impacts en construction restent les mêmes que ceux identifiés dans l'EIES, de sorte que l'importance de l'impact après les mesures d'atténuation restera faible.

[9] Distances de recul (m) requises entre le centre de détonation d'un explosif confiné et l'habitat du poisson pour respecter le critère de 100 kPa établi pour le roc (charge explosive entre 0,5 kg et 100 kg).

7.2.2.2.2 Phase d'exploitation

Les principales sources d'impacts pour la phase d'exploitation de la phase 5 du PAR, sont identiques à celles considérées dans la réévaluation de l'EIES (SNC-Lavalin, 2021), et qui sont applicables au PAR :

- Rejet des eaux industrielles traitées dans le réservoir Opinaca : modification possible de l'habitat par la modification de la qualité de l'eau, de la structure de la chaîne alimentaire et de l'abondance de nourriture, et altération de la santé des poissons qui se trouvent exposés aux contaminants;
- Utilisation de machinerie et circulation de véhicules sur la route d'accès : affectation possible de l'habitat par une libération accrue de sédiments dans les plans et cours d'eau et le déversement accidentel de produits pétroliers;
- Présence de travailleurs : augmentation possible des activités de pêche, affectant l'abondance des populations locales de poisson.

Les mesures d'atténuation prévues dans l'EIES seront appliquées, à l'exception de la mesure suivante : « Réaliser le lavage de la literie à l'extérieur du site et fournir des savons sans phosphate pour réduire le déversement de tels produits dans le plans et cours d'eau ». Les activités réalisées spécifiquement au campement ne sont pas en lien avec l'agrandissement du PAR.

Le degré de perturbation, l'intensité, l'étendue géographique et la durée de l'impact demeurent inchangés. L'évaluation de l'importance de l'impact résiduel restera **faible** après l'application des mesures d'atténuation pour le poisson et son habitat.

7.2.2.2.3 Mesures d'atténuation additionnelles

L'évaluation de l'importance de l'impact étant inchangée, aucune nouvelle mesure d'atténuation n'est proposée par rapport à celles prévues dans l'EIES (Annexe 11).

7.2.2.2.4 Évaluation des impacts résiduels

Les tableaux ci-dessous résument la réévaluation des impacts résiduels en construction et en exploitation en considérant l'agrandissement du PAR (phase 5) pour le poisson et son habitat. L'évaluation des impacts sur cette composante demeure identique par rapport à l'évaluation initiale.

Tableau 26 Importance des impacts – Poisson et son habitat

Valeur env.	Phase	Degré de perturbation	Intensité	Étendue géo.	Durée	Importance	
						avant mesures	après mesures
Élevée	Construction	Moyen (-)	Élevée (-)	Locale (-)	Court terme (-)	Moyenne (-)	Faible (-)
Élevée	Exploitation	Moyen (-)	Élevée (-)	Locale (-)	Long terme (-)	Élevée (-)	Faible (-)

Notes :

La valeur environnementale n'est pas réévaluée.

Réévaluation par rapport à Golder 2011a et 2011b et SNC-Lavalin 2021 : (-) aucun changement; (↗) augmentation; (↘) diminution

7.2.2.3 Faune

L'importance des impacts résiduels du projet Éléonore sur la faune, après application des mesures d'atténuation, était jugée :

- **Moyenne** pour les grands et moyens mammifères, la sauvagine et les oiseaux aquatiques, puis **faible** pour les petits mammifères, les oiseaux de rivage, les oiseaux terrestres nicheurs, les oiseaux de proie, et les amphibiens et reptiles en phase de construction (Golder, 2011a);
- **Moyenne** pour les grands et moyens mammifères, la sauvagine et les oiseaux aquatiques, puis **faible** pour les petits mammifères, les oiseaux de rivage, les oiseaux terrestres nicheurs, les oiseaux de proie, et les amphibiens et reptiles en phase d'exploitation (SNC-Lavalin, 2021).

7.2.2.3.1 Phase de construction

Les principales sources d'impacts sur la faune pour la phase de construction de la phase 5 du PAR, sont identiques à celles identifiées dans l'EIES (Golder, 2011a) :

- Déboisement : perte ou modification possible d'habitats. Par exemple, certaines espèces d'oiseaux, comme les pics à dos noir, pourraient être affectées par le retrait d'arbres morts (les chicots) qu'ils utilisent pour faire leur nid et comme source d'alimentation;
- Forage, dynamitage, excavation et remblayage, et circulation des véhicules et de la machinerie lourde : source possible de perturbation pour la faune (perturbation des individus pensant les périodes de migration ou d'accouplement) par l'augmentation des niveaux de bruit, d'éclairage, de poussière et de vibrations à l'intérieur de la zone d'étude, et plus spécifiquement à proximité des cônes de travail;
- Utilisation de machinerie lourde, et plus spécifiquement la circulation de véhicules : collisions possibles entre les véhicules et les animaux qui pourraient blesser ou tuer des individus;
- Bruit provenant des hélicoptères et des avions : source possible de perturbation de la faune;
- Potentiel ruissellement et sédimentation à la suite de l'enlèvement de la végétation et du soulèvement de poussières : pourrait affecter l'habitat de la sauvagine, des amphibiens et des espèces prédatrices (par exemple, les poissons);
- Présence de travailleurs et de matières résiduelles : changement possible dans l'utilisation du territoire par la faune. Certaines espèces éviteront les secteurs, notamment en raison du bruit et de la lumière, alors que d'autres espèces seront plutôt attirées par les matières résiduelles et par les travailleurs qui pourraient les nourrir;
- Utilisation de machinerie lourde, circulation de véhicules et activités de ravitaillement connexes (entreposage des produits pétroliers, utilisation et entretien des véhicules) : perturbation possible de la faune en raison de fuites ou de déversements accidentels de matières dangereuses.

L'inventaire biologique complémentaire en 2023 dans la zone d'étude restreinte du projet n'a pas permis d'observer d'espèces de micromammifères à statut précaire.

De plus, selon l'analyse des informations reçues du MELCCFP (secteur faune) au sujet du caribous des bois – écotype forestiers, il appert que la nature du projet d'agrandissement du PAR est peu susceptible d'exercer un impact négatif significatif sur cette espèce.

Les données actuellement disponibles au sujet de l'avifaune révèlent la présence potentielle d'espèces à statut précaire dans la zone d'étude restreinte du projet. L'hirondelle de rivage, le moucherolle à côtés olive, le quiscale rouilleux et l'engoulevent d'Amérique sont les plus susceptibles de nicher dans les divers habitats de la zone d'étude restreinte. D'ailleurs, SNC-Lavalin (2021) mentionne que l'hirondelle de rivage et l'engoulevent d'Amérique ont été observés dans la zone d'étude. À noter que les statuts fédéraux du moucherolle à côtés olive et de

l'engoulevent d'Amérique ont été rétrogradés depuis le 3 février 2023 passant de menacée à une catégorie de risque moins élevée, soit préoccupante. L'hirondelle de rivage affectionne les sablières et les gravières, les amas de sable et de terre, et les talus sablonneux en bordure des plans d'eau et des chemins. La sablière retrouvée à l'intérieur de la zone d'étude représente un habitat de nidification à fort potentiel. Les sites des travaux pour le projet d'agrandissement du PAR n'offrent toutefois pas d'habitat de nidification pour l'hirondelle de rivage. Pour sa part, le moucherolle à côtés olive se reproduit notamment dans les forêts de conifères, les forêts mixtes ouvertes, de même que dans les brûlis. Le quiscale rouilleux fréquente les milieux humides, notamment des tourbières, des ruisseaux à faible débit, des marais, des étangs de castors et des marécages. Ces sites de reproduction comprennent généralement de petits conifères, en particulier des épinettes, que le quiscale rouilleux utilise pour nicher. Enfin, les habitats de nidification potentiels de l'engoulevent d'Amérique correspondent à des habitats ouverts aux sols dépourvus de végétation. Ces habitats peuvent comprendre des zones sableuses, des eskers, des peuplements mixtes et conifériens clairsemés, des brûlis, des zones de coupes forestières totales et des zones graveleuses ou rocheuses (p. ex. toits de gravier, affleurements, landes, talus de chemin de fer, routes de gravier, exploitations minières, carrières, sommets ou crêtes de montagne dénudées). Ainsi, les sites des travaux représentent des habitats propices à la nidification pour le moucherolle à côtés olive, le quiscale rouilleux et l'engoulevent d'Amérique.

Enfin, l'inventaire acoustique réalisé en 2021 par FaunENord (2022) a permis de confirmer la présence des chauves-souris du genre Myotis (petite chauve-souris brune et la chauve-souris nordique) sans pouvoir préciser l'espèce, ainsi que la chauve-souris argentée et la chauve-souris cendrée dans la zone d'étude. Au niveau de la future cellule 5, l'inventaire des habitats potentiels des chiroptères révèle que trois secteurs présentent un fort potentiel d'occupation soit pour la petite chauve-souris brune, la grande chauve-souris brune et la chauve-souris argentée (Wavx, 2023). La petite chauve-souris brune est désignée menacée en vertu de la LEMV, la chauve-souris argentée est susceptible d'être désignée alors que la grande chauve-souris brune n'a pas de statut précaire. Il est pertinent de souligner qu'un important déclin des chauves-souris au Québec a eu lieu dans les dernières années en raison de l'infection fongique nommée syndrome du museau blanc. Le groupe des chiroptères n'avait d'ailleurs pas été intégré à l'EIES initiale. Pour le présent mandat, le groupe des chiroptères a été ajouté au sous-groupe des petits mammifères, les oiseaux de rivage, les oiseaux terrestres nicheurs, les oiseaux de proie.

La période de restriction de déboisement pour la protection de la nidification des oiseaux (du 1er avril au 1er août) actuellement en vigueur continuera d'être appliquée et permettra aussi de limiter les impacts sur les chiroptères potentiellement présents. Les autres mesures d'atténuation prévues dans l'EIES seront appliquées, à l'exception de la suivante : « Entourer la zone des travaux d'une barrière de rétention de sédiments pour éviter que des matières solides ne se retrouvent dans les plans et cours d'eau ». Cette mesure d'atténuation ne s'applique pas puisqu'aucun cours d'eau ne se trouve dans les aires de travaux.

L'évaluation des impacts se base sur les données les plus à jour. Ainsi, puisque la province connait un important déclin des chauves-souris depuis les dernières années, la valeur environnementale du groupe des petits mammifères change donc de moyenne à élevée pour ce sous-groupe(10). Le degré de perturbation et l'intensité des impacts en construction sont plus importants que ceux identifiés dans l'EIES. L'agrandissement du PAR modifie l'étendue géographique mais reste « locale ». Enfin, l'agrandissement du PAR n'augmentera pas la durée de vie de la mine qui reste « long terme ». Les mesures d'atténuation ne modifieront pas l'étendue géographique ou la durée des impacts. L'importance de l'impact après mesures d'atténuation augmentera donc à moyenne pour le groupe des petits mammifères, oiseaux de rivage, oiseaux terrestres nicheurs et oiseaux de proie.

Le degré de perturbation, l'intensité, l'étendue géographique et la durée des impacts en construction restent les mêmes que ceux identifiés dans l'EIES pour tous les autres sous-groupes fauniques. Ainsi, l'importance de

---

[10] La valeur socio-économique passe à élevée en raison de la mise à jour de la protection juridique

l'impact après mesures d'atténuation restera moyenne pour les grands et moyens mammifères, la sauvagine et les oiseaux aquatiques, ainsi que les amphibiens et reptiles.

7.2.2.3.2 Phase d'exploitation

Les principales sources d'impacts pour la phase d'exploitation de la phase 5 du PAR, sont identiques à celles considérées dans la réévaluation de l'EIES (SNC-Lavalin, 2021) et qui sont applicables au PAR :

- Circulation de véhicules sur la route d'accès : perturbation possible des routes de migration des grands mammifères (comme le caribou) et augmentation de la probabilité de collision entre les animaux et les véhicules (grands, moyens et petits mammifères, reptiles et amphibiens);
- Présence de la route d'accès : attraction possible de petits et moyens mammifères, d'oiseaux, de reptiles et d'amphibiens. Certaines espèces parmi ces groupes taxonomiques sont attirées par les habitats qui longent les routes;
- Présence de la route d'accès : accès facilité au territoire pour les chasseurs, ce qui pourrait entraîner une augmentation de la pression de chasse sur les populations d'orignaux et de caribous;
- Poussières, éclairage, bruit et circulation de véhicules lourds sur les routes non pavées : perturbation, blessure ou mort possible d'individus de certaines espèces;
- Bruit provenant des hélicoptères et des avions : source possible de perturbation de la faune;
- Travailleurs nourrissant les animaux : modification possible du comportement d'espèces fauniques;
- Déversements accidentels pendant le ravitaillement, l'entretien de véhicules ou lors de la manipulation de matières dangereuses ou de matières résiduelles : effets directs ou indirects possibles sur la faune vivant dans la zone touchée (par exemple, un déversement accidentel dans un plan ou cours d'eau peut avoir un effet direct sur les espèces aquatiques et semi-aquatiques et un effet indirect sur leurs prédateurs).

Les mesures d'atténuation prévues dans l'EIES seront appliquées, à l'exception des deux mesures qui s'appliquent spécifiquement à la gestion des déchets organiques. Les activités relatives à l'exploitation du futur PAR ne concernent pas la gestion des matières organiques. Les deux mesures d'atténuation n'étant pas applicables au présent projet sont donc les suivantes : « Utiliser des procédures appropriées pour l'élimination des matières organiques afin d'éviter d'attirer les détritivores. » et « Détourner et recouvrir les matières putrescibles hebdomadairement. ».

Tel que mentionné précédemment, la valeur environnementale du groupe des petits mammifères change de moyenne à élevée en raison de la prise en compte des chiroptères. Bien que le degré de perturbation restera le même, l'intensité des impacts en exploitation passera à « moyenne » du fait de l'augmentation de la valeur environnementale. L'agrandissement du PAR modifie l'étendue géographique mais reste « locale ». Enfin, l'agrandissement du PAR n'augmentera pas la durée de vie de la mine qui reste « long terme ». Les mesures d'atténuation ne modifieront pas l'étendue géographique ou la durée des impacts. L'importance de l'impact passera à « moyenne » après la mise en place des mesures d'atténuation pour le groupe des petits mammifères, oiseaux de rivage, oiseaux terrestres nicheurs et oiseaux de proie.

Le degré de perturbation, l'intensité, l'étendue géographique et la durée de l'impact demeurent inchangés. L'importance des impacts résiduels du projet d'agrandissement du PAR sur les grands et moyens mammifères, la sauvagine et les oiseaux aquatiques restera moyenne en phase d'exploitation. L'importance des impacts résiduels sur les amphibiens et reptiles restera faible en phase d'exploitation.

7.2.2.3.3 Mesures d'atténuation additionnelles

L'évaluation de l'importance de l'impact est modifiée en phase de construction, des nouvelles mesures d'atténuation s'ajoutent à celles prévues dans l'EIES (Annexe 10). L'étude réalisée sur les habitats potentiels des chiroptères (Wavx, 2023) énumère certaines mesures d'atténuation soit :

- Interdire le déboisement pendant la période de reproduction des chiroptères, soit entre juin et juillet;
- Éviter le déboisement entre les mois de mai et d'août. Si impossible, réaliser un inventaire nocturne préalable au déboisement des trois secteurs à forts potentiels. En l'absence de détection, le déboisement pourrait être effectué durant les mois de mai et d'août.

7.2.2.3.4 Évaluation des impacts résiduels

Les tableaux ci-dessous résument la réévaluation des impacts résiduels en construction et en exploitation en considérant l'agrandissement du PAR (phase 5) pour la faune. L'évaluation des impacts sur chaque sous-composante demeure identique par rapport à l'évaluation initiale. Les tableaux 27 à 30 présentent l'importance des impacts potentiels pour les différents groupes taxonomiques pendant les phases de construction et d'exploitation.

Tableau 27 Importance des impacts – Grands mammifères

Valeur env.	Phase	Degré de perturbation	Intensité	Étendue géo.	Durée	Importance	
						avant mesures	après mesures
Élevée	Construction	Moyen (-)	Élevée (-)	Locale (-)	Long terme (-)	Élevée (-)	Moyenne (-)
Élevée	Exploitation	Moyen (-)	Élevée (-)	Locale (-)	Long terme (-)	Élevée (-)	Moyenne (-)

Notes :

La valeur environnementale n'est pas réévaluée.

Réévaluation par rapport à Golder 2011a et 2011b et SNC-Lavalin 2021 : (-) aucun changement; (↗) augmentation; (↘) diminution

Tableau 28 Importance des impacts – Mammifères de moyenne taille, sauvagine et oiseaux aquatiques

Valeur env.	Phase	Degré de perturbation	Intensité	Étendue géo.	Durée	Importance	
						avant mesures	après mesures
Élevée	Construction	Faible (-)	Moyenne (-)	Locale (-)	Long terme (-)	Moyenne (-)	Moyenne (-)
Élevée	Exploitation	Faible (-)	Moyenne (-)	Locale (-)	Long terme (-)	Moyenne (-)	Moyenne (-)

Notes :

La valeur environnementale n'est pas réévaluée.

Réévaluation par rapport à Golder 2011a et 2011b et SNC-Lavalin 2021 : (-) aucun changement; (↗) augmentation; (↘) diminution

Tableau 29 Importance des impacts – Petits mammifères, oiseaux de rivage, oiseaux terrestres nicheurs et oiseaux de proie

Valeur env.	Phase	Degré de perturbation	Intensité	Étendue géo.	Durée	Importance	
						avant mesures	après mesures
Élevée (↗)	Construction	Moyen (↗)	Élevée (↗)	Locale (-)	Long terme (-)	Élevée (↗)	Moyenne (↗)
Élevée (↗)	Exploitation	Faible (-)	Moyenne (↗)	Locale (-)	Long terme (-)	Moyenne (↗)	Moyenne (↗)

Notes :

La valeur environnementale a été réévaluée en raison de la mise à jour de la protection juridique pour les chiroptères.

Réévaluation par rapport à Golder 2011a et 2011b et SNC-Lavalin 2021 : (-) aucun changement; (↗) augmentation; (↘) diminution

Tableau 30 Importance des impacts – Reptiles et amphibiens

Valeur env.	Phase	Degré de perturbation	Intensité	Étendue géo.	Durée	Importance	
						avant mesures	après mesures
Moyenne	Construction	Moyen (-)	Moyenne (-)	Locale (-)	Long terme (-)	Moyenne (-)	Faible (-)
Moyenne	Exploitation	Faible (-)	Faible (-)	Locale (-)	Long terme (-)	Faible (-)	Faible (-)

Notes :

La valeur environnementale n'est pas réévaluée.

Réévaluation par rapport à Golder 2011a et 2011b et SNC-Lavalin 2021 : (-) aucun changement; (↗) augmentation; (↘) diminution

7.2.2.4 Santé écologique

L'importance des impacts résiduels du projet Éléonore sur la santé écologique, après application des mesures d'atténuation, était jugée :

- **Faible** en phase de construction (Golder, 2011a).

L'analyse des impacts potentiels sur la santé écologique n'a pas été réalisée pour la phase d'exploitation dans l'EIES initiale. Il était indiqué que cette composante ne devrait pas être perturbée par les activités d'exploitation. Le rapport de comparaison des impacts appréhendés et des impacts réels en opération (SNC-Lavalin, 2021) n'a donc pas accompli d'évaluation des impacts résiduels pour cette composante.

7.2.2.4.1 Phase de construction

Les principales sources d'impacts sur la santé écologique pour la phase de construction de la phase 5 du PAR, sont identiques à celles identifiées dans l'EIES (Golder, 2011a), et qui sont applicables au PAR :

- Circulation de véhicules, excavation et dynamitage : émissions atmosphériques incluant les émissions de poussières et de particules, de gaz d'échappement et de contaminants provenant du dynamitage;

- Utilisation de la machinerie lourde, circulation de véhicules et activités de ravitaillement connexes (entreposage des produits pétroliers, utilisation et entretien des véhicules) : contamination possible des sols, des eaux, de la végétation, du poisson et de la faune en raison de fuites ou de déversements accidentels de produits pétroliers ou de matières dangereuses.

Les mesures d'atténuation mentionnées précédemment pour la qualité des eaux de surface et des sédiments et pour la qualité de l'air, prévues dans l'EIES seront appliquées, à l'exception de certaines mesures, notamment la suivante: « Éviter les travaux de construction dans les pentes fortes » (tel que mentionné précédemment). De plus, comme les travaux d'agrandissement de la cellule 5 et les travaux connexes ne se retrouvent pas en milieu hydrique, les mesures d'atténuation qui concernent les cours d'eau ne sont donc pas applicables.

Le degré de perturbation, l'intensité, l'étendue géographique et la durée des impacts en construction restent les mêmes que ceux identifiés dans l'EIES, de sorte que l'importance de l'impact après mesures d'atténuation restera **faible**.

7.2.2.4.2 Phase d'exploitation

Tel que mentionné précédemment, l'analyse des impacts potentiels n'a pas été réalisée pour la phase d'exploitation car il a été jugé que cette composante ne devrait pas être affectée par l'exploitation du PAR (phase 5).

7.2.2.4.3 Mesures d'atténuation additionnelles

L'évaluation de l'importance de l'impact étant inchangée, aucune nouvelle mesure d'atténuation n'est proposée par rapport à celles prévues dans l'EIES (Annexe 11).

7.2.2.4.4 Évaluation des impacts résiduels

Les tableaux ci-dessous résument la réévaluation des impacts résiduels pour la santé écologique durant la phase de construction en considérant l'agrandissement du PAR (phase 5). L'évaluation des impacts sur cette composante demeure identique par rapport à l'évaluation initiale.

Tableau 31 Importance des impacts – Santé écologique

Valeur env.	Phase	Degré de perturbation	Intensité	Étendue géo.	Durée	Importance	
						avant mesures	après mesures
Élevée	Construction	Faible (-)	Moyenne (-)	Ponctuelle (-)	Court terme (-)	Faible (-)	Faible (-)

Notes :

La valeur environnementale n'est pas réévaluée.

Réévaluation par rapport à Golder 2011a et 2011b et SNC-Lavalin 2021 : (-) aucun changement; (↗) augmentation; (↘) diminution

7.2.3 Milieu humain

7.2.3.1 Utilisation du territoire

L'importance des impacts résiduels du projet Éléonore sur l'utilisation du territoire, après application des mesures d'atténuation, était jugée :

- **Faible** en phase de construction (Golder, 2011a);
- **Moyenne** en phase d'exploitation (SNC-Lavalin, 2021);

7.2.3.1.1 Phase de construction

Les principales sources d'impacts potentiels pour la phase de construction de la phase 5 du PAR, sont identiques à celles identifiées dans l'EIES (Golder, 2011a) :

- Le déboisement et la construction d'infrastructures et installations auront des répercussions sur l'occupation et l'utilisation du territoire, ainsi que sur les activités d'exploitation des ressources;
- La présence de la route d'accès peut contribuer à accroître l'accès au secteur;
- La présence de travailleurs dans la zone d'étude pourrait exercer une pression sur les activités de chasse, de pêche et de trappage par les Cris;
- Les activités de transport pourrait affecter la répartition de la faune, incluant la sauvagine, sur le territoire à l'étude, et affecter en conséquence les activités de chasse, de pêche et de trappage;
- L'utilisation de machineries et la circulation de véhicules dans la zone d'étude pourraient accroître les risques d'accident.

L'ensemble des mesures d'atténuation prévues dans l'EIES seront appliquées.

La nature des travaux requis pour la phase 5 du PAR est très similaire aux activités actuellement autorisées et la localisation des infrastructures projetées est adjacente aux infrastructures actuelles. Le degré de perturbation, l'intensité, l'étendue géographique et la durée des impacts en construction restent les mêmes que ceux identifiés dans l'EIES, de sorte que l'importance de l'impact après mesures d'atténuation restera **faible**.

7.2.3.1.2 Phase d'exploitation

Les principales sources d'impacts pour la phase d'exploitation de la phase 5 du PAR, sont identiques à celles considérées dans la réévaluation de l'EIES (SNC-Lavalin, 2021), et qui sont applicables au PAR :

- La présence de la route d'accès peut contribuer à accroître l'accès au secteur;
- L'utilisation de machinerie et la circulation de véhicules dans la zone d'étude pourraient accroître les risques d'accident;
- La présence et la circulation continue de travailleurs dans la zone d'étude pourraient exercer une pression sur les activités de chasse, de pêche et de trappage par les Cris;
- Les émissions atmosphériques et les bruits que génèrent les activités industrielles pourraient entraîner une modification de l'utilisation du territoire et des ressources;
- Les risques de déversements accidentels de matières dangereuses pourraient entraîner une modification de l'utilisation du territoire et des ressources.

Suivant les résultats des processus de consultations (voir section 5) une nouvelle source d'impact potentiel a été identifiée pour l'utilisation du territoire. Elle concerne l'accès au territoire de chasse et notamment à la zone de

chasse à l'oie située à l'ouest et au nord-ouest du PAR qui pourrait être rendu difficile par les activités au PAR. Néanmoins, la conception de la cellule 5 prévoit l'ajustement du tracé du chemin afin de maintenir l'accès vers ce secteur valorisé lors de l'exploitation de la cellule.

De plus, suivant des mesures d'atténuation d'impact énoncées dans l'EIES, des solutions ont été trouvées par GCL pour répondre aux besoins des populations locales et adapter des pratiques de la mine (voir la section 5). Ainsi, un dialogue existe entre les utilisateurs du territoire et GCL afin d'identifier des mesures destinées à réduire le dérangement dans des secteurs sensibles, et faciliter la pratique d'activités traditionnelles.

En raison de cette collaboration et de l'importance de la composante utilisation du territoire et des ressources, le degré de perturbation demeure **moyen** et l'évaluation de l'impact résiduel reste inchangé après l'application des mesures d'atténuation qui s'avèrent efficaces.

7.2.3.1.3 Mesures d'atténuation additionnelles

L'évaluation de l'importance de l'impact étant inchangée, aucune nouvelle mesure d'atténuation n'est proposée par rapport à celles prévues dans l'EIES (Annexe 12).

7.2.3.1.4 Évaluation des impacts résiduels

Le tableau ci-dessous résume la réévaluation des impacts résiduels en construction et en exploitation en considérant l'agrandissement du PAR (phase 5). L'évaluation des impacts sur cette composante demeure identique par rapport à l'évaluation initiale.

Tableau 32 Importance des impacts – Utilisation du territoire

Valeur env.	Phase	Degré de perturbation	Intensité	Étendue géo.	Durée	Importance	
						avant mesures	après mesures
Élevée	Construction	Moyen (-)	Élevée (-)	Locale (-)	Court terme (-)	Moyenne (-)	Faible (-)
Élevée	Exploitation	Moyen (-)	Élevée (-)	Locale (-)	Long terme (-)	Élevée (-)	Moyenne (-)

Notes :

La valeur environnementale n'est pas réévaluée.

Réévaluation par rapport à Golder 2011a et 2011b et SNC-Lavalin 2021 : (-) aucun changement; (↗) augmentation; (↘) diminution

7.2.3.2 Archéologie

Comme évalué dans l'EIES (Golder, 2011a), aucun impact n'est prévu pour la composante archéologie. En effet, conformément aux normes applicables en matière d'archéologie, le projet suit le principe selon lequel tous sites ou artefacts qui seraient découverts seront préservés, examinés par un archéologue et signalés aux autorités. La zone concernée par la demande de modification ne présente aucun site archéologique connu, ni aucun potentiel archéologique.

Aucun impact potentiel n'est donc anticipé durant la phase de construction ni durant la phase d'exploitation sur la composante de l'archéologie. Par conséquent, aucune analyse d'impact de cette composante n'est nécessaire pour l'agrandissement du PAR (phase 5).

7.2.3.3 Paysage

L'importance des impacts résiduels du projet Éléonore sur le paysage, après application des mesures d'atténuation, était jugée :

- **Faible** en phase de construction (Golder, 2011a);
- **Élevée** en phase d'exploitation (SNC-Lavalin, 2021);

7.2.3.3.1 Phase de construction

Les principales sources d'impacts pour la phase de construction de la phase 5 du PAR, sont identiques à celles identifiées dans l'EIES (Golder, 2011a) :

- Le déboisement modifiera le paysage en créant un espace ouvert dans la zone d'étude;
- Les activités de construction, d'excavation, de remblayage et de nivellement modifieront le paysage en modifiant la topographie;
- La construction de bâtiments et d'installations minières modifiera le paysage actuel en ajoutant de nouveaux éléments dans la zone d'étude;
- L'utilisation de lampes à haute intensité générera une pollution lumineuse dans la zone d'étude;
- L'intégration d'éléments de fort contraste ou l'intégration inadéquate de nouvelles infrastructures dans le paysage et un mauvais entretien du site pourraient compromettre la beauté du paysage et entraîner des changements de textures dans la zone d'étude.

L'ensemble des mesures d'atténuation prévues dans l'EIES seront appliquées.

Le degré de perturbation, l'intensité, l'étendue géographique et la durée des impacts en construction restent les mêmes que ceux identifiés dans l'EIES. L'importance de l'impact après mesures d'atténuation restera **faible**.

7.2.3.3.2 Phase d'exploitation

Les principales sources d'impacts pour la phase d'exploitation de la phase 5 du PAR, sont identiques à celles considérée dans la réévaluation de l'EIES (SNC-Lavalin, 2021), et qui sont applicables au PAR :

- La présence d'infrastructures, d'installations et du parc à résidus miniers modifiera l'environnement visuel;
- L'utilisation et l'installation de lampes à haute intensité généreront une pollution lumineuse dans la zone d'étude;
- Un mauvais entretien du site pourrait compromettre l'intégrité visuelle du paysage.

Le degré de perturbation et l'intensité des impacts en exploitation restent les mêmes que ceux identifiés dans l'EIES. La variante retenue pour l'agrandissement du PAR avec une localisation directement au nord du PAR actuel modifie l'étendue géographique mais permet de conserver une étendue géographique « locale ». L'élévation de la pile de résidus sera 15 m plus élevée que la pile actuelle (phases 1 à 4) ce qui influencera le degré de perturbation qui est toutefois déjà « élevé ». Enfin, l'agrandissement du PAR ne modifiera pas l'évaluation qui est « long terme ». L'importance de l'impact après mesures d'atténuation restera donc **élevée**.

7.2.3.3.3 Mesures d'atténuation additionnelles

L'évaluation de l'importance de l'impact étant inchangée, aucune nouvelle mesure d'atténuation n'est proposée par rapport à celles prévues dans l'EIES (Annexe 12).

7.2.3.3.4 Évaluation des impacts résiduels

Le tableau ci-dessous résume la réévaluation des impacts résiduels en construction et en exploitation en considérant l'agrandissement du PAR (phase 5). L'évaluation des impacts sur cette composante demeure identique par rapport à l'évaluation initiale.

Tableau 33 Importance des impacts – Paysage

Valeur env.	Phase	Degré de perturbation	Intensité	Étendue géo.	Durée	Importance	
						avant mesures	après mesures
Élevée	Construction	Moyen (-)	Élevée (-)	Locale (-)	Court terme (-)	Moyenne (-)	Faible (-)
Élevée	Exploitation	Élevé (-)	Élevée (-)	Locale (-)	Long terme (-)	Élevée (-)	Élevée (-)

Notes :

La valeur environnementale n'est pas réévaluée.

Réévaluation par rapport à Golder 2011a et 2011b et SNC-Lavalin 2021 : (-) aucun changement; (↗) augmentation; (↘) diminution

7.2.3.4 Aspects économiques

L'importance des impacts résiduels positifs du projet Éléonore sur les aspects économiques, après application des mesures d'atténuation et de bonification, était jugée :

- **Élevée** en phase de construction (Golder, 2011a);
- **Très élevée** en phase d'exploitation (SNC-Lavalin, 2021);

7.2.3.4.1 Phase de construction

Les principales sources d'impacts pour la phase de construction de la phase 5 du PAR, sont identiques à celles identifiées dans l'EIES (Golder, 2011a) :

- Le large éventail d'activité qui se dérouleront durant la phase de construction, contribuant aux économies locales et régionales;
- L'achat de bien et de services de fournisseurs et l'embauche de travailleurs de la région de la Baie James;
- Les nouveaux emplois créés, qu'ils soient directs ou indirects;
- Les opportunités de formation engendrées dans le cadre des activités de construction;
- L'augmentation du revenu familial et l'accès accru au crédit;
- L'allocation disproportionnée d'emplois au sein des communautés étant en mesure de fournir de la main-d'œuvre;
- L'octroi d'emplois à une main-d'œuvre spécialisée à l'extérieur des communautés de la région de la Baie James;
- La pénurie et le roulement de personnel qualifié dans les services et les institutions des communautés cries durant la période de construction.

L'ensemble des mesures d'atténuation prévues dans l'EIES seront appliquées.

Le degré de perturbation, l'intensité, l'étendue géographique et la durée des impacts en construction restent les mêmes que ceux identifiés dans l'EIES, de sorte que l'importance de l'impact après les mesures d'atténuation restera **élevée**.

7.2.3.4.2 Phase d'exploitation

Les principales sources d'impacts pour la phase d'exploitation de la phase 5 du PAR, sont identiques à celles considérée dans la réévaluation de l'EIES (SNC-Lavalin, 2021), et qui sont applicables au PAR :

- Le développement et l'exploitation de la mine créeront des opportunités d'emploi et de formation aux niveaux provincial, régional et local;
- Un niveau de revenu plus élevé pour les employés de la mine et une possibilité accrue d'accès au crédit.

Dans le cadre de l'application de ses normes de référence sociale et d'évaluation d'impact, GCL réalise une évaluation des impacts sociaux, culturels et sur les droits des peuples autochtones tous les 5 ans. Cette étude a été mise à jour en 2023 et concerne l'ensemble des opérations effectuées sur la mine Éléonore. Néanmoins, certains impacts peuvent être considérés dans le cadre de l'agrandissement du PAR.

Ainsi, suivant les résultats de cette évaluation (WAPTUM et Odonaterra, 2023), d'autres préoccupations ont été identifiées pour la phase d'exploitation. Elles correspondent à :

- La pénurie de personnel qualifié dans les entreprises locales à la suite de leur embauche par GCL;
- L'octroi de contrats de service moins onéreux à des compagnies à l'extérieure des communautés de la région de la Baie James;
- Le sentiment des communautés autochtones qu'il existe une discrimination dans le processus d'embauche ainsi qu'une plus grande difficulté pour un parent célibataire (en particulier les femmes) d'obtenir un emploi à la mine;
- La perte d'emploi à la mine à la suite d'un accident de travail;
- L'accès à la formation, à l'information sur les opportunités liées au secteur minier et à des postes à niveau supérieur.

L'entente de collaboration Opinagow, signée en 2011, prévoit un soutien au développement de l'économie locale. Aussi, plusieurs programmes et initiatives visant à favoriser la formation et l'emploi auprès des communautés locales ont déjà été mis en place. Ainsi, ces préoccupations et les enjeux associés seront pris en compte par les différents comités créés dans le cadre de l'entente de collaboration pour assurer la continuité du partenariat socio-économique et mutuellement bénéfique entre GCL et la communauté crie.

Par ailleurs, conformément à la condition 6.3 du CA Global, un bilan des objectifs de formation et d'emplois de main d'œuvre locale a été effectué en 2016 et 2021. Un comité emploi et formation a été créé sous l'entente de collaboration et se rencontre minimalement 3 fois par an afin de discuter des avancements.

De plus, conformément à la condition 6.4 du CA Global, des rencontres régulières ont lieu (Business Opportunities Committee et Cree Opinagow Collaboration Agreement Development) au sujet du fonctionnement et du mécanisme d'octroi des contrats à des entreprises locales. L'ensemble des mesures d'atténuation déjà prévues dans l'EIES seront appliquées.

Le degré de perturbation, l'intensité, l'étendue géographique et la durée des impacts en exploitation restent les mêmes que ceux identifiés dans l'EIES, de sorte que l'importante de l'impact après mesures d'atténuation restera **très élevée**.

7.2.3.4.3 Mesures d'atténuation additionnelles

L'évaluation de l'importance de l'impact étant inchangée, aucune nouvelle mesure d'atténuation n'est proposée par rapport à celles prévues dans l'EIES (Annexe 12).

7.2.3.4.4 Évaluation des impacts résiduels

Le tableau ci-dessous résume la réévaluation des impacts résiduels en construction et en exploitation en considérant l'agrandissement du PAR (phase 5). L'évaluation des impacts sur cette composante demeure identique par rapport à l'évaluation initiale.

Tableau 34 Importance des impacts – Aspects économiques

Valeur env.	Phase	Degré de perturbation	Intensité	Étendue géo.	Durée	Importance	
						avant mesures	après mesures
Élevée	Construction	Élevé (-)	Élevée (-)	Régionale (-)	Court terme (-)	Élevée (-)	Élevée (-)
Élevée	Exploitation	Élevé (-)	Élevée (-)	Régionale (-)	Long terme (-)	Très élevée (-)	Très élevée (-)

Notes :

La valeur environnementale n'est pas réévaluée.

Réévaluation par rapport à Golder 2011a et 2011b et SNC-Lavalin 2021 : (-) aucun changement; (↗) augmentation; (↘) diminution

7.2.3.5 Aspects sociaux

L'importance des impacts résiduels du projet Éléonore sur les aspects sociaux, après application des mesures d'atténuation, était jugée :

- **Élevée** en phase de construction (Golder, 2011a);
- **Très élevée** en phase d'exploitation (SNC-Lavalin, 2021);

7.2.3.5.1 Phase de construction

Les principales sources d'impacts pour la phase de construction de la phase 5 du PAR, sont identiques à celles identifiées dans l'EIES (Golder, 2011a) :

- L'emploi de la main-d'œuvre crie pendant la construction, menant à une diminution des activités traditionnelle de récolte;
- La présence de travailleurs d'origines culturelle et linguistique différentes;
- Les horaires de travail exigeant des travailleurs un éloignement prolongé des communautés et des foyers.

L'ensemble des mesures d'atténuation prévues dans l'EIES seront appliquées.

Le degré de perturbation, l'intensité, l'étendue géographique et la durée des impacts en construction restent les mêmes que ceux identifiés dans l'EIES, de sorte que l'importante de l'impact après mesures d'atténuation restera **élevée**.

7.2.3.5.2 Phase d'exploitation

Les principales sources d'impacts pour la phase d'exploitation de la phase 5 du PAR, sont identiques à celles considérée dans la réévaluation de l'EIES (SNC-Lavalin, 2021), et qui sont applicables au PAR :

- Perturbation de la dynamique familiale en raison d'absences prolongées de la main-d'œuvre locale auprès de leur famille;
- Attraction de travailleurs de communautés voisines et pressions sur des communautés d'accueil pour des services essentiels;
- Création d'opportunités économiques permettant d'améliorer la qualité de vie de la main-d'œuvre locale.

Suivant les résultats de l'évaluation des impacts sociaux, culturels et sur les droits des peuples autochtones (WAPTUM et Odonaterra, 2023), d'autres préoccupations ont été identifiées pour la phase d'exploitation. Elles correspondent à :

- La diminution des activités traditionnelles et de l'usage de la langue crie en lien avec la rigidité du rythme des rotations des périodes de travail et de congés;
- L'isolement social des travailleurs non-francophones;
- La prévention contre le harcèlement incluant des insultes, des préjugés fondés sur l'origine ethnique, un manque de respect de la culture crie dans l'espace de travail.

Au même titre que les préoccupations d'ordre économiques, les préoccupations d'ordre social seront prises en compte par les différents comités créés dans le cadre de l'entente de collaboration pour assurer la continuité du partenariat socio-économique et mutuellement bénéfique entre GCL et la communauté crie.

L'ensemble des mesures d'atténuation prévues dans l'EIES seront appliquées.

Le degré de perturbation, l'intensité, l'étendue géographique et la durée des impacts en exploitation restent les mêmes que ceux identifiés dans l'EIES, de sorte que l'importance de l'impact après les mesures d'atténuation restera **très élevée**.

7.2.3.5.3 Mesures d'atténuation additionnelles

L'évaluation de l'importance de l'impact étant inchangée, aucune nouvelle mesure d'atténuation n'est proposée par rapport à celles prévues dans l'EIES (Annexe 12).

7.2.3.5.4 Évaluation des impacts résiduels

Le tableau ci-dessous résume la réévaluation des impacts résiduels en construction et en exploitation en considérant l'agrandissement du PAR (phase 5). L'évaluation des impacts sur cette composante demeure identique par rapport à l'évaluation initiale.

Tableau 35 Importance des impacts – Aspects sociaux

Valeur env.	Phase	Degré de perturbation	Intensité	Étendue géo.	Durée	Importance	
						avant mesures	après mesures
Élevée	Construction	Moyen (-)	Élevée (-)	Régionale (-)	Court terme (-)	Élevée (-)	Moyenne (-)
Élevée	Exploitation	Élevé (-)	Élevée (-)	Régionale (-)	Long terme (-)	Très élevée (-)	Très élevée (-)

Notes :

La valeur environnementale n'est pas réévaluée.

Réévaluation par rapport à Golder 2011a et 2011b et SNC-Lavalin 2021 : (-) aucun changement; (↗) augmentation; (↘) diminution

7.2.3.6 Santé humaine

Comme pour les EIES précédentes (Golder, 2011a et SNC-Lavalin, 2021), les seuls récepteurs humains considérés dans le cadre de cette évaluation sont les utilisateurs cris du territoire car la santé et la sécurité des travailleurs sont régies par la Loi sur la santé et la sécurité du travail du Québec.

L'importance des impacts résiduels du projet Éléonore sur la santé humaine, après application des mesures d'atténuation, était jugée :

- **Faible** en phase de construction (Golder, 2011a);
- **Moyenne** en phase d'exploitation (SNC-Lavalin, 2021);

7.2.3.6.1 Phase de construction

Les principales sources d'impacts pour la phase de construction de la phase 5 du PAR, sont identiques à celles identifiées dans l'EIES (Golder, 2011a) :

- Émissions atmosphériques (par exemple, les poussières et les particules);
- Les rejets dans les plans et les cours d'eau (par exemple, les matières en suspension et les métaux);
- Les rejets ou déversements accidentels (par exemple, les produits pétroliers comme le diésel et l'essence).

L'ensemble des mesures d'atténuation prévues dans l'EIES seront appliquées.

Le degré de perturbation, l'intensité, l'étendue géographique et la durée des impacts en construction restent les mêmes que ceux identifiés dans l'EIES, de sorte que l'importante de l'impact après mesures d'atténuation restera **faible**.

7.2.3.6.2 Phase d'exploitation

Les principales sources d'impacts pour la phase d'exploitation de la phase 5 du PAR, sont identiques à celles considérée dans la réévaluation de l'EIES (SNC-Lavalin, 2021), et qui sont applicables au PAR :

- Émissions atmosphériques (par exemple, les poussières et les particules);
- Les rejets dans les plans et les cours d'eau (par exemple, les matières en suspension et les métaux);
- Les rejets ou déversements accidentels (par exemple, les produits pétroliers comme le diésel et l'essence).

Suivant les résultats de l'évaluation des impacts sociaux, culturels et sur les droits des peuples autochtones (WAPTUM et Odonaterra, 2023) mise à jour en 2023, un nouvel impact positif a été identifié. Il correspond à l'amélioration de l'accès aux services d'urgences et de santé pour les utilisateurs de territoires autochtones. Une préoccupation a néanmoins été soulevée par les utilisateurs du territoire qui contrairement au maitre de trappe et sa famille ne font pas partie du comité environnement Opinagow et souhaitent avoir accès aux données de suivi de la qualité des eaux et aux études de réaménagement.

Cette préoccupation sera prise en compte par le comité environnement Opinagow dans le cadre de l'entente de collaboration.

L'ensemble des mesures d'atténuation prévues dans l'EIES seront appliquées.

Le degré de perturbation, l'intensité, l'étendue géographique et la durée des impacts en exploitation restent les mêmes que ceux identifiés dans l'EIES, de sorte que l'importante de l'impact après mesures d'atténuation restera **moyenne**.

7.2.3.6.3 Mesures d'atténuation additionnelles

L'évaluation de l'importance de l'impact étant inchangée, aucune nouvelle mesure d'atténuation n'est proposée par rapport à celles prévues dans l'EIES (Annexe 12).

7.2.3.6.4 Évaluation des impacts résiduels

Le tableau ci-dessous résume la réévaluation des impacts résiduels en construction et en exploitation en considérant l'agrandissement du PAR (phase 5). L'évaluation des impacts sur cette composante demeure identique par rapport à l'évaluation initiale.

Tableau 36 Importance des impacts – Santé humaine

Valeur env.	Phase	Degré de perturbation	Intensité	Étendue géo.	Durée	Importance	
						avant mesures	après mesures
Élevée	Construction	Faible (-)	Moyenne (-)	Locale (-)	Court terme (-)	Faible (-)	Faible (-)
Élevée	Exploitation	Faible (-)	Moyenne (-)	Locale (-)	Long terme (-)	Moyenne (-)	Moyenne (-)

Notes :

La valeur environnementale n'est pas réévaluée.

Réévaluation par rapport à Golder 2011a et 2011b et SNC-Lavalin 2021 : (-) aucun changement ; (↗) augmentation ; (↘) diminution

7.3 Compensations des impacts résiduels

Conformément à la condition 2.1 du CA Global, un Plan de compensation pour la perte de milieux humides, hydriques et riverains concernés par l'aménagement des infrastructures du site Éléonore, a été transmis au MELCCFP en novembre 2019 et accepté en avril 2021.

Les superficies totales d'empiétement permanent en milieux humides occasionnées par la construction de la phase 5 et de ses infrastructures connexes (présentées à la section 7.2.2.1) seront ajoutées au programme de compensation actuellement en vigueur. La méthodologie de compensation et le suivi de l'efficacité respecteront les modalités actuellement prévue au plan.

7.4 Impacts cumulatifs

Cette section présente l'évaluation des impacts cumulatifs. Les composantes valorisées de l'écosystème (CVE) considérées dans l'EIES initiales étaient les suivantes :

- Qualité de l'eau de surface;
- Poisson et son habitat;
- Utilisation du territoire et des ressources;
- Aspects socio-économiques.

Ces composantes avaient été retenues puisqu'elles peuvent avoir un effet sur la vie quotidienne et le bien-être de la communauté (principalement sur la Nation crie de Wemindji) la plus proche du site Éléonore.

Dans la réévaluation des impacts de 2021, la liste de projets antérieurs, actuels et futurs considérés dans l'EIES avait été révisée et le seul changement identifié (la modification du projet de pourvoirie en expérience d'immersion dans la culture crie), n'affectait pas négativement l'évaluation des CVE. L'évaluation des impacts cumulatifs restait inchangée.

Puisqu'aucun nouveau projet n'est identifié dans la zone d'étude utilisée dans l'EIES initiale et que l'évaluation des impacts sur les quatre CVE n'est pas modifié par le projet d'agrandissement du PAR, l'évaluation des impacts cumulatifs est **inchangée**.

8. Programme préliminaire de surveillance et de suivi environnemental

Le programme de suivi environnemental du site minier Éléonore a été autorisé par le MELCCFP le 8 septembre 2014, puis modifié le 16 septembre 2019 (V/Réf : 3214-14-042). Ce programme de suivi, qui a été élaboré afin de répondre aux conditions du CA Global et de ses modifications subséquentes, aux conditions des autorisations ministérielles ainsi qu'aux différentes exigences règlementaires, inclut :

- Suivi de la qualité de l'eau (effluent minier, effluent sanitaire, eaux souterraines, effluents intermédiaires, milieu récepteur,
- Suivi de la faune ichthyenne
- Suivi de l'esturgeon jaune
- Suivi des communautés d'invertébrés benthiques
- Suivi des habitats aquatiques
- Suivi de la qualité des sédiments
- Suivi des émissions atmosphériques et des retombées de poussières
- Suivi de l'utilisation et de la destruction des cyanures
- Suivi des résidus miniers

GCL assure également un suivi du milieu social, en conformité avec les conditions 6.1, 6.3 et 6.6 du CA Global, soit un suivi quinquennal des activités traditionnelles (condition 6.1), un suivi quinquennal des objectifs de formation et d'emploi (condition 6.3) et des activités annuelles d'information des communautés (condition 6.6). De plus un comité environnement, établi dans le de l'Entente de collaboration Opinagow, se réuni minimalement deux fois par année pour aborder les aspects environnementaux, sociaux et culturels en lien avec l'exploitation de la mine Éléonore.

Les sous-sections suivantes présentent les modifications proposées au programme de suivi en lien avec les effets anticipés de la construction et de l'exploitation de la cellule 5 et ses infrastructures connexes. Ces modifications concernent le suivi de la qualité des eaux souterraines ainsi que le suivi des retombées de poussières dans le secteur du PAR.

8.1 Suivi de la qualité des eaux souterraines

Le secteur du PAR possède actuellement 7 puits d'observation inclus au programme de suivi environnemental. D'après la piézométrie, l'écoulement se fait dans le sens de la vallée, soit du nord-est vers le sud-ouest en direction du réservoir Opinaca qui constitue un point de résurgence des eaux souterraines. La position des puits d'observation par rapport aux directions d'écoulement montre que 5 puits sont localisés en aval du PAR (PO-PAR04-R; PO-PAR14-T; PO-PAR14-R; PO-PAR15-R et PO-PAR16-R) tandis que deux sont localisés en amont (PO-PAR01-R et PO-PAR01-T).

Une note technique préparée par HydroGéosciences (2024) recommande l'ajout d'un nouveau puits en amont en lien avec la future cellule 5 du PAR.

La localisation des puits existants et du nouveau puits est présentée à la figure suivante.

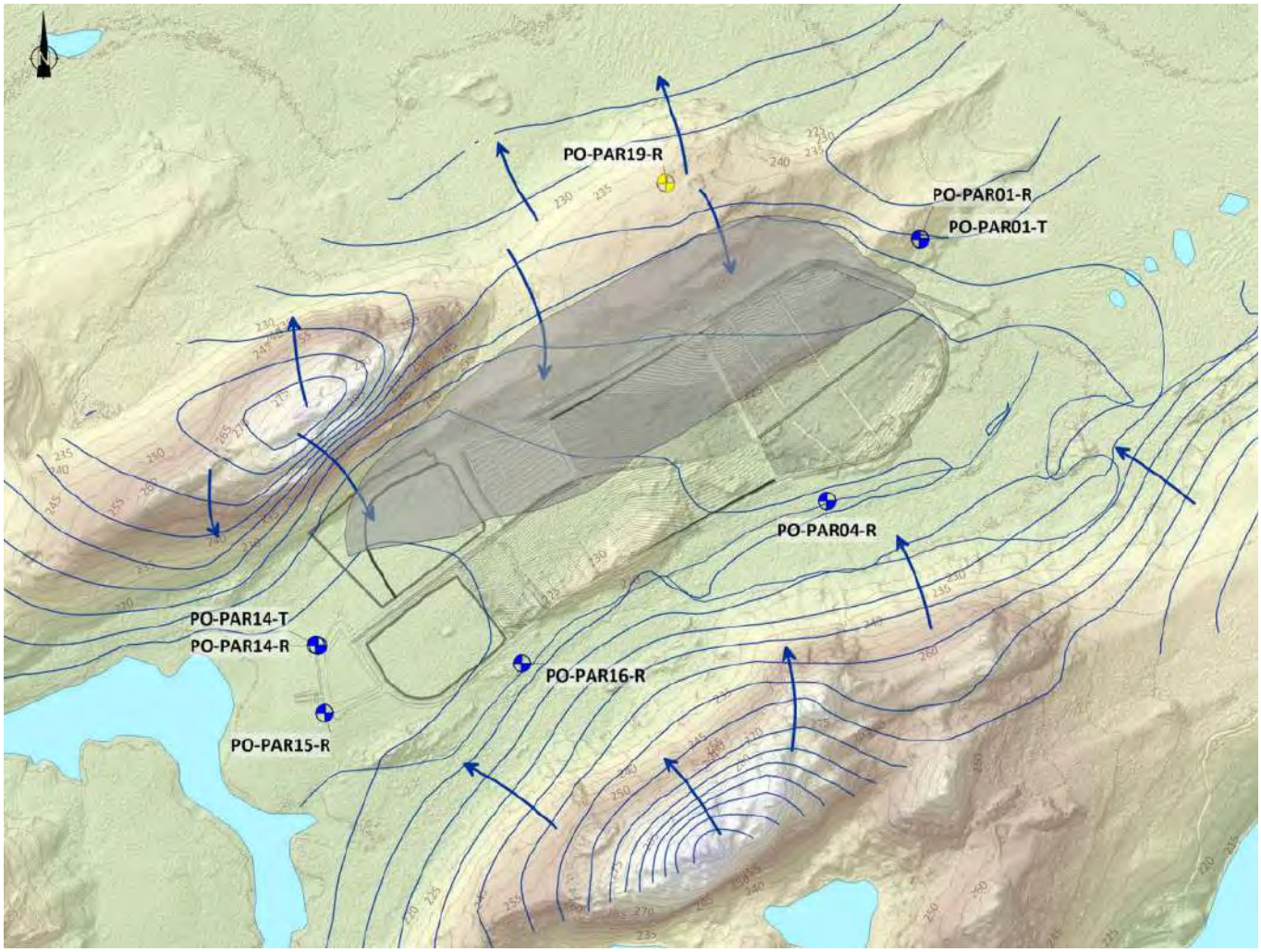


Figure 8-1 Localisation des puits d'observation d'eaux souterraines autour du PAR (en bleu : existants ; en jaune : proposé)

8.2 Suivi des retombées de poussières

Douze jarres pour le suivi des retombées de poussières sont actuellement installées à proximité du PAR (JP-PAR01 à JP-PAR07, JP-PAR09 et JP-PAR10, JP-PAR12 à JP-PAR14) et une autre (JP-PAR08) se trouve plus loin du PAR, près de la route menant à l'aéroport. Une station de référence (JP-REF01) est aussi installée en amont des vents dominants.

Une étude préparée par WSP (2024) présente plusieurs recommandations relatives au suivi annuel des retombées du poussières autour du PAR. Cette note recommande de relocaliser les jarres JP-PAR01, JP-PAR02 et JP-PAR09 avant les travaux de construction de la cellule 5 puisqu'elles sont actuellement situées dans l'empreinte projetée de cette nouvelle cellule. Ces jarres seront réidentifiées JP-PAR01A, JP-PAR02A et JP-PAR09A respectivement.

En complément, cette étude recommande d'abolir le suivi dans deux jarres localisées au sud du PAR (JP-PAR05 et JP-PAR14) en raison de leur proximité avec les jarres JP-PAR06 et JP-PAR10 respectivement. Enfin, le suivi aux jarres existantes JP-PAR03 et JP-PAR06 ne sera plus effectué au cours de la période hivernale mais seulement au cours de la période estivale (1er mai au 31 octobre) étant donné la difficulté d'accès sécuritaire à

ces jarres durant la période hivernale. Le suivi effectué depuis 2014 démontre que la majorité des retombées de poussière se produit durant la période estivale.

La position des jarres est présentée sur la carte 2 à l'annexe 2. Le tableau ci-dessous résume les modifications proposées au programme de suivi des retombées de poussières autour du PAR.

Tableau 37 Modifications proposées au programme de suivi des retombées de poussières autour du PAR

Jarres actuelles	Modifications proposées	Nature des modifications		
		Localisation	Fréquence d'échantillonnage	Paramètres
JP-PAR01	Oui	Relocalisée et renommée JP-PAR01A	Aucun changement	Aucun changement
JP-PAR02	Oui	Relocalisée et renommée JP-PAR02A	Aucun changement	Aucun changement
JP-PAR03	Oui	Aucun changement	Estivale uniquement (1er mai au 31 octobre)	Aucun changement
JP-PAR04	Non	Sans objet	Sans objet	Sans objet
JP-PAR05	Oui	Arrêt du suivi		
JP-PAR06	Oui	Aucun changement	Estivale uniquement (1er mai au 31 octobre)	Aucun changement
JP-PAR07	Non	Sans objet	Sans objet	Sans objet
JP-PAR08	Non	Sans objet	Sans objet	Sans objet
JP-PAR09	Oui	Relocalisée et renommée JP-PAR09A	Aucun changement	Aucun changement
JP-PAR10	Non	Sans objet	Sans objet	Sans objet
JP-PAR12	Non	Sans objet	Sans objet	Sans objet
JP-PAR13	Non	Sans objet	Sans objet	Sans objet
JP-PAR14	Oui	Arrêt du suivi		
JP-REF01	Non	Sans objet	Sans objet	Sans objet

9. Références

AtkinsRéalis, 2023. Inventaires biophysiques complémentaires – Agrandissement du parc à résidus du site minier Éléonore (cellule 5), Baie-James, Québec. Montréal, 26 p. + ann.

AtkinsRéalis, 2024a. Ingénierie conceptuelle de la Phase 5 du parc à résidus de la mine Éléonore. 697431-4100-4GER-0002_00. 19 mars 2024. 54 pages + annexes.

AtkinsRéalis, 2024b. Rapport annuel – Suivi environnemental et surveillance du site minier Éléonore en vertu du de la directive 019 et de l'attestation d'assainissement pour l'année 2023. 699159-4E-L01_00. 28 mars 2024. 95 pages + annexes.

Biofilia, 2010. Caractérisation de deux ruisseaux sur le site du projet Éléonore. Étude complémentaire sur la faune aquatique. Août 2010.

Brooks, R.T., H.R. Smith et W.M. Healy, 1998. Small-mammals abundance at three elevations on a mountain in central Vermont, USA: a sixteen-year record. Forest Ecology and Management, 110: 181-193.

Catherine Lussier, Ph.D. and Patricia Raynault-Desgagné, M.A., 2021. Cree Land Use Monitoring Program – Cycle 2 Implementation (CLUMP, Cycle 2))

Duhamel, R. et J.A. Tremblay, 2013. Rapport sur la situation du campagnol des rochers (Microtus chrotorrhinus) au Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, 22 p.

Englobe, 2015. Mine Éléonore. Inventaires biophysiques. Rapport d'étude. N/Réf. : 046-2344-1- EN-R-0002-0B.doc. Préliminaire. Août 2015.

EnviroCri, 2013. Demande d'autorisation en vertu du chapitre II de la LQE pour l'implantation d'un lieu d'enfouissement en tranchée. Rouyn-Noranda, 67 p. + ann.

FaunENord, 2022. Inventaires fauniques et floristiques sur le site de la mine Éléonore. Rapport final / version finale. Présenté à Newmont Canada. 32 p.

Fortin, C. et J. Doucet, 2003. Communautés de micromammifères le long d'une emprise de lignes de transport d'énergie électrique située en forêt boréale. Le Naturaliste canadien, 127 (2): 47-53.

Fortin, C., J.-F. Rousseau et M.-J. Grimard, 2004. Extension de l'aire de répartition du campagnol-lemming de Cooper (Synaptomys cooperi) : mentions les plus nordiques. Le Naturaliste canadien, 128 (2): 35-37.

Fryxell, J.M., J.B. Falls, E.A. Falls et R.J. Brooks, 1998. Long-term dynamics of small-mammal populations in Ontario. Ecology, 79: 213-225.

Girard, F., S. Payette Et R. Gagnon, 2008. Rapid Expansion of Lichen Woodlands within the Closed-Crown Boreal Forest Zone over the Last 50 Years Caused by Stand Disturbances in Eastern Canada. Journal of Biogeography 35(3): 529-537(9)

Golder Associés Ltée, 2009. Inventaire des micromammifères et échantillonnage des sols et de la végétation – Projet Éléonore des Mines Opinaca Ltée. Rapport présenté par Golder Associés pour Les Mines Opinaca. Montréal. Janvier 2009.

Golder Associés Ltée, 2010a. Étude d'impact environnementaux et sociaux - Projet Éléonore. Développement et exploitation d'un gisement aurifère. 07-1222-3010. Vol I de II. Janvier 2010.

Golder Associés Ltée, 2010b. Mise à jour de la conception du projet. Étude d'impact environnementaux et sociaux - Projet Éléonore. Développement et exploitation d'un gisement aurifère. 07-1222-3011. Décembre 2010.

Golder Associés Ltée, 2011a. Réévaluation des impacts environnementaux et sociaux à la suite de la mise à jour de la conception du projet. Projet Éléonore, Mines Opinaca. 07-1222-3011. Mars 2011.

Golder Associés Ltée, 2011b. Réévaluation des impacts environnementaux et sociaux sur la qualité de l'air à la suite de la mise à jour de la conception du projet. Projet Éléonore, Mines Opinaca. 07-1222-3011. Mai 2011.

HydroGéosciences, 2024. Note technique. Suivi des eaux souterraines du site minier Éléonore / Ajouts de puits d'observation au secteur du parc à résidus miniers. Ref. : NT0324-GCL. 27 mars 2024. 3 pages + figures.

Hydro-Québec, 2004. Centrale de l'Eastmain-1-A et dérivation Rupert. Étude d'impact sur l'environnement. Montréal, Hydro-Québec Production. Cinq volumes.

Kaweshekami Environnement Inc., 2013. Études complémentaires de l'état de référence – Goldcorp inc. – Projet Éléonore. Dossier 60279855. Version préliminaire.

Jannett, Jr, F.J. et D.P. Christian, 2017. Distribution of a Boreal Rodent Linked to a Lobe of the Wisconsinan Glaciation. American Midland Naturalist, 177: 29-43.

Richelieu Hydrogéologie inc., 2024. Newmont – Mine Éléonore. Étude hydrogéologique. Modélisation du parc à résidus miniers (PAR). Février 2024. 33 pages + annexes

Roche, 2007a. Inventaire de la faune – Hiver 2007, Propriété Éléonore. Rapport présenté par Roche ltée Groupe Conseil pour Les Mines Opinaca. N/Réf : 45885-010. Québec. May 2007. 37 p. et annexes

Roche, 2007b. 2006 Environmental Baseline Study. Éléonore Property. Rapport présenté par Roche ltée Groupe Conseil pour Les Mines Opinaca. Project no. 32692-000. Québec. Avril 2007. 152 p.

SNC-Lavalin, 2021. Comparaison des impacts appréhendés dans l'étude d'impact sur l'environnement et des impacts réels en opération - Mine Éléonore. Montréal,46 p. + ann.

SNC-Lavalin Environnement, 2022. Caractérisation écologique du secteur du parc à résidus miniers de la Mine Éléonore - En support à la demande d'autorisation en vertu de l'article 30 de la Loi sur la qualité de l'environnement. Montréal, 37 p. + ann.

SNC-Lavalin, 2023. Rapport annuel – Suivi environnemental et surveillance du site minier Éléonore en vertu du certificat d'autorisation global pour l'année 2022. Montréal, 145 p. + ann.

Société d'énergie de la Baie James, 1988. The La Grande Rivière Hydroelectric Complex. Phase One Development. 467 p.

Wavx, 2023. Inspection des structures propices à la reproduction et au repos diurne des chiroptères au site minier Éléonore. Rapport sectoriel. 18 p. + ann.

Wright, D.G. et G.E. Hopky, 1998. Lignes directrices concernant l'utilisation d'explosifs à l'intérieur ou à proximité des eaux de pêche canadiennes, rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques 2107, 1998, iv + 34 p.

WSP, 2024. Éléonore Mine Dustfall Monitoring Program Recommendations – Regulatory Dustfall Stations. April 17, 2024.

ANNEXES

Annexe 1. Informations administratives

Registraire des entreprises Québec

Rechercher une entreprise au registre

État de renseignements d'une personne morale au registre des entreprises

Renseignements en date du 2024-01-25 08:56:27

État des informations

Identification de l'entreprise

Numéro d'entreprise du Québec (NEQ)	1175143545
Nom	GOLDCORP CANADA LTD.

Adresse du domicile

Adresse	3400-333 Bay Street Toronto ON M5H2S7 Canada

Adresse du domicile élu

Nom de l'entreprise	DLA PIPER (CANADA) S.E.N.C.R.L. / LLP

Adresse	1400-1501 McGill College Avenue Montréal Québec H3A3M8 Canada

Immatriculation

Date d'immatriculation	2020-01-14
Statut	Immatriculée
Date de mise à jour du statut	2020-01-14
Date de fin d'existence prévue	Aucune date de fin d'existence n'est déclarée au registre.

Forme juridique

Forme juridique	Société par actions ou compagnie
Date de la constitution	2020-01-01 Fusion
Régime constitutif	CANADA: Loi canadienne sur les sociétés par actions, L.R.C. (1985), c. C-44
Régime courant	CANADA: Loi canadienne sur les sociétés par actions, L.R.C. (1985), c. C-44

Dates des mises à jour

Date de mise à jour de l'état de renseignements	2023-09-25
Date de la dernière déclaration de mise à jour annuelle	2023-02-15 2022
Date de fin de la période de production de la déclaration de mise à jour annuelle de 2024	2025-07-01
Date de fin de la période de production de la déclaration de mise à jour annuelle de 2023	2024-07-01

Faillite

L'entreprise n'est pas en faillite.

Fusion, scission et conversion

La personne morale a fait l'objet de fusion(s).

Type	Loi applicable	Date	Nom et domicile de la personne morale	Composante	Résultante
Fusion ordinaire	CANADA: Loi canadienne sur les sociétés par actions, L.R.C. (1985), c. C-44	2020-01-01	GOLDCORP CANADA LTD 2100-40 King Street W Toronto Ontario M5H3C2 Canada	1146552733	1175143545
			LES MINES OPINACA LTÉE 1751 av. Davy Rouyn-Noranda (Québec) J9Y0A8 Canada	1146066668	
			GOLDCORP BORDEN LIMITED 3400-333 Bay Street Toronto ON M5H2S7 Canada		

Continuation et autre transformation

Aucune continuation ou autre transformation n'a été déclarée.

Liquidation ou dissolution

Aucune intention de liquidation ou de dissolution n'a été déclarée.

Activités économiques et nombre de salariés

1er secteur d'activité

Code d'activité économique (CAE)	0929
Activité	Autres services relatifs à l'extraction minière
Précisions (facultatives)	Acquisitions, exploration et développement de propriétés minières

2e secteur d'activité

Aucun renseignement n'a été déclaré.

Nombre de salariés

Nombre de salariés au Québec	
De 750 à 999	
Proportion de salariés qui ne sont pas en mesure de communiquer en français au travail	
Non tenue de déclarer cette information	

Convention unanime, actionnaires, administrateurs, dirigeants, bénéficiaires ultimes et fondé de pouvoir

Actionnaires

Premier actionnaire

Le premier actionnaire est majoritaire.

Nom	GOLDCORP INC.
Adresse du domicile	251 Little Falls Drive Wilmington, New Castle DE 19808 USA

Convention unanime des actionnaires

Il n'existe pas de convention unanime des actionnaires conclue en vertu d'une loi du Québec ou d'une autre autorité législative du Canada.

Liste des administrateurs

Nom de famille	ATKINSON
Prénom	ROB
Date du début de la charge	2020-01-01
Date de fin de la charge	
Fonctions actuelles	Administrateur
Adresse du domicile	Adresse non publiable
Adresse professionnelle	700-6900 E. Layton Avenue Denver CO 80237 U.S.A.

Nom de famille	HENNESSEY
Prénom	LOGAN
Date du début de la charge	2023-08-01
Date de fin de la charge	
Fonctions actuelles	Vice-président, Secrétaire
Adresse du domicile	Adresse non publiable
Adresse professionnelle	700-6900 E. Layton Avenue Denver CO 80237 U.S.A.

Nom de famille	WESSELS
Prénom	BERNARD
Date du début de la charge	2023-08-01
Date de fin de la charge	
Fonctions actuelles	Président
Adresse du domicile	Adresse non publiable

Adresse professionnelle	500 Hay Street Level 5 Subiaco Western Australia 6008 Australia

Nom de famille	HU
Prénom	AMY
Date du début de la charge	2022-12-31
Date de fin de la charge	
Fonctions actuelles	Vice-président
Adresse du domicile	Adresse non publiable
Adresse professionnelle	3260-666 Burrard Street Park Place Vancouver BC V6C2X8 Canada

Dirigeants non membres du conseil d'administration

Nom de famille	PÉPIN
Prénom	GENEVIÈVE
Fonctions actuelles	Principal dirigeant: Vice présidente
Adresse du domicile	503 av. Chénier Rouyn-Noranda (Québec) J9X3J1 Canada
Adresse professionnelle	

Déclaration relative aux bénéficiaires ultimes

Tous les bénéficiaires ultimes de l'entreprise ont été retracés et identifiés.

Liste des bénéficiaires ultimes

Nom	Newmont Corporation
Date du début du statut	2023-03-31
Date de fin du statut	
Situations applicables au bénéficiaire ultime	Autre situation applicable
Adresse du domicile	700-6900 E. Layton Avenue Denver CO 80237 U.S.A.

Fondé de pouvoir

Aucun fondé de pouvoir n'a été déclaré.

Administrateurs du bien d'autrui

Aucun administrateur du bien d'autrui n'a été déclaré.

Établissements

Numéro et nom de l'établissement	Adresse	Activités économiques (CAE)
0001 - LES MINES OPINACA	2-333 3e Rue Chibougamau (Québec) G8P1N4 Canada	Autres services relatifs à l'extraction minière (0929)

Numéro et nom de l'établissement	Adresse	Activités économiques (CAE)
(Établissement principal)		
0002 - LES MINES OPINACA	1951 av. Davy Rouyn-Noranda (Québec) J9Y0A8 Canada	Autres services relatifs à l'extraction minière (0929)

Documents en traitement

Aucun document n'est actuellement traité par le Registraire des entreprises.

Index des documents

Documents conservés

Type de document	Date de dépôt au registre
Déclaration de mise à jour courante	2023-09-25
DÉCLARATION DE MISE À JOUR ANNUELLE 2022	2023-02-15
DÉCLARATION DE MISE À JOUR ANNUELLE 2021	2022-01-20
Déclaration de mise à jour courante	2020-11-03
Déclaration de mise à jour courante	2020-02-28
Déclaration d'immatriculation	2020-01-14

Index des noms

Date de mise à jour de l'index des noms 2020-01-14

Nom

Nom	Versions du nom dans une autre langue	Date de déclaration du nom	Date de déclaration du retrait du nom	Situation
GOLDCORP CANADA LTD.		2020-01-14		En vigueur

Autres noms utilisés au Québec

Autre nom	Versions du nom dans une autre langue	Date de déclaration du nom	Date de déclaration du retrait du nom	Situation
EXPLORATIONS MINIÈRES GOLDCORP CANADA		2020-01-14		En vigueur
LES MINES OPINACA		2020-01-14		En vigueur
PROJET CENTURY GOLD	CENTURY GOLD PROJECT	2020-01-14		En vigueur

Québec

© Gouvernement du Québec

Annexe 2. Cartes de localisation du projet

76°10' 76°8' 76°6' 76°4'

52°44' 52°43' 52°42'

N

Rivière Opinaca

PARC À RÉSIDUS MINIER

CE01

Aéroport

Sablière A-01

halde d'entreposage d'argile (phases 3 et 4)

Phase 3A

Phase 3B

Phase 1

Phase 2

Phase 4A

Halde à stériles

Haldes d'entreposage de tourbe, d'argile et de till (phases 3 et 4)

Ruisseau #3

Bassin de collecte

Station de pompage

Phase 4A

Aire d'entrepreneur

Usine de traitement des eaux industrielles (UTEI)

Halde à tourbe (Phase 1)

Ruisseau #8

Lac #6

Lac #7

Ruisseau #7

Réservoir Opinaca

Lieu d'enfouissement en tranché (LEET)

Réservoir Opinaca

Ruisseau #3

Usine de traitement du minerai

Rampe d'accès à la mine souterraine

Lac #3

Puits d'eau potable

Camp permanent

Carière C-02

Ruisseau #6

Aire de stockage du minerai

Lac #4

Lac #2

Camp des travailleurs

Ruisseau #10

Ruisseau #4

Simoneau

Ruisseau #2

Usine de remblai en pâte et de filtration des rejets

Puits de production

Bâtiment administratif

Station de traitement des eaux sanitaires

Lac #1

Aire de ravitaillement en produit pétrolier

Station de traitement d'eau potable

Halde à stériles de la zone industrielle

PROJET

- Zone d'étude restreinte
- Bail minier

INFRASTRUCTURES PROJETÉES

Gestion des résidus miniers

1. Phase 5
2. Bassin de collecte agrandi

Infrastructures connexes

1. Zone d'entreposage et de concassage du roc
2. Halde d'entreposage de tourbe, d'argile et de till agrandie

INFRASTRUCTURES EXISTANTES

Halde Infrastructure minière ou connexe

HYDROGRAPHIE

- Cours d'eau
- Plan d'eau
- Cote maximale du réservoir (215,8 m)

Newmont Éléonore

AtkinsRéalis

Agrandissement du parc à résidus du site minier Éléonore - Phase 5
Demande de modification de CA Global

Localisation des infrastructures minières et connexes

Sources :

Imagerie, ESRI, Maxar (WorldView-02), résolution 1,2 m, 30 septembre 2021
Plan du PAR, dessin 07-100-4G-7001 Rev. EPB, 2023-12-21

Projet : 611874
Fichier : 699279_4E_L01_C01_infrastructures_240422.mxd

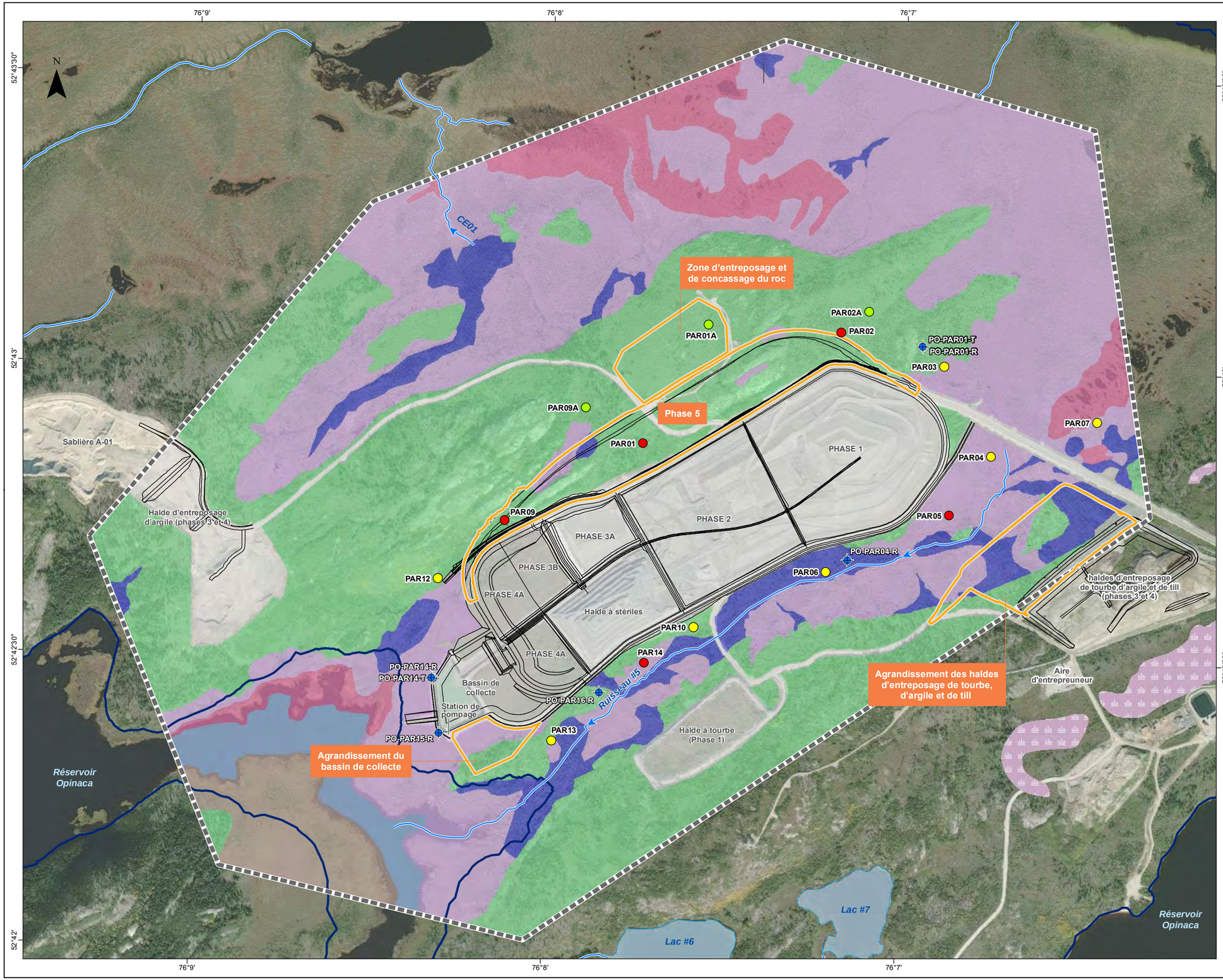
Projection UTM, fuseau18, NAD83

0 250 500 m
1/25,000

Avril 2024

Carte 1

V:\Projets\00_MineEleonore\699279_Agrandissement_PAR\interne\diffusion\699279_4E_L01_C01_infrastructures_240422.mxd



PROJET

- Zone d'étude restreinte
- Site des travaux

MILIEU PHYSIQUE

- Station de puits d'observation d'eaux souterraines

Station de jarres à poussières

- Localisation inchangée
- Nouvelle jarre
- Jarre annulée

MILIEU BIOLOGIQUE

Milieux humides

AtkinsRéalis, 2023

- Tourbière boisée ombrotrophe (bog)
- Tourbière ouverte minérotrophe (fen)
- Tourbière ouverte ombrotrophe (bog)
- Tourbière non caractérisée

Groupe Geodefor, 2012 et Environnement Illimité, 2015

- Tourbière

Autres milieux

- Terrestre (couvert naturel)
- Anthropique (minier)

Milieux hydriques

- Cours d'eau et sens d'écoulement
- Cote maximale du réservoir (215,8 m)

Newmont Éléonore — AtkinsRéalis

Agrandissement du parc à résidus du site minier Éléonore - Phase 5
Demande de modification de CA Global

Localisation des travaux

Sources :

Plan du PAR, dessin 07-100-4G-7001 Rev. EPB, 2023-12-21
Imagerie, ESRI, Maxar (WorldView-02), résolution 1,2 m, 30 septembre 2021

Projet : 696634
Fichier : 699279_4E_L01_C02_Millieux_240424.mxd

0 120 240 m
1/12,000

Projection UTM, fuseau 18, NAD83

Avril 2024 | **Carte 2**

V:\Projets\00_MineEleonore\699279_Agrandissement_PAR\interne\diffusion\699279_4E_L01_C02_Millieux_240424.mxd

Annexe 3. Analyse comparative des alternatives d’agrandissement du parc à résidus

Titre du document : **ANALYSE COMPARATIVE DES ALTERNATIVES D'AGRANDISSEMENT DU PARC À RÉSIDUS DE LA MINE ÉLÉONORE (NEWMONT)**

Client : **NEWMONT**

Projet : **ÉTUDE DE PRÉFAISAIBILITÉ – PHASE 5 DU PAR DE LA MINE ÉLÉONORE (NEWMONT)**

Préparé par : Geneviève Marchand, ing. M. Sc., PMP
#OIQ : 127590



Paméla Pasquis, CPI
#OIQ : 6042274



Révisé par : Paola Cardenas, ing. PhD
#OIQ : 5005585



Approuvé par : Geneviève Marchand, ing. M. Sc., PMP
#OIQ : 127590



LISTE DES RÉVISIONS

Révision					Pages Révisées	Remarques
#	Prép.	Rév.	App.	Date		
PA	GM/PP	PC	GM	2023-10-18	Toutes	Revue interne
PB	GM/PP	PC	GM	2023-10-20	Toutes	Commentaires client
00	GM/PP	PC	GM	2023-11-27	Toutes	Version finale

AVIS AU LECTEUR

Ce document fait état de l'opinion professionnelle de SNC-Lavalin inc. (« SNC-Lavalin ») quant aux sujets qui y sont abordés. Son opinion a été formulée en se basant sur ses compétences professionnelles en la matière et avec les précautions qui s'imposent. Le document doit être interprété dans le contexte de la convention 3002699188 / 07/24/2023 en date du 24 juillet 2023 (la « Convention ») intervenue entre SNC-Lavalin et Newmont (le « Client »), ainsi que de la méthodologie, des procédures et des techniques utilisées, des hypothèses de SNC-Lavalin ainsi que des circonstances et des contraintes qui ont prévalu lors de l'exécution de ce mandat. Ce document n'a pour raison d'être que l'objectif défini dans la Convention et est au seul usage du Client, dont les recours sont limités à ceux prévus dans la Convention. Il doit être lu comme un tout, à savoir qu'une portion ou un extrait isolé ne peut être pris hors contexte.

En préparant ses estimations, le cas échéant, SNC-Lavalin a suivi une méthode et des procédures et pris les précautions appropriées au degré d'exactitude visé, en se basant sur ses compétences professionnelles en la matière et avec les précautions qui s'imposent, et est d'opinion qu'il y a une forte probabilité que les valeurs réelles seront compatibles aux estimations. Cependant, l'exactitude de ces estimations ne peut être garantie. À moins d'indication contraire expresse, SNC-Lavalin n'a pas contrevérifié les hypothèses, données et renseignements en provenance d'autres sources (dont le Client, les autres consultants, laboratoires d'essai, fournisseurs d'équipements, etc.) et sur lesquels est fondée son opinion. SNC-Lavalin n'en assume nullement l'exactitude et décline toute responsabilité à leur égard.

Dans toute la mesure permise par les lois applicables, SNC-Lavalin décline en outre toute responsabilité envers le Client et les tiers en ce qui a trait à l'utilisation (publication, renvoi, référence, citation ou diffusion) de tout ou partie du présent document, ainsi que toute décision prise ou action entreprise sur la foi dudit document.

TABLE DES MATIÈRES

1.0 Introduction 5
1.1 Mise en contexte 5
1.2 Objectifs 5
1.3 Méthodologie 6
2.0 Étude de présélection des alternatives et technologies 6
2.1 Atelier de présélection 6
2.2 Présélection de la technologie 7
2.2.1 Identification des critères de présélection de la technologie 7
2.2.2 Identification des technologies 7
2.2.3 Évaluation de présélection de la technologie 7
2.2.4 Technologie retenue 9
2.3 Présélection des alternatives 10
2.3.1 Identification des critères de présélection des alternatives 10
2.3.2 Identification des alternatives 11
2.3.3 Évaluation de présélection des alternatives 11
2.3.4 Alternatives retenues 14
3.0 Description des alternatives retenues 14
4.0 Méthode d'évaluation des alternatives 16
4.1 Atelier de sélection 16
4.1.1 Identification des risques et opportunités 17
4.1.2 Indicateurs et pondération 18
5.0 Résultats 25
5.1 Résultats pondérés et non-pondérés 25
5.2 Discussion 32
5.3 Analyse de sensibilité 33
5.4 Pistes d'amélioration pour la solution gagnante 34
6.0 Conclusion 34
7.0 Bibliographie 35

Liste des figures

Figure 2-1 : Localisation des différents scénarios 12
Figure 3-1 : Scénario 1 – Expansion vers le Nord 15
Figure 3-2 : Scénario 2 – Expansion vers le Sud 15
Figure 3-3 : Scénario 3 – Expansion vers le Sud appuyant la montagne 15
Figure 3-4 : Scénario 4 – Expansion vers le Sud appuyant la montagne en cascade 16
Figure 5-1 : Résultats non-pondérés 27
Figure 5-2 : Résultats pondérés 28

Liste des tableaux

Tableau 2-1 : Comparaison des technologies 8
Tableau 2-2 : Capacité des alternatives 11
Tableau 2-3 : Comparaison des alternatives 13
Tableau 3-1 : Comparaison quantitative des alternatives 14
Tableau 4-1 : Risques et opportunités des différents scénarios d'agrandissement du PAR identifiés lors de l'atelier de sélection 17
Tableau 4-2 : Catégories 18
Tableau 4-3 : Catégories et indicateurs sélectionnés pour l'étude comparative des alternatives 19
Tableau 4-4 : Notation proposée 20
Tableau 4-5 : Notation des indicateurs 21
Tableau 4-6 : Méthode de calcul des résultats non pondérés 24
Tableau 4-7 : Pondération des catégories proposées 24
Tableau 4-8 : Pondération des catégories choisies par Newmont pour l'analyse de sensibilité 25
Tableau 5-1 : Notification des alternatives 26
Tableau 5-2 : Résultats détaillés : justification des cotes 29
Tableau 5-3 : Sommaire des résultats non-pondérés par sphère 32
Tableau 5-4 : Sommaire des résultats non-pondérés par catégorie 33
Tableau 5-5 : Pondération de l'analyse de sensibilité 33
Tableau 5-6 : Résultats de l'analyse de sensibilité 34

Liste des annexes

ANNEXE A : Présentation lors de l'atelier d'étude d'options
ANNEXE B : Rapport Octant 2023

1.0 Introduction

1.1 Mise en contexte

La Mine Éléonore exploite depuis 2014 un gisement aurifère situé en bordure du Réservoir Opinaca dans le territoire d'Eeyou Istchee Baie-James. L'extraction et le traitement du minerai entraînent la production de résidus miniers non sulfureux et décyanurés qui sont ensuite filtrés, transportés par camion et déposés dans le parc à résidus (PAR) à l'aide de bouteurs.

Le PAR est divisé en quatre (4) phases et occupe l'empreinte originale autorisée lors de la mise en exploitation commerciale de la mine en 2014. Le PAR est actuellement en exploitation et atteindra sa capacité maximale à la fin de l'année 2026. Pour continuer les opérations au début 2027, une nouvelle phase d'expansion est actuellement planifiée. Cette planification permettra de franchir en temps opportun toutes les étapes de l'échéancier requises en vue de la mise en service du PAR au début 2027, notamment l'obtention des diverses autorisations ministérielles et autres permis requis.

Plusieurs alternatives d'agrandissement du PAR ont été proposées par SNC-Lavalin. Afin d'orienter le choix d'agrandissement, une séance de remue-méninge avec Newmont a eu lieu en juillet 2023. Cette séance a permis d'identifier les critères de sélection préliminaires, les technologies disponibles et les alternatives possibles pour l'agrandissement du PAR. Par suite de cet atelier, une rencontre de présélection des alternatives a eu lieu en août 2023 où trois alternatives ont été sélectionnées.

Les trois alternatives sélectionnées ont été analysées en détail et une analyse comparative a été effectuée au moyen de l'outil durabilité de SNC-Lavalin, qui consiste à intégrer les concepts du développement durable à la comparaison des alternatives.

Cette note technique traite initialement des résultats des rencontres de remue-méninge et de présélection. Elle présente les alternatives retenues pour l'analyse comparative, le fonctionnement de l'outil durabilité et le choix des critères de comparaison et de leur pondération. Elle renferme également les résultats de l'atelier de comparaison des trois alternatives sélectionnées.

1.2 Objectifs

L'objectif de cette note technique est de documenter l'analyse effectuée et les décisions qui ont été prises lors de l'étude d'options.

Afin d'arriver à l'identification de la solution sélectionnée, l'étude d'options intègre :

- l'identification d'alternatives possibles;
- la présélection d'alternatives;
- la caractérisation des alternatives;
- le processus décisionnel incluant le développement des critères de sélection, de la matrice décisionnelle et de l'étude de sensibilité.

1.3 Méthodologie

La méthodologie utilisée lors de l'évaluation des options d'agrandissement du PAR est alignée avec le processus recommandé dans le *Guide sur l'évaluation des solutions de rechange pour l'entreposage des déchets miniers* publié par Environnement Canada (2016), qui inclut les étapes suivantes :

Étape 1 : Identification des alternatives possibles

Étape 2 : Présélection des alternatives

Étape 3 : Caractérisation des alternatives

Étape 4 : Développement de la matrice décisionnelle – critères de sélection

Étape 5 : Développement de la matrice décisionnelle – pondération

Étape 6 : Analyse de sensibilité

Étape 7 : Documentation des résultats

Les alternatives et les critères de présélection de l'Étape 1 ont été convenus durant une rencontre avec l'équipe de Newmont en juillet 2023. Par la suite, pour la présélection, soit l'Étape 2, une autre rencontre a eu lieu avec l'équipe de Newmont en août 2023. Finalement, les résultats des Étapes 3 à 6 ont été présentés et discutés lors d'un atelier avec l'équipe de Newmont en septembre 2023.

2.0 Étude de présélection des alternatives et technologies

2.1 Atelier de présélection

Les critères de sélection ainsi que les alternatives et technologies potentielles ont été identifiés lors de l'atelier de présélection du 27 juillet 2023. Cette rencontre a eu lieu aux bureaux de SNC-Lavalin à Montréal ainsi qu'en ligne avec les participants suivants :

En personne :
Alexis Lemire (Newmont)
William Fresser (Newmont)
Donald Fortin (Newmont)
Geneviève Marchand (SLI)
Amir Hossein Zamani (SLI)
Philip Gomes (SLI)
Paola Cardenas (SLI)
Felix-Antoine Desrochers (SLI)
Mireille Ewane (SLI)
Pamela Pasquis (SLI)
Yassir Marrah (SLI)

En ligne :
Jerome Loisel (Newmont)
Geneviève Pépin (Newmont)
Christian Razafiharimanana (SLI)

2.2 Présélection de la technologie

La première partie de l'atelier consistait à identifier les critères de sélection de la technologie ainsi que les différentes technologies applicables pour l'agrandissement du PAR.

2.2.1 Identification des critères de présélection de la technologie

Les critères de présélection établis sont les suivants :

- **Critère 1** : **Communauté :** La technologie requiert un faible empiètement au sol.
- **Critère 2** : **Communauté :** La technologie est acceptée socialement par les communautés.
- **Critère 3** : **Environnement :** La technologie est acceptable au niveau réglementaire.
- **Critère 4** : **Fiabilité :** Cette technologie peut être utilisée dans les délais convenus.
- **Critère 5** : **Fiabilité :** Le site a suffisamment de capacité pour gérer la totalité des résidus anticipés.
- **Critère 6** : **Fiabilité :** Les scénarios identifiés permettent la déposition de ce type de résidu.
- **Critère 7** : **Économie :** Le coût de cette technologie est acceptable comparativement aux coûts des autres technologies proposées.

Les critères 2, 3, 4 et 5 sont des caractéristiques de faille fatale (fatal flaw), qui à elle seule, écarte la technologie proposée.

2.2.2 Identification des technologies

Trois technologies possibles ont été identifiées :

- La déposition de résidus en pulpe – Les résidus en pulpe sont les résidus conventionnels sursaturés en eau tels que produits au concentrateur avant la filtration à l'usine de traitement. Ils correspondent au terme général « slurry » en anglais. Ils forment généralement une boue peu consistante qui s'écoule assez facilement et sont acheminés au PAR par pipeline équipé de pompes centrifuges.
- La déposition de résidus épaissis – Les résidus épaissis résultent d'une filtration modérée des résidus en pulpe par usage d'équipements d'épaississage et de filtration. Les résidus épaissis ont un pourcentage de solides massique compris entre 60 et 75 %. Ils sont généralement acheminés au PAR par pipeline équipé de pompes centrifuges.
- La déposition de résidus filtrés – Les résidus filtrés sont des résidus miniers qui ont atteint des niveaux de retrait d'eau très élevés induisant une concentration en particules solides supérieure ou égale à 85 %. Ils sont généralement acheminés au PAR par un système de convoyeur à bandes ou par camion ou train.

La technologie de résidus filtrés est celle utilisée depuis 2014 et l'ensemble du système de gestion des résidus s'articule autour de cette technologie et est en constante amélioration.

2.2.3 Évaluation de présélection de la technologie

Chacune des technologies identifiées a été évaluée en fonction des critères de sélection préétablis. Les technologies ne rencontrant pas les critères de caractéristiques de faille fatale ont été éliminées.

Tableau 2-1 : Comparaison des technologies

		Résidus filtrés	Résidus épaissis	Résidus en pulpe
Communauté	1- La technologie requiert un faible empiètement au sol	**Oui**	**Possible**	**Non**
	2- La technologie est acceptée socialement par les communautés	**Oui**	**Non**	**Non**
Environnement	3- La technologie est acceptable au niveau réglementaire	**Oui**	**Oui**	**Possible**
Fiabilité	4- Cette technologie peut être utilisée dans les délais convenus	**Oui**	**Non**	**Non**
	5- Le site a suffisamment de capacité pour gérer la totalité des résidus anticipés	**Oui**	**Possible**	**Non**
	6- Les scénarios évalués permettent de déposer ce type de résidus	**Oui**	**Possible**	**Non**
Économie	7- Le coût de cette technologie est acceptable comparativement aux coûts des autres technologies proposées	**Oui**	**Possible**	**Possible**

Décision	Oui	Non	Non
Raisonnement	Technologie présentement en utilisation	Cette technologie n'a pas l'acceptabilité sociale due à une entente avec les communautés empêchant son utilisation. L'utilisation de cette technologie ne pourrait se faire dans les délais convenus.	Cette technologie n'a pas l'acceptabilité sociale due à une entente avec les communautés empêchant son utilisation. L'utilisation de cette technologie ne pourrait se faire dans les délais convenus. Les sites évalués ne possèdent pas la capacité nécessaire pour gérer ces résidus.

2.2.4 Technologie retenue

Basé sur les critères d'évaluation, les résidus épaissis et les résidus en pulpe ne rencontrent pas le critère de faille fatale d'acceptabilité sociale, puisque ces technologies sont exclues des technologies utilisables selon l'entente avec les communautés. La technologie retenue, et celle qui remplit tous les critères préétablis, est la déposition de résidus filtrés telle que présentement utilisée au site.

2.3 Présélection des alternatives

Cette section présente les différents critères de présélection établis lors de la rencontre de remue-méninge ainsi que les alternatives identifiées pour l'agrandissement du PAR actuel ou l'emplacement d'un nouveau PAR afin de contenir les résidus dès 2027. Une évaluation de haut niveau de la capacité de chacune des alternatives a été faite afin de répondre à certains des critères établis.

2.3.1 Identification des critères de présélection des alternatives

Des critères de présélection ont été établis lors de la rencontre de remue-méninge avant d'élaborer les différentes alternatives possibles. Les alternatives ne rencontrant pas certains critères ont été éliminées dans le cadre de l'exercice de remue-méninge ayant eu lieu en juillet 2023 à l'aide notamment d'une matrice d'analyse.

- **Critère 1 : Communauté :** L'acceptabilité sociale de l'alternative;
- **Critère 2 : Communauté :** L'agrandissement doit être situé dans le bassin versant du Réservoir Opinaca selon l'entente avec les communautés Cris;
- **Critère 3 : Environnement :** L'agrandissement doit avoir un faible impact sur l'environnement;
- **Critère 4 : Environnement :** Les aires d'entreposage des matériaux existants doivent être suffisantes pour entreposer les matériaux excavés lors de la construction;
- **Critère 5 : Fiabilité :** La capacité estimée de l'agrandissement doit être égale ou supérieure à 10 Mm^3;
- **Critère 6 : Fiabilité :** L'expansion verticale doit respecter les contraintes des instructions de vols de l'aérodrome;
- **Critère 7 : Fiabilité :** Possibilité de faire un agrandissement additionnel;
- **Critère 8 : Fiabilité :** Présence de peu d'argile dans la fondation;
- **Critère 9 : Fiabilité :** Possibilité d'utiliser les bassins de collecte des eaux existants;
- **Critère 10 : Fiabilité :** Possibilité de procéder à une restauration progressive des autres phases du PAR;
- **Critère 11 : Fiabilité :** Possibilité de procéder à une construction en phasage;
- **Critère 12 : Économie :** Absence d'infrastructures existantes nécessitant un déplacement;
- **Critère 13 : Économie :** Possibilité d'intégrer une carrière dans l'empreinte de l'agrandissement;
- **Critère 14 : Économie :** Respect de l'échéancier de réalisation du projet pour une construction en 2025;
- **Critère 15 : Économie :** Minimisation des coûts opérationnels tels le camionnage.

Les critères 1, 2, 5 et 14 sont des caractéristiques de faille fatale, qui à elle seule, écarte l'alternative d'agrandissement du PAR.

Le critère 6 concernant l'expansion verticale est basé sur le rapport de Octant, Examen préliminaire Sites potentiels de résidus miniers Phase 5 / Aérodrome Éléonore (Octant, 2023) présenté à l'Annexe B.

2.3.2 Identification des alternatives

Un total de dix scénarios a été identifié lors de la rencontre de remue-méninge. Ces scénarios, indiqués à la **Figure 2-1**, sont les suivants :

- Scénario 1 – Expansion du PAR actuel vers le Nord;
- Scénario 2 – Expansion du PAR actuel vers le Sud;
- Scénario 3 – Expansion du PAR actuel vers le Sud en s'appuyant sur la montagne;
- Scénario 4 – Expansion du PAR actuel vers le Sud en s'appuyant sur la montagne en cascade;
- Scénario 5 – Expansion du PAR actuel vers l'Est du PAR;
- Scénario 6 – Expansion du PAR actuel vers l'Ouest du PAR au niveau des bassins de collecte;
- Scénario 7 – Nouveau PAR au Nord de la halde à tourbe et argile;
- Scénario 8 – Nouveau PAR dans la carrière C-02;
- Scénario 9 – Nouveau PAR dans la sablière A-01 (Banc Bouchard);
- Scénario 10 – Nouveau PAR dans le site d'entreposage Sud;

L'emplacement des différents scénarios est présenté à la **Figure 2-1**.

2.3.3 Évaluation de présélection des alternatives

Chacune des alternatives identifiées a été évaluée en fonction de critères de sélection préétablis. Le **Tableau 2-3** présente la comparaison des alternatives identifiées. Celles ne rencontrant pas l'un des critères de caractéristiques de faille fatale ont été éliminées.

Le critère 6, selon lequel l'expansion verticale doit respecter les contraintes des instructions de vols de l'aérodrome, indique que le scénario 7 est limité à une hauteur de 240 m. Cette limitation diminue grandement le volume de stockage, alors que le scénario 5 est le deuxième site légèrement limité en élévation, avec une élévation maximale de 267 m.

La capacité de stockage des scénarios de l'agrandissement, critère 5, a été estimée à l'aide du logiciel MUK3D. Les résultats sont présentés au tableau ci-dessous :

Tableau 2-2 : Capacité des alternatives

Alternative	Description	Capacité (Mm^3)
Scénario 1	Expansion vers le Nord	10,4
Scénario 2	Expansion vers le Sud	16,8
Scénario 3	Expansion vers le Sud appuyant la montagne	35,7
Scénario 4	Expansion vers le Sud appuyant la montagne en cascade	28,6
Scénario 5	Expansion vers l'Est	3,7
Scénario 6	Expansion vers l'Ouest au niveau des bassins de collecte (déplacer les bassins)	2,8
Scénario 7	Nouveau PAR au Nord de la halde à tourbe et argile	2,4
Scénario 8	Nouveau PAR dans la carrière C-02	0,6
Scénario 9	Nouveau PAR dans la sablière A-01 (Banc Bouchard)	4,2
Scénario 10	Nouveau PAR dans le site d'entreposage du Sud	9,0

Figure 2-1 : Localisation des différents scénarios



Tableau 2-3 : Comparaison des alternatives

		Critères de présélection	Scénario 1 Expansion vers le Nord	Scénario 2 Expansion vers le Sud	Scénario 3 Expansion vers le Sud appuyant la montagne	Scénario 4 Expansion vers le Sud appuyant la montagne en cascade	Scénario 5 Expansion vers l'Est	Scénario 6 Expansion vers l'Ouest au niveau des bassins de collecte (déplacer les bassins)	Scénario 7 Nouveau PAR au Nord de l'usine de traitement	Scénario 8 Nouveau PAR dans la carrière C-02	Scénario 9 Nouveau PAR dans le Banc Bouchard	Scénario 10 Nouveau PAR dans le site d'entreposage au Sud
Communauté	1	Est-ce que le scénario sera acceptable socialement (tel un faible empiètement des terres)?	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non
	2	Est-ce localisé dans le bassin versant Réservoir Opinaca?	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Oui
Environnement	3	Faible potentiel d'impact sur l'environnement?	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Possible	Oui	Oui	Non
	4	Est-ce que les aires d'entreposage actuelles des matériaux excavés seront suffisantes?	Possible	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Possible
Fiabilité	5	Est-ce que sa capacité estimée est égale ou supérieure à 10 Mm3? (voir Tableau 2-2)	Possible	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Possible
	6	L'expansion verticale doit respecter les contraintes des instructions de vols de l'aérodrome.	Oui	Oui	Oui	Oui	Possible	Oui	Non	Oui	Oui	Oui
	7	Sera-t-il possible de faire une expansion additionnelle?	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non
	8	Est-ce qu'il y a présence de peu d'argile dans la fondation?	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Possible	Oui	Oui	Oui
	9	Est-ce possible d'utiliser les bassins de collecte existants?	Possible	Possible	Possible	Possible	Possible	Non	Non	Non	Non	Non
	10	Sera-t-il possible de procéder à une restauration progressive des phases 1 à 4?	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
	11	Sera-t-il possible de procéder à une construction en phasage?	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Économie	12	Absence d'infrastructures existantes nécessitant un déplacement.	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
	13	Est-ce possible d'intégrer une carrière dans l'empreinte de l'expansion?	Possible	Non	Non	Non	Non	Non	Possible	Non	Non	Oui
	14	Est-ce que l'échéancier de réalisation du projet pour une construction en 2025 est respecté?	Oui	Possible	Possible	Possible	Non	Non	Non	Non	Non	Non
	15	Est-ce que le scénario minimise les coûts opérationnels (camionnage)?	Possible	Possible	Possible	Possible	Possible	Possible	Oui	Non	Non	Possible
Décision de poursuivre dans l'étude d'options			Oui	Oui	Oui	Possible	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Raisonnement			Scénario à privilégier dû à sa localisation et au volume minimal d'argile et de tourbe à excaver.	Scénario à privilégier dû aux grands volumes d'expansion possibles.	Scénario à privilégier dû aux grands volumes d'expansion possibles, cependant, la présence de halde à tourbes doit être considérée.	Ce scénario sera évalué à même le scénario 3.	Volume insuffisant. Manque d'études géotechniques dans le secteur. Déplacement du chemin d'accès pouvant entraîner des délais sur l'échéancier de construction.	Volume insuffisant. Déplacement des bassins de collecte et station de pompage pouvant entraîner des délais sur l'échéancier.	Volume insuffisant. Perturbation de l'aérodrome et autres infrastructures.	Volume insuffisant. Bassin versant de la rivière Opinaca.	Volume insuffisant. Bassin versant de la rivière Opinaca. Chasse et pêche dans le secteur. Perte de la source de sable pour le site.	Emplacement de chasse et pêche. Déplacement de deux lacs qui pourrait demander beaucoup d'études supplémentaires qui causeraient des délais.

2.3.4 Alternatives retenues

Les scénarios 5, 6, 7, 8 et 9 ne rencontrent pas le critère 5 de présélection, indiquant une capacité de stockage de l'agrandissement égale ou supérieure à 10 Mm3. Étant donné que ce critère est de caractéristique de faille fatale, ces scénarios sont éliminés. Le scénario 10 pourrait probablement être optimisé pour rencontrer les volumes requis, mais il ne pourrait être fait dans les délais convenus. De plus, il est situé dans un secteur de chasse et pêche. Il doit donc être également éliminé.

Les alternatives retenues pour l'analyse avec durabilité sont donc les scénarios suivants :

- Scénario 1 - Expansion vers le Nord
- Scénario 2 - Expansion vers le Sud
- Scénario 3 - Expansion vers le Sud s'appuyant sur la montagne

Le scénario 4 étant une variation du scénario 3, il sera évalué à même le scénario 3 et n'aura donc pas une analyse distincte.

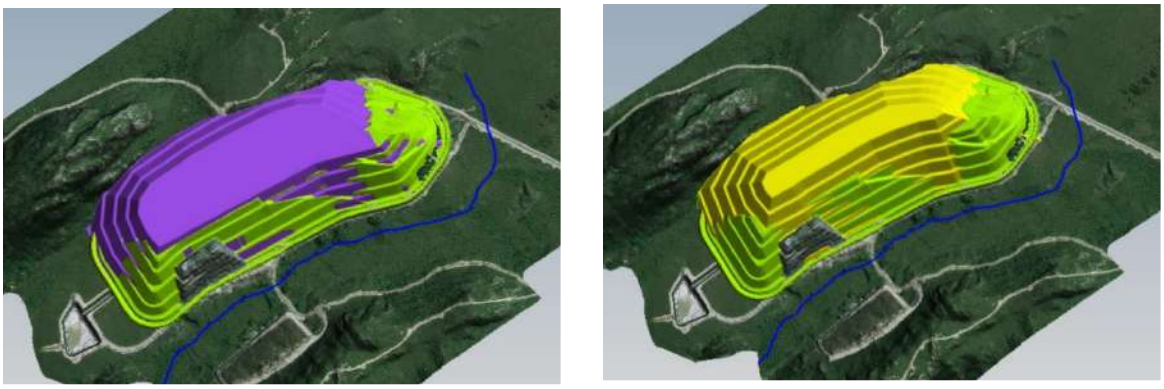
3.0 Description des alternatives retenues

Les capacités de chacun des scénarios retenus ont été évaluées à haut niveau afin d'obtenir l'information quantitative nécessaire pour comparer les alternatives, et ce, à des élévations maximales de 260 m et de 275 m. L'estimation de la superficie de chacun des scénarios ainsi que de leur volume total respectif a été effectuée à l'aide du logiciel MUK3D. Le logiciel a aussi permis d'évaluer les distances moyennes aux bancs d'emprunt (sable et gravier) ainsi qu'à l'usine de traitement du minerai. Le **Tableau 3-1** suivant résume les informations obtenues lors de la modélisation alors que les figures 3-1 à 3-4 présentent l'empreinte des différents scénarios.

Tableau 3-1 : Comparaison quantitative des alternatives

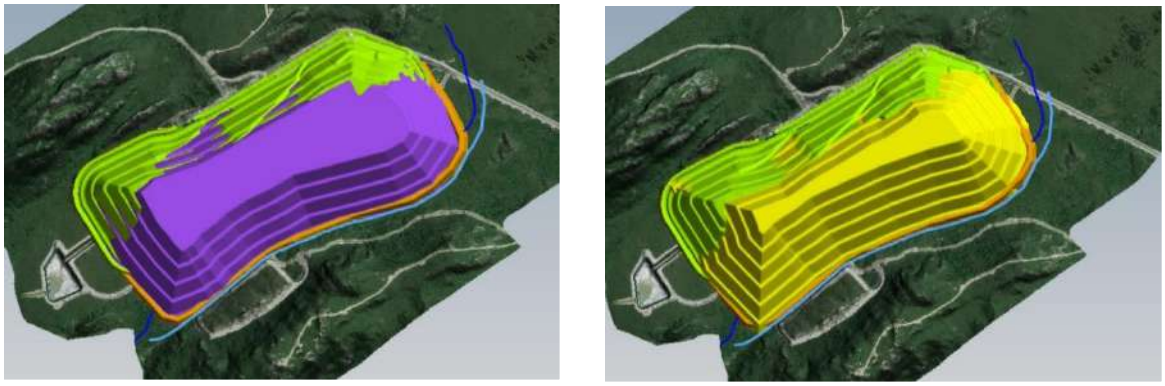
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Description	Expansion vers le Nord	Expansion vers le Sud	Expansion vers le Sud s'appuyant à la montagne
Superficie de l'empreinte (m^2)	150 000	460 000	920 000
Capacité (Mm^3) Élévation finale à 260 m Élévation finale à. 275 m Élévation finale de 260 m à 275 m (cascade)	 7,9 10,4 NA	 13,9 16,8 NA	 25,3 35,7 28,6
Distance à la sablière (A-01, soit le Banc Bouchard)	2 km	3 km	3 km
Distance à la carrière (C-02)	8 km	7 km	7 km
Distance à l'usine de traitement	4 km	3 km	3 km

Figure 3-1 : Scénario 1 – Expansion vers le Nord



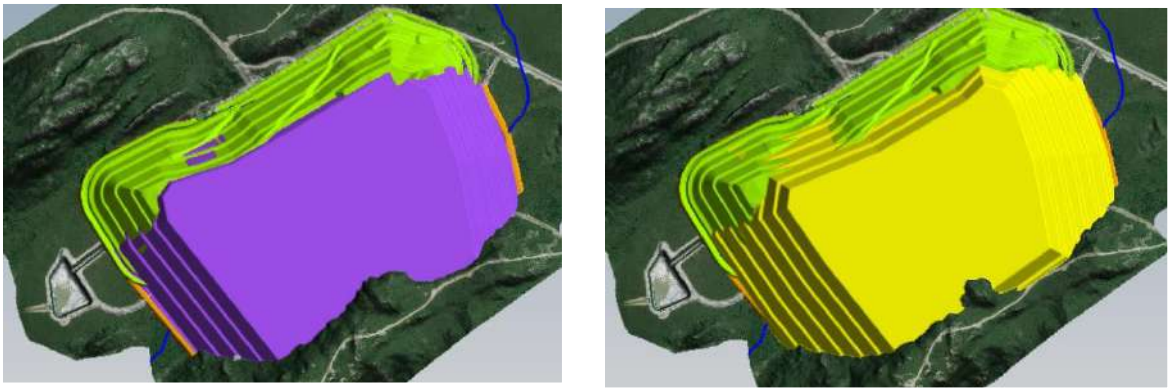
a) Élévation 260 m b) Élévation 275 m

Figure 3-2 : Scénario 2 – Expansion vers le Sud



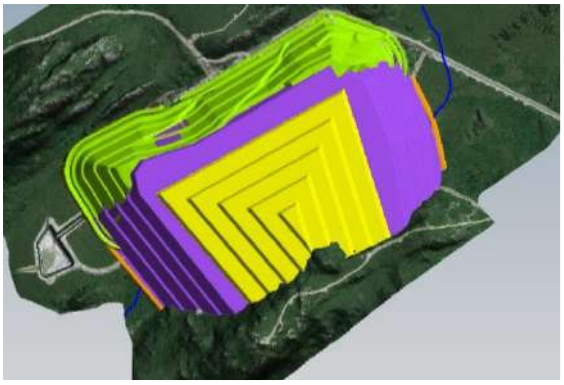
a) Élévation 260 m b) Élévation 275 m

Figure 3-3 : Scénario 3 – Expansion vers le Sud appuyant la montagne



a) Élévation 260 m b) Élévation 275 m

Figure 3-4 : Scénario 4 – Expansion vers le Sud appuyant la montagne en cascade



4.0 Méthode d'évaluation des alternatives

Une analyse comparative des scénarios sélectionnés a été faite à l'aide de l'outil décisionnel durabilité sur la base d'indicateurs préétablis. L'outil décisionnel aide à sélectionner le ou les scénarios présentant le meilleur potentiel. Dans cet outil, des indicateurs sont élaborés dans les trois (3) sphères du développement durable (Communauté, Environnement et Économie) et un quatrième pilier de l'ingénierie : Fiabilité. L'analyse des scénarios selon les principes du développement durable permet de faire un choix le plus équilibré possible entre les contraintes communautaires, environnementales et économiques, tout en ne négligeant pas la faisabilité technique des scénarios envisagés. L'analyse permet également de cibler l'indicateur où il y a le plus d'efforts à faire pour rendre un scénario plus acceptable.

4.1 Atelier de sélection

Un atelier de sélection a eu lieu le 19 septembre 2023. La présentation utilisée lors de l'atelier de sélection de l'étude d'options se trouve à l'Annexe A. L'atelier avait pour objectif la sélection d'indicateurs représentatifs, l'établissement de la pondération de ces indicateurs et l'évaluation des alternatives. Cette rencontre a eu lieu dans les bureaux de SLI à Montréal ainsi qu'en ligne avec les participants suivants :

En personne :
Alexis Lemire (Newmont)
Donald Fortin (Newmont)
Geneviève Marchand (SLI)
Philip Gomes (SLI)
Paola Cardenas (SLI)
Felix-Antoine Desrochers (SLI)
Pamela Pasquis (SLI)

En ligne :
Jerome Loisel (Newmont)
Geneviève Pépin (Newmont)
William Fresser (Newmont)
Jean-François Painchaud (Newmont)
Vincent Martin (Newmont)
Stéphanie Thibeault (Newmont)
Brett Byler (Newmont)
Mireille Ewane (SLI)

4.1.1 Identification des risques et opportunités

Préalablement à l'évaluation des scénarios à l'aide de l'outil durabilité, les risques et opportunités de chacun des scénarios ont été identifiés selon les informations fournies par les différents participants et selon les résultats de l'analyse MUK3D. Le **Tableau 4-1** présente les risques et opportunités identifiés au cours de l'atelier. Ceux-ci ont servi de point de départ à l'analyse durabilité.

Tableau 4-1 : Risques et opportunités des différents scénarios d'agrandissement du PAR identifiés lors de l'atelier de sélection

Alternatives	Risques	Opportunités
Scénario 1 – Agrandissement vers le Nord	✓ Disposition des résidus en pente ascendante vers la paroi rocheuse ✓ Constructibilité de la digue du côté Ouest ✓ Volume limité ✓ Proximité aux limites du bassin versant du Réservoir Opinaca ✓ Perturbation du chemin de halage ✓ Difficulté de gestion des eaux près de la paroi rocheuse ✓ Dynamitage près du PAR existant ✓ Analyse de stabilité de la digue périphérique du PAR actuel n'a pas été effectuée à une élévation de 275 m	✓ Volume limité des sols à excaver ✓ Réutilisation de la roche dynamitée ✓ Peu d'argile dans l'assise de fondation des digues d'amorce ✓ Possibilité de procéder à la restauration de la Phase 1 telle que planifiée ✓ Acceptabilité sociale déjà effectuée ✓ L'inventaire de la faune et de la flore déjà effectué ✓ Aucune perturbation des infrastructures existantes ✓ Utilisation des chemins existants pour la construction
Scénario 2 – Agrandissement vers le Sud	✓ Délai potentiel lié au détournement du cours d'eau et à l'obtention de permis (18 mois à 2 ans) ✓ L'inventaire de la faune et de la flore doit être effectué ✓ Large épaisseur d'argile et de tourbe à excaver et disposer ✓ Ne permet pas d'effectuer la restauration de la Phase 1 telle que planifiée ✓ Besoin de relocaliser la ligne électrique et le conduit de décharge à l'usine de traitement d'eau	✓ Volume supérieur à 10 Mm^3 même à une hauteur de 260 m ✓ Possibilité de limiter l'expansion à 260 m et de fermer les phases 1 à 4 pendant l'exploitation ✓ Situé plus près de l'usine de traitement du minerai

Scénario 3 – Agrandissement vers le Nord appuyant sur la montagne	✓ Délai potentiel lié à la canalisation d'un cours d'eau et à l'obtention de permis (>2 ans) ✓ Canalisation du cours d'eau peut s'avérer complexe ✓ Large épaisseur d'argile et de tourbe à excaver et disposer ✓ Ne permet pas d'effectuer la restauration de la Phase 1 telle que planifiée ✓ Besoin de relocaliser la ligne électrique et le conduit de décharge à l'usine de traitement d'eau ✓ Besoin de relocaliser la halde à tourbe ✓ Complexité dans la gestion des eaux de surface	✓ Volume supérieur à 10 Mm3 même à une hauteur de 260 m ✓ Possibilité de limiter l'expansion à 260 m et de fermer les phases 1 à 4 pendant l'exploitation ✓ Situé plus près de l'usine de traitement du minerai

4.1.2 Indicateurs et pondération

Préalablement à l'atelier, des indicateurs de chacune des trois (3) sphères du développement durable (communauté, environnement et économie) et de l'ingénierie (fiabilité) ont été présélectionnés. Ces indicateurs sont regroupés en catégories distinctes et chacune de ces catégories représente un enjeu important dans le cadre de l'agrandissement du PAR. De un à six indicateurs sont analysés dans chacune des catégories. Les indicateurs ont été choisis de manière à limiter la redondance d'une catégorie à l'autre et ainsi éviter la surreprésentation.

Les catégories identifiées au **Tableau 4-2** peuvent ou non être applicables au projet.

Tableau 4-2 : Catégories

	Communauté	Environnement	Économie	Fiabilité
Catégories	Santé et sécurité Qualité de vie Emplois Acceptabilité sociale	Matériaux Eau Énergie Air Biodiversité	Coûts en capital Coût entretien et opération durant l'exploitation Coût entretien et opération après restauration Coût en capital de la restauration	Technologie Risques naturels Flexibilité Permis

Les indicateurs présélectionnés dans chacune des catégories ont été distribués aux membres de l'équipe de Newmont préalablement à l'atelier afin d'obtenir leurs commentaires. Lors de l'atelier, ils ont été revus et discutés pour ensuite être conservés, modifiés ou éliminés s'ils n'étaient pas applicables, étaient redondants ou présentaient des résultats identiques pour chacune des alternatives. D'autres indicateurs ont été ajoutés pendant l'atelier.

Le **Tableau 4-3** résume les catégories et indicateurs sélectionnés pour effectuer l'étude comparative des alternatives.

Tableau 4-3 : Catégories et indicateurs sélectionnés pour l'étude comparative des alternatives

Sphère	Catégorie	Indicateur
Communauté	Acceptabilité sociale	> Acceptabilité sociale du projet (I1)
Environnement	Eau	> Impact sur les milieux humides/cours d'eau (I2) > Besoin de détourner un cours d'eau (I3)
	Énergie	> Distance entre le parc à résidus et l'usine de traitement du minerai (I4)
	Air	> Génération de poussière durant les travaux (I5)
Économie	Coûts en capital du projet	> Distance au banc d'emprunt – gravier (I6) > Distance au banc d'emprunt – sable (I7) > Ratio du volume sur la surface (m^3/ha) à l'élévation 275 m (I8) > Proximité des aires de déposition (tourbe et argile) (I9) > Coût de relocalisation d'infrastructures (conduit, ligne électrique, halde à tourbe) (I10) > Coût en capital du projet (digue et géomembrane) (I11)
	Coût d'opération durant l'exploitation	> Coût d'entretien du PAR durant l'exploitation (I12) > Coût de gestion des résidus durant l'exploitation (placement des résidus) (I13) > Coût de gestion des eaux durant l'exploitation (I14)
Fiabilité	Technologie	> Besoin d'un deuxième bassin de collecte (I15) > Possibilité de fermer graduellement le PAR existant (Phases 1 à 4) (I16) > Stabilité du PAR (I17) > Épaisseur moyenne de l'argile sous le PAR (I18) > Les travaux prévus sont-ils simples ou complexes (constructibilité) (I19) > Les données de base utilisées pour le concept sont-elles complètes et fiables (I20)
	Risques naturels	> Le concept est-il vulnérable aux conditions météorologiques (inondation, sécheresse, vent, ruissellement après fermeture, feux de forêt)? (I21) > Le concept est-il vulnérable aux risques sismiques (infrastructures et fondations) (I22)
	Flexibilité	> Flexibilité à fermer graduellement le PAR (I23)
	Permis	> Impact de l'obtention des permis sur l'échéancier de construction (I24) > Les autorités gouvernementales sont familières avec le concept et les permis seront obtenus aisément (I25)

Une note de -2, -1, 0, 1 ou 2 a été attribuée à chaque indicateur. Le **Tableau 4-4** montre le système de notation des indicateurs proposés, qui peut être quantitatif (dimension, monétaire, autre) ou qualitatif comme présenté dans le **Tableau 4-4**. Dans cette analyse, les scénarios sont comparés les uns aux autres, plutôt que par rapport à un scénario de base. Dans certains cas, les indicateurs ne comportent pas cinq notes, mais peuvent se limiter à quatre, trois ou même deux notes en fonction de l'indicateur du contexte.

Tableau 4-4 : Notation proposée

Note	Description
-2	Très mauvais
-1	Mauvais
0	Neutre
1	Bon
2	Très bon

La note de chacun des indicateurs a été définie lors de l'atelier et est présentée au **Tableau 4-5**.

Tableau 4-5 : Notation des indicateurs

Sphère	Catégorie	Indicateur	Notation
Communauté	Acceptabilité sociale	> Acceptabilité sociale du projet (I1)	-2 La population est réfractaire au projet 0 La population n'est pas au courant du projet 2 La population veut le projet
Environnement	Eau	> Impact sur les milieux humides/cours d'eau (I2)	-2 Détournement majeur -1 Détournement significatif 0 Détournement moyen 1 Faible détournement 2 Aucun détournement
		> Besoin de détourner un cours d'eau (I3)	-2 Élevé - Plus de deux 0 Un ou deux 2 Aucun
	Énergie	> Distance entre le parc à résidus et l'usine de traitement du minerai (I4)	-2 Plus de 8 km -1 6 à 8 km 0 4 à 6 km 1 2 à 4 km 2 Moins de 2 km
	Air	> Génération de poussière durant les travaux (I5)	-2 Majeure -1 Significative 0 Moyenne 1 Faible 2 Aucune
Économie	Coûts en capital du projet	> Distance au banc d'emprunt – gravier (I6)	-2 Plus de 10 km -1 7 à 10 km 0 5 à 7 km 1 2 à 5 km 2 Moins de 2 km
		> Distance au banc d'emprunt – sable (I7)	-2 Plus de 7 km 0 2 à 7 km 2 Moins de 2 km
		> Ratio du volume sur la surface (m3/ha) à l'élévation 275 m (I8)	-2 Moins de 200 000 m3/ha -1 Entre 200 000 et 300 000 m3/ha 0 Entre 300 000 et 400 000 m3/ha 1 Entre 400 000 et 500 000 m3/ha 2 Plus de 500 000 m3/ha
		> Proximité des aires de déposition (tourbe et argile) (I9)	-2 Plus de 2 km 0 1 à 2 km 2 Moins de 1 km
		> Coût de relocalisation d'infrastructures (conduit, ligne électrique, halde à tourbe) (I10)	-2 Majeur -1 Significatif 0 Moyen 1 Faible 2 Aucun

Sphère	Catégorie	Indicateur	Notation
		> Coût en capital du projet (digue et géomembrane) (I11)	-2 Majeur -1 Significatif 0 Moyen 1 Faible 2 Aucun
	Coût d'opération durant l'exploitation	> Coût d'entretien du PAR durant l'exploitation (I12)	-2 Majeur -1 Significatif 0 Moyen 1 Mineur 2 Très faible
		> Coût de gestion des résidus durant l'exploitation (placement des résidus) (I13)	-2 Majeur -1 Significatif 0 Moyen 1 Mineur 2 Très faible
		> Coût de gestion des eaux durant l'exploitation (I14)	-2 Majeur -1 Significatif 0 Moyen 1 Mineur 2 Très faible
Fiabilité	Technologie	> Besoin d'un deuxième bassin de collecte (I15)	-2 Oui 2 Non
		> Possibilité de fermer graduellement le PAR existant (Phases 1 à 4) (I16)	-2 Impossible 0 Possible 2 Fort possible
		> Stabilité du PAR (I17)	-2 Instable -1 Faible stabilité 0 Stabilité moyenne 1 Bonne stabilité 2 Très bonne stabilité
		> Épaisseur moyenne de l'argile sous le PAR (I18)	-2 > 8 m -1 5 m à 8 m 0 3 m à 5 m 1 1 m à 3 m 2 < 1 m
		> Les travaux prévus sont-ils simples ou complexes (constructibilité) (I19)	-2 Les travaux sont très complexes -1 Les travaux sont assez complexes 0 Les travaux sont moyennement complexes 1 Les travaux sont peu complexes 2 Les travaux sont très simples

Sphère	Catégorie	Indicateur	Notation
Fiabilité	Technologie	> Les données de base utilisées pour le concept sont-elles complètes et fiables (I20)	-2 Pas du tout complète et pas fiable -1 Peu complètes et fiables 0 Moyennement complètes et fiables 1 Assez complètes et fiables 2 Très complètes et très fiables
	Risques naturels	> Le concept est-il vulnérable aux conditions météorologiques (inondation, sécheresse, vent, ruissellement, feux de forêt)? (I21)	-2 Toutes les infrastructures sont très vulnérables aux risques météo -1 La plupart des infrastructures sont vulnérables aux risques météo 0 Une partie des infrastructures est vulnérable aux risques météo 1 Peu d'infrastructures sont vulnérables aux risques météo 2 Aucune infrastructure n'est vulnérable aux risques météo
		> Le concept est-il vulnérable aux risques sismiques (infrastructures et fondations)? (I22)	-2 Toutes les infrastructures sont très vulnérables aux séismes -1 La plupart des infrastructures sont vulnérables aux séismes 0 Une partie des infrastructures est vulnérable aux séismes 1 Peu d'infrastructures sont vulnérables aux séismes 2 Aucune infrastructure n'est vulnérable aux séismes
	Flexibilité	> Flexibilité à fermer graduellement le PAR (I23)	-2 Pas flexible -1 Peu flexible 0 Moyennement flexible 1 Flexible 2 Très flexible
	Permis	> Impact de l'obtention des permis sur l'échéancier de construction (I24)	-2 Impact important – plus de 2 ans 0 Impact moyen – Entre 1,5 et 2 ans 2 Faible impact – Entre 1 et 1,5 ans
		> Les autorités gouvernementales sont familières avec le concept et les permis seront obtenus facilement (I25)	-2 Permis très difficiles à obtenir -1 Permis difficiles à obtenir 0 Concept standard, permis à obtenir de façon standard 1 Permis faciles à obtenir 2 Permis très faciles à obtenir

Le **Tableau 4-6** illustre la façon dont les résultats sont comptabilisés en fonction de la catégorie et de la sphère.

Tableau 4-6 : Méthode de calcul des résultats non pondérés

Sphère	Catégorie	Indicateur[1]	Calcul	Résultat
Communauté	Acceptabilité sociale	A1	X1 = résultat A1	Y1 = résultat X1
Environnement	Eau	B1 B2	X2 = moyenne B1 et B2	Y2 = moyenne de X2 à X4
	Énergie	C1	X3 = résultat C1	
	Air	D1	X4 = résultat D1	
Économie	Coût en capital	E1 E2 E3 E4 E5 E6	X5 = moyenne E1 à E6	Y3 = moyenne de X5 à X6
	Coût d'opération durant l'exploitation	F1 F2 F3	X6 = moyenne F1 à F3	
Fiabilité	Technologie	G1 G2 G3 G4 G5 G6	X7 = moyenne G1 à G6	Y4 = moyenne de X7 à X10
	Risques naturels	H1 H2	X8= moyenne H1 et H2	
	Flexibilité	I1	X9 = résultat I1	
	Permis	J1 J2	X10 = moyenne J1 et J2	
			Résultat par catégorie[2] : Moyenne de X1 à X10	Résultat par sphère du développement durable[2] : Moyenne de Y1 à Y4

Notes : [1] Le nombre d'indicateur par catégorie peut varier en réalité de 1 à 4.
[2] Il y a deux façons de présenter les résultats : par catégorie ou par sphère du développement durable.

Une analyse pondérée est ensuite effectuée en appliquant une pondération sur les catégories identifiées. La pondération a été décidée par les intervenants de Newmont lors de la séance de travail du 19 septembre. Le tableau suivant montre les possibilités de pondération.

Tableau 4-7 : Pondération des catégories proposées

Pondération	Valeur
Priorité faible	0,5
Requis	1
Priorité élevée	2

À titre d'exemple, si la catégorie « Eau » est pondérée comme « Priorité élevée », la note de tous les indicateurs de cette catégorie sera multipliée par 2 lors de l'analyse pondérée. Donc, si les notes des indicateurs sont dans la zone positive (neutre à très bon), le résultat global sera augmenté d'une plus grande valeur, ce qui favorisera le scénario ayant eu de bonnes notes dans la catégorie « Eau ». Inversement, si les notes des indicateurs sont dans la zone

négative (neutre à très mauvais), le résultat global sera diminué d'une plus grande valeur, ce qui pénalisera le scénario avec de mauvaises notes dans la catégorie « Eau ». La valeur maximale de la note sans pondération sera de 2, alors qu'avec pondération elle sera de 4. Le **Tableau 4-8** présente les pondérations de chaque catégorie qui ont été établies par Newmont pour l'analyse pondérée.

Tableau 4-8 : Pondération des catégories choisies par Newmont pour l'analyse de sensibilité

	Catégories	Pondération	Valeur
Communauté			
A	Acceptabilité sociale	Priorité élevée	2
Environnement			
B	Eau	Priorité élevée	2
C	Énergie	Requis	1
D	Air	Requis	1
Économie			
E	Coût en capital du projet	Priorité élevée	2
F	Coût opération durant l'exploitation	Requis	1
Fiabilité			
G	Technologie	Priorité élevée	2
H	Risques naturels	Requis	1
I	Flexibilité	Priorité faible	0,5
J	Permis	Priorité élevée	2

5.0 Résultats

5.1 Résultats pondérés et non-pondérés

La **Tableau 5-1** présente les notes allouées pour chaque indicateur lors de l'atelier de sélection du 19 septembre 2023. Ces résultats ont permis de calculer les notes non-pondérées et pondérées pour chacune des alternatives. Ces résultats compilés sont présentés aux **Figure 5-1** et **Figure 5-2** respectivement.

Dans la **Figure 5-1** et la **Figure 5-2**, les alternatives qui se situent à l'intérieur du scénario neutre (ligne noire) ne sont pas à privilégier alors que les alternatives qui se situent à l'extérieur du scénario neutre sont favorables.

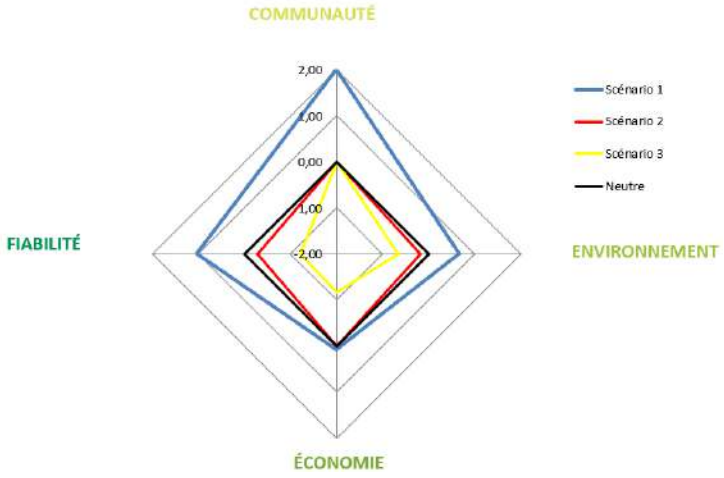
Tableau 5-1 : Notification des alternatives

	Catégories d'indicateurs	Pondération	Indicateurs	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Notes explicatives
COMMUNAUTÉ							
A	Acceptabilité sociale	Priorité élevée	Acceptabilité sociale du projet	(2) La population veut le projet	(0) La population n'est pas au courant du projet	(0) La population n'est pas au courant du projet	Consultation complétée pour Option 1
ENVIRONNEMENT							
B	Eau	Priorité élevée	Impact sur un milieu humide ou cours d'eau	(2) Aucun	(0) 1 ou 2	(0) 1 ou 2	Option 2 et 3 - présence d'un cours d'eau et d'un milieu humide
			Besoin de détourner un cours d'eau	(2) Aucun détournement	(-1) Détournement significatif	(-2) Détournement majeur	Option 3 requiert la canalisation d'un cours d'eau
C	Énergie	Requis	Distance entre le parc à résidus et l'usine de traitement de la mine	(0) 4 à 6 km	(1) 2 à 4 km	(1) 2 à 4 km	
D	Air	Requis	Génération de poussière durant les travaux	(0) Moyenne	(-1) Significative	(-2) Majeure	Option 2 et 3 ont une plus grande surface générant plus de poussière
ÉCONOMIE							
E	Coût en capital	Priorité élevée	Distance au banc d'emprunt - gravier	(-1) 7 à 10 km	(0) 5 à 7 km	(0) 5 à 7 km	Distance à la carrière existante Option 1: 8 km Option 2 et 3: 7 km
			Distance au banc d'emprunt – sable	(2) Moins de 2 km	(0) 2 à 7 km	(0) 2 à 7 km	Distance au banc Bouchard Option 1: 1,7 km Option 2 et 3: 3 km
			Ratio du volume sur la surface (m3/ha) à l'élévation 275 m	(2) Plus de 500 000 m3/ha	(0) Entre 300 000 et 400 000 m3/ha	(0) Entre 300 000 et 400 000 m3/ha	Option 1: 680 000 m3/ha, Option 2: 366 000 m3/ha et Option 3: 388 000 m3/ha
			Proximité des aires de déposition (tourbe et argile)	(-2) Plus de 2 km	(0) 1 à 2 km	(0) 1 à 2 km	Option 1: 2,1 km, Option 2 et 3: 1,5 km
			Coût de relocalisation d'infrastructures (conduit, ligne électrique, halde à tourbe)	(0) Moyen	(-1) Significatif	(-2) Majeur	Option 2: cours d'eau, ligne électrique, conduit d'eau, Option 3: idem en plus de l'aire de stockage de la tourbe
			Coût en capital du projet (digue et géomembrane)	(0) Moyen	(-1) Significatif	(-2) Majeur	Longueur de la digue et la surface à recouvrir
F	Coût opération durant exploitation	Requis	Coût d'entretien du PAR durant l'exploitation	(1) Mineur	(-1) Significatif	(-2) Majeur	Une surface plus grande requiert plus d'entretien
			Coût de gestion des résidus durant l'exploitation (placement)	(-1) Significatif	(2) Très faible	(-1) Significatif	Placement des résidus plus difficile en montant vers la montagne
			Coût de gestion des eaux durant l'exploitation	(0) Moyen	(0) Moyen	(-2) Majeur	
FIABILITÉ							
G	Technologie	Priorité élevée	Besoin d'un deuxième bassin de collecte	(2) Non	(2) Non	(-2) Oui	Option 3: besoin d'un autre bassin vers l'est
			Possibilité de fermer graduellement le PAR existant (Phase 1 à 4)	(2) Fort possible	(0) Possible	(0) Possible	Configuration de la fermeture de la Phase 1 en fonction de l'Option 1
			Stabilité du PAR	(2) Très bonne stabilité	(0) Stabilité moyenne	(1) Bonne stabilité	Relié au ratio argile/rock de l'assise
			Épaisseur moyenne de l'argile sous le PAR	(2) < 1 m	(0) 3 m à 5 m	(-1) 5 m à 8 m	
			Les travaux prévus sont-ils simples ou complexes (constructibilité)	(1) Les travaux sont peu complexes	(1) Les travaux sont peu complexes	(-1) Les travaux sont assez complexes	Option 3: Plus grande surface, digue sur argile et rock, canalisation du cours d'eau
			Les données de base utilisées pour le concept sont-elles complètes et fiables	(1) Assez complètes et fiables	(-1) Peu complètes et fiables	(-2) Pas du tout complètes et pas fiables	
H	Risques naturels	Requis	Le concept est-il vulnérable aux conditions météorologiques (inondation, sécheresse, vent, ruissellement après fermeture, feux de forêt))	(1) Peu d'infrastructures sont vulnérables aux risques météo	(-1) La plupart des infrastructures sont vulnérables aux risques météo	(-2) Toutes les infrastructures sont très vulnérables aux risques météo	
			Le concept est-il vulnérable aux risques sismiques (infrastructure et fondation)	(1) Peu d'infrastructures sont vulnérables aux séismes	(-1) La plupart des infrastructures sont vulnérables aux séismes	(0) Une partie des infrastructures est vulnérable aux séismes	
I	Flexibilité	Priorité faible	Flexibilité à fermer graduellement le PAR	(0) Moyennement flexible	(1) Flexible	(-1) Peu flexible	Option 3: surface plus grande - nécessaire d'attendre de remplir une portion du site avant de le fermer.
J	Permis	Priorité élevée	Impact de l'obtention des permis sur l'échéancier de construction	(2) Faible impact - Entre 1 et 1.5 ans	(-2) Impact important - plus de 2 ans	(-2) Impact important - plus de 2 ans	
			Les autorités gouvernementales sont familières avec le concept et les permis seront obtenus facilement	(1) Permis faciles à obtenir	(-1) Permis difficiles à obtenir	(-2) Permis très difficiles à obtenir	Option 3: Prouver qu'il n'y a pas d'autre option que de canaliser un cours d'eau peut être difficile.

Figure 5-1 : Résultats non-pondérés

durabilité MD

GRAPHIQUE NON PONDÉRÉ PAR SPHÈRE DU DD



RÉSULTATS NON PONDÉRÉS PAR SPHÈRE DD

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
COMMUNAUTÉ:	2,00	0,00	0,00
ENVIRONNEMENT:	0,67	-0,17	-0,67
ÉCONOMIE:	0,08	0,00	-1,17
FIABILITÉ:	1,04	-0,29	-1,21
Moyenne:	0,95	-0,11	-0,76

RÉSULTAS NON PONDÉRÉS PAR CATÉGORIE

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Acceptabilité sociale	2,00	0,00	0,00
Eau	2,00	-0,50	-1,00
Énergie	0,00	1,00	1,00
Air	0,00	-1,00	-2,00
Coût en capital	0,17	-0,33	-0,67
Coût opération durant exploitation	0,00	0,33	-1,67
Technologie	1,67	0,33	-0,83
Risques naturels	1,00	-1,00	-1,00
Flexibilité	0,00	1,00	-1,00
Permis	1,50	-1,50	-2,00
Moyenne:	0,83	-0,17	-0,92

GRAPHIQUE NON PONDÉRÉ PAR CATÉGORIE D'INDICATEUR

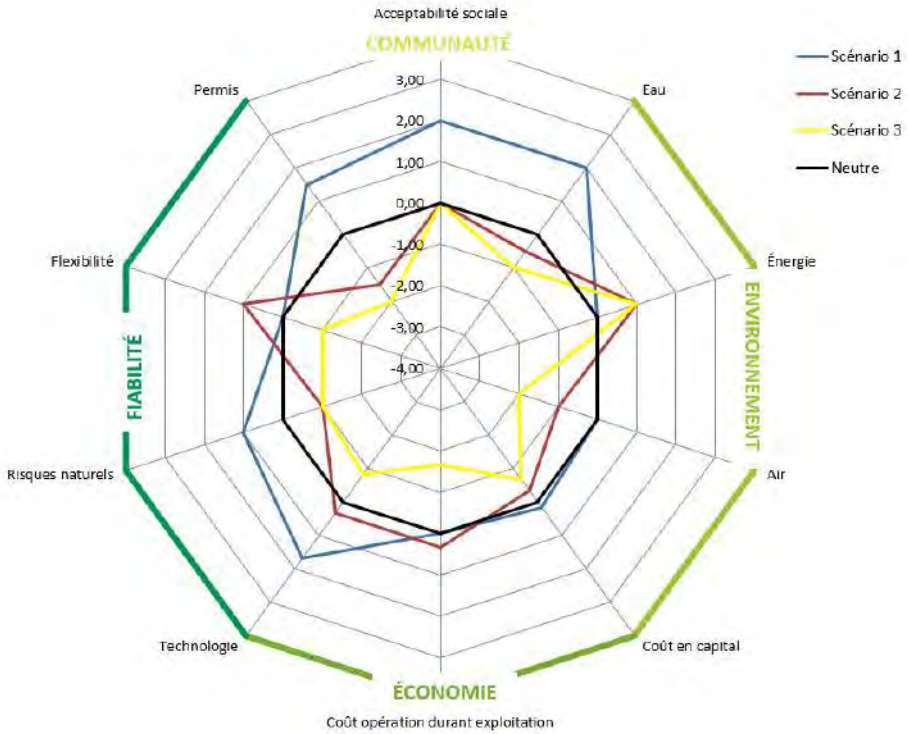
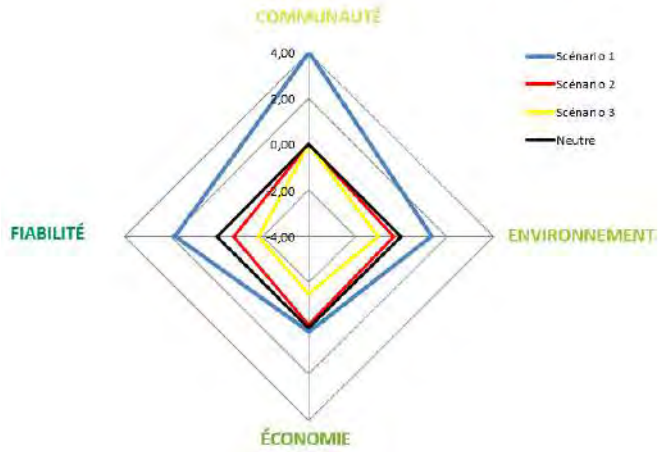


Figure 5-2 : Résultats pondérés

durabilité[MC]

GRAPHIQUE PONDÉRÉ PAR SPHÈRE DU DD



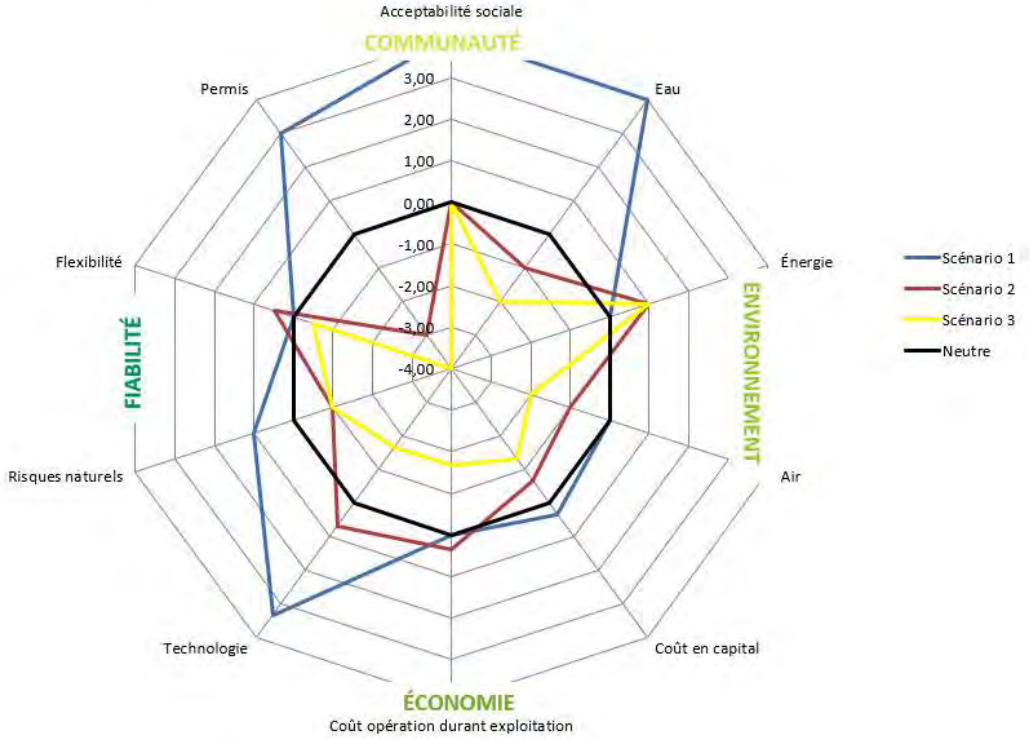
RÉSULTATS PONDÉRÉS PAR SPHÈRE DD

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
COMMUNAUTÉ:	4,00	0,00	0,00
ENVIRONNEMENT:	1,33	-0,33	-1,00
ÉCONOMIE:	0,17	-0,17	-1,50
FIABILITÉ:	1,83	-0,71	-1,79
Moyenne:	1,83	-0,30	-1,07

RÉSULTAS PONDÉRÉS PAR CATÉGORIE

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Pondération
Acceptabilité sociale	4,00	0,00	0,00	Priorité élevée
Eau	4,00	-1,00	-2,00	Priorité élevée
Énergie	0,00	1,00	1,00	Requis
Air	0,00	-1,00	-2,00	Requis
Coût en capital	0,33	-0,67	-1,33	Priorité élevée
Coût opération durant exploitation	0,00	0,33	-1,67	Requis
Technologie	3,33	0,67	-1,67	Priorité élevée
Risques naturels	1,00	-1,00	-1,00	Requis
Flexibilité	0,00	0,50	-0,50	Priorité faible
Permis	3,00	-3,00	-4,00	Priorité élevée
Moyenne:	1,57	-0,42	-1,32	

GRAPHIQUE PONDÉRÉ PAR CATÉGORIE D'INDICATEUR



Le tableau suivant présente la justification des cotes des différentes alternatives pour chacun des indicateurs.

Tableau 5-2 : Résultats détaillés : justification des cotes

	Catégorie	Pondération	Indicateur	Justification
COMMUNAUTÉ				
A	Acceptabilité sociale	Priorité élevée	Acceptabilité sociale du projet (I1)	La consultation a été complétée pour le Scénario 1, mais aucune consultation n'a été faite pour les Scénarios 2 et 3.
ENVIRONNEMENT				
B	Eau	Priorité élevée	Impact sur les milieux humides/cours d'eau (I2)	Présence d'un cours d'eau et d'un milieu humide pour les Scénarios 2 et 3. Aucun cours d'eau et milieu humide pour le Scénario 1.
			Besoin de détourner un cours d'eau (I3)	Besoin de détourner un cours d'eau pour le Scénario 2 et de canaliser un cours d'eau pour le Scénario 3.
C	Énergie	Requis	Distance entre le parc à résidus et l'usine de traitement du minerai (I4)	Distance de l'usine de traitement du minerai jusqu'à la mi-distance du PAR. Scénario 1 est situé à 4 km de l'usine. Scénarios 2 et 3 sont situés à 4 km de l'usine.
D	Air	Requis	Génération de poussière durant les travaux (I5)	Les Scénarios 2 et 3 ont une plus grande superficie et vont générer plus de poussière.
ÉCONOMIE				
E	Coûts en capital du projet	Priorité élevée	Distance au banc d'emprunt – gravier (I6)	Distance à la carrière existante jusqu'à la mi-distance de l'agrandissement. Scénario 1 est située à 8 km de la carrière. Scénarios 2 et 3 sont situés à 7 km de la carrière.
			Distance au banc d'emprunt – sable (I7)	Distance au Banc Bouchard jusqu'à la mi-distance du PAR. Scénario 1 est situé à 1,7 km. Scénarios 2 et 3 sont situés à 3 km.

	Catégorie	Pondération	Indicateur	Justification
ÉCONOMIE				
E	Coûts en capital du projet	Priorité élevée	Ratio du volume sur la surface (m3/ha) à l'élévation 275 m (I8)	Scénario 1 : 680 000 m3/ha. Scénario 2 : 366 000 m3/ha. Scénario 3 : 388 000 m3/ha.
			Proximité des aires de déposition (tourbe et argile) (I9)	Scénario 1 est situé à 2,1 km. Scénarios 2 et 3 sont situés à 1,5 km.
			Coût de relocalisation d'infrastructures (conduit, ligne électrique, halde à tourbe) (I10)	Scénario 1 – une portion de la route et certains fossés. Scénario 2 – un cours d'eau, une ligne électrique, la conduite d'eau à traiter. Scénario 3 – un cours d'eau, une ligne électrique, la conduite d'eau à traiter, l'aire de stockage de la tourbe.
			Coût en capital du projet (digue et géomembrane) (I11)	Basé sur la longueur de la digue et la surface à recouvrir d'une géomembrane.
F	Coût opération durant exploitation	Requis	Coût d'entretien du PAR durant l'exploitation (I12)	Une surface plus grande requiert plus d'entretien.
			Coût de gestion des résidus durant l'exploitation (placement des résidus) (I13)	Le placement des résidus est plus difficile lorsque ceux-ci doivent être placés sur une pente ascendante, tels les flancs de montagne des Scénarios 1 et 3.
			Coût de gestion des eaux durant l'exploitation (I14)	Le Scénario 3 empêche l'écoulement de l'eau de ruissellement de la partie Est jusqu'aux bassins de collecte.
FIABILITÉ				
G	Technologie	Priorité élevée	Besoin d'un deuxième bassin de collecte (I15)	Le Scénario 3 nécessitera un deuxième bassin de collecte dans le secteur Est pour gérer les eaux de cette portion du site.
			Possibilité de fermer graduellement le PAR existant (Phases 1 à 4) (I16)	La configuration actuelle de fermeture du site est basée sur un agrandissement vers le Nord, soit le Scénario 1.
			Stabilité du PAR (I17)	Les digues sont plus stables lorsqu'elles sont fondées sur le roc que sur l'argile. L'analyse est basée sur le ratio roc/argile de l'assise de la digue.

	Catégorie	Pondération	Indicateur	Justification
FIABILITÉ				
G	Technologie	Priorité élevée	Épaisseur moyenne de l'argile sous le PAR (I18)	Scénario 1 – l'épaisseur moyenne est estimée inférieure à 1 m. Scénario 2 – l'épaisseur moyenne est estimée à 4 m. Scénario 3 – l'épaisseur moyenne est estimée supérieure à 5 m.
			Les travaux prévus sont-ils simples ou complexes (constructibilité) (I19)	La complexité de construction du Scénario 3 est plus grande puisque ce scénario couvre une plus grande surface, la digue est sur l'argile et le roc, le cours d'eau doit être canalisé.
			Les données de base utilisées pour le concept sont-elles complètes et fiables (I20)	Scénario 1 – plusieurs forages ont été faits dans le secteur. Scénario 2 – nombre de forages insuffisant. Scénario 3 – aucun forage dans le roc et aucun forage dans l'argile en dehors de la zone du Scénario 2.
H	Risques naturels	Requis	Le concept est-il vulnérable aux conditions météorologiques (inondation, sécheresse, vent, ruissellement, feux de forêt)? (I21)	Une plus grande superficie comprendra plus de ruissellement à gérer et sera plus susceptible aux grands vents. Le Scénario 2 devra détourner un cours d'eau alors que le Scénario 3 devra le canaliser. Ces deux Scénarios sont également situés dans un milieu humide.
			Le concept est-il vulnérable aux risques sismiques (infrastructures et fondations)? (I22)	Des infrastructures localisées principalement sur de l'argile seront plus vulnérables aux risques sismiques.
I	Flexibilité	Priorité faible	Flexibilité à fermer graduellement le PAR (I23)	Scénario 3 : superficie plus grande - nécessaire d'attendre de remplir une portion du site avant de le fermer.
J	Permis	Priorité élevée	Impact de l'obtention des permis sur l'échéancier de construction (I24)	L'obtention de permis pour détourner un cours d'eau ou canaliser un cours d'eau peut prendre plusieurs mois, voire plus d'un ou deux ans.
			Les autorités gouvernementales sont familières avec le concept et les permis seront obtenus facilement (I25)	Le Scénario 3 devra prouver que la canalisation du cours d'eau est la seule option possible, ce qui peut s'avérer difficile.

5.2 Discussion

Selon les résultats, il est possible de constater que :

- Le Scénario 1 se distingue pour son acceptabilité sociale, l'absence d'impact sur des cours d'eau et milieux humides, la technologie et l'obtention de permis. Le Scénario 5 bénéficie également de l'exploitation du roc en place pour les besoins de construction de la Phase 5, limitant les impacts économiques et environnementaux du transport du roc de la carrière C-02 située à plus de 8 km. De plus, si les besoins en roc pour la construction de la Phase 5 s'avèrent plus élevés, un volume supplémentaire de roc pourrait être dynamité, augmentant par le fait même la capacité de déposition de résidus.
- Le Scénario 2 ne performe pas aussi bien puisqu'il sera nécessaire de détourner un ruisseau et le délai associé à l'obtention de permis sera plus long, mais le volume de l'aire de déposition est élevé et ce scénario s'avère plus flexible pour la construction par phase et la déposition des résidus grâce à la plus grande superficie.
- Le Scénario 3 (et par le fait même le Scénario 4) obtient des résultats inférieurs à toutes les autres alternatives pour la catégorie de l'eau, puisque ce scénario requerra la canalisation d'un cours d'eau; pour la catégorie de l'air, puisque sa grande surface causera beaucoup de poussière; pour les coûts d'opération pendant l'exploitation en raison de la gestion des eaux qui requerra un second bassin à l'Est du PAR et pour la catégorie des permis étant donné les délais potentiels et la difficulté d'obtenir un permis pour canaliser le ruisseau.

Les résultats révèlent que les alternatives Scénario 1 et Scénario 2, avec un résultat positif pour le Scénario 1 et un résultat légèrement négatif pour le Scénario 2, pourraient être favorables. Le Scénario 1 est l'alternative gagnante obtenant des résultats positifs dans toutes les catégories. Le Scénario 3 (et par le fait même le Scénario 4) obtient les résultats les plus faibles.

Tableau 5-3 : Sommaire des résultats non-pondérés par sphère

Cas	Non-pondérés			Pondérés		
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
COMMUNAUTÉ	2,00	**0,00**	**0,00**	4,00	**0,00**	**0,00**
ENVIRONNEMENT	0,67	-0,17	-0,67	1,33	-0,33	-1,00
ÉCONOMIE	0,08	0,00	-1,17	0,17	-0,17	-1,50
FIABILITÉ	1,04	-0,29	-1,21	1,83	-0,71	-1,79

Tableau 5-4 : Sommaire des résultats non-pondérés par catégorie

Cas	Non-pondérés			Pondérés		
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
ACCEPTABILITÉ SOCIALE	2,00	**0,00**	**0,00**	4,00	**0,00**	**0,00**
EAU	2,00	-0,50	-1,00	4,00	-1,00	-2,00
ÉNERGIE	**0,00**	1,00	1,00	**0,00**	1,00	1,00
AIR	**0,00**	-1,00	-2,00	**0,00**	-1,00	-2,00
COÛT EN CAPITAL	0,17	-0,33	-0,67	0,33	-0,67	-1,33
COÛT OPÉRATION DURANT EXPLOITATION	**0,00**	0,33	-1,67	**0,00**	0,33	-1,67
TECHNOLOGIE	1,67	0,33	-0,83	3,33	0,67	-1,67
RISQUES NATURELS	1,00	-1,00	-1,00	1,00	-1,00	-1,00
FLEXIBILITÉ	**0,00**	1,00	-1,00	**0,00**	0,50	-0,50
PERMIS	1,50	-1,50	-2,00	3,00	-3,00	-4,00

5.3 Analyse de sensibilité

Le **Tableau 5-5** suivant présente les différentes pondérations qui ont été utilisées pour l'analyse de sensibilité comme discuté avec Newmont. Le **Tableau 5-6** présente les changements de notation des alternatives dans le cadre de l'analyse de sensibilité.

Tableau 5-5 : Pondération de l'analyse de sensibilité

	Env. Canada	Égale	Sans économie	Seulement économie
COMMUNAUTÉ	14 %	25 %	33 %	0 %
ENVIRONNEMENT	43 %	25 %	33 %	0 %
ÉCONOMIE	21 %	25 %	0 %	100 %
FIABILITÉ	21 %	25 %	33 %	0 %

Tableau 5-6 : Résultats de l'analyse de sensibilité

Cas	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Cas de base non-pondéré	0,95	-0,55	-0,76
Cas de base pondéré selon le Tableau 4-8	1,83	-0,30	-1,07
Environnement Canada	0,80	-0,13	-0,79
Égale	0,95	-0,11	-0,76
Sans économie	1,22	-0,15	-0,62
Seulement économie	0,08	**0,00**	-1,17

L'analyse de sensibilité permet de déterminer que le Scénario 1 demeure l'alternative de choix, cependant, d'un point de vue seulement économique, le Scénario 2 et le Scénario 1 présentent des résultats similaires.

5.4 Pistes d'amélioration pour la solution gagnante

La solution gagnante, Scénario 1, obtient les moins bons résultats des trois scénarios pour la catégorie de l'énergie et un moins bon résultat que le Scénario 2 pour les coûts d'exploitation et la flexibilité.

Afin de réduire les coûts d'exploitation du projet, si de nouvelles aires d'entreposage sont nécessaires, il serait avantageux en ce qui concerne les coûts d'opération de les localiser à proximité de la Phase 5. En termes de flexibilité, la Phase 5 pourra être conçue par phases pour favoriser la fermeture de section du PAR, la répartition des coûts en capital, l'expérience de construction et l'amélioration du concept.

6.0 Conclusion

La Mine Éléonore exploite depuis 2014 un gisement aurifère situé en bordure du Réservoir Opinaca dans le territoire d'Eeyou Istchee Baie-James. Le PAR actuellement en exploitation atteindra sa capacité ultime à la fin de l'année 2026. La planification de l'expansion de celui-ci doit donc débuter dès maintenant afin de franchir en temps opportun toutes les étapes de l'échéancier requises en vue de sa mise en service au début 2027.

En juillet, un atelier de remue-méninge avec Newmont a eu lieu afin d'identifier les technologies et alternatives pour la localisation de l'expansion du PAR. Chacune des alternatives a été évaluée selon des critères préétablis, menant à la sélection de la technologie, résidus filtrés, et de trois scénarios potentiels d'expansion, soit le scénario d'agrandissement vers le Nord, d'agrandissement vers le Sud et d'agrandissement vers le sud qui vient s'accoter à la montagne.

Les trois scénarios ont été évalués et un atelier de sélection a eu lieu en septembre pour la sélection du scénario présentant le meilleur potentiel. L'analyse multicritères s'est faite au moyen de l'outil durabilité, qui permet de comparer des alternatives en tenant compte de tous les aspects du développement durable, de même que de la fiabilité technique et de la faisabilité.

À la suite de cet atelier, le Scénario 1 – agrandissement vers le Nord a été sélectionné comme étant l'alternative présentant le meilleur rendement global. L'exercice réalisé le 19 septembre a mis en lumière plusieurs points :

- L'exercice a permis de faire ressortir certains risques et inconvénients des différentes alternatives.
- Le Scénario 1 d'agrandissement vers le Nord est privilégié, cependant, il comporte certains risques tels que :
  - La déposition des résidus en pente ascendante vers la paroi rocheuse. Une pente maximale doit être déterminée. Le dynamitage et le profilage du roc pourront être conçus en conséquence;
  - La constructibilité de la digue du côté Ouest pour la relier à la digue en place;
  - Le volume de stockage légèrement supérieur à 10Mm^3;
  - La proximité de la limite du bassin versant du Réservoir Opinaca;
  - La difficulté de la gestion des eaux près de la paroi rocheuse;
  - Le dynamitage près du PAR existant;
  - La stabilité de la digue périphérique du PAR actuel n'a pas été analysée pour une élévation de 275 m.
- Si le volume de l'agrandissement vers le Nord s'avère insuffisant à long terme, un agrandissement vers le Sud pourrait être effectué.
- Les aires d'entreposage additionnelles, si nécessaire, pourraient être localisées à proximité de la Phase 5 afin de réduire les coûts opérationnels tout en étant à l'intérieur du bassin versant du réservoir Opinaca.
- L'agrandissement pourra être conçu afin de favoriser la fermeture du site.

7.0 Bibliographie

Environnement Canada, 2016. Guide sur l'évaluation des solutions de rechange pour l'entreposage des déchets miniers - Canada.ca.

Octant, 2023. Examen préliminaire – Sites potentiels de résidus miniers Phase 5 / Aérodrome Éléonore. Rapport N° 24031, 9 septembre 2023, révision 28 septembre 2023.

Annexe A

Présentation lors de l'atelier d'étude d'options



PEOPLE.
DRIVE.
RESULTS.

Presentation of the three scenarios

Results of the MUK3D analysis

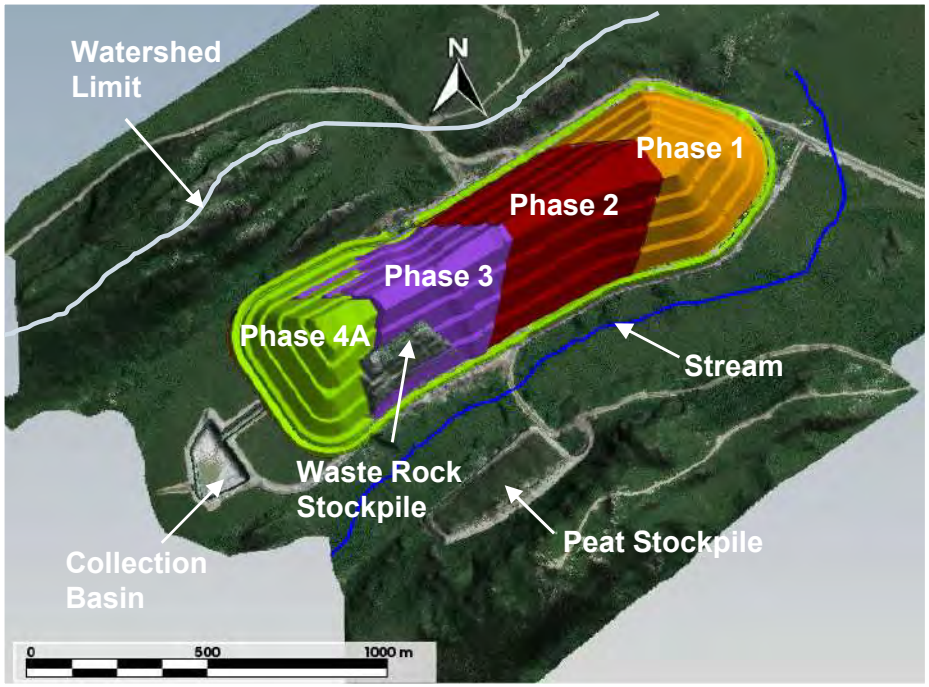
Current Concept

	Volume (Mm^3)	Tonnage* (Mt)
Phases 1-4A	10.4	16.1

Changes to initial concept:

Waste Rock Stockpile is now permanent and occupies a volume of +/- 2.2 Mm^3

Smaller Phase 4 expansion



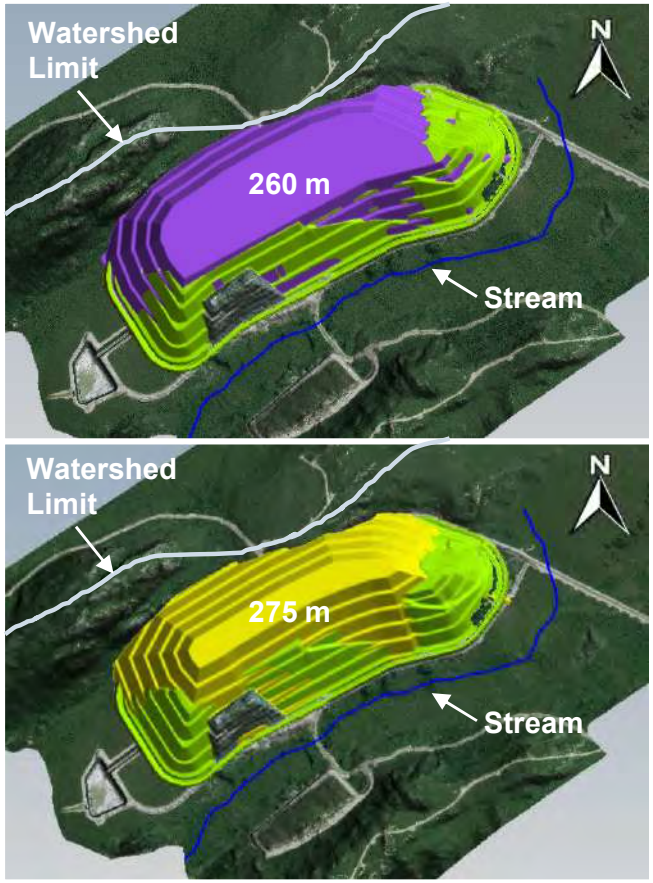
*Average dry density of tailings: 1,55 t/m^3

Scenario 1 – North expansion

North expansion to the mountain

	Volume (Mm^3)	Tonnage* (Mt)
Phases 1-4A	10.4	16.1
Scenario 1A (260 m)	7.9	12.2
Scenario 1B (275 m)	10.4	16.1
Total **Scenario 1A (260 m)** **Scenario 1B (275 m)**	 **18.3** **20.8**	 **28.3** **32.2**

Footprint: +/- 150 000 m^2



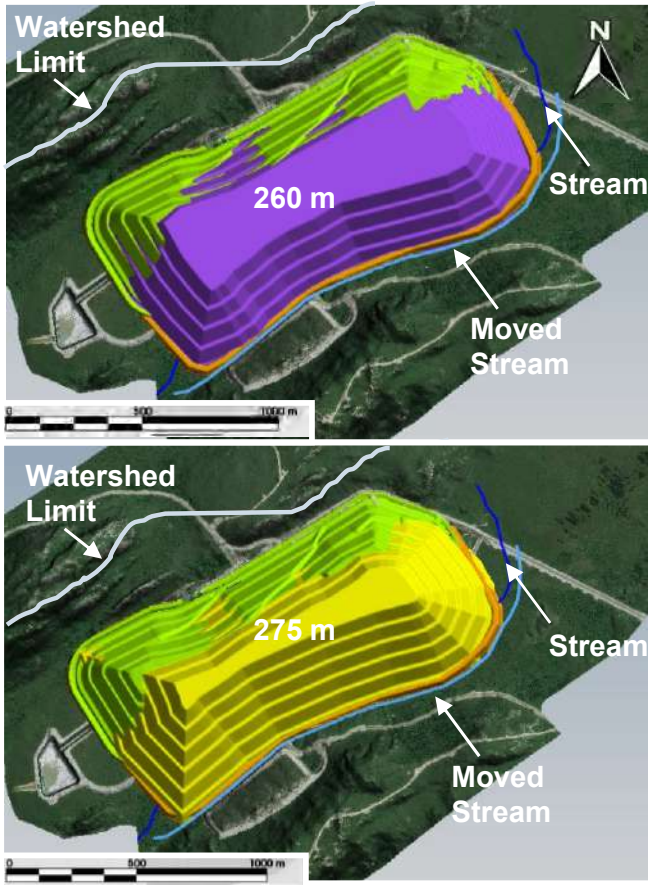
*Average dry density of tailings: 1,55 t/m^3

Scenario 2 – South expansion

South expansion with a moved stream

	Volume (Mm^3)	Tonnage* (Mt)
Phases 1-4A	10.4	16.1
Scenario 2A (260 m)	13.9	21.6
Scenario 2B (275 m)	16.8	26.1
Total **Scenario 2A (260 m)** **Scenario 2B (275 m)**	 **24.3** **27.2**	 **37.7** **42.2**

Footprint: +/- 460 000 m^2



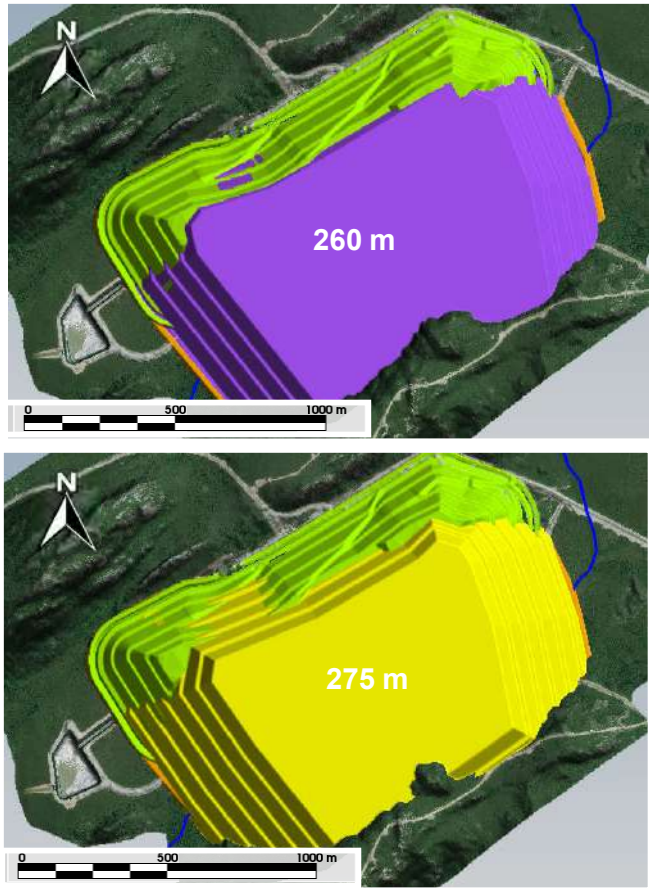
*Average dry density of tailings: 1,55 t/m^3

Scenario 3 – South expansion to the mountain

South expansion to the mountain with a closed stream

	Volume (Mm^3)	Tonnage* (Mt)
Phases 1-4A	10.4	16.1
Scenario 3A (260 m)	25.3	39.3
Scenario 3B (275 m)	35.7	55.4
Total **Scenario 3A (260 m)** **Scenario 3B (275 m)**	 **35.7** **46.1**	 **55.4** **71.5**

Footprint: +/- 920 000 m^2



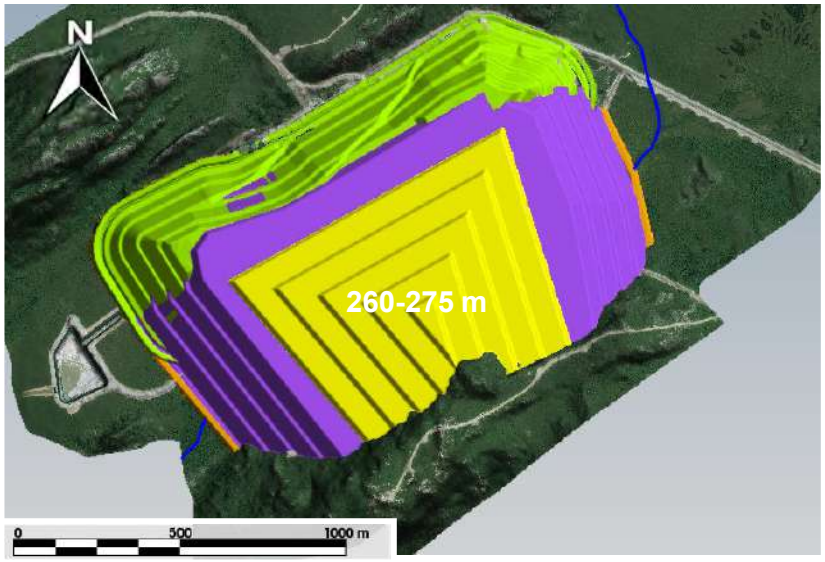
*Average dry density of tailings: 1,55 t/m^3

Scenario 4 – South expansion to the mountain in cascading steps

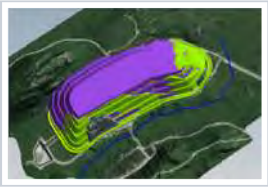
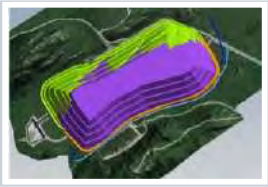
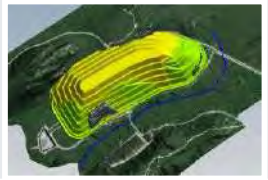
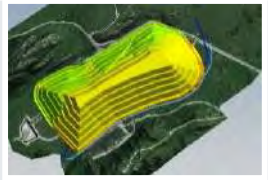
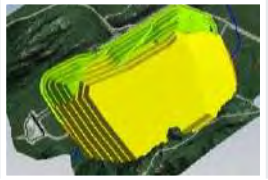
South expansion cascading to the mountain, with a closed stream

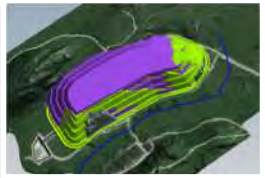
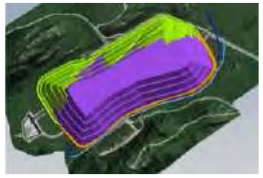
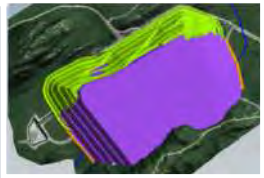
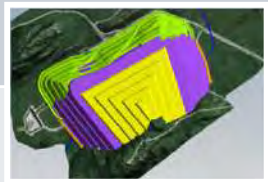
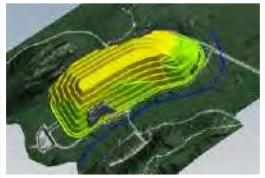
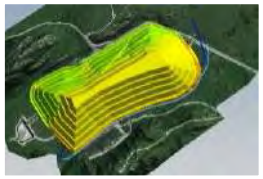
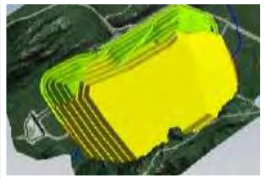
	Volume (Mm^3)	Tonnage* (Mt)
Phases 1-4A	10.4	16.1
Scenario 4 (260 to 275 m)	28.6	44.3
Total	**39.0**	**60.4**

Footprint: +/- 920 000 m^2



*Average dry density of tailings: 1,55 t/m^3

	Scenario 1 North	Scenario 2 South	Scenario 3 South	Scenario 4 South
A (260 m)				
B (275 m)				
Footprint (m^2)	150 000	460 000	920 000	920 000
Expansion Volume (Mm^3)	A: 7.9 B: 10.4	A: 13.9 B: 16.8	A: 25.3 B: 35.7	28.6
Total Volume (Mm^3)	A: 18.3 B: 20.8	A: 24.3 B: 27.2	A: 35.7 B: 46.1	39.0
Distance TSF/Processing Plant (km)	4	3	3	3
Distance TSF/Sand Pit (km)	1.7	3.0	3.0	3.0
Distance TSF/Rockfill (km)	8	7	7	7

	Scenario 1 North	Scenario 2 South	Scenario 3 South	Scenario 4 South
A (260 m)				
B (275 m)				
Pros	- No impact to the existing stream - Peat stockpile can remain in place - Possibility of having a quarry - Increased stability due to mountain	- Stream remains open - Peat stockpile can remain in place	- Increased stability due to mountain	- Increased stability due to mountain - Configuration allows for easier restauration
Cons	- Difficulty in building peripheral dikes - Proximity to watershed limit - Difficulty with water management	- Need to relocate the stream	- Need to close the stream - Need to relocate the peat stockpile - Difficulty with water management	- Need to close the stream - Need to relocate the peat stockpile - Difficulty with water management

Risks and Opportunities – Option 1 - North

Risks

Disposal of waste

Dike constructability western side

Limited volume at 275 m

Proximity to watershed limit

Difficulty with water management along rock face

Blasting near PAR

Stability analysis done at 260 m not 275m

Opportunities

Limited volume of excavated material

Rock quarry with construction (partial)

Minimal clay in footprint

Can proceed with restauration plan in place for Phase 1

Socially already accepted

Fauna and flora inventory already done

Risks and Opportunities – Option 2 - South

Risks

Potential delays due to stream relocation and permitting (18 months to 2 years)

Flora and fauna inventory will be required

Thick layer of clay and peat in the area for disposal

Not in line with restauration plan for the Phase 1

Need to relocate the power line and discharge line to treatment plant in time for construction

Opportunities

Sufficient volume even at 260 m and possibility to expand further and higher

Possibility to close Phase 1 to 4 at 260 m

Closer to Mine Process Plant

Risks and Opportunities – Option 3 – South to Mountain

Risks

Potential delays due to stream relocation and permitting

Complex stream relocation

Thick layer of clay and peat in the area for disposal

Not in line with restauration plan for the Phase 1

Need to relocate the power line and discharge line to treatment plant in time for construction

Need to relocated the peat stockpile

Difficulty with water management

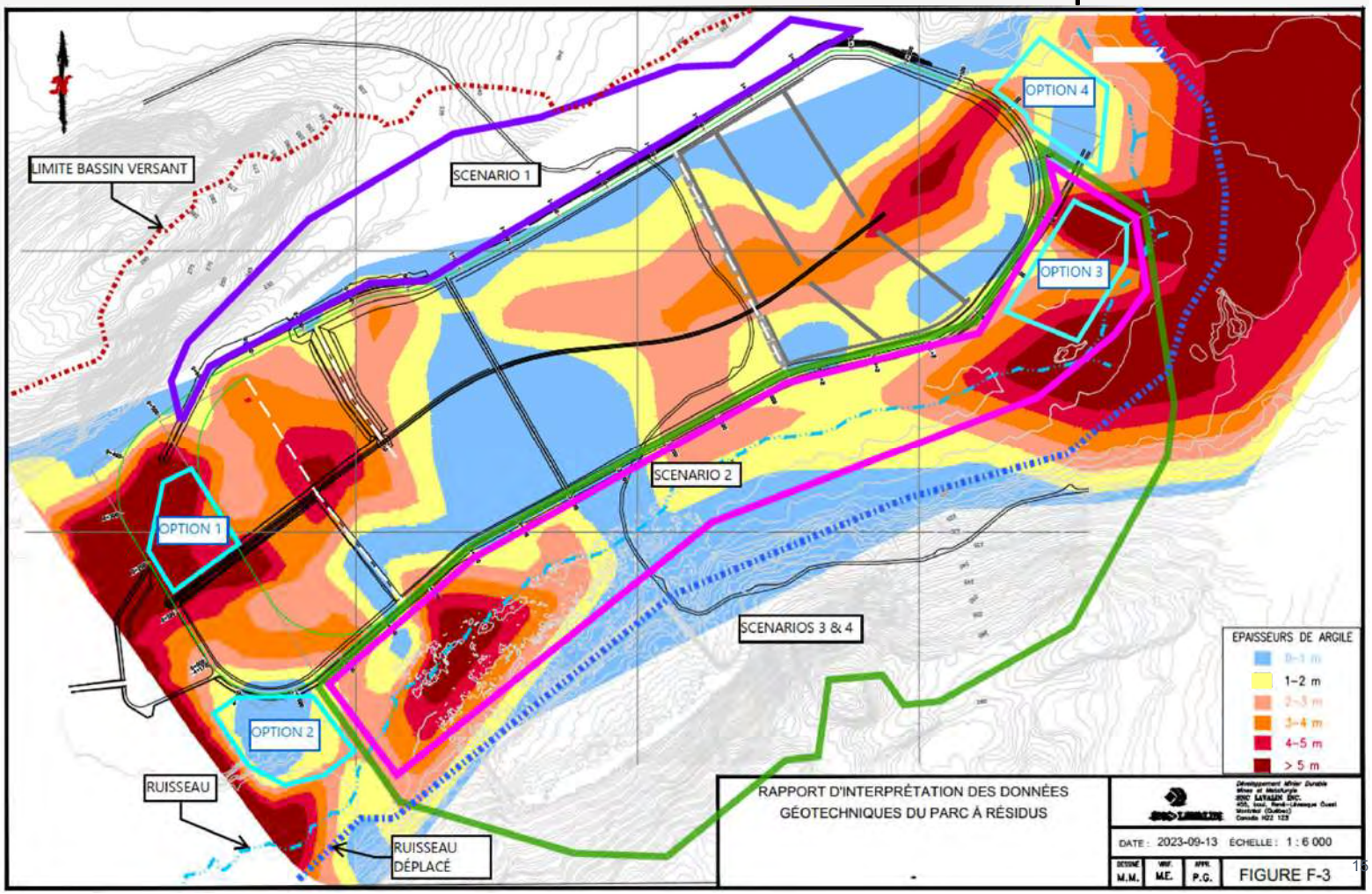
Opportunities

Volume significantly larger than the 10 Mm3 even at elevation 260 m

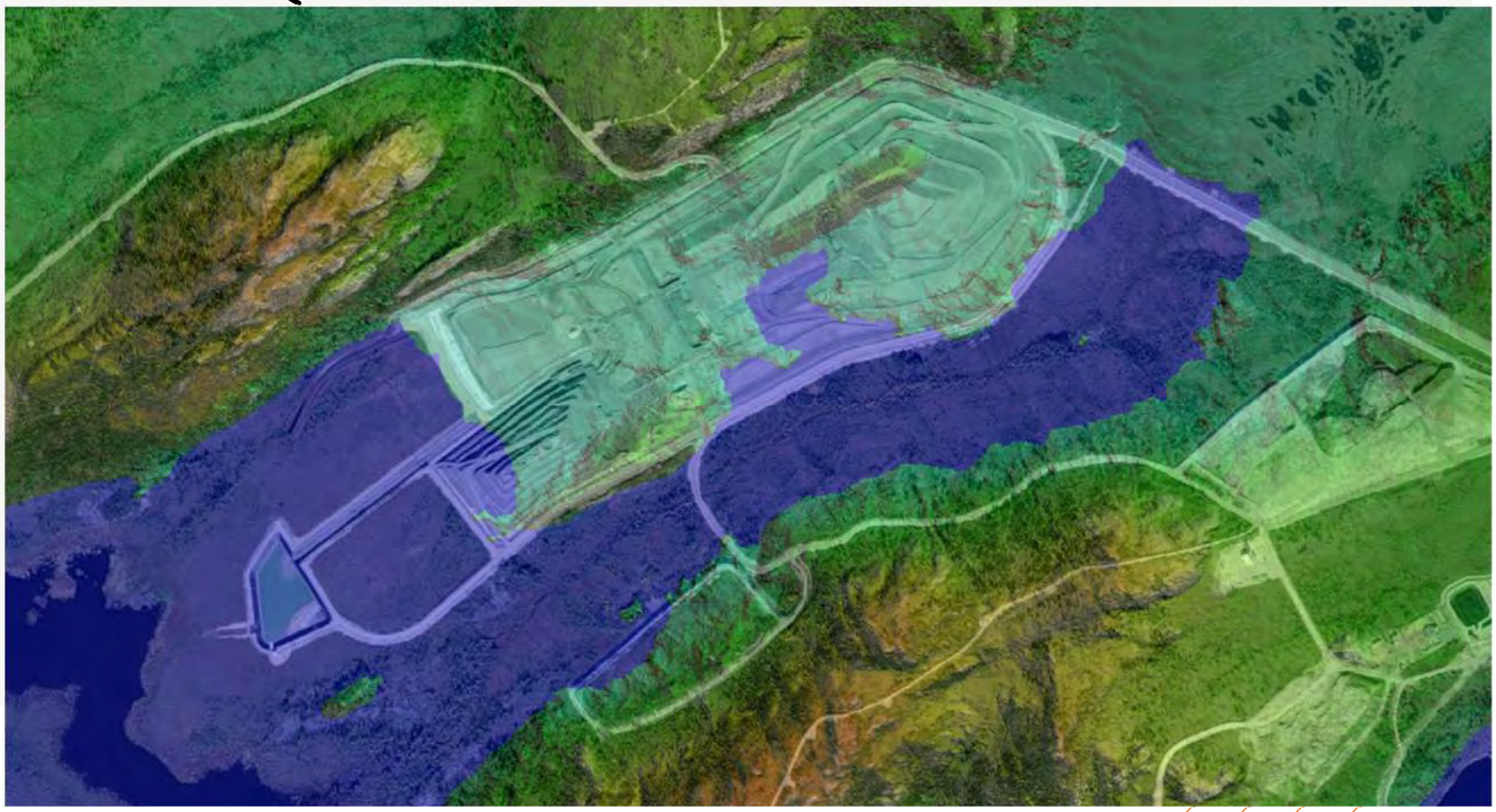
Possibility to close Phase 1 to 4 at 260 m

Closer to Mine Process Plant

Potential location of an additional collection pond



Limit of the HQ 220 m elevation limit



Collection Pond location – Risks and Opportunities

Option 1 - North West of the PAR		Option 2 - South West of the PAR		Option 3 – South East of the PAR		Option 4 - East of the PAR	
Risks	Opportunities	Risks	Opportunities	Risks	Opportunities	Risks	Opportunities
Thickness of clay greater than 10 m in some parts Located within the HQ emprise – to confirm	Nearby the current basin and the central drainage Flow by gravity	Located within the HQ emprise – to confirm Extent by the location of the stream and by a zone of thick clay to the west	Nearby the current basin and the central drainage Flow by gravity	Thickness of clay greater than 5 m in some part Western side will drain to existing basin - capacity may be insufficient Located within the HQ emprise – to confirm	Possibility to capture clean water after closure of Phase 1 Could drain the eastern portion by gravity	Extent limited by stream Gravity flow may not work Western side will drain to existing basin - capacity may be insufficient	Possibility to capture clean water after closure of Phase 1

Trade-off analysis

Eleonore PAR expansion

Trade-off study tool



- Sustainability^{+} (S^{+}) is a tool that:
  - Evaluates sustainability in a pragmatic way
  - Connects the gap between theory and practice and between principles and technical aspects of an engineering project

What does sustainability do?

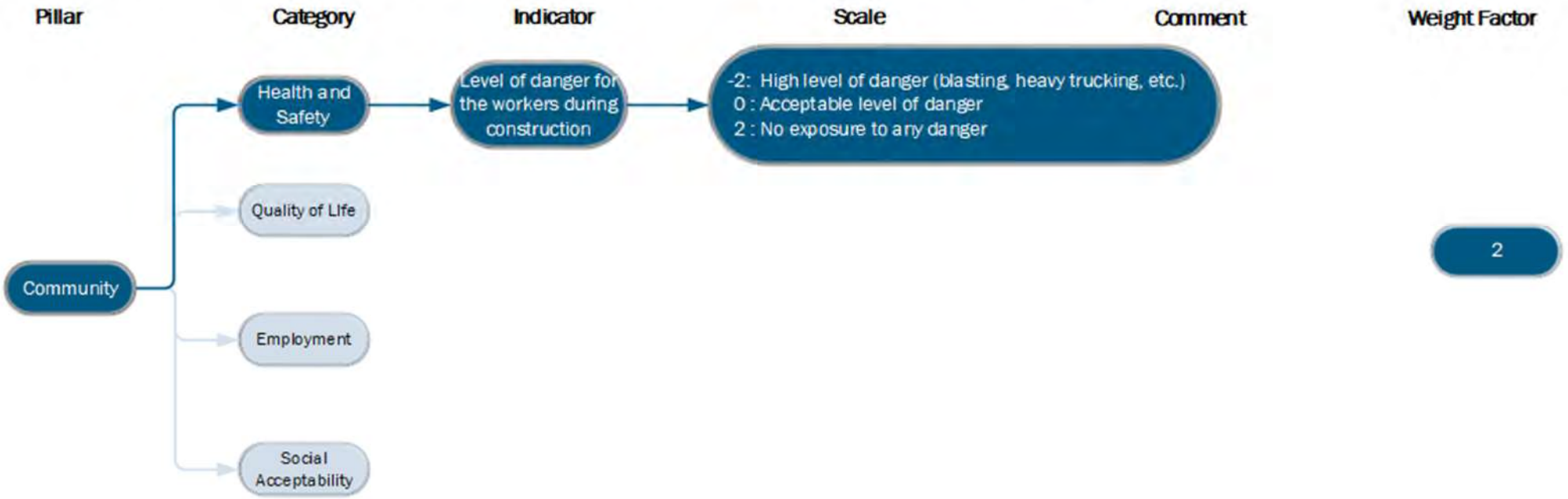
- Provides a framework that considers the three pillars of sustainability: community, environment and economy, and one engineering pillar, viability
- Compares different scenarios and design alternatives and helps in selecting the best one
- Generates tables, graphs and scores
- Provides a forum of discussion with the client, public and other stakeholders


sustainability

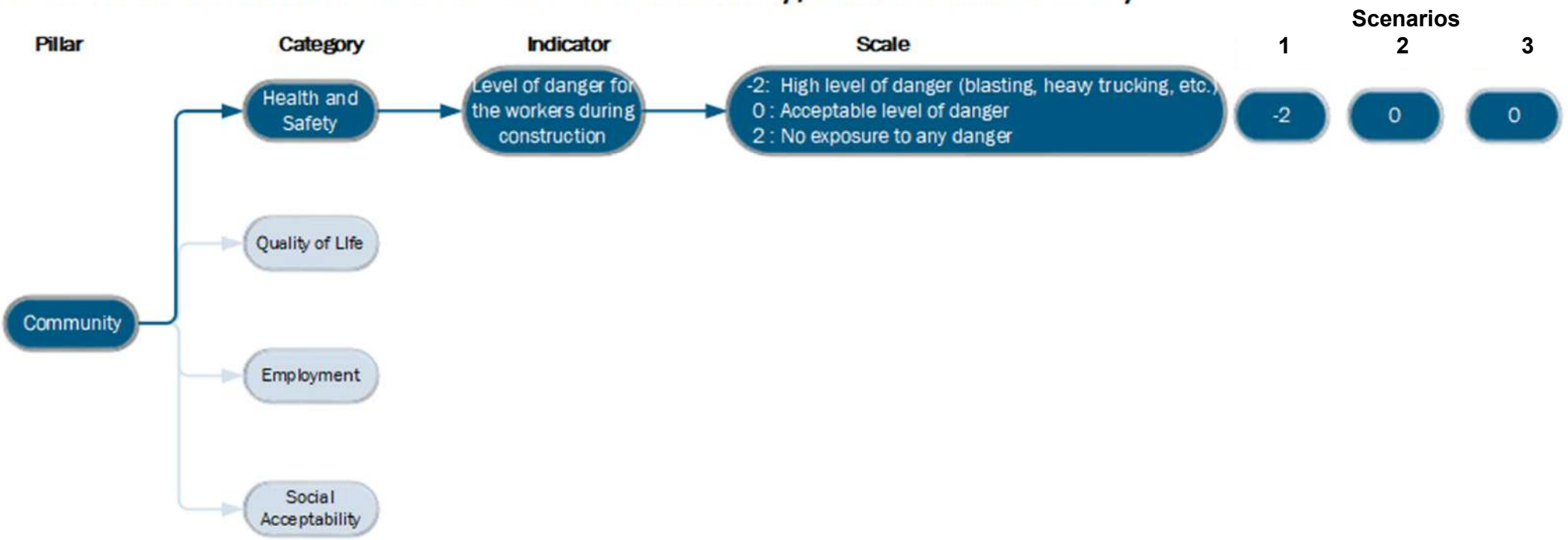
Community



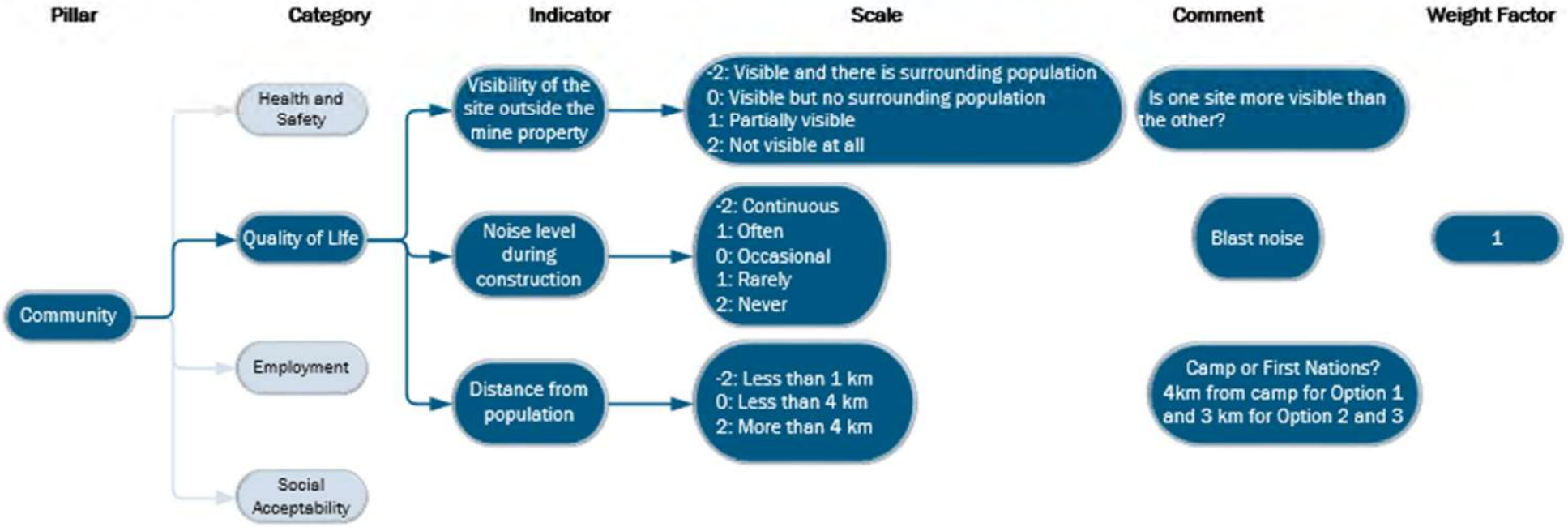
Review of indicators and scale – Community/Health and Safety



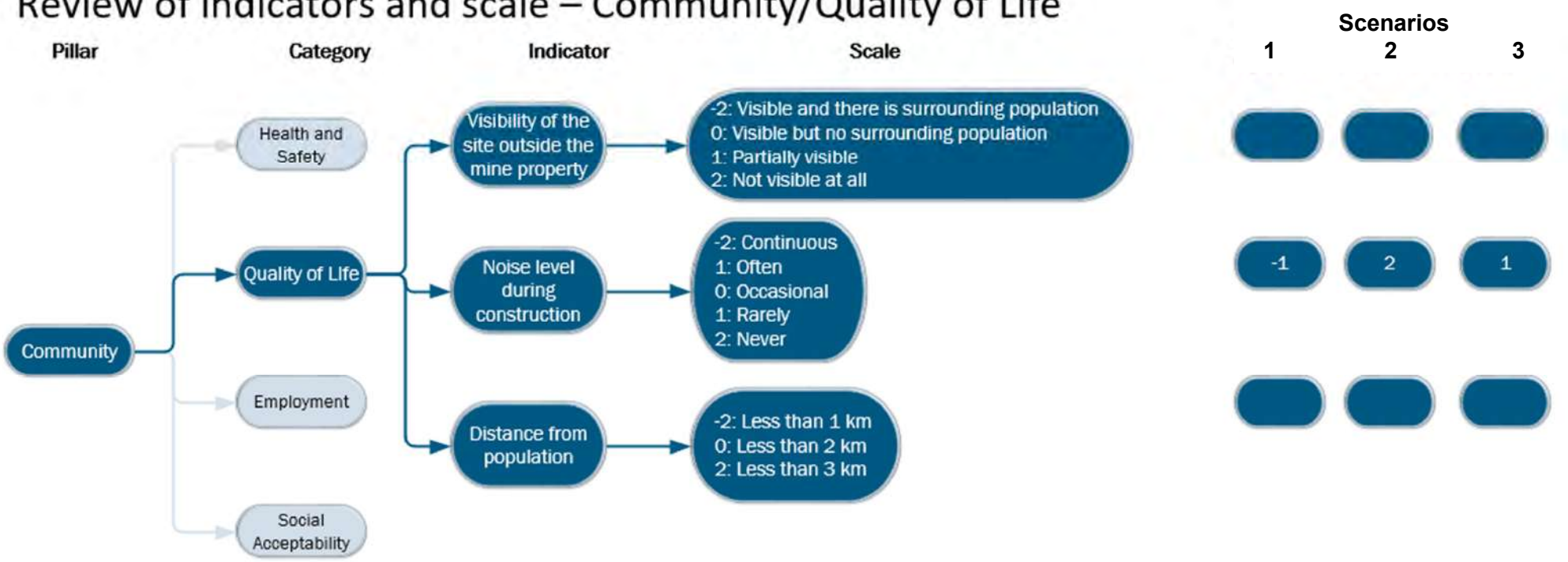
Review of indicators and scale – Community/Health and Safety



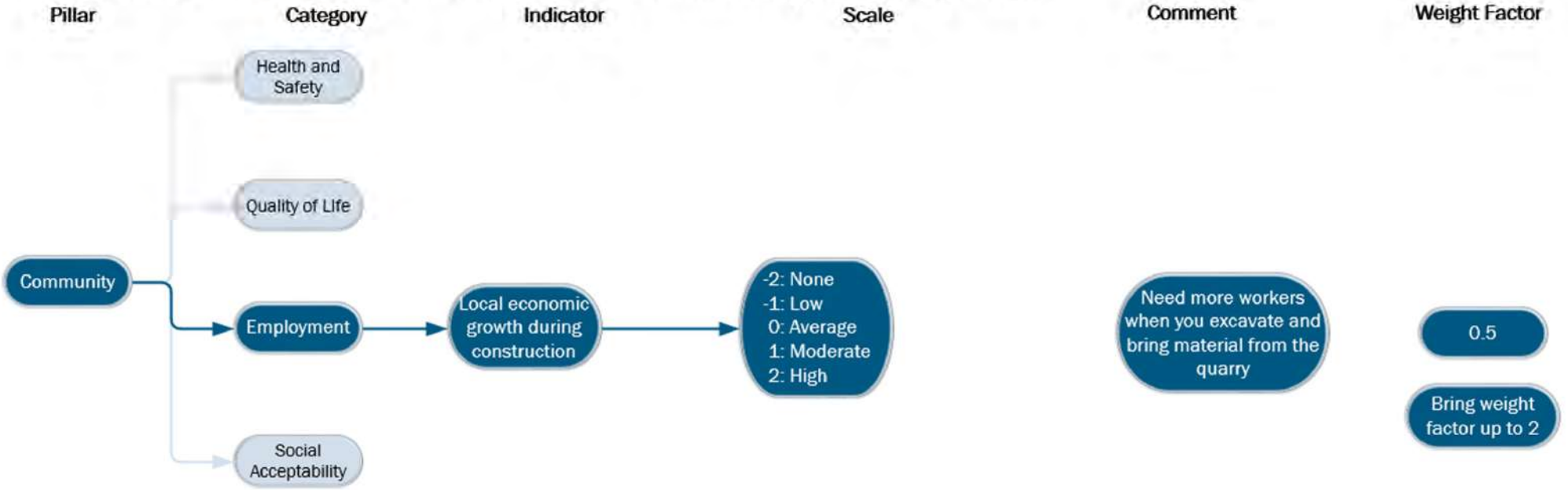
Review of indicators and scale – Community/Quality of Life



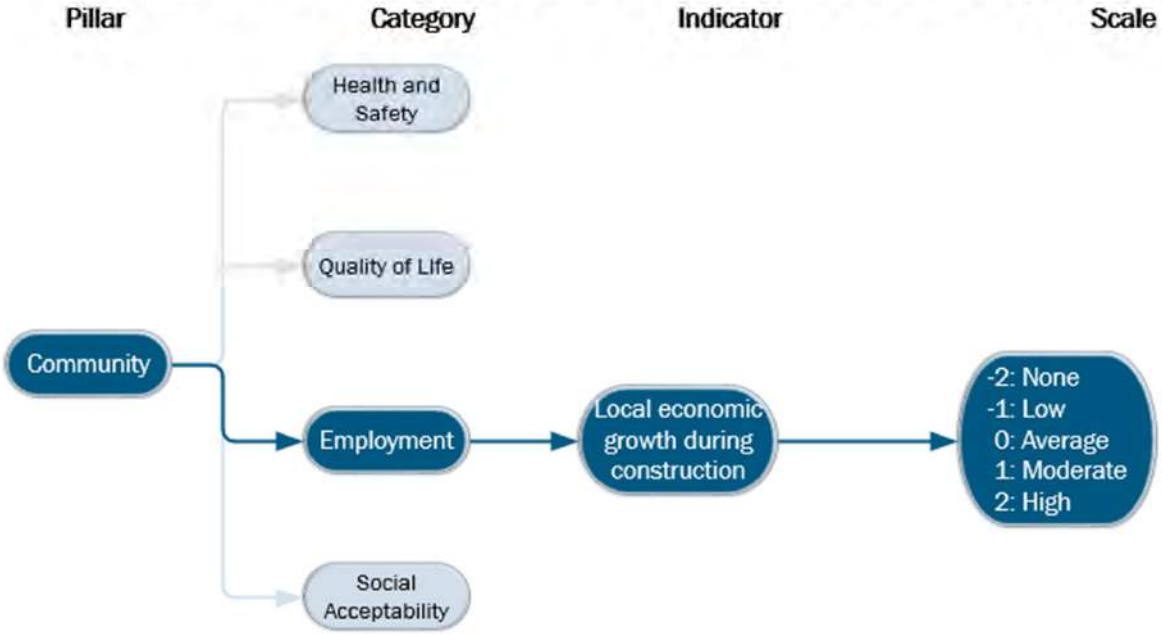
Review of indicators and scale – Community/Quality of Life



Review of indicators and scale – Community/Employment

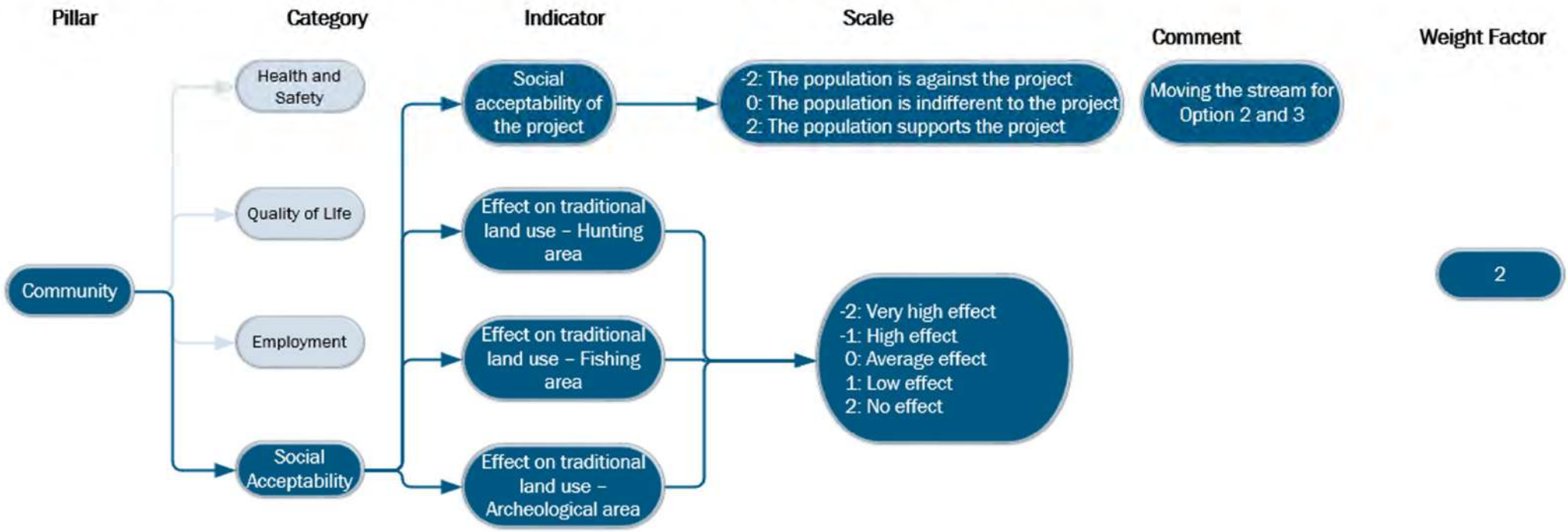


Review of indicators and scale – Community/Employment



Scenarios		
1	2	3
0	1	1

Review of indicators and scale – Community/Social Acceptability



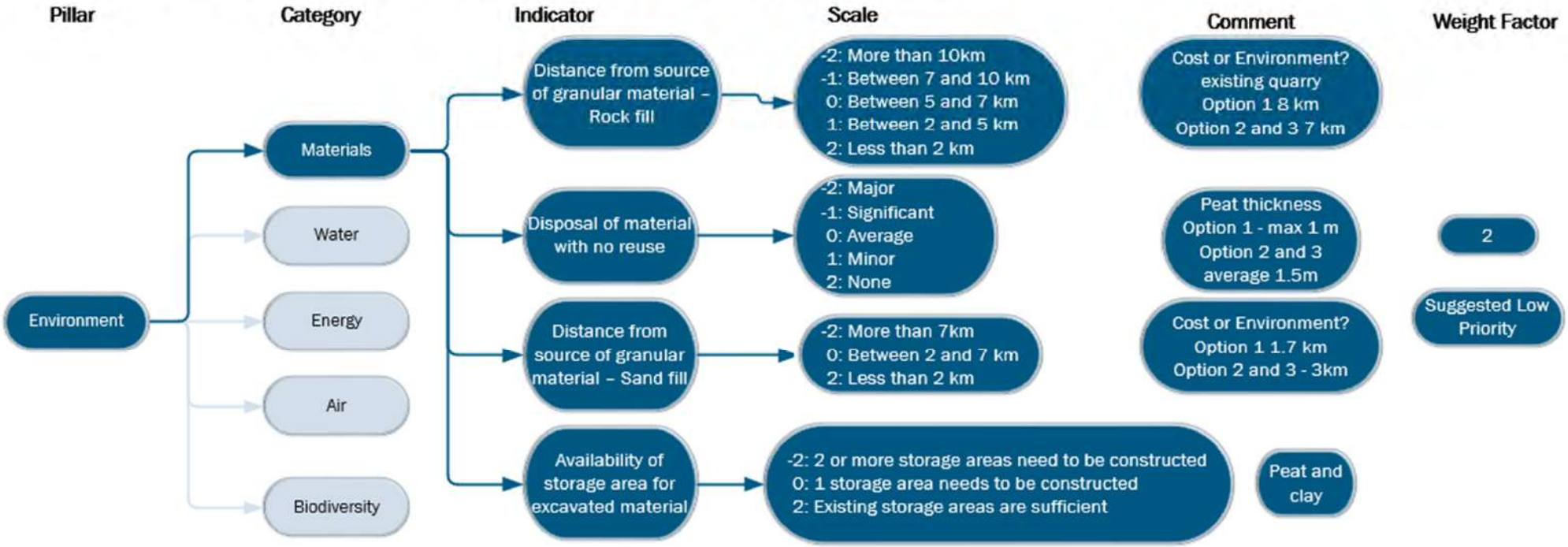
Review of indicators and scale – Community/Social Acceptability



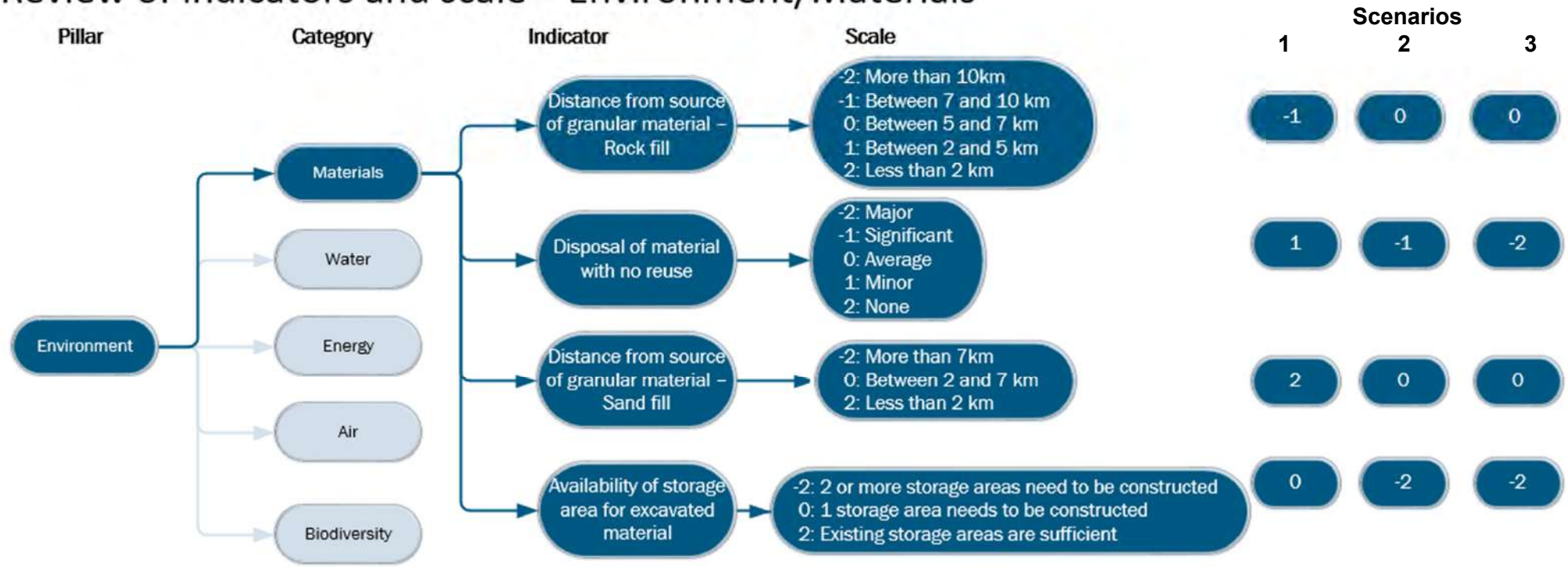
Environment



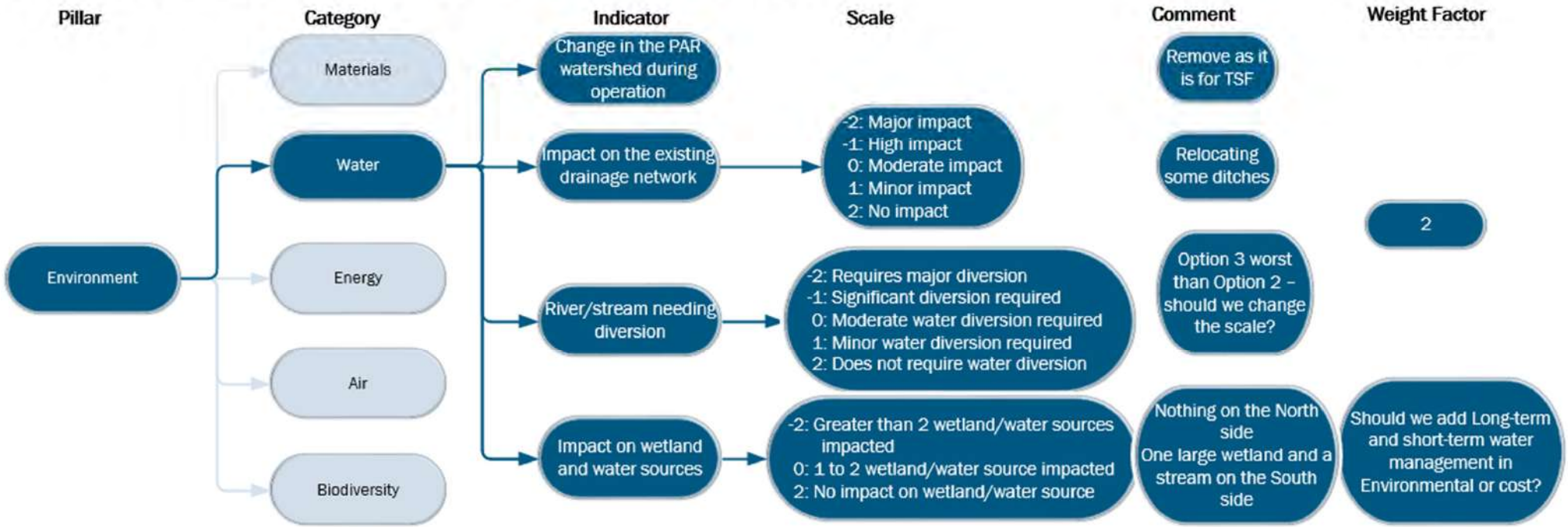
Review of indicators and scale – Environment/Materials



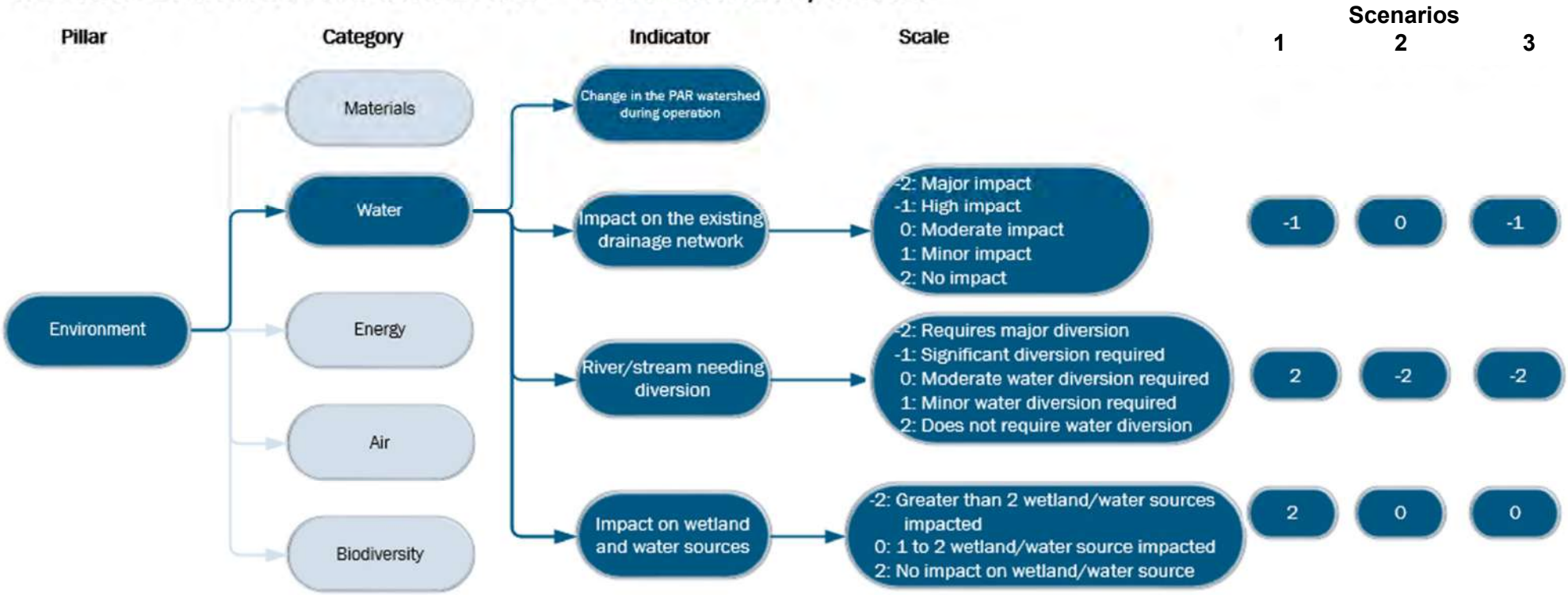
Review of indicators and scale – Environment/Materials



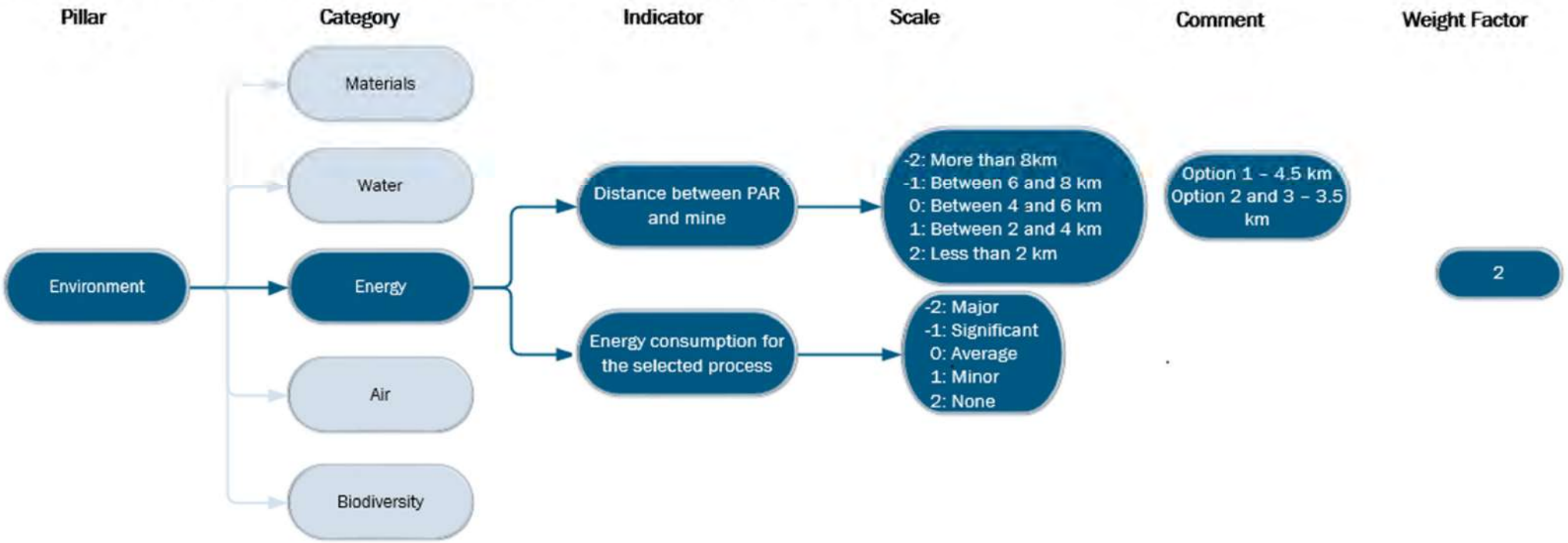
Review of indicators and scale – Environment/Water



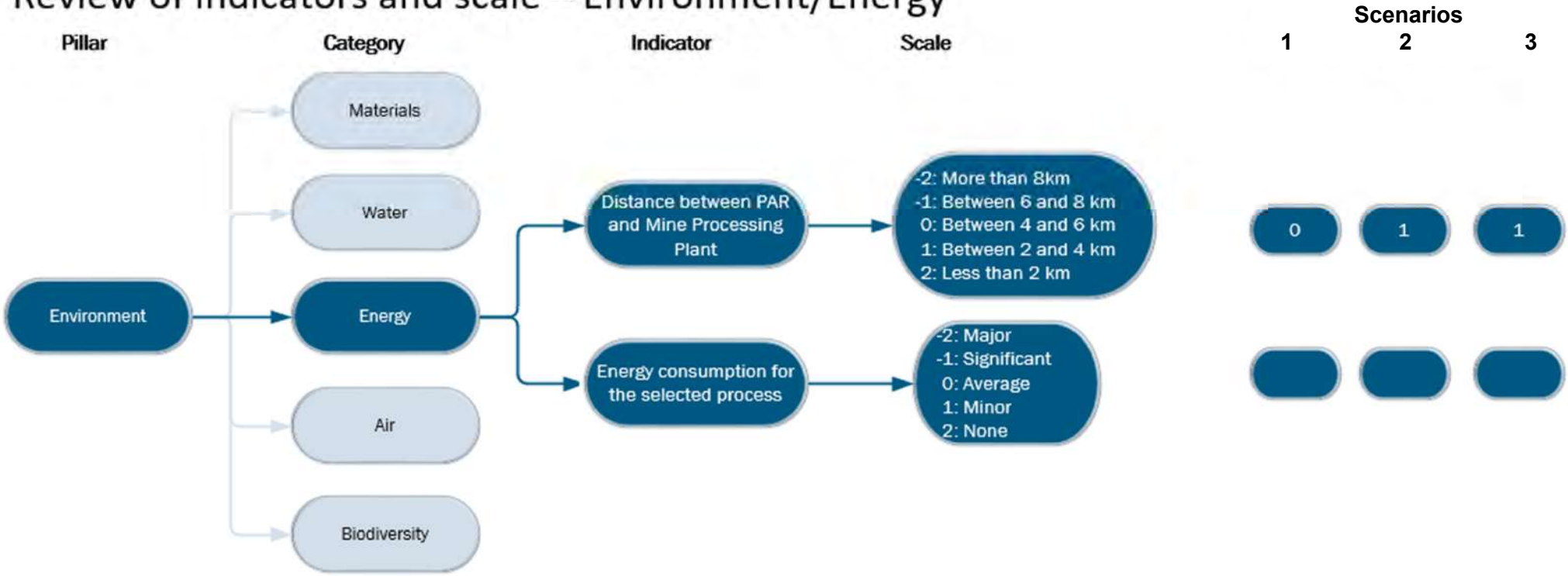
Review of indicators and scale – Environment/Water



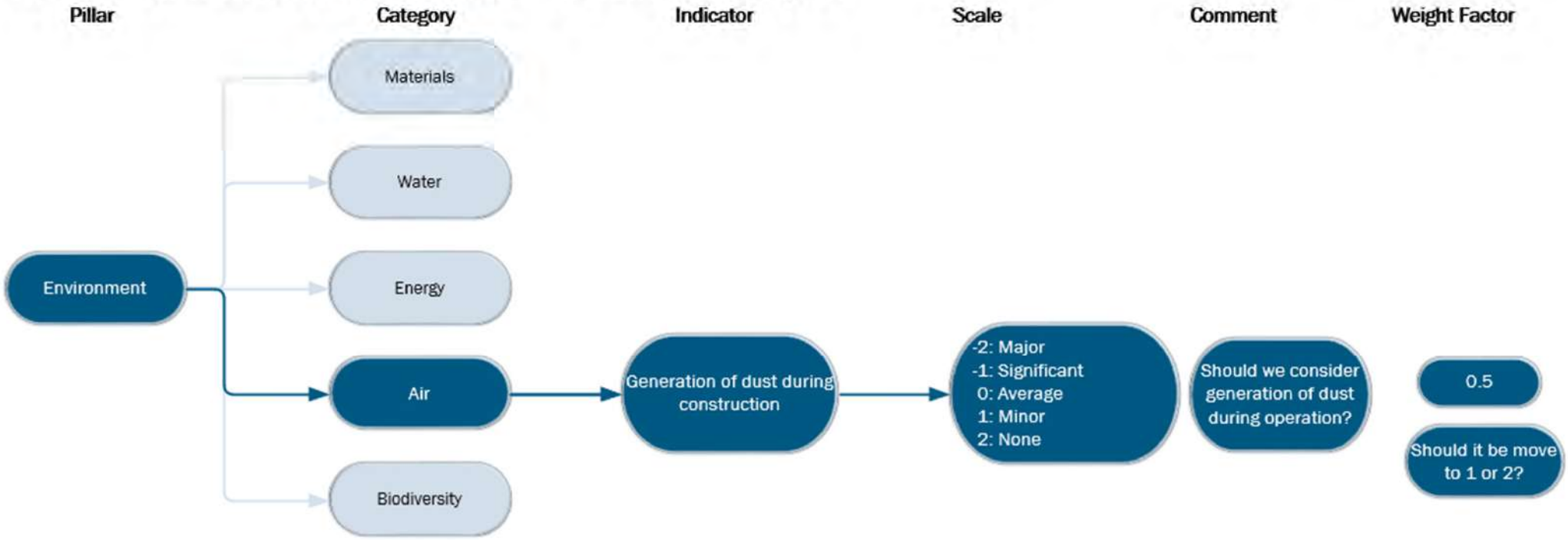
Review of indicators and scale – Environment/Energy



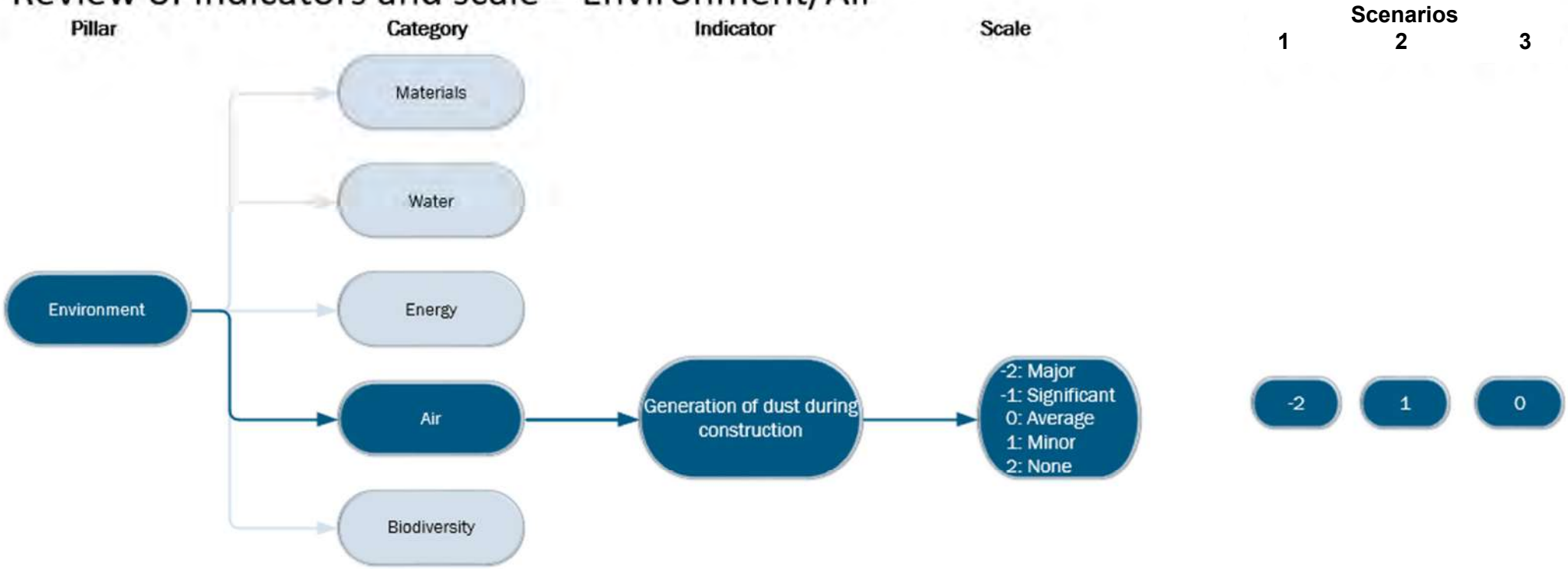
Review of indicators and scale – Environment/Energy



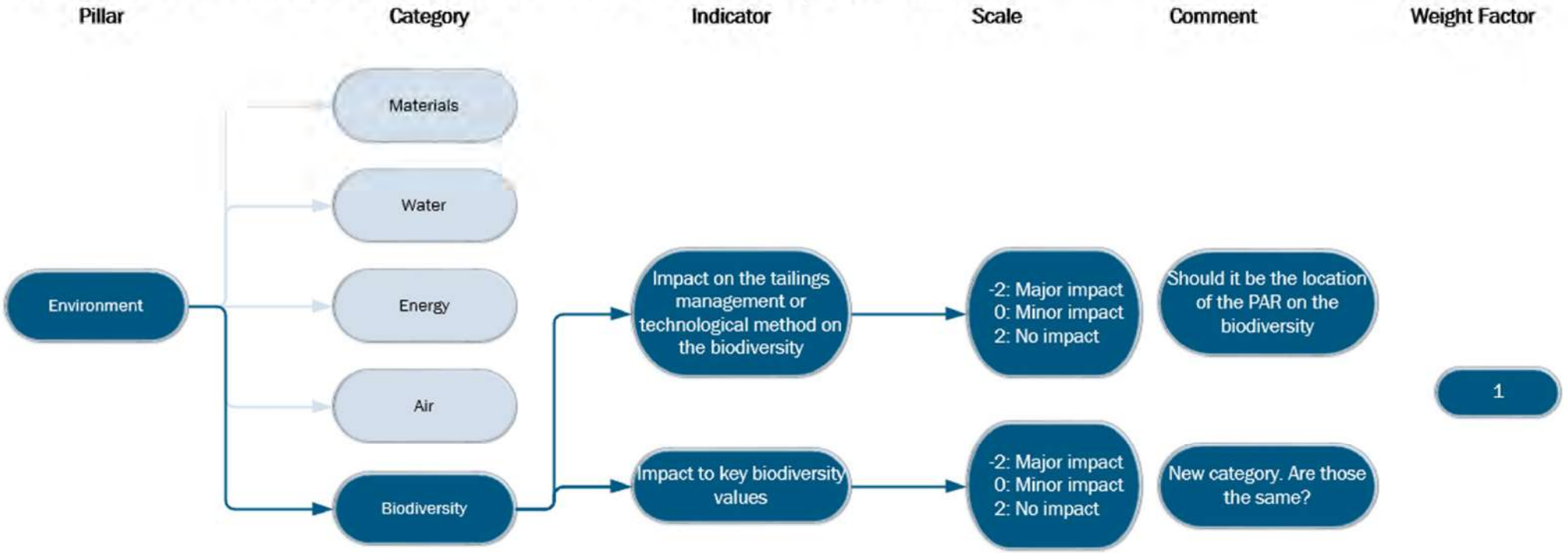
Review of indicators and scale – Environment/Air



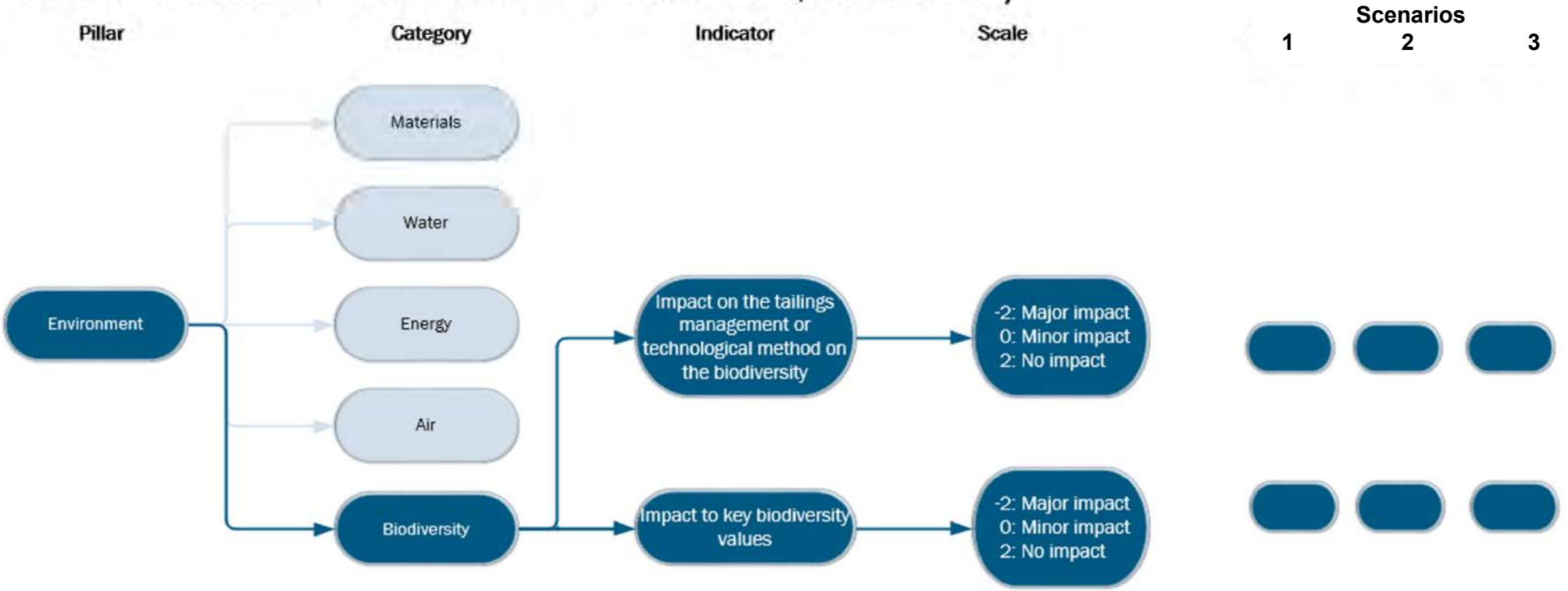
Review of indicators and scale – Environment/Air



Review of indicators and scale – Environment/Biodiversity



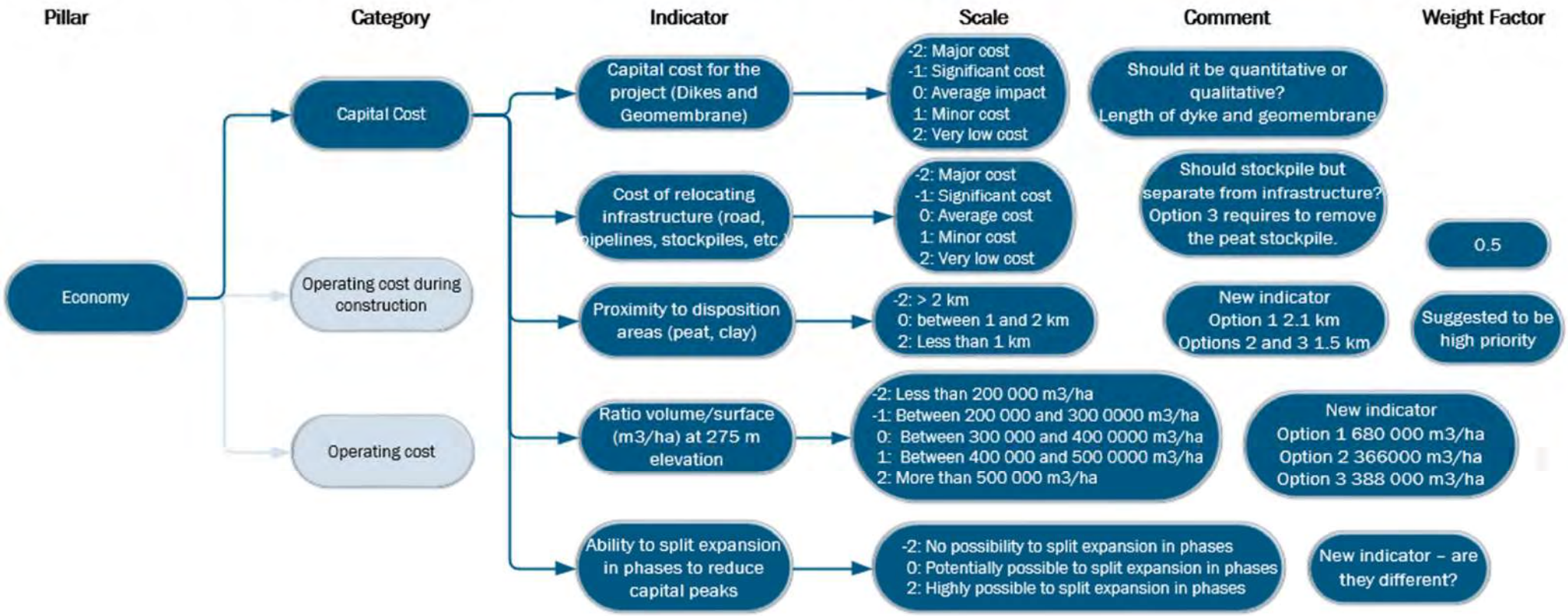
Review of indicators and scale – Environment/Biodiversity



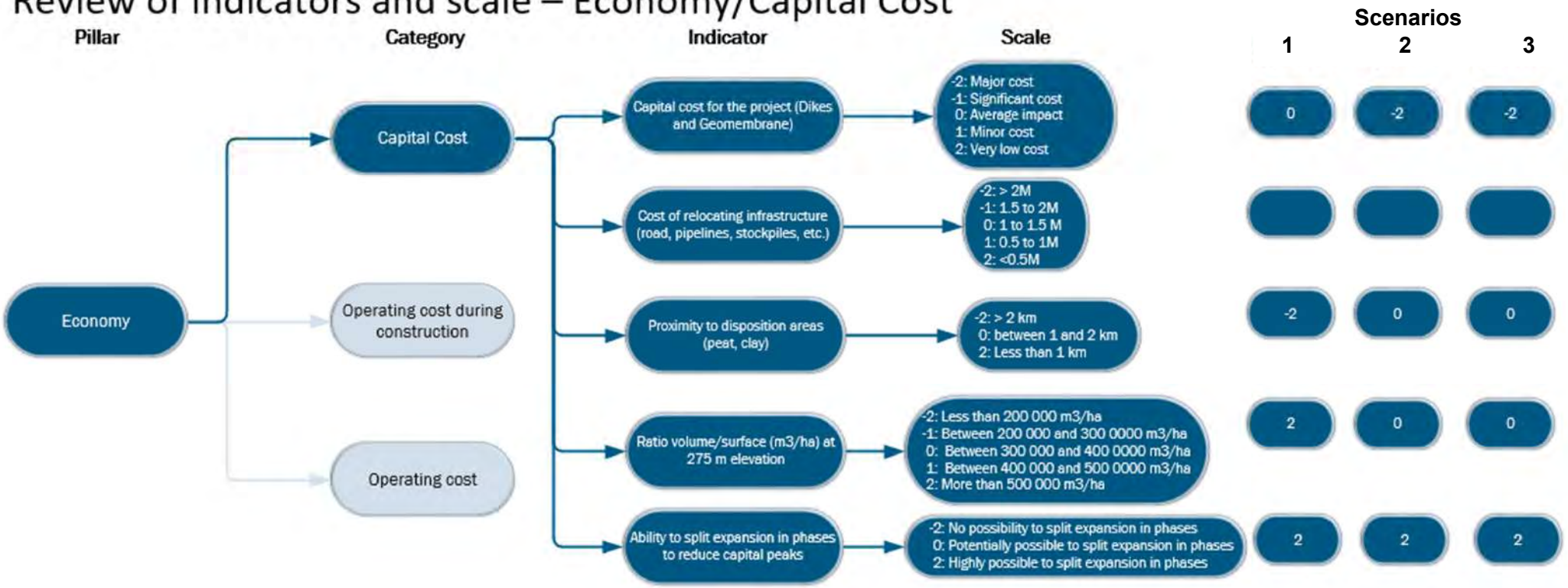
Economy



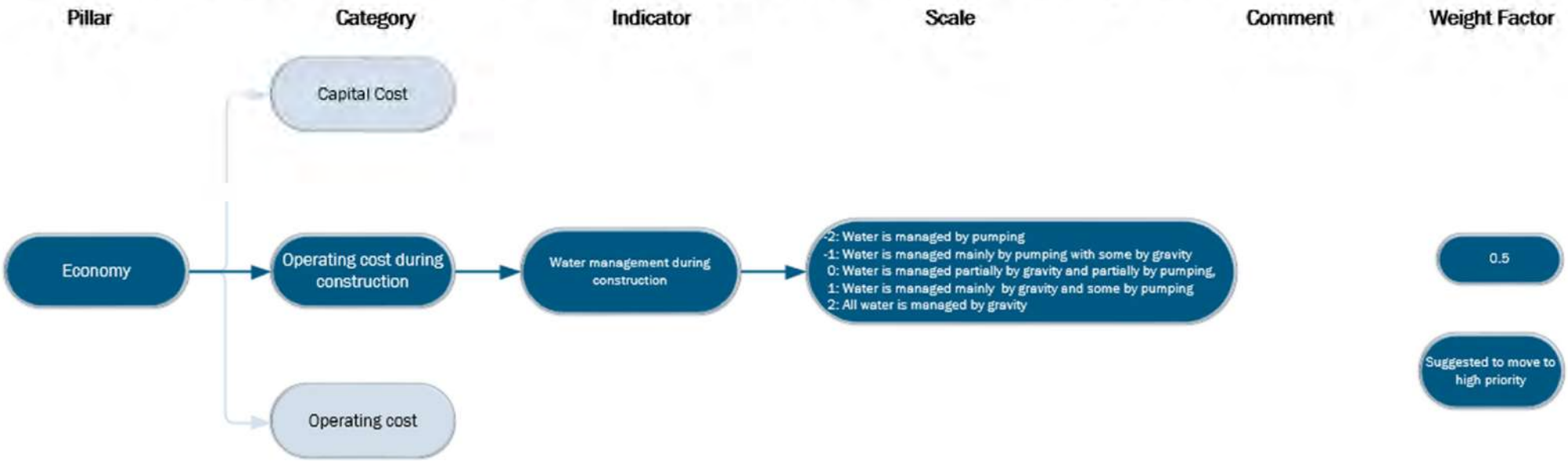
Review of indicators and scale – Economy/Capital Cost



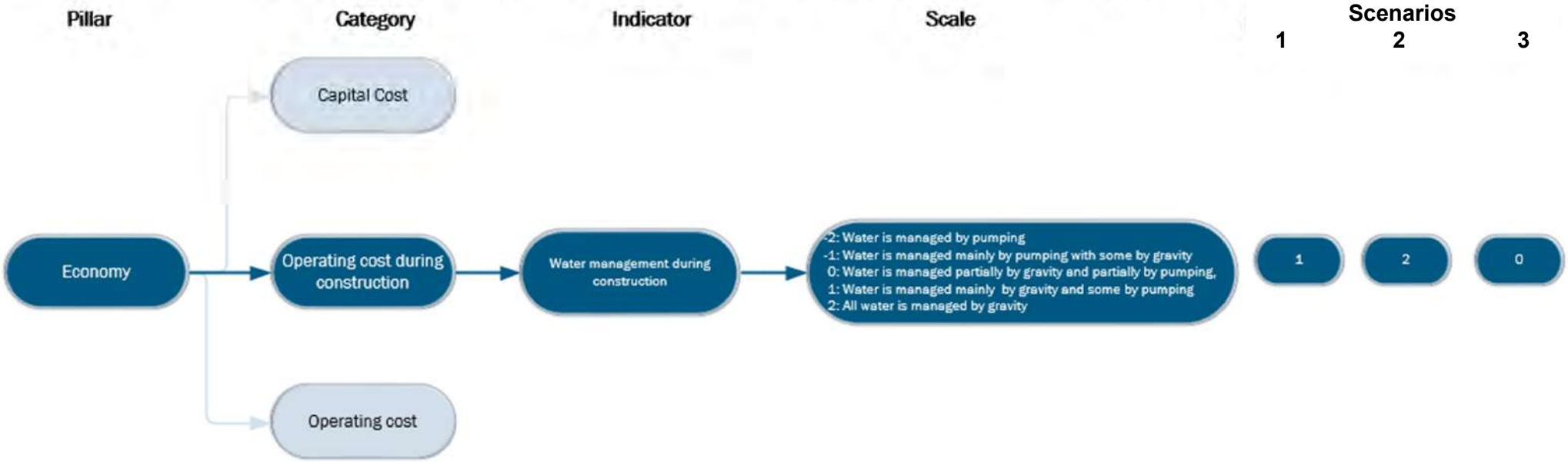
Review of indicators and scale – Economy/Capital Cost



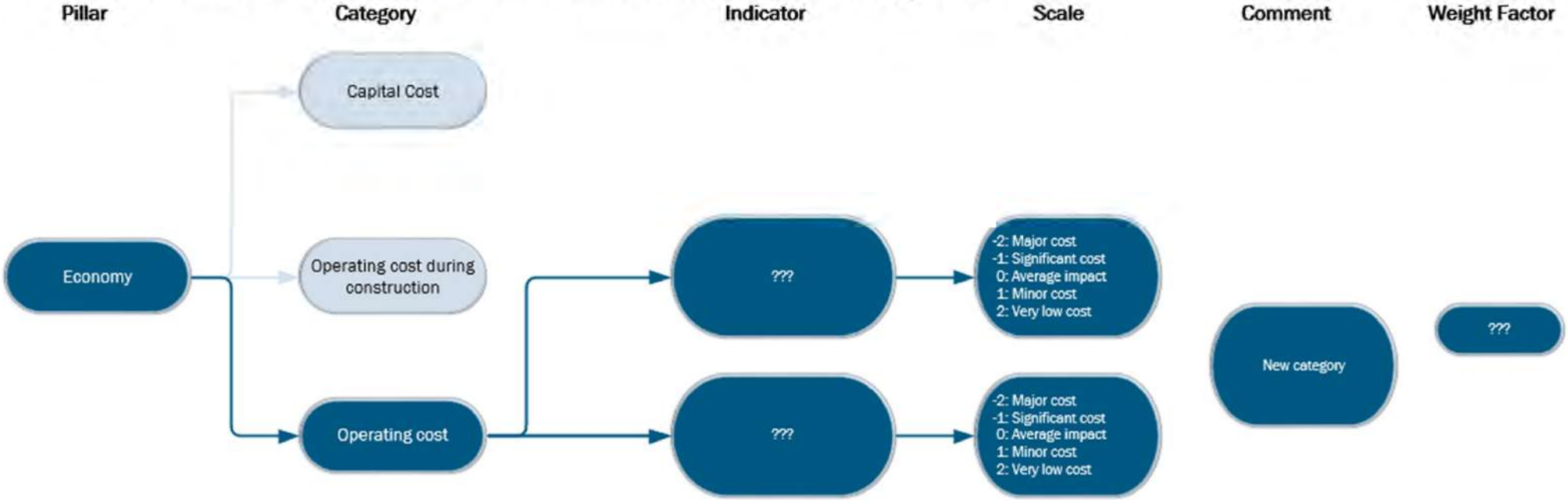
Review of indicators and scale – Economy/Operating cost during construction



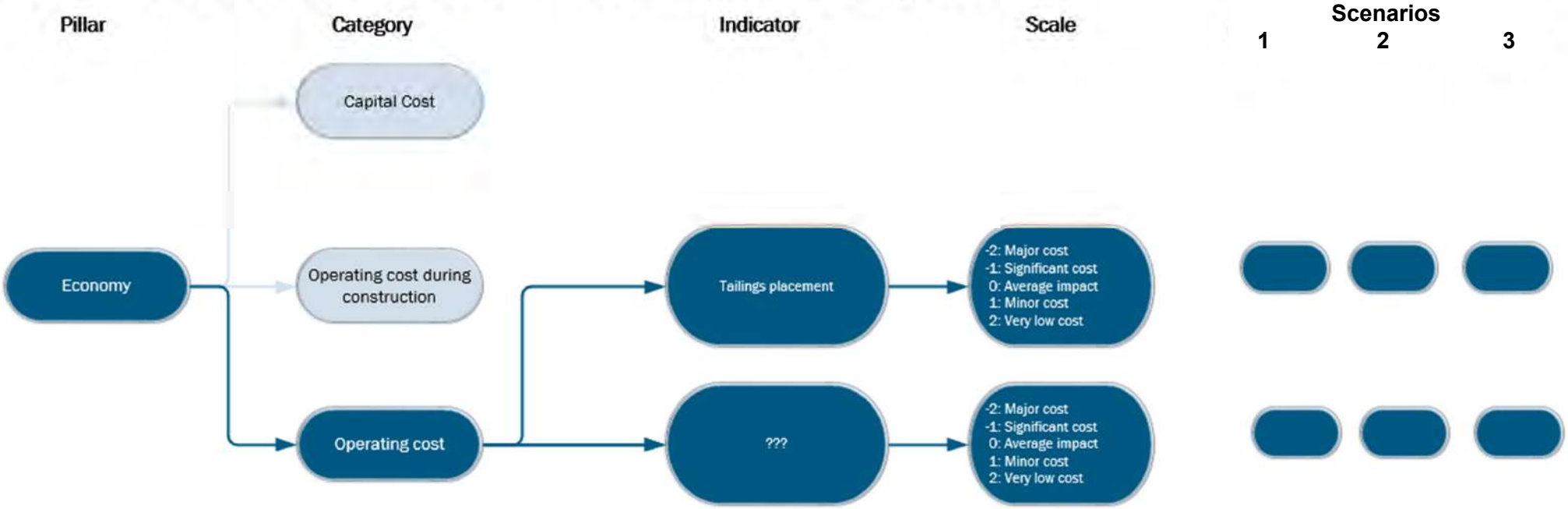
Review of indicators and scale – Economy/Operating cost during construction



Review of indicators and scale – Economy/Operating cost



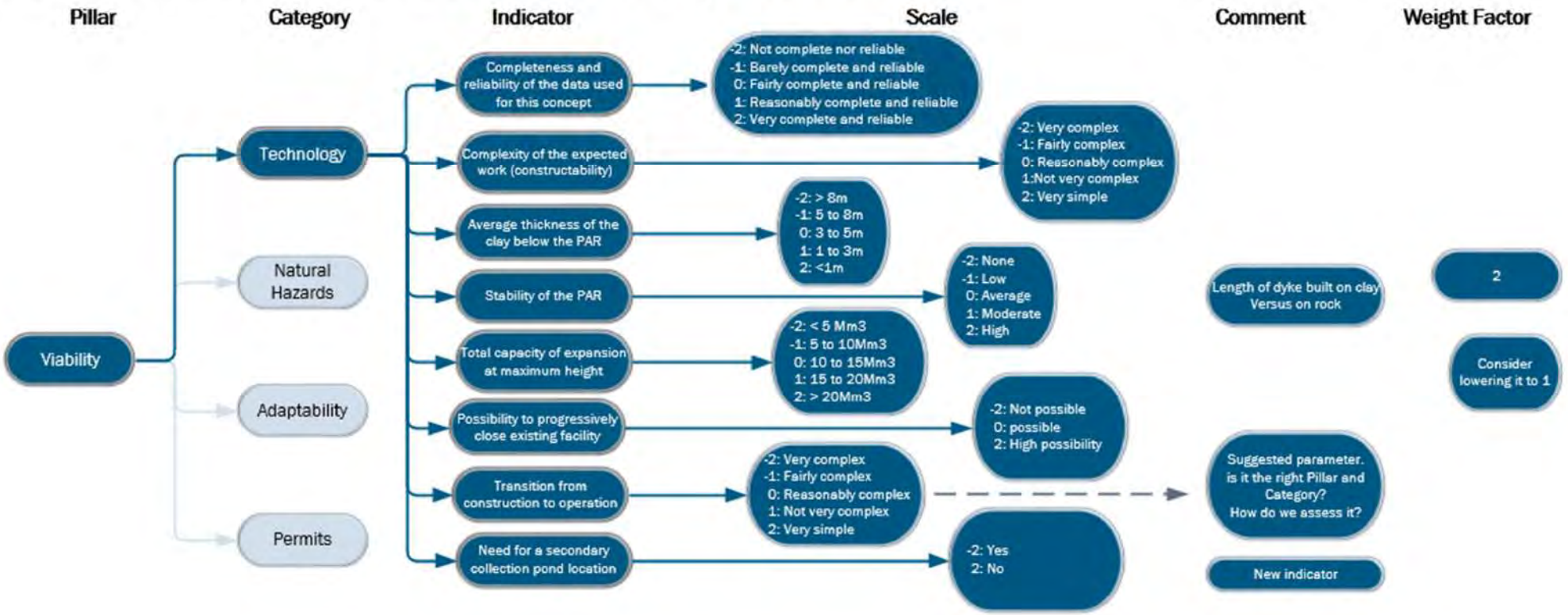
Review of indicators and scale – Economy/Operating cost



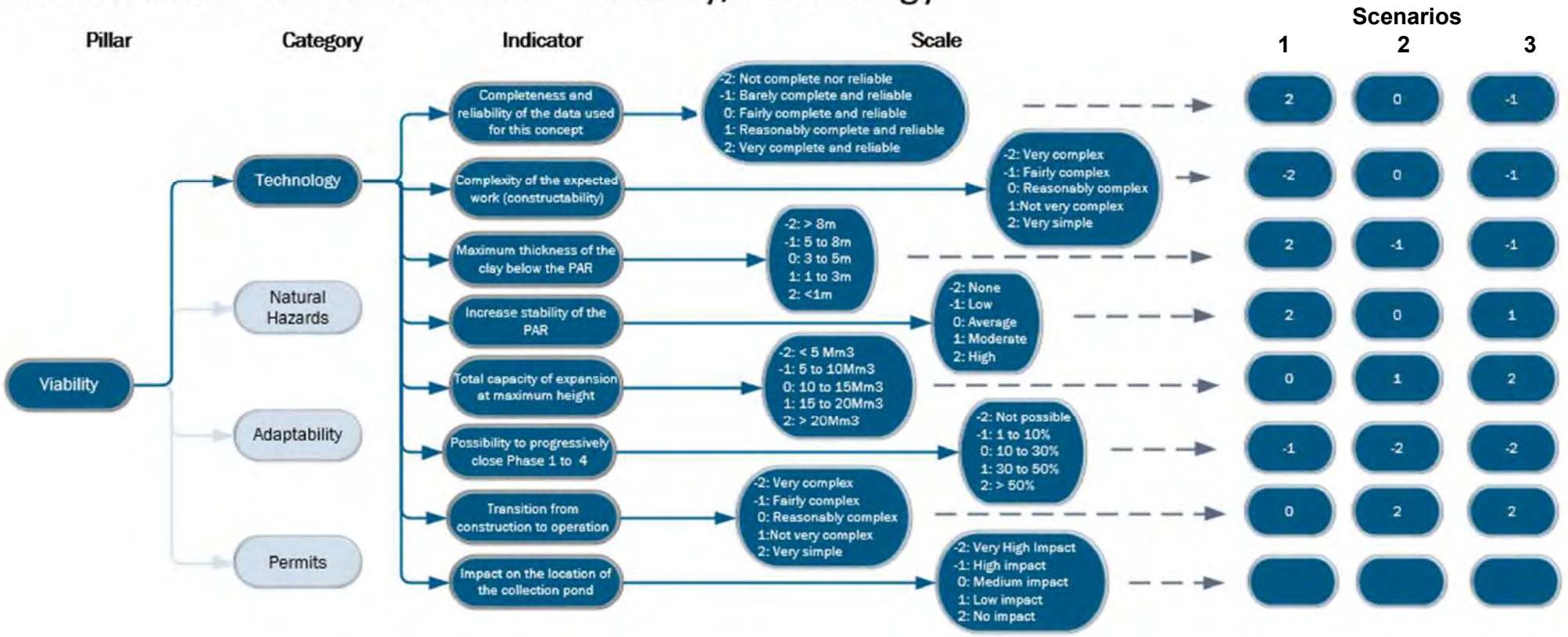
Viability



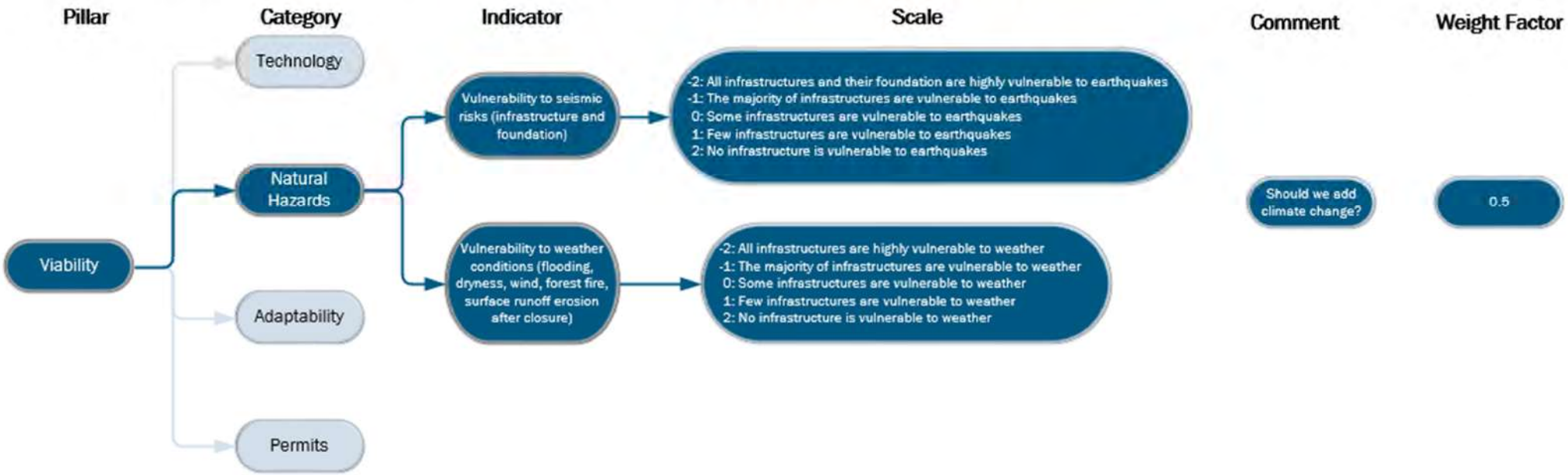
Review of indicators and scale – Viability/Technology



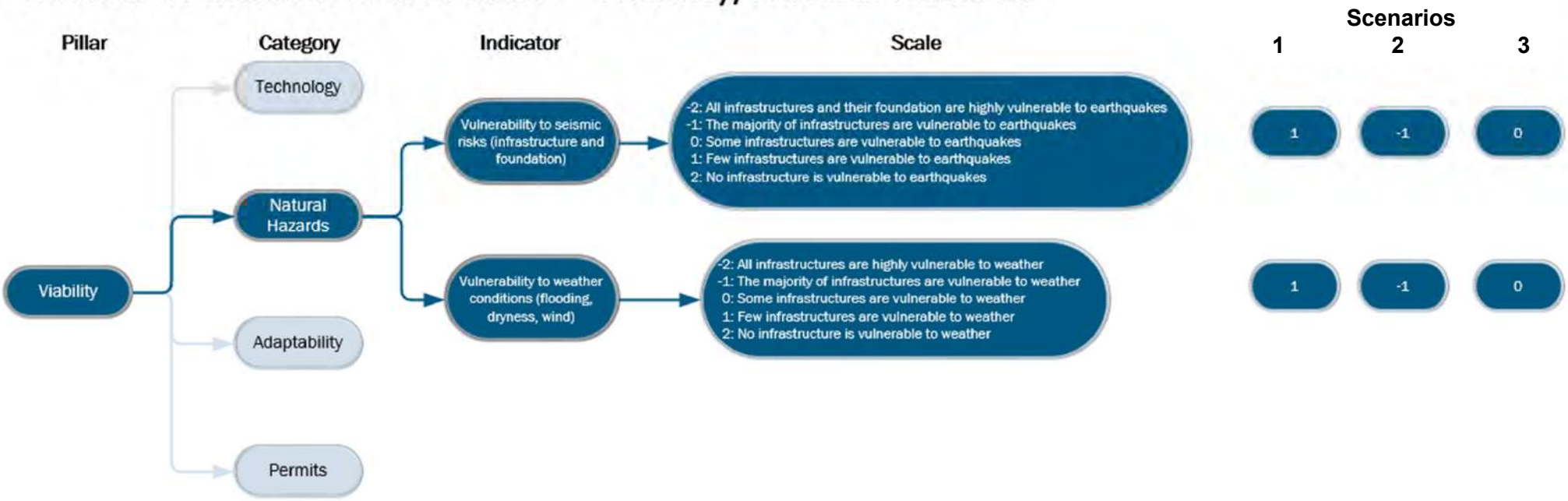
Review of indicators and scale – Viability/Technology



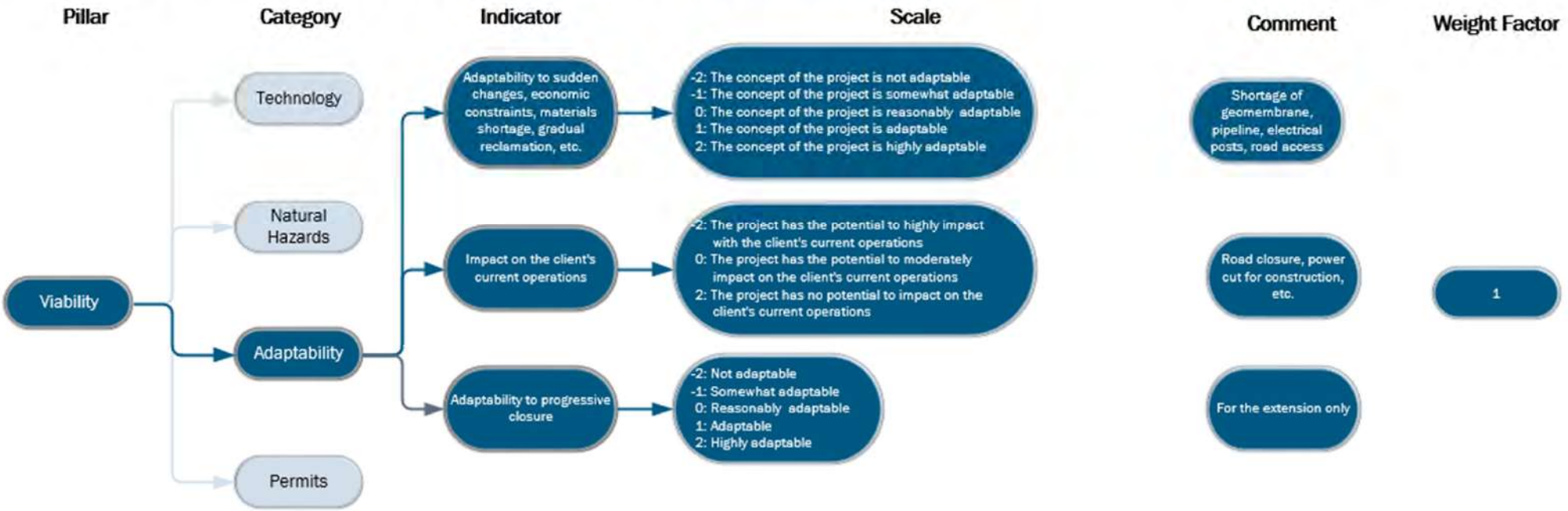
Review of indicators and scale – Viability/Natural Hazards



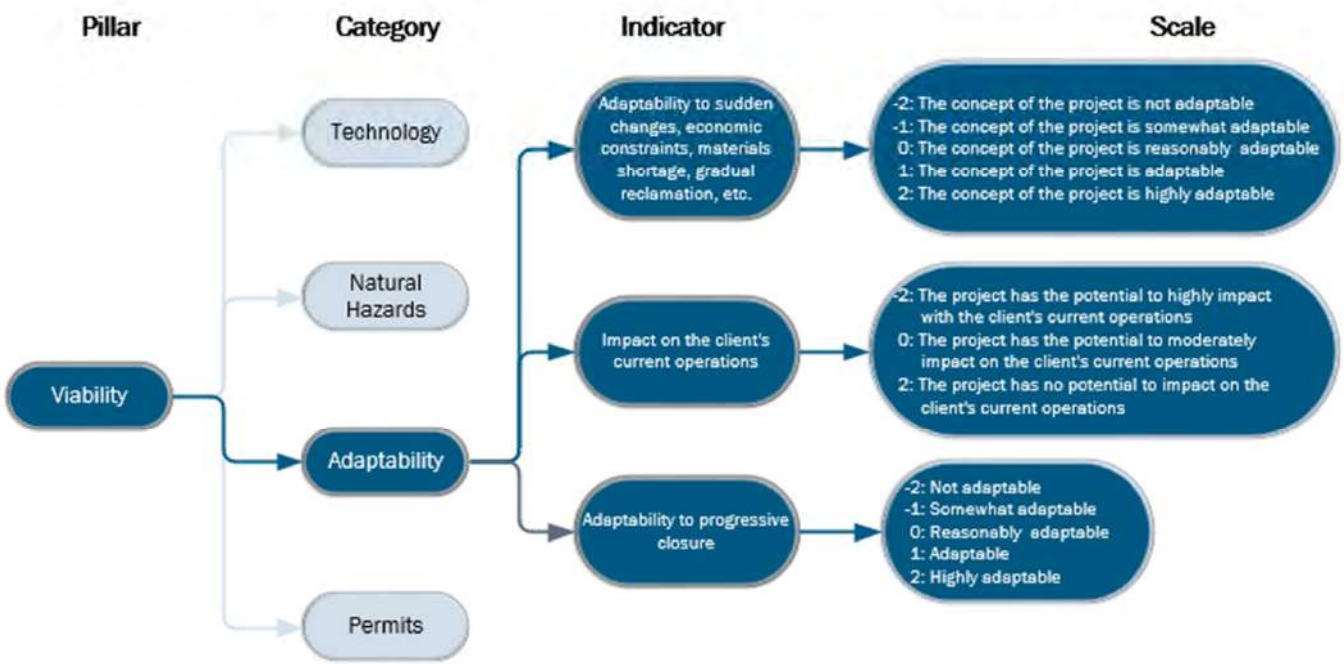
Review of indicators and scale – Viability/Natural Hazards

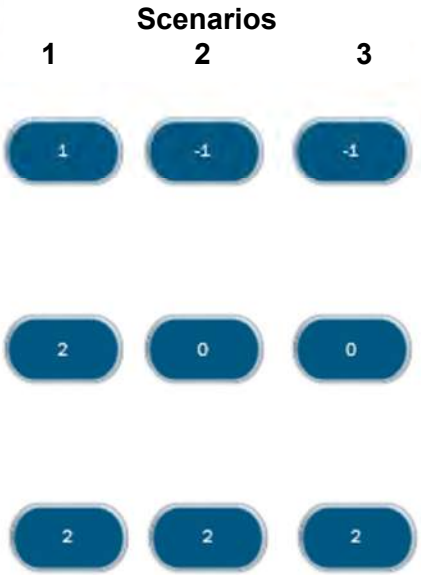


Review of indicators and scale – Viability/Adaptability

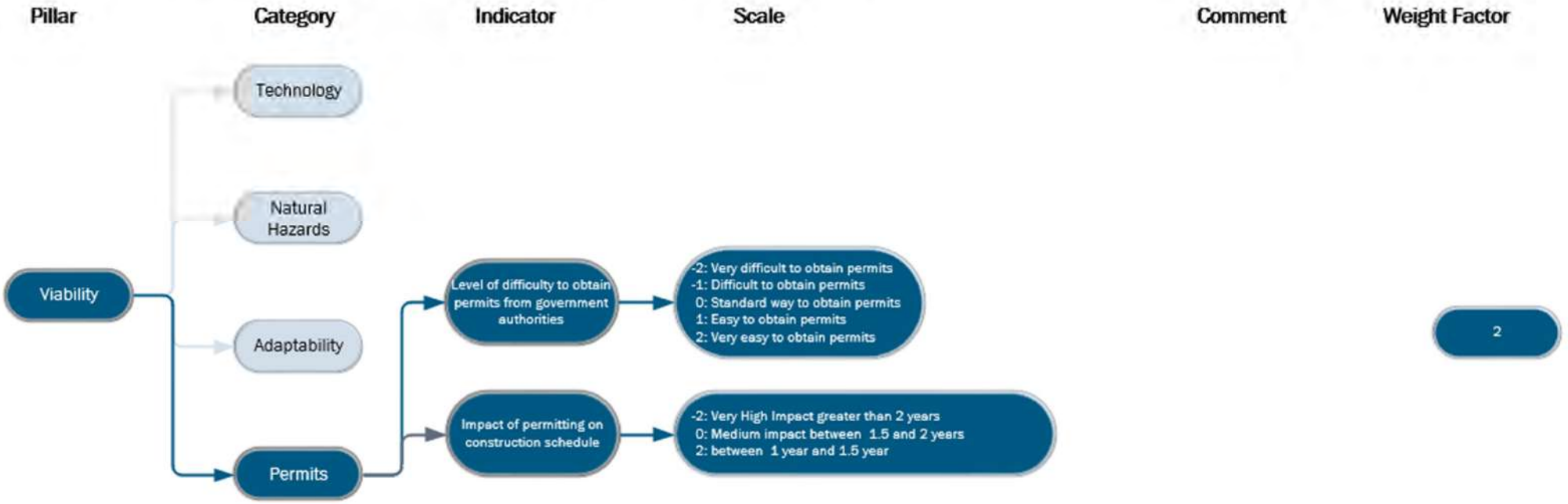


Review of indicators and scale – Viability/Adaptability

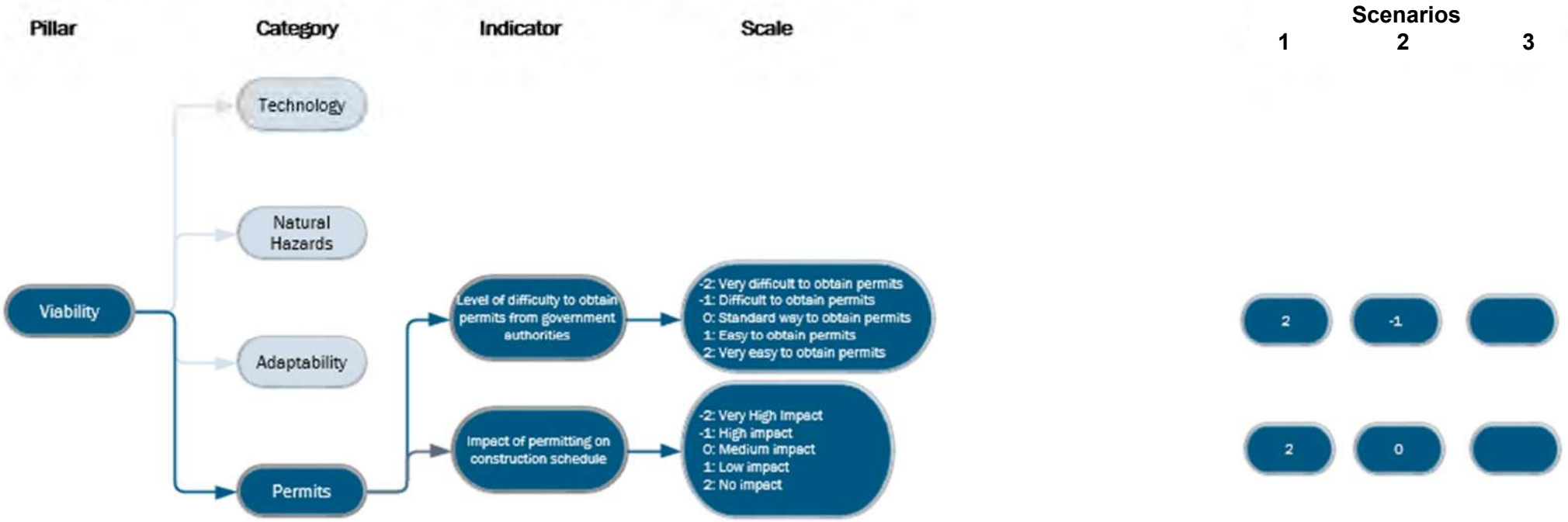




Review of indicators and scale – Viability/Permits



Review of indicators and scale – Viability/Permits



Our values are the essence of our company's identity. They represent how we act, speak and behave together, and how we engage with our clients and stakeholders.

SAFETY

We put safety at the heart of everything we do, to safeguard people, assets and the environment.

INTEGRITY

We do the right thing, no matter what, and are accountable for our actions.

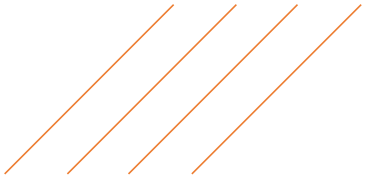
COLLABORATION

We work together and embrace each other's unique contribution to deliver amazing results for all.

INNOVATION

We redefine engineering by thinking boldly, proudly and differently.





Annexe B
Rapport Octant 2023

OCTANT

EXPERTS EN SOLUTIONS
POUR L'AVIATION



EXAMEN PRÉLIMINAIRE

Sites potentiels de résidus miniers

Phase 5 / Aérodrome Éléonore

Nº 24031

Rapport

Le 9 septembre 2023 RÉV 28 sept 23

Avis de confidentialité

Le contenu du présent rapport est privilégié et confidentiel, et ne doit pas être reproduit, en tout ou en partie, à moins qu'il ne soit nécessaire de le faire aux fins de l'évaluation de celui-ci. Le destinataire s'engage à préserver le caractère confidentiel des renseignements contenus dans le présent rapport et à prendre toutes les mesures requises et raisonnables pour prévenir l'utilisation, la divulgation ou la diffusion non autorisée, en tout ou en partie, de ces renseignements.

Le destinataire s'engage également à ne pas utiliser, modifier, traduire, adapter, convertir ou exploiter le contenu du présent rapport sans le consentement écrit d'Octant Aviation inc., et à ne pas permettre à ses concurrents d'accéder à son contenu.

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION ET OBJECTIF DE L'EXAMEN 4
2. DIMENSIONS DU DÉVELOPPEMENT 4
3. ÉTENDUE DE L'EXAMEN 5
4. EXAMEN DES PROCÉDURES AUX INSTRUMENTS AU CEL8 5
4.1 Départs 09 et 27 5
4.2 Approches RNAV (GNSS) des RWYs 09/27 7
4.2.1 Approche 09 7
4.2.2 Approche de la route 27 9
5. CONCLUSION 11

Tableau 1 – Hauteurs maximales données par l'évaluation des obstacles des aires de protection du TP308 – Départs 09/27 (en pieds ASL) 7
Tableau 2 – Hauteur maximale donnée par l'obstacle Évaluation des aires de protection du TP308 - RNAV (GNSS) RWY 09 (pieds ASL) 9
Tableau 3 – Hauteur maximale donnée par l'obstacle Évaluation des aires de protection du TP308 - RNAV (GNSS) RWY 27 (pieds ASL) 10
Tableau 4 – Hauteur maximale finale pour chaque sites 11

Figure 1 – Emplacements des 8 sites de stock-pile analysés 4
Figure 2 – Emplacements des sites en relation avec la route de départ 27 6
Figure 3 – Emplacement du site No8 par rapport au départs piste 09 6
Figure 4 – Emplacements des réserves par rapport à la RNAV (GNSS) RWY 09 - LNAV (segment Final / Approche interrompue) 7
Figure 5 – Emplacements des sites par rapport à VGS 8
Figure 6 – Emplacements des stocks par rapport à la RNAV (GNSS) ROUTE 09 - LPV (segment d'approche finale/interrompue) 8
Figure 7 – Emplacements des sites par rapport à la RNAV (GNSS) Piste 27 (segment final/approche interrompue) 10

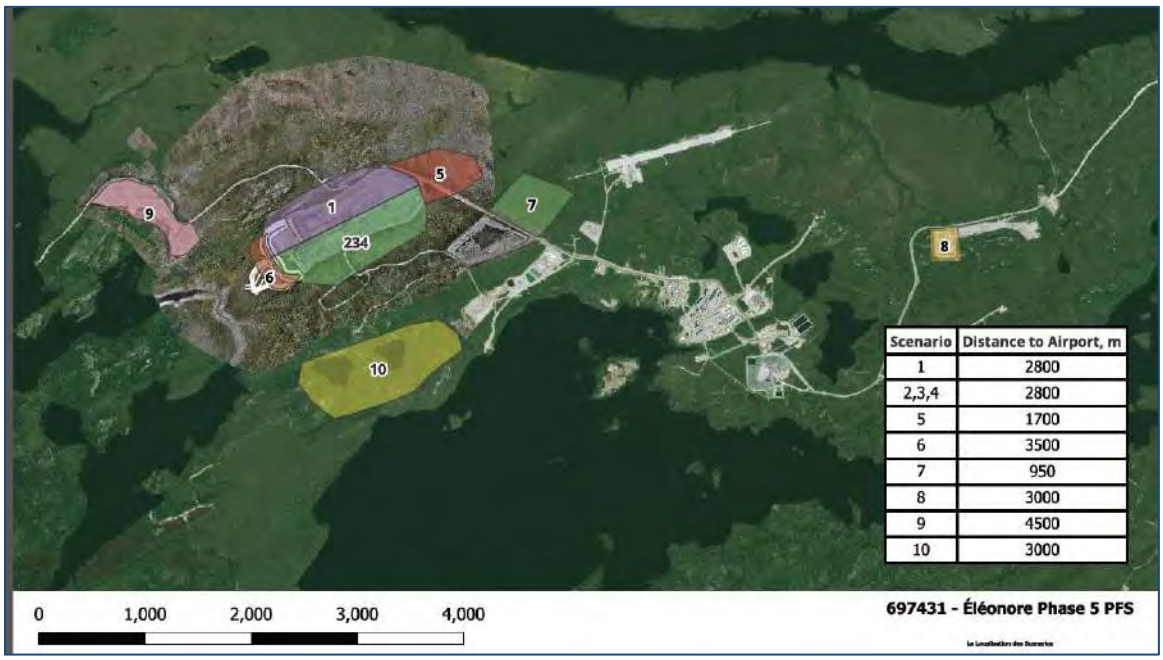
1. Introduction et objectif de l'examen

Newmont a mandaté Octant/IDS pour effectuer un examen afin de déterminer la hauteur maximale autorisée pour huit (8) scénarios conceptuels de parc à résidus miniers à proximité de l'aérodrome d'Eléonore (CEL8). Elle est chargée d'examiner les aspects liés aux surfaces TP 308 uniquement. Dans le cadre de cet examen, les surfaces du TP 312 (certification d'aérodrome et zonage des aéroports) ne sont pas prises en compte.

Dans le cadre de cet examen, nous avons utilisé le logiciel de conception des procédures de vol et de gestion de l'espace aérien (FPDAM) pour évaluer les surfaces par rapport à ce qui est actuellement publié par Nav Canada dans le Canada Air Pilot (CAP), et à toutes procédures de vol aux instruments (IFP) nouvelles ou améliorées connues qui seront publiées. Les surfaces des procédures aux instruments actuelles et prévues connues ont été évaluées pour vérifier l'impact potentiel sur celles-ci.

2. Dimensions du développement

Le client a fourni un fichier PDF contenant une image de Google Earth avec les 8 sites de réserve proposés et utilisés pour définir des formes géoréférencées à analyser en 3D par rapport aux surfaces TP308 liées aux diverses procédures d'approche aux instruments et de départs, donnant accès à l'aérodrome CEL8 dans des conditions météorologiques de faible visibilité ou de plafond bas (conditions météorologiques de vol aux instruments).



Scenario	Distance to Airport, m
1	2800
2,3,4	2800
5	1700
6	3500
7	950
8	3000
9	4500
10	3000

Figure 1 – Emplacements des 8 sites de stock-pile analysés

3. Étendue de l'examen

L'examen consiste à évaluer l'impact potentiel des huit (8) scénarios sélectionnés sur les surfaces du TP308 liés aux diverses procédures d'approche aux instruments et de départs donnant accès à l'aérodrome CEL8 pour déterminer la hauteur maximale autorisée dans chaque site.

CEL8 est actuellement desservi par diverses procédures GNSS et de départ comme suit :

- RNAV (GNSS) RWY 27
- RNAV (GNSS) RWY 09
- Départs RWY 09 et 27

Le présent examen ne porte pas sur une évaluation des surfaces actuelles de l'aérodrome conformément au statut actuel de certification de l'aérodrome, et il ne tient pas compte du zonage de l'aéroport le cas échéant. Cet examen ne remplace ni n'exempte le promoteur d'obtenir toutes les approbations requises au niveau du territoire, de Nav Canada ou de Transports Canada, selon le cas.

4. Examen des procédures aux instruments au CEL8

Les tableaux ci-dessous montrent la hauteur maximale au-dessus du niveau moyen de la mer (ASL) que les scénarios peuvent avoir sans avoir d'impact sur les procédures publiées dans l'évaluation des obstacles des zones de protection TP308 au-dessus des divers sites prévus pour chaque procédure de vol aux instruments.

4.1 Départs 09 et 27

Comme le montrent les figures ci-dessous, les sites de stockage N°7 et N°5 sont situés dans l'aire de montée initiale (ICA) pour les départs à partir de la piste 27 (figure 2), et le site de stockage N°8 est situé à 740 mètres du côté de l'aire de montée initiale (ICA) pour les départs à partir de la piste 09 (figure 3).

Les restrictions pour chaque scénario sont indiquées dans le tableau 1; en jaune sont les altitudes au-dessus du niveau de la mer (ASL) les plus élevées que chaque site peut atteindre sans avoir d'impact sur aucun des départs.

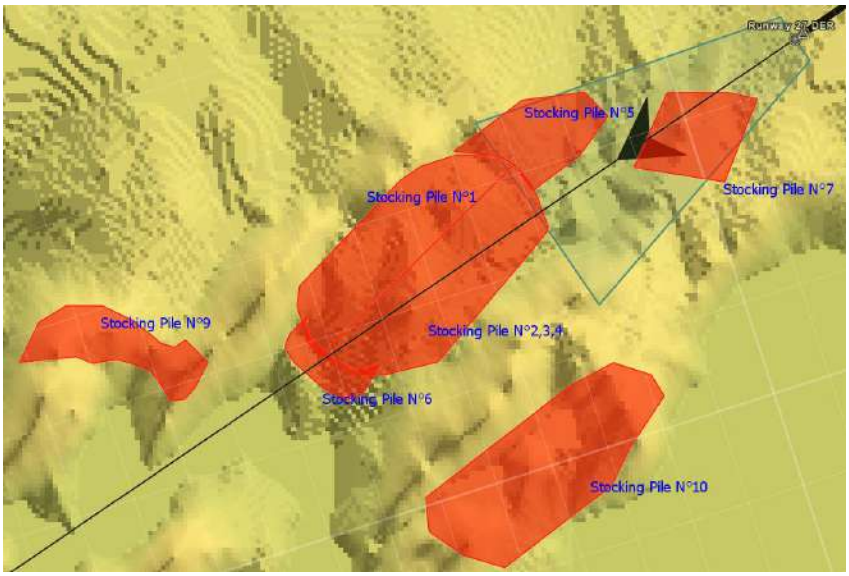


Figure 2 – Emplacements des scénarios en relation avec la route de départ 27



Figure 3 – Emplacement du scénario no 8 par rapport au départs piste 09

	DÉPARTS Piste 09	DÉPARTS Piste 27	Zone de montée visuelle (VCA)
Scénario 1	1347 pi	1045 pi	1200 pi
Scénario 2,3,4	1344 pi	1043 pi	1200 pi
Scénario 5	1296 pi	943 pi	1200 pi
Scénario 6	1451 pi	1253 pi	1200 pi
Scénario 7	1233 pi	813 pi	1200 pi
Scénario 8	1114 pi	1410 pi	1200 pi
Scénario 9	1519 pi	1320 pi	1200 pi
Scénario 10	1373 pi	1112 pi	1200 pi

Tableau 1 – Hauteurs maximales données par l'évaluation des obstacles des aires de protection du TP308 – Départs 09/27 (en pieds ASL)

4.2 Approches RNAV (GNSS) des RWYs 09/27

4.2.1 Approche 09

Les scénarios sélectionnés sont principalement situés dans les zones de protection d'approche finale et/ou à approche interrompue de la procédure RNAV (GNSS) pour la piste 09, comme le montre la Figure 4 pour la procédure LNAV, et la Figure 6 pour la procédure LPV.

Tous les sites sont situés dans la zone principale des segments finaux et/ou des segments d'approche interrompue de la procédure LNAV (voir la Figure 4 ci-dessous).

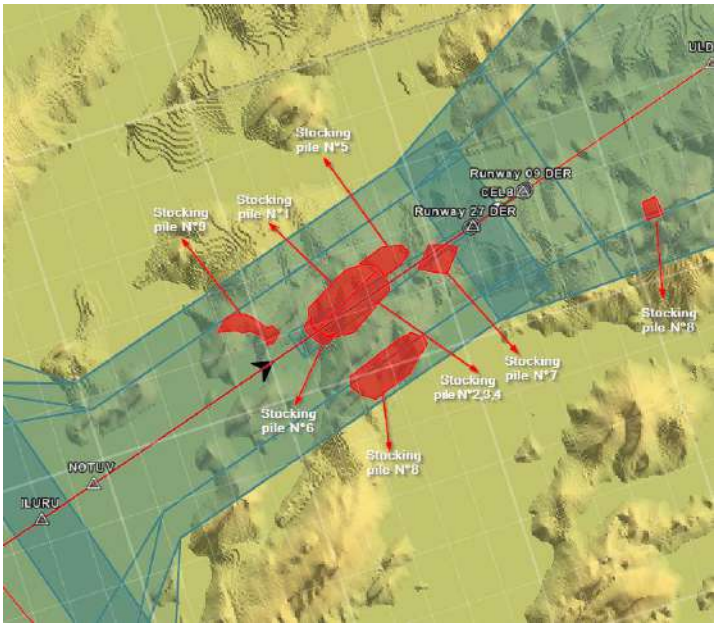


Figure 4 – Emplacements des scénarios par rapport à la RNAV (GNSS) RWY 09 - LNAV (segment Final / Approche interrompue)

Plus important encore, les sites N°7, 1, 5, (2,3,4) et 6 sont situés dans la surface de guidage vertical (VGS), comme le montre la figure 5. La zone VGS doit être dégagée de tous les obstacles pour établir des procédures RNAV (LNAV et / ou LPV) à l'aéroport, et toute pénétration peut entraîner une augmentation de l'angle de trajectoire de descente (GPA), ou de la hauteur de franchissement du seuil, ce qui peut entraîner des restrictions pour les catégories d'aéronefs utilisant l'aéroport.

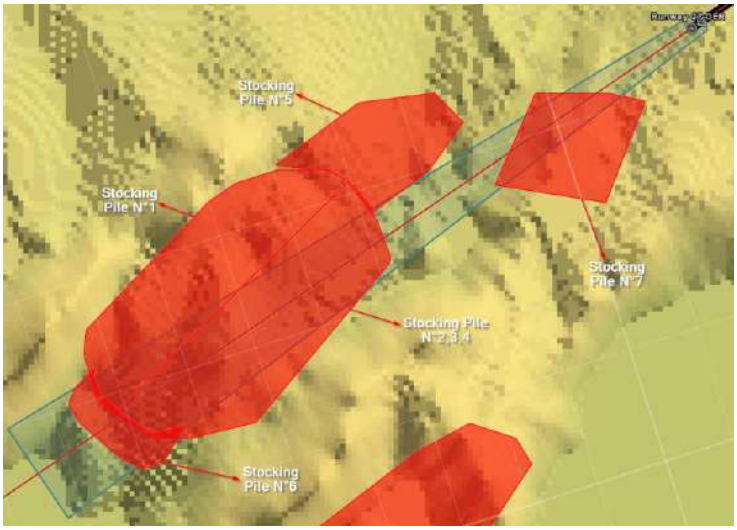


Figure 5 – Emplacements des sites par rapport à VGS

D'autre part, pour la procédure LPV, les scénarios N°7, 5, 1, (2,3,4), 6 et 9 sont situées dans la zone W, X et/ou Y des segments d'approche finale et/ou interrompue, comme le montre la figure 6. Le scénario 10 se trouve complètement à l'extérieur des surfaces LPV pour l'autoroute 09.

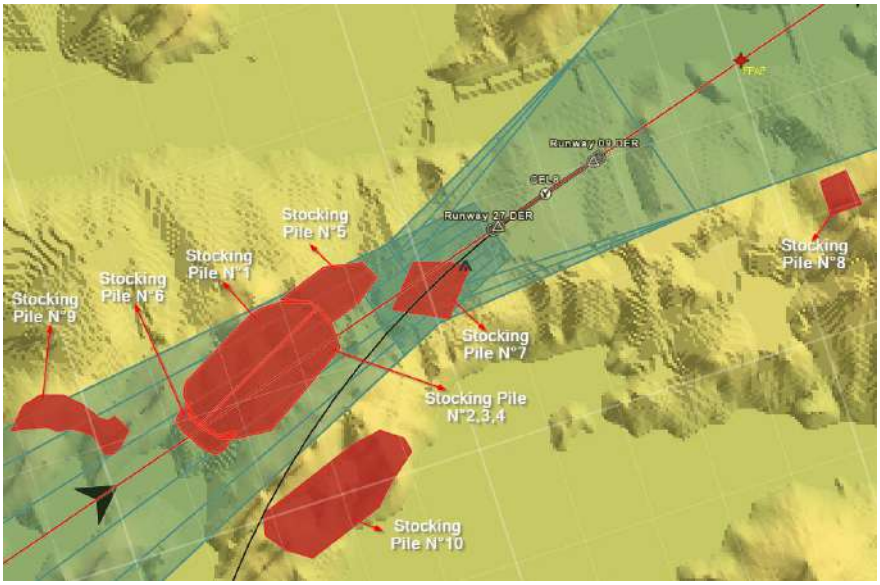


Figure 6 – Emplacements des stocks par rapport à la RNAV (GNSS) ROUTE 09 - LPV (segment d'approche finale/interrompue)

Le tableau 2 montre les limites d'altitude les plus élevées pour chaque scénario sous chaque surface d'évaluation d'obstacles (OES) de la RNAV (GNSS) Piste 09. En jaune se trouvent les limites les plus restrictives afin d'éviter tout impact sur l'une des approches RNAV (GNSS) Piste 09.

	Surface de guidage vertical VGS	LNAV (Segment final)	LNAV (Approche interrompue)	LPV (Segment final)	LPV (Approche interrompue)
Scénario 1	1039 pi	1210 pi	--	978 pi	--
Scénario 2,3,4	956 pi	1210 pi	--	918 pi	--
Scénario 5	936 pi	1210 pi	--	879 pi	880 pi
Scénario 6	1105 pi	1210 pi	--	1046 pi	--
Scénario 7	807 pi	1210 pi	1360 pi	788 pi	836 pi
Scénario 8	--	--	1437 pi	--	--
Scénario 9	--	1210 pi	--	1149 pi	--
Scénario 10	--	1210 pi	--	--	--

Tableau 2 – Hauteur maximale donnée par l'obstacle Évaluation des aires de protection du TP308 - RNAV (GNSS) RWY 09 (pieds ASL)

4.2.2 Approche de la route 27

Les scénarios N°7, 1, 5, (2,3,4), 9, 10 et 6 se trouvent dans la zone de protection d'approche interrompue de la procédure RNAV (GNSS) Piste 27, comme le montrent les figures 8 pour la procédure LNAV et LPV. Le scénario N°8 se trouve dans la zone secondaire du segment final pour la procédure LNAV Piste 27 uniquement.

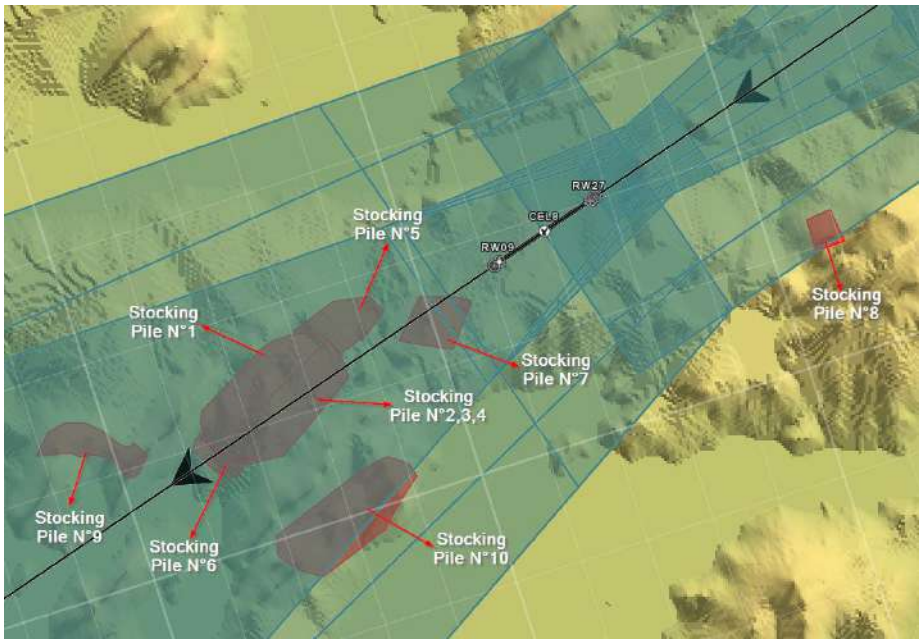


Figure 7 – Emplacements des sites potentiels par rapport à la RNAV (GNSS) Piste 27 (segment final/approche interrompue)

Le tableau 3 montre la hauteur maximale autorisée sans avoir d'impact sur les approches RNAV (GNSS) de la Piste 27.

	LNAV (Segment final)	LNAV (Approche interrompue)	LPV (Approche interrompue)
Scénario 1	--	1199 pi	1195 pi
Scénario 2,3,4	--	1198 pi	1194 pi
Scénario 5	--	1149 pi	1145 pi
Scénario 6	--	1305 pi	1301 pi
Scénario 7	--	1100 pi	1071 pi
Scénario 8	1058 pi	-	--
Scénario 9	--	1373 pi	1368 pi
Scénario 10	--	1202 pi	1197 pi

Tableau 3 – Hauteur maximale donnée par l'obstacle Évaluation des aires de protection du TP308 - RNAV (GNSS) RWY 27 (pieds ASL)

5. Conclusion

Le tableau ci-dessous montre la hauteur maximale autorisée pour les scénarios de stockage de résidus miniers proposés à proximité de l'aérodrome d'Eléonore (CEL8) en fonction de la surface d'évaluation d'obstacles la plus restrictive pour chacun d'eux.

- Il est recommandé de ne pas utiliser le scénario N°7, car il est déjà très proche des limites des approches LPV Final et VGS pour la RNAV (GNSS) Piste 09. Les équipements utilisés pour déplacer les matériaux seraient à peine dégagés des surfaces.
- La plupart des contraintes sont imposées par la RNAV (GNSS) RWY 09 (LPV Final Segment) pour les scénarios 1, (2,3,4) et 5 en raison de leur proximité immédiate avec le seuil de la piste. Cette hauteur maximale comprend les équipements lourds qui se déplacent sur le site.
- Les scénarios N°6, 8, 9 et 10 ont les contraintes moindres.

	Hauteur maximale totale Pieds ASL (m)
Scénario 1	978 pi (298 m)
Scénario 2,3,4	918 pi (279 m)
Scénario 5	879 pi (267 m)
Scénario 6	1046 pi (318 m)
Scénario 7	788 pi (240 m)
Scénario 8	1058 pi (322 m)
Scénario 9	1149 pi (350 m)
Scénario 10	1112 pi (341 m)

Tableau 4 – Hauteur maximale finale pour chaque site

Le présent examen ne tient pas compte des surfaces de limitation d'obstacles liées aux certifications aéroportuaires et ne remplace ni n'exempte le promoteur d'obtenir toutes les approbations requises au niveau du territoire, de Nav Canada, ou de Transports Canada, selon le cas.



T·+1·450·678-4884·OCTANTAVIATION.CA¶

_____¶

4501,·rue·Bishop,·bureau·202,·Longueuil·(Québec)·J3Y·9E1¶

Annexe 4. Rapport d’ingénierie conceptuelle de la phase 5 du parc à résidus

AtkinsRéalis

Rapport technique

Newmont

19 mars 2024

N/Projet nº : 697431
N/Référence nº : 697431-4100-4GER-0002_00_VF

Ingénierie conceptuelle de la Phase 5 du parc à résidus de la mine Éléonore

ATKINSRÉALIS - Sensible
(MM-RP-00ER_00 FR)

AtkinsRéalis
455, BOUL. RENÉ-LÉVESQUES OUEST, MONTRÉAL, QC H2Z 1Z3

Montréal, 19 mars 2024

Monsieur Alexis Lemire
NEWMONT
1751, rue Davy
Rouyn-Noranda, QC J9Y 0A8

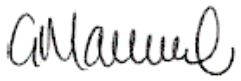
Objet : **Ingénierie conceptuelle de la Phase 5 du parc à résidus – mine Éléonore**
Rapport – Préliminaire
Notre dossier : 697431-4100-4GER-0002_00_VF

Monsieur,

Il nous fait plaisir de vous transmettre la version préliminaire du rapport mentionné en objet.

Espérant le tout à votre entière satisfaction, nous demeurons à votre disposition pour tout renseignement supplémentaire.

Veuillez agréer, Monsieur Lemire, l'expression de nos meilleures salutations,



Geneviève Marchand, ing., M.Sc., PMP
#OIQ : 127590
Directrice de projet
Minéraux et métaux

GM/abf

Avis

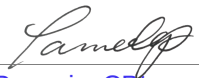
Ce document fait état de l'opinion professionnelle de AtkinsRéalis (« AtkinsRéalis ») quant aux sujets qui y sont abordés. Son opinion a été formulée en se basant sur ses compétences professionnelles en la matière et avec les précautions qui s'imposent. Le document doit être interprété dans le contexte de la convention en date du 24 juillet 2023 (la « Convention ») intervenue entre AtkinsRéalis et Newmont (le « Client »), ainsi que de la méthodologie, des procédures et des techniques utilisées, des hypothèses de AtkinsRéalis ainsi que des circonstances et des contraintes qui ont prévalu lors de l'exécution de ce mandat. Ce document n'a pour raison d'être que l'objectif défini dans la Convention et est au seul usage du Client, dont les recours sont limités à ceux prévus dans la Convention. Il doit être lu comme un tout, à savoir qu'une portion ou un extrait isolé ne peut être pris hors contexte.

En préparant ses estimations, le cas échéant, AtkinsRéalis a suivi une méthode et des procédures et pris les précautions appropriées au degré d'exactitude visé, en se basant sur ses compétences professionnelles en la matière et avec les précautions qui s'imposent, et est d'opinion qu'il y a une forte probabilité que les valeurs réelles seront compatibles aux estimations. Cependant, l'exactitude de ces estimations ne peut être garantie. À moins d'indication contraire expresse, AtkinsRéalis n'a pas contre-vérifié les hypothèses, données et renseignements en provenance d'autres sources (dont le Client, les autres consultants, laboratoires d'essai, fournisseurs d'équipements, etc.) et sur lesquels est fondée son opinion. AtkinsRéalis n'en assume nullement l'exactitude et décline toute responsabilité à leur égard.

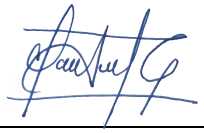
Dans toute la mesure permise par les lois applicables, AtkinsRéalis décline en outre toute responsabilité envers le Client et les tiers en ce qui a trait à l'utilisation (publication, renvoi, référence, citation ou diffusion) de tout ou partie du présent document, ainsi que toute décision prise ou action entreprise sur la foi dudit document.

Page de signatures

Préparé par :



Pamela Pasquis, CPI
CPI en géotechnique
#OIQ : 6042274
(sous DSI[1])



Paola Cardenas, ing., Ph.D.
Ingénieure géotechnique
#OIQ : 5005585

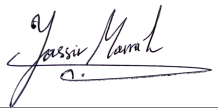


Geneviève Marchand, ing., M.Sc., PMP
Directrice de projets
#OIQ : 127590



Félix-Antoine Desrochers, ing.
Ingénieur en hydrologie et hydraulique
#OIQ : *5071820*

Préparé par :



Yassir Marrah, ing., M.Sc.A.
Ingénieur géotechnique
#OIQ : 6042790



Amir Hossein Zamani, ing., M.Sc.
Directeur technique – Géotechnique
#OIQ : 5021566

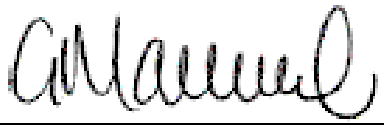


Stéfan Foy, ing., M.Sc.
Ingénieur en hydrogéologie
#OIQ : 124366

Approuvé par :



Amir Hossein Zamani, ing., M.Sc.
Directeur technique
#OIQ : 5021566



Geneviève Marchand, ing., M.Sc., PMP
Directrice de projets
#OIQ : 127590

[1] DSI : Direction et surveillance Immédiates.
En matière de supervision d'activités d'ingénierie et d'encadrement de personnes qui ne sont pas des ingénieurs ou sont des ingénieurs juniors, l'Ordre des ingénieurs du Québec a recours à une expression maintes fois utilisée dans sa réglementation : direction et surveillance immédiates (DSI). Autrement dit, un ingénieur doit s'impliquer de façon continue et active tout au long des tâches réservées qui lui sont confiées, et pas seulement avant ou après.

Liste des révisions

#	Prép.	Rév.	App.	Date	Pages	Remarques
PA	Tous	AHZ			Toutes	Coordination interne – Version anglaise
PB	Tous	AHZ	GM	2023-12-22	Toutes	Émission de la version anglaise pour commentaires
PC	Tous	AHZ	GM	2024-01-29	Toutes	Émission de la version française pour commentaires

Table des matières

1. Introduction 1

1.1 Contexte 1

1.2 Emplacement du PAR existant et des infrastructures associées 1

1.3 Mandat 2

2. Analyse des options pour l'expansion du PAR 3

2.1 Présélection 3

2.2 Processus de sélection 5

2.3 Option sélectionnée 6

2.4 Analyse de sensibilité 7

3. Conditions générales du site 8

3.1 Description générale du site 8

3.1.1 Lieu de déposition et de rejet des résidus 8

3.1.2 Données topographies 8

3.1.3 Unités standard du projet 9

3.2 Configuration et géologie du site 9

3.2.1 Physiographie, topographie et drainage 9

3.2.2 Dépôts de surface 9

3.2.3 Géologie du socle rocheux 10

4. Conditions géotechniques et hydrologiques 10

4.1 Travaux sur le terrain 10

4.2 Nature et propriétés du sol 12

4.3 Nature et propriétés du socle rocheux 13

4.4 Données hydrologiques 13

4.4.1 Renseignements généraux 13

4.4.2 Précipitations 13

5. Critères de conception 16

5.1 Géométrie du PAR 16

5.2 Route de halage et chemins entourant le PAR 16

5.3 Critères géotechniques et sismiques 17

5.3.1 Analyse de stabilité du PAR 17

5.3.2 Stabilité des parois rocheuses 17

5.3.3 Séisme de conception 18

5.3.4 Paramètres sismiques 18

5.4 Classification des conséquences des ruptures 20

5.5 Conception de la géomembrane sous le PAR 20
5.6 Critères de conception pour les infrastructures de gestion des eaux 20
6. Conception de la Phase 5 du PAR 23
6.1 Renseignements généraux 23
6.1.1 Emplacement et capacité 23
6.1.2 Plan de déposition et prévision des volumes de résidus miniers 25
6.2 Digue d'amorce 26
6.3 Matériaux et bancs d'emprunt 26
6.4 Conception de la géomembrane 27
6.5 Drain français 27
7. Analyses de stabilité statique et pseudo-statique 28
7.1 Méthodologie 28
7.2 Conditions du site 28
7.2.1 Coupes sélectionnées 28
7.2.2 Conditions hydrauliques et piézométriques 29
7.3 Coefficients pseudo-statiques 29
7.4 Paramètres de l'analyse de stabilité 29
7.5 Résultats des analyses de stabilité statique et pseudo-statique 30
8. Mécanique des roches 32
8.1 Méthodologie 32
8.2 Classification des roches et propriétés de discontinuité 33
8.2.1 Classification de la masse rocheuse 33
8.2.2 Familles de joints rocheux 35
8.2.3 Angle de frottement des joints rocheux 37
8.3 Résultats des analyses cinématiques 38
9. Gestion des eaux du PAR 41
9.1 Analyse du système de sous-drainage du PAR 41
9.1.1 Modélisation numérique du système de sous-drainage 41
9.2 Gestion des eaux de surface 42
9.2.1 Objectifs du plan de gestion des eaux 42
9.2.2 Étude hydrologique 43
9.2.3 Modélisation hydraulique PCSWMM de la Phase 5 44
9.2.4 Critères de conception 46
9.2.5 Résultats des simulations 47
10. Dessins de préfaisabilité 51
11. Conclusion et prochaines étapes 52
12. Références 53

Les tableaux

Tableau 2-1 : Catégories Durabilité+ 5
Tableau 2-2 : Cotes d'évaluation des indicateurs 5
Tableau 2-3 : Valeurs de pondération 6
Tableau 2-4 : Résultats de l'ACM 6
Tableau 2-5 : Pondération pour l'analyse de sensibilité 7
Tableau 2-6 : Résultats de l'analyse de sensibilité 7
Tableau 3-1 : Données de localisation 9
Tableau 4-1 : Résumé des campagnes d'investigation menées au PAR 11
Tableau 4-2 : Stations météorologiques à proximité du site Éléonore 13
Tableau 4-3 : Courbes IDF été-automne majorées pour tenir compte des changements climatiques 14
Tableau 4-4 : Courbes IDF printanières majorées pour tenir compte des changements climatiques 14
Tableau 4-5 : Pluies maximales probables (PMP) 15
Tableau 4-6 : Couverts de neige au sol statistiques 15
Tableau 5-1 : Caractéristiques géométriques de l'expansion proposée pour la Phase 5 16
Tableau 5-2 : Caractéristiques dimensionnelles des routes de la Phase 5 du PAR. 16
Tableau 5-3 : Facteurs de sécurité cibles pour les analyses de stabilité des pentes 17
Tableau 5-4 : Facteurs de sécurité cibles pour la stabilité des pentes d'excavation dans les parois rocheuses 18
Tableau 5-5 : Revanche minimale requise dans le bassin de collecte 22
Tableau 6-1 : Configuration préliminaire de l'expansion de la Phase 5 25
Tableau 7-1 : Propriétés géotechniques retenues pour les analyses de stabilité 30
Tableau 7-2 : Résultats des analyses de stabilité 31
Tableau 8-1 : Distribution des valeurs de RQD – Phase 5 33
Tableau 8-2 : Estimation de l'indice de RMR 34
Tableau 8-3 : Résumé des principales familles de discontinuité 36
Tableau 8-4 : Répartition de l'espacement des joints 36
Tableau 8-5 : Répartition du remplissage des joints 36
Tableau 8-6 : Répartition des valeurs Ja et Jr 37
Tableau 8-7 : Résultats des analyses cinématiques – Série 1 39
Tableau 8-8 : Résultats des analyses cinématiques – Série 2 40
Tableau 9-1 : Scénarios météorologiques 43
Tableau 9-2 : Revanche minimale requise dans le bassin de collecte 47
Tableau 10-1 : Dessins préparés pour l'étude conceptuelle 51

Les figures

Figure 1-1 : Installation actuelle du PAR 2
Figure 2-1 : Scénarios présélectionnés pour l'expansion 4
Figure 5-1 : Enveloppes d'accélération spectrale pour les sites de roches dures (Vs = 2 000 m/s) avec les PGA à T = 0,01 s (Nanometrics, 2022) 19
Figure 6-1 : Zone d'expansion prévue du PAR de la mine Éléonore 23
Figure 6-2 : Production projetée de résidus miniers 26
Figure 7-1 : Coupes sélectionnées pour les analyses de stabilité 28
Figure 7-2 : Lignes piézométriques utilisées pour les analyses de stabilité 29
Figure 8-1 : Stéréogramme des joints et discontinuités – Résultats de l'analyse structurale 35
Figure 9-1 : Domaine du modèle d'écoulement des eaux souterraines 41
Figure 9-2 : Hyétogramme des précipitations du scénario météorologique de la D019 44
Figure 9-3 : Géométrie du modèle PCSWMM 45
Figure 9-4 : Capacité de stockage du bassin de collecte agrandi pour les phases 3B-4A 46
Figure 9-5 : Résultats de la simulation de la crue de la D019 48
Figure 9-6 : Niveaux d'eau calculés dans le bassin de collecte pendant le scénario de la D019 49
Figure 9-7 : Niveaux d'eau calculés dans le bassin de collecte pendant le scénario PMPea 72h 50

Les annexes

Annexe A. Figures
Annexe B. Bases et critères de conception – Éléonore Phase 5
Annexe C. Analyses de stabilité pour la Phase 5 du parc à résidus
Annexe D. Caractérisation du massif rocheux – Éléonore Phase 5
Annexe E. Évaluation par modélisation hydrogéologique du débit en sous-drainage du PAR de Mine Éléonore – Phase 5
Annexe F. Étude de gestion des eaux de surface du PAR Éléonore – Préfaisabilité Phase 5

1. Introduction

1.1 Contexte

Depuis 2014, Newmont Corporation (Newmont) exploite le gisement d'or du site de la mine Éléonore située le long du réservoir Opinaca, sur le territoire d'Eeyou Istchee Baie-James. L'extraction et le traitement du minerai produisent des résidus décyanurés et exempts de sulfure qui sont ensuite filtrés, transportés par camion, puis déposés dans le parc à résidus (PAR), à un rythme moyen de 3 500 m^3 de résidus par jour.

Le PAR actuellement en exploitation occupe l'empreinte autorisée à l'origine lors de la mise en exploitation commerciale de la mine en 2014. Le PAR, qui est divisé en quatre (4) cellules, atteindra sa pleine capacité à la fin de 2026. Sa capacité consiste en une empreinte de 80 hectares, pour environ 14,8 millions de m^3 de résidus filtrés à 85 % de solides, ce qui correspond à environ 23,0 millions de tonnes, à une densité de stockage de 1,55 t/m^3. Le présent rapport porte sur l'expansion du PAR, nommée Phase 5, et sur les infrastructures associées nécessaires pour l'ajout de 10 Mm^3 à la capacité de stockage du PAR actuel. La portée du rapport s'étend de l'évaluation des différents sites d'expansion potentiels jusqu'au niveau de préfaisabilité du site sélectionné.

1.2 Emplacement du PAR existant et des infrastructures associées

La **Figure 1-1** montre l'emplacement des différents secteurs et structures du PAR. Le PAR comprend une pile de stockage de résidus en exploitation incluant des phases actives, soit les phases 1, 2 et 3A et deux phases en construction, soit les phases, 3B et 4A. La pile de stockage de résidus est située dans une vallée entourée de collines au nord, de deux cours d'eau et d'installations minières au sud et du bassin de collecte et du réservoir Opinaca à l'ouest. Le terrain naturel est en pentes descendantes vers l'ouest, soit vers le réservoir Opinaca. Les infrastructures associées au PAR comprennent :

- Le bassin de collecte existant;
- Le bassin de collecte 2A en cours de construction;
- La halde à stériles;
- Les zones de stockage de tourbe et d'argile;
- Le banc Bouchard : Une carrière de sable et une zone de stockage de sable et d'argile;
- Une carrière de pierres située à environ 10 km;
- Infrastructures minières : Une usine de traitement des eaux (UTEI) située à environ 2 km au sud du PAR et une usine de traitement du minerai, à environ 4 km.

Il n'y a pas d'établissement permanent à proximité du site; la communauté crie de Wemindji se trouve à environ 190 km à l'est. Les habitations les plus proches du PAR sont les camps de trappeurs de la communauté crie, à environ 5 km du site. Cependant, le site du PAR n'est pas utilisé par le maître de trappage et sa famille.



Figure 1-1 : Installation actuelle du PAR

1.3 Mandat

AtkinsRéalis a été mandatée par Newmont pour réaliser une étude des options afin d'évaluer les différents sites possibles pour le développement de l'expansion du PAR. Le site sélectionné a été élaboré jusqu'au niveau de préfaisabilité et comprenait les études et dessins nécessaires. Les éléments suivants ont été inclus dans le mandat :

- Conception de la digue et analyses de stabilité;
- Analyse statique et analyse sismique 1D;
- Évaluation de la stabilité des pentes;
- Évaluation hydrologique des crues pour respecter les recommandations applicables (Directive 019 et ACB);
- Évaluation des débits d'entrée sous la géomembrane de la Phase 5;
- Dimensionnement conceptuel d'un bassin de collecte supplémentaire;
- Dimensionnement conceptuel d'une zone de stockage et de concassage des pierres.

Ce rapport et les dessins associés seront utilisés pour les demandes d'autorisation environnementale et comme base pour l'ingénierie détaillée.

2. Analyse des options pour l'expansion du PAR

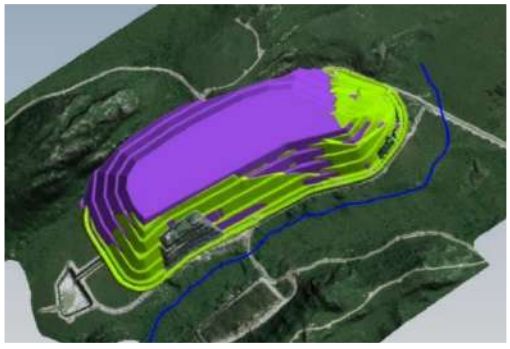
Une analyse comparative des alternatives a été menée pour évaluer les différents emplacements possibles pour l'expansion du PAR et sélectionner le site le plus approprié. L'analyse a été réalisée en deux phases. La première phase était une séance de remue-méninges où les différentes alternatives pour l'emplacement de l'expansion ont été définies. Ces emplacements ont été évalués à l'aide de critères de haut niveau, y compris les critères de faille fatale, afin de présélectionner les options réalistes qui feraient l'objet d'une étude plus détaillée. Les détails de la présélection sont fournis dans la note technique *Analyse comparative des alternatives d'agrandissement du parc à résidus de la Mine Éléonore* (SNC-Lavalin, 2023a).

2.1 Présélection

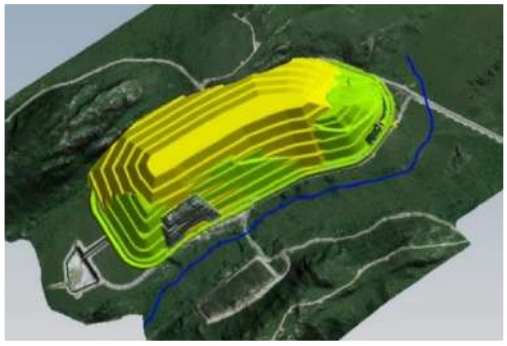
Onze (11) scénarios ont été identifiés dans le cadre du processus de présélection, parmi lesquels trois scénarios ont été retenus, y compris un qui incluait deux approches potentielles pour le développement. Ces scénarios sont les suivants :

- Expansion vers le nord aux élévations maximales de 260 m au-dessus du niveau de la mer (asl) et 275 m asl;
- Expansion vers le sud aux élévations maximales de 260 m asl et 275 m asl;
- Expansion vers le sud en s'appuyant sur la montagne :
  - Aux élévations maximales de 260 m asl et 275 m asl;
  - En cascade de l'élévation, 275 m asl à l'élévation 260 m asl.

Les quatre scénarios sont présentés à la **Figure 2-1.** Chaque scénario a été évalué pour déterminer le volume de stockage aux deux élévations ainsi que la distance par rapport aux différentes infrastructures, sources de matériaux et installations de stockage. Le détail de chaque scénario est présenté dans la note technique SNC-Lavalin 2023a.



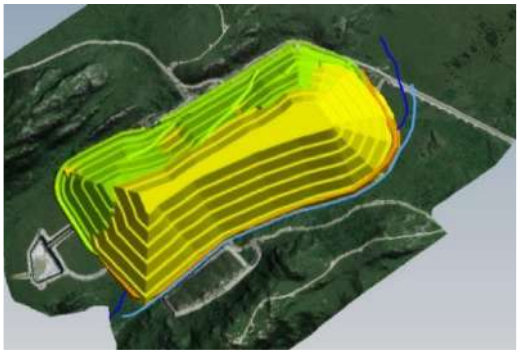
a) Expansion vers le nord – Élévation 260 m asl



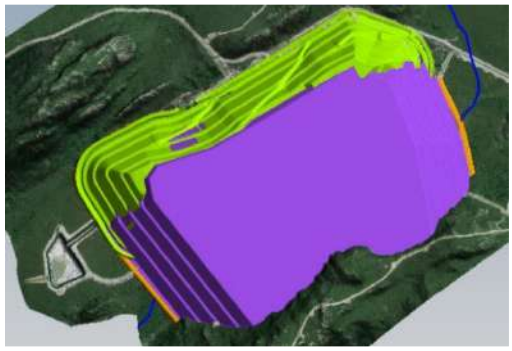
b) Expansion vers le nord – Élévation 275 m asl



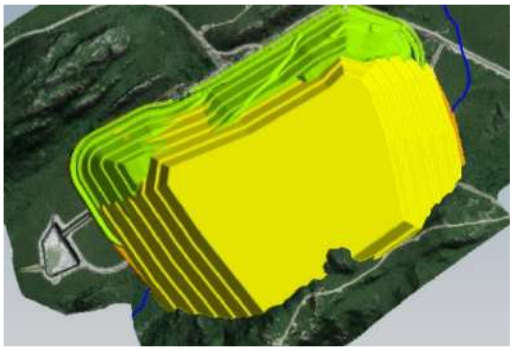
c) Expansion vers le sud – Élévation 260 m asl



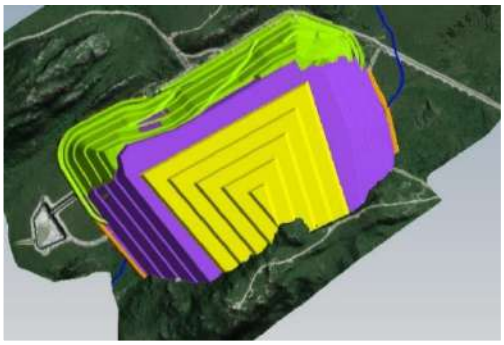
d) Expansion vers le sud – Élévation 275 m asl



e) Expansion vers le sud s'appuyant sur la montagne – Élévation 260 m asl



f) Expansion vers le sud s'appuyant sur la montagne – Élévation 275 m asl



g) Expansion vers le sud s'appuyant sur la montagne en cascade – Élévation 275 m asl à 260 m asl

Figure 2-1 : Scénarios présélectionnés pour l'expansion

2.2 Processus de sélection

La séance de sélection de l'alternative a été menée en utilisant l'outil de sélection des options Durabilité+, mis au point par AtkinsRéalis, à l'aide des critères élaborés au sein de trois (3) piliers du développement durable (société, environnement et économie) et d'un pilier de l'ingénierie (viabilité).

Pour chacun des quatre (4) piliers, plusieurs catégories doivent être évaluées, chacune représentant un aspect essentiel dans le cadre d'un projet d'environnement minier.

Le **Tableau 2-1** résume ces catégories.

Tableau 2-1 : Catégories Durabilité+

	Société	Environnement	Économie	Viabilité
Catégories	Acceptabilité sociale	Eau Énergie Air	Coûts en capital Entretien et exploitation Coûts en cours d'exploitation	Technologie Risques naturels Adaptabilité Permis

Entre un et six indicateurs ont été évalués dans chacune des catégories sélectionnées. Pour réduire les biais dans l'analyse, les indicateurs ont été choisis de manière à être aussi uniques que possible pour chaque catégorie. Il convient de noter que le document d'Environnement Canada « Guide sur l'évaluation des solutions de rechange pour l'entreposage des déchets miniers » a orienté la détermination de certains des indicateurs.

Une cote entre -2 et 2 a été attribuée à chaque indicateur pour chacune des alternatives étudiées. Le **Tableau 2-2** présente le système d'évaluation, qui peut être quantitatif, qualitatif ou comparatif.

Tableau 2-2 : Cotes d'évaluation des indicateurs

Cote	Description
-2	Très mauvais
-1	Mauvais
0	Moyen
1	Bon
2	Très bon

Le **Tableau 2-3** montre les possibilités de pondération. Par exemple, si la catégorie « Eau » est évaluée comme étant « Hautement prioritaire », les cotes pour tous les indicateurs dans cette catégorie seront multipliées par 2, ce qui augmentera la cote en conséquence.

Tableau 2-3 : Valeurs de pondération

Pondération	Valeur
Non prioritaire pour le projet	0,5
Requis pour le projet	1
Hautement prioritaire pour le projet	2

2.3 Option sélectionnée

L'analyse des alternatives a été réalisée pour l'élévation 275 m asl pour chaque scénario, et le Scénario 3 a été évalué pour l'élévation finale de 275 m. Les résultats sont présentés au **Tableau 2-4** ci-dessous. Un résultat près de zéro indique un scénario présentant une performance moyenne. Les résultats au-dessus de zéro indiquent une performance supérieure à la moyenne, tandis que les résultats inférieurs à zéro indiquent une performance inférieure à la moyenne.

Tableau 2-4 : Résultats de l'ACM

Scénario	Description	Résultats non pondérés	Résultats pondérés
1	Expansion vers le nord à l'élévation maximale de 275 m asl	0,95	1,83
2	Expansion vers le sud à l'élévation maximale de 275 m asl	-0,11	-0,30
3	Expansion vers le sud s'appuyant sur la montagne – À l'élévation maximale de 275 m asl	-0,76	-1,07

Les résultats indiquent que seul le Scénario 1 – expansion vers le nord – obtient des résultats supérieurs à la moyenne. Les résultats montrent que :

- Le Scénario 1 se distingue au niveau de l'acceptabilité sociale, de l'absence de plans d'eau et de zones humides, de la technologie et des permis. Il permet également l'exploitation d'une carrière de pierres à l'intérieur de la zone d'expansion;
- Le Scénario 2 n'obtient pas d'aussi bons résultats que le Scénario 1, puisqu'il nécessite le déplacement d'un cours d'eau. Les délais d'obtention des permis sont plus longs. Toutefois, il permet la déposition de plus grands volumes de résidus et l'adoption d'une approche en phases plus souple pour la construction, ainsi que d'une approche établie pour l'entreposage des résidus;
- Les résultats du Scénario 3 sont les plus faibles, puisque ce dernier nécessite la canalisation d'un cours d'eau, ce qui occasionnerait des retards dans l'obtention des permis.

2.4 Analyse de sensibilité

Le **Tableau 2-5** montre les différentes pondérations utilisées pour l'analyse de sensibilité et le **Tableau 2-6** montre les changements de cotation pour chaque scénario, au cours de l'analyse de sensibilité.

Tableau 2-5 : Pondération pour l'analyse de sensibilité

Pilier	Environnement Canada	Également réparti	Sans Économie	Seulement Économie
SOCIÉTÉ	14 %	25 %	33 %	0 %
ENVIRONNEMENT	43 %	25 %	33 %	0 %
ÉCONOMIE	21 %	25 %	0 %	100 %
VIABILITÉ	21 %	25 %	33 %	0 %

Tableau 2-6 : Résultats de l'analyse de sensibilité

Pilier	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE SANS PONDÉRATION	0,95	-0,11	-0,76
SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE PONDÉRÉ	1,83	-0,30	-1,07
PONDÉRATION D'ENVIRONNEMENT CANADA	0,80	-0,13	-0,79
PONDÉRATION ÉGALE	0,95	-0,11	-0,76
PONDÉRATION SANS ÉCONOMIE	1,22	-0,15	-0,62
VIABILITÉ	0,08	0,00	-1,17

L'analyse de sensibilité montre que le Scénario 1 demeure la meilleure option. Le Scénario 1 a été sélectionné pour l'étude conceptuelle.

3. Conditions générales du site

3.1 Description générale du site

Le PAR a été développé en quatre (4) phases, construites successivement au cours de la durée de vie de la mine. Un plan de déposition des résidus a été élaboré pour chaque phase du PAR. Chaque phase du PAR atteint une hauteur maximale d'environ 45 m et est composée de quatre (4) niveaux, de dix (10) mètres de large par dix (10) mètres de haut, avec des pentes de 4H:1V.

3.1.1 Lieu de déposition et de rejet des résidus

Les résidus filtrés sont actuellement transportés par camion à 3 km de la zone active du PAR, par la route de transport et les points d'accès, entre la digue d'amorce et le PAR.

Pour les phases 1 à 3A, les résidus sont déposés en une première couche de 1 mètre pour protéger l'intégrité de la géomembrane, puis en couches successives de 0,5 mètre. Pour les phases 3B et 4A, il est prévu d'installer un tapis de drainage sur toute la surface du PAR, puis de déposer les résidus filtrés, en appliquant le protocole d'installation proposé.

Une pente minimale vers le bassin de collecte est toujours maintenue pour assurer un drainage adéquat.

Si les résidus ont une teneur en solides inférieure à 80 %, ils doivent être déposés au centre du PAR, entre ou à proximité des deux (2) drains centraux, afin de faciliter le drainage de l'eau et de réduire les pressions interstitielles dans les résidus. Dans ce cas, le pourcentage de solides dans les résidus sera rapidement ajusté à l'usine.

3.1.2 Données topographies

Des levés topographiques ont été fournis à AtkinsRéalis par Newmont. Des levés de drones, GPS et LiDAR sont disponibles.

3.1.3 Unités standard du projet

Les unités standard utilisées dans le cadre de la conception du projet sont celles du Système international (SI). Toutes les données acquises et toutes les cartes figurant dans ce rapport sont présentées en UTM NAD 83 Zone 18. Le **Tableau 3-1** ci-dessous résume les données de localisation pour le site du PAR.

Tableau 3-1 : Données de localisation

MUNICIPALITÉ	Municipalité de la Baie James
RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE	33C09
COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES DES CENTROÏDES APPROXIMATIFS (MTM NAD83)	329,296 E; 5,841,497 N
COORDONNÉES UTM	423,750 E; 5,840,750 N
ZONE D'AFFECTATION MUNICIPALE	Zone 52-02-R

3.2 Configuration et géologie du site

3.2.1 Physiographie, topographie et drainage

La zone se caractérise par un plateau érodé composé de collines et de vallées arrondies, typiques du Bouclier canadien. Une crête rocheuse est présente à l'ouest du PAR actuel et une autre est située à l'est, et les deux sont séparées par une vallée orientée nord-sud dans laquelle le PAR actuel est situé. L'expansion proposée du PAR est située au nord du PAR actuel et repose sur la crête rocheuse de l'ouest.

L'élévation du sol dans la zone de l'expansion varie entre environ 214 m au-dessus du niveau de la mer (asl) et 228 m asl dans la partie dans la vallée, avec des collines à l'est et à l'ouest atteignant des altitudes d'environ 255 m asl et 293 m asl respectivement.

Le PAR est situé dans le bassin versant de la baie James. Le principal plan d'eau dans le secteur est le réservoir Opinaca, dont le niveau d'eau a varié de 211,99 m à 215,73 m entre 2016 et 2022. Un ruisseau est présent au sud du PAR et s'écoule vers le réservoir Opinaca.

3.2.2 Dépôts de surface

Les dépôts de surface dans le secteur sont variables, puisque l'emplacement proposé pour la Phase 5 se trouve le long d'une vallée qui s'étend jusqu'à une crête rocheuse. La description du dépôt de surface correspond donc à la portion de l'expansion qui est située au sein de la vallée, où le socle rocheux n'affleure pas et où l'on retrouve du mort-terrain.

De manière générale, on rencontre les unités stratigraphiques suivantes dans la zone d'expansion associée à la Phase 5 :

- Une fine couche de sol organique et/ou de tourbe. Cette unité est présente dans la vallée, à une épaisseur variable;
- Un dépôt d'argile silteuse. Cette unité n'est pas toujours présente dans la vallée;
- Un dépôt de sable silteux/sable. Lorsque présent, il recouvre le dépôt d'argile silteuse ou de till;
- Un till glaciaire composé d'un mélange de sable silteux, de sable et gravier et de gravier avec des blocs rocheux recouvrant le socle rocheux. À proximité des affleurements rocheux, ce dépôt est près de la surface, directement sous les sols organiques, alors que dans la vallée, le dépôt de till se trouve sous le dépôt d'argile silteuse.

3.2.3 Géologie du socle rocheux

La propriété d'Éléonore repose sur des formations de la province du lac Supérieur du Bouclier canadien, plus précisément sur une intrusion distincte de tonalite-diorite d'environ 10 km de diamètre, entre la Sous-province métasédimentaire d'Opinaca et la Sous-province volcano-plutonique archéenne de La Grande. La lithostratigraphie de la région peut être décrite comme une séquence de quatre (4) cycles volcaniques recouverts de roches sédimentaires, le tout constituant la Sous-province de La Grande. La Formation d'Auclair, un cycle sédimentaire plus récent composé principalement de paragneiss, forme la Sous-province d'Opinaca.

La zone du projet est délimitée au nord et au sud par deux crêtes rocheuses orientées est-ouest, qui entourent la vallée où est construit le PAR. Les principales roches répertoriées dans la région sont des grauwackes fraîches aux larges lits, gris avec des intrusions locales de pegmatite et de quartzite.

4. Conditions géotechniques et hydrologiques

4.1 Travaux sur le terrain

Une campagne d'investigation a été menée en 2022 et 2023 pour recueillir des données géotechniques au nord du PAR actuel, afin d'évaluer la possibilité d'une expansion du PAR dans ce secteur. Au cours de cette campagne, un total de sept (7) forages d'une profondeur variant entre 10,08 m et 24,59 m ont été réalisés. Les détails de cette campagne se trouvent dans le document *Rapport factuel – Investigation géotechnique 2022-2023* (SNC-Lavalin, 2023c).

Les campagnes d'investigation précédentes ayant été réalisées dans la zone PAR ont également été utilisées comme référence. Le **Tableau 4-1** fournit un résumé de toutes les campagnes menées dans le secteur du PAR. Tous ces rapports constituent la base de la compréhension géotechnique et géologique du site acquise au fil des ans. Autrement cités dans le présent rapport, les rapports énumérés dans le **Tableau 4-1** ne sont pas inclus dans la **Section 12** du présent rapport (Références).

Tableau 4-1 : Résumé des campagnes d'investigation menées au PAR

Année	Rapport	Source
2023	RAPPORT FACTUEL – CAMPAGNE GÉOTECHNIQUE 2022-2023 – PHASE 5, AIRES D'ENTREPOSAGE ET BANC BOUCHARD DE LA MINE ÉLÉONORE.	SNC-LAVALIN
2022	RAPPORT FACTUEL DE L'INVESTIGATION GÉOTECHNIQUE 2022 DANS LA FONDATION DU PAR – DÉCEMBRE 2022.	SNC-LAVALIN
	RÉSULTATS DES ESSAIS RÉALISÉS SUR LES ARGILES DE FONDATION DE LA MINE ÉLÉONORE – DÉCEMBRE 2022.	SNC-LAVALIN
2020	RAPPORT D'INTERPRÉTATION DES DONNÉES DES INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES DU PARC À RÉSIDUS (2006, 2007, 2009, 2010 ET 2019).	SNC-LAVALIN
	RAPPORT D'INTERPRÉTATION DES PROPRIÉTÉS DES RÉSIDUS MINIERS ET DE LA GÉOMEMBRANE.	SNC-LAVALIN
2019	RAPPORT FACTUEL – INVESTIGATION GÉOTECHNIQUE – PHASES 3 ET 4 D'AGRANDISSEMENT DU PARC À RÉSIDUS DE LA MINE ÉLÉONORE – DÉCEMBRE 2019.	SNC-LAVALIN
2011	RAPPORT FACTUEL D'INVESTIGATION GÉOTECHNIQUE – INGÉNIERIE CONCEPTUELLE DU PAR À RÉSIDUS DE LA MINE ÉLÉONORE – MAI 2011.	SNC-LAVALIN
2010	RAPPORT FACTUEL – INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES ET HYDROGÉOLOGIQUES – PARC À RÉSIDUS ET HALDE À STÉRILES (SITE « C ») – JUILLET 2010.	GOLDER
2009	RAPPORT FACTUEL D'INVESTIGATION GÉOTECHNIQUE POUR LE PARC À RÉSIDUS – MARS 2009.	GOLDER
2007	ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE – PARC À RÉSIDUS – PROJET ÉLÉONORE – JUILLET 2007.	ROCHE
2006	ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE – PARC À RÉSIDUS – VARIANTES A ET B – DÉCEMBRE 2006.	ROCHE

4.2 Nature et propriétés du sol

Le PAR est situé dans une vallée bordée au nord et au sud par des crêtes rocheuses. La vallée abrite une tourbière sur la majeure partie de la surface du PAR actuel. Elle est légèrement inclinée vers le sud-ouest, en direction du réservoir Opinaca. Un ruisseau orienté NE-SO traverse la partie sud de la vallée, vers le réservoir Opinaca.

Les principales unités hydrostratigraphiques rencontrées dans l'empreinte de la Phase 5 du PAR lors des investigations menées sur le terrain sont les suivantes :

- Une couche de sols organiques composée de terre végétale, d'une couche de tourbe ou d'une couche de terre végétale suivie d'une couche de tourbe est observée sur une partie du site où le socle rocheux n'affleure pas. La conductivité hydraulique des sols organiques a été mesurée dans trois (3) forages en 2008 par Golder, lesquels sont situés à proximité de la Phase 5. Les résultats détaillés des essais de conductivité hydraulique sont présentés dans la note technique préparée par SNC-Lavalin en 2020. La moyenne géométrique obtenue pour l'unité de sol organique est de $7,1 \times 10^{-7}$ m/s;
- Un dépôt d'argile silteuse et de silt de consistance ferme à rigide est rencontrée dans la partie la moins élevée de la zone de la Phase 5. Dans la plupart des documents du PAR, la composition de l'argile varie entre celle d'une argile et silt avec des traces de sable à celle d'un silt argileux avec des traces de sable. L'argile est généralement inorganique de plasticité moyenne à faible (CL). La sensibilité de l'argile, mesurée dans d'autres secteurs du PAR, est principalement ultra-sensible ($S_t > 100$) selon la classification suédoise dans d'autres secteurs.
- La conductivité hydraulique des dépôts d'argile silteuse a été mesurée en 2008 et 2009 par Golder, dans le secteur à proximité de la Phase 5. Des essais de conductivité hydraulique en laboratoire ont également été réalisés sur des échantillons de sol non remanié, afin de déterminer la conductivité hydraulique verticale de l'unité d'argile silteuse pour deux pressions de confinement différentes, une pression représentative des conditions naturelles du site et une pression correspondant à la surcharge qui prévaudra après l'installation des structures de confinement. Les résultats des essais de conductivité hydraulique pour le silt et l'argile sont présentés dans le rapport d'interprétation des données préparé en 2020 par SNC-Lavalin. La conductivité hydraulique horizontale moyenne de l'argile silteuse est de $2,2 \times 10^{-7}$ m/s et la conductivité hydraulique verticale est de $1,4 \times 10^{-9}$ m/s pour des conditions normales de préconsolidation et de $8,7 \times 10^{-10}$ m/s pour des conditions de surconsolidation;
- Un dépôt de till glaciaire reposant sur le socle rocheux se trouve dans la zone d'expansion de la Phase 5. Le dépôt de till est généralement décrit comme un mélange de sable silteux, de sable et gravier et de gravier avec des blocs rocheux recouvrant le socle rocheux. D'après les indices N relevés dans les forages, le till est d'une compacité moyenne à très dense, avec quelques horizons meubles par endroits. Étant donné l'origine glaciaire du dépôt et la présence de cailloux ou de blocs rocheux, il est probable que certaines valeurs N ne soient pas représentatives de la compacité du dépôt. La conductivité hydraulique du dépôt de till glaciaire a été mesurée en 2008 et 2009 par Golder à proximité de la Phase 5. Les résultats sont présentés dans le rapport d'interprétation des données préparé par SNC-Lavalin en 2020. La moyenne géométrique obtenue pour l'unité de dépôt de till glaciaire est de $6,1 \times 10^{-7}$ m/s.

4.3 Nature et propriétés du socle rocheux

Le socle rocheux dans le secteur de la Phase 5 est principalement composé de graywacke frais, aux larges lits, gris, à grain fin à moyen de résistance forte à très forte et d'intrusions de pegmatite stratifiées. La conductivité hydraulique du socle rocheux peu profond et plus fracturé varie entre 5×10^{-8} m/s et 2×10^{-6} m/s, avec une moyenne géométrique de $2{,}5 \times 10^{-7}$ m/s. La conductivité hydraulique du socle rocheux plus profond est légèrement moins perméable, avec des valeurs généralement comprises entre 2×10^{-9} m/s et 1×10^{-7} m/s. Les résultats détaillés des essais de conductivité hydraulique sont présentés dans la note technique préparée par SNC-Lavalin en 2020.

4.4 Données hydrologiques

4.4.1 Renseignements généraux

Les données hydrologiques utilisées dans le cadre de cette étude proviennent de la note technique intitulée « *Note technique – Hydrologie* » produite par SNC-Lavalin (2019). Bien que ce rapport doive être mis à jour dans les années à venir, les effets possibles des changements climatiques ont été pris en compte et les données sont considérées comme suffisamment conservatrices aux fins de la présente étude. Les données historiques sur le climat et les précipitations pour le site Éléonore proviennent d'une interpolation entre les stations météorologiques La Grande Rivière A et Matagami A. Le **Tableau 4-2** résume les renseignements concernant ces stations.

Tableau 4-2 : Stations météorologiques à proximité du site Éléonore

Nom de la station	Numéro de référence	Distance du site Éléonore (km)	Latitude nord	Latitude ouest	Altitude	Période de données disponible
La Grande Rivière A	7093716	146	53°38.0'	77°42.2'	195	1976 – 2012
La Grande Rivière A	7093715	146	53°38.0'	77°42.0'	195	2012 – 2019
Matagami A	7094639	348	49°46.0'	77°49.0'	281	1973 – 1991
Matagami	7094637	348	49°45.5'	77°49.0'	281	1994 – 2019
Matagami A	7094636	348	49°45.7'	77°48.2'	281	2011 – 2019
Site Éléonore	--	0	52° 43′ N	76° 8′ O	220	2016 – 2019

4.4.2 Précipitations

Le **Tableau 4-3** et le **Tableau 4-4** montrent les données de précipitation « Intensité-Durée-Fréquence » (IDF) prises en compte dans le projet pour les événements pluvieux en été-automne et au printemps. Le **Tableau 4-4** présente les précipitations correspondant aux précipitations maximales probables (PMP). Le **Tableau 4-5** indique l'accumulation de neige considérée pour différentes périodes de récurrence et pour l'enneigement maximal probable (EMP). Ces données ont été utilisées pour concevoir des hyétogrammes de la fonte des neiges et des précipitations utilisés pour simuler les scénarios météorologiques considérés dans les analyses.

Tableau 4-3 : Courbes IDF été-automne majorées pour tenir compte des changements climatiques

Durée de la pluie	Pluviométrie statistique adoptée (mm) pour différentes périodes de retour								
	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	25 ans	50 ans	100 ans	1000 ans	2000 ans
5 min	5,7	10,3	14,0	18,2	19,6	24,6	28,5	39,1	42,3
10 min	7,4	13,1	18,2	24,3	26,4	34,1	40,7	55,9	60,5
15 min	8,7	15,5	22,2	31,0	34,2	46,7	59,3	81,9	88,8
30 min	11,4	20,5	29,5	41,6	46,0	63,4	80,5	111,8	121,3
1 h	14,8	25,0	34,4	46,2	50,5	66,3	83,2	114,4	123,8
2	20,4	31,7	41,2	52,4	56,2	69,7	86,3	116,6	125,7
6 h	29,0	44,5	57,4	72,6	77,8	96,3	110,9	148,8	160,2
12 h	36,3	53,6	66,7	81,1	85,6	101,5	111,6	149,8	161,3
24 h	42,6	61,8	75,5	90,0	94,4	109,6	118,1	154,0	164,8
28 h	49,4	66,0	78,2	90,2	95,5	109,9	123,9	158,0	168,0
72 h	56,6	74,3	85,0	96,0	100,0	115,0	126,0	160,0	169,0

Tableau 4-4 : Courbes IDF printanières majorées pour tenir compte des changements climatiques

Durée de la pluie	Pluviométrie statistique adoptée (mm) pour différentes périodes de retour								
	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	25 ans	50 ans	100 ans	1000 ans	2000 ans
5 min	4,3	7,6	10,2	13,2	14,2	17,7	20,4	27,7	29,9
10 min	5,6	9,7	13,3	17,6	19,1	24,5	29,2	39,6	42,8
15 min	6,6	11,4	16,2	22,5	24,7	33,6	42,4	58,1	62,8
30 min	8,6	15,1	21,5	30,2	33,2	45,6	57,6	79,3	85,8
1 h	11,2	18,4	25,1	33,5	36,5	47,7	59,5	81,1	87,6
2 h	15,4	23,4	30,0	37,9	40,6	50,1	61,8	82,7	89,0
6 h	21,9	32,8	41,9	52,6	56,2	69,2	79,4	105,5	113,4
12 h	27,4	39,5	48,6	58,7	61,9	72,9	79,9	106,3	114,2
24 h	32,2	45,5	55,0	65,2	68,2	78,8	84,5	109,2	116,6
28 h	34,0	48,0	57,1	65,9	69,9	80,5	90,9	117,4	125,4
72 h	35,3	48,5	58,2	67,6	71,8	83,1	94,2	122,7	131,3

Tableau 4-5 : Pluies maximales probables (PMP)

Durée	Lame d'eau de pluie (mm)	
	PMP été-automne	PMP printemps
5 min	22,3	6,9
10 min	44,7	13,8
15 min	67,0	20,7
30 min	134,1	41,5
1 h	223,5	69,1
2 h	231,9	71,7
6 h	297,8	92,1
12 h	307,4	130,1
24 h	320,1	170,0
28 h	332,9	221,2
72 h	355,3	223,7

Tableau 4-6 : Couverts de neige au sol statistiques

Durée	Couvert de neige (cm)	Équivalent en eau de la neige (mm-eq-eau)
2	57	172
5	75	224
10	86	259
20	98	293
50	112	336
100	123	369
AMPN(1)	183	550

Note :
(1) L'enneigement maximal probable (EMP) n'a pas de récurrence lui étant associée.

5. Critères de conception

Les sections suivantes présentent un résumé des critères de conception généraux retenus pour l'élaboration du concept d'expansion du PAR et de toutes les infrastructures connexes.

5.1 Géométrie du PAR

Le **Tableau 5-1** ci-dessous résume les caractéristiques géométriques de l'expansion proposée pour la Phase 5 du PAR de la mine Éléonore.

Tableau 5-1 : Caractéristiques géométriques de l'expansion proposée pour la Phase 5

Élément	Caractéristique
Largeur de la digue périphérique	22 m
Pente longitudinale de la digue périphérique	min. 0,5 %
Élévation maximale du PAR	275 m
Pente de chaque niveau	4H:1V
Pente globale du PAR	5H:1V

5.2 Route de halage et chemins entourant le PAR

Le **Tableau 5-2** résume les caractéristiques dimensionnelles de la route de halage et des chemins entourant la Phase 5 du PAR.

Tableau 5-2 : Caractéristiques dimensionnelles des routes de la Phase 5 du PAR.

Type de route		Route de Halage	Autres routes du PAR
Nombre de voies		2	1
Largeur circulable (m)		14,35(1)	3,85(2)
Largeur de la berme (m)	**1 Coté**	3,5	2,6
	2 Cotés	7	5,2
Largeur minimale de la route (m)	**Berme – 1 côté**	17,85	6,5
	Bermes – 2 côtés	21,35	9,05

Notes :
(1) Largeur circulable = 3 x la largeur d'un camion CAT772G.
(2) Largeur circulable = 1,5 x la largeur d'un Grader M160.

5.3 Critères géotechniques et sismiques

Les critères de conception géotechniques et sismiques associés à l'expansion proposée pour la Phase 5 sont présentés ci-dessous. Une description plus détaillée de chaque critère est incluse dans la note technique : « *Bases et critères de conception – Éléonore Phase 5* » préparée par AtkinsRéalis et présentée à l'Annexe B.

5.3.1 Analyse de stabilité du PAR

Les facteurs de sécurité cibles pour les analyses de stabilité des pentes sont présentés au **Tableau 5-3**.

Tableau 5-3 : Facteurs de sécurité cibles pour les analyses de stabilité des pentes

Type d'analyse		Secteur	Facteur de sécurité cible		
			ACB (2019a; 2015)	MERN (2017)	Critère retenu
Analyses statiques	Pendant ou à la fin de la construction (court terme)	Amont et aval	> 1,3	1,3 à 1,5	1,5
	En conditions stationnaires	Amont et aval	1,5	1,5	1,5
	Pour chaque palier court terme (local)	Amont et aval	-	1,0 à 1,1	1,1
	Pour chaque palier long terme (local)	Amont et aval	-	1,2	1,2
Pseudo-statique		Amont et aval	1	1,1	1,1
Post-sismique, post-liquéfaction ou résistance résiduelle		Amont et aval	1,2	1,3	1,3

5.3.2 Stabilité des parois rocheuses

Une étude de mécanique des roches a été réalisée pour caractériser la masse rocheuse dans le secteur de la phase 5 du PAR et confirmer l'angle de la pente d'excavation possible des parois rocheuse, le cas échéant.

Des analyses structurales ont été réalisées pour définir les structures géologiques et géotechniques de la masse rocheuse, à l'aide de données de forage et de surface. De plus, des analyses cinématiques ont été effectuées pour évaluer la stabilité des talus rocheux pour plusieurs mécanismes de rupture. Les mécanismes de rupture analysés sont les suivants :

- Glissement planaire;
- Glissement planaire (sans limite latérale);
- Glissement du coin (Wedge sliding);
- Renversement par flexion (Flexural Toppling);
- Renversement direct (Direct Toppling).

Dans le cas où un risque de glissement, à la suite d'un ou plusieurs modes de rupture analysés, est présent, une analyse de stabilité avancée sera réalisée pour déterminer le facteur de sécurité relatif au glissement potentiel. Le **Tableau 5-4** présente les facteurs de sécurité cibles pour la stabilité du talus de la paroi rocheuse.

Tableau 5-4 : Facteurs de sécurité cibles pour la stabilité des pentes d'excavation dans les parois rocheuses

Conditions de chargement		Facteur de sécurité cible (Hoek, 2006)
STATIQUE – TOUS LES MODES DE RUPTURE	PENTES TEMPORAIRES	1,3
	PENTES PERMANENTES	1,5
PSEUDO-STATIQUE		1,1

5.3.3 Séisme de conception

Selon la classification des conséquences du projet, la période de récurrence du séisme de conception utilisé dans cette étude est de 1:10 000 ans, ce qui correspond à un niveau de conséquence « extrême ».

5.3.4 Paramètres sismiques

Les paramètres sismiques ont été obtenus à partir du rapport d'évaluation de l'aléa sismique spécifique au site de la mine Éléonore, produit par Nanometrics (2022). Ce rapport comprend les accélérations maximales de surface horizontales (PGA) et les accélérations spectrales (Sa), en fonction d'un amortissement de 5 % pour la roche dure (Classe A) pour des périodes de récurrence de 2 475, 5 000 et 10 000 ans. Les enveloppes d'accélération spectrale résultantes sont représentées à la **Figure 5-1** avec les valeurs de PGA présentées sous forme de points, pour la période égale à 0,01 s.

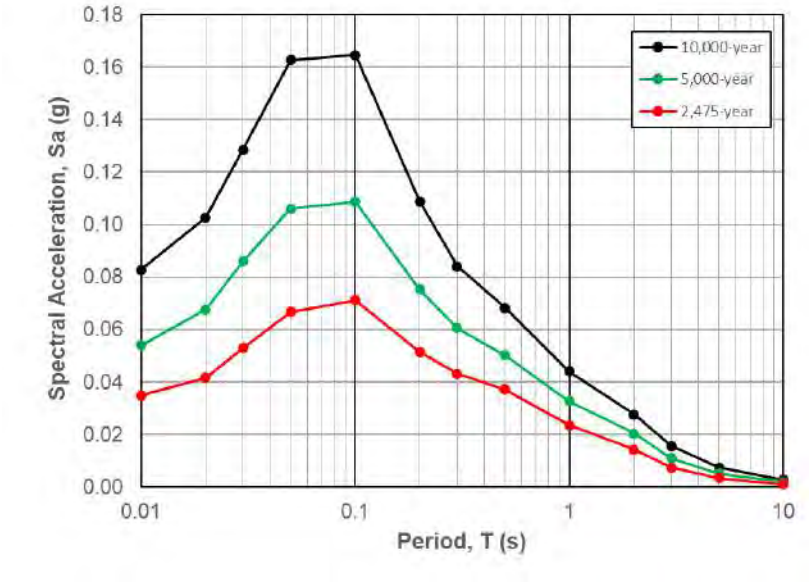


Figure 5-1 : Enveloppes d'accélération spectrale pour les sites de roches dures (Vs = 2 000 m/s) avec les PGA à T = 0,01 s (Nanometrics, 2022)

Les paramètres sismiques détaillés pour le site de la mine Éléonore sont présentés dans la note technique : « Seismic Study and 1d Non-linear Ground Response Analysis » du 28 mars 2023 (SNC-Lavalin, 2023 b).

5.4 Classification des conséquences des ruptures

Selon la directive de Newmont pour guider la mise en œuvre de la norme technique et opérationnelle de l'installation de stockage des résidus (document nº NEM-TES-GDL-601), les critères de conception pour les inondations et les séismes doivent permettre une conception robuste face à des évènements ayant des conséquences extrêmes, quelle que soit la classification des conséquences de l'ouvrage. Ces critères de conception sont définis par une période de retour de 1:10 000 ans, tel que la PMP "Probable Maximum Precipitation" et MCE Maximum Credible Earthquake, correspondant au niveau de conséquence extrême.

5.5 Conception de la géomembrane sous le PAR

Les critères et bases de conception adoptés pour la conception de la géomembrane en polyéthylène haute densité (PEHD) sous la Phase 5 du PAR sont les suivants :

- La couleur de la géomembrane (blanche ou noire) sera déterminée dans la phase d'ingénierie détaillée.
- Un système de drainage sous la géomembrane sera requis pour permettre de dissiper les pressions d'eau sous la géomembrane susceptibles d'engendrer le soulèvement de la géomembrane.
- La géomembrane doit avoir une perméabilité maximale de 1×10^{-11} cm/s.
- Une couche de protection compactée d'une épaisseur minimale de 0,5 mètre sera requise pour la fondation de la géomembrane.
- La couche de protection doit avoir une perméabilité maximale de 1×10^{-6} cm/s.
- Les tassements de la fondation ne doivent pas permettre à la géomembrane d'atteindre sa limite élastique.
- Le ballast sur la géomembrane sera conçu pour résister à une rafale d'une période de retour de 20 ans.
- Un vent de conception de 115 km/h estimé pour une rafale de retour de 20 ans sera utilisé.
- La pente maximale de la digue pour l'installation de la géomembrane est de 2H: 1V.
- Une vérification de tassement différentiel de fondation et son effet sur la stabilité de la géomembrane.

5.6 Critères de conception pour les infrastructures de gestion des eaux

Les principaux critères de conception retenus pour les infrastructures de gestion des eaux sont présentés ci-dessous. Ces critères sont les mêmes que ceux présentés à la **Section 9.2.4** :

- Les bassins doivent être en mesure d'emmagasiner la crue de la Directive 019 (D019-2012) simulée tout en maintenant la revanche minimale requise de 1,0 m par rapport à la crête des digues des bassins de collecte;
- Le déversoir d'urgence doit permettre l'évacuation adéquate des eaux lors des trois (3) scénarios de CMP simulés (PMPea, CMPp nº 1 et CMPp nº 2) afin de maintenir les revanches minimales requises;
- Le système de collecte des eaux de ruissellement doit être en mesure d'acheminer adéquatement les eaux vers les bassins (pas de débordement en amont).

Les définitions détaillées de la crue de la D019 et des CMP sont présentées à la **Section 9.2.2**. Le **Tableau 5-5** présente la revanche minimale requise pour les scénarios correspondant à la D019 et aux CMP, conformément aux normes applicables.

Tableau 5-5 : Revanche minimale requise dans le bassin de collecte

	Bassin de collecte agrandi pour les phases 3B-4A
Élévation minimale de la crête des digues (m)	218,50
Pour le scénario de la Directive 019	
Revanche minimale requise lors du scénario de la D019 (m)	1,00
Niveau d'eau maximal correspondant (m)	217,50
Pour les scénarios de crues maximales probables (CMP)	
Revanche minimale requise selon l'ACB lors de la CMP[1] (m)	0,70
Niveau d'eau maximal correspondant (m)	217,80
Revanche minimale requise sélectionnée pour la conception lors de la CMP[2] (m)	0,30
Niveau d'eau maximal correspondant (m)	218,20

Notes :

(1) Calculées selon la méthodologie proposée par l'ACB (2013) en fonction de la remontée des vagues et de la seiche de vent.

(2) La revanche minimale jugée acceptable selon la topographie aval du site et le niveau de conséquences en cas de rupture de la digue.

Le niveau d'eau initial dans le bassin de collecte, les règles de fonctionnement concernant le pompage, ainsi que les exigences générales relatives à la revanche sont détaillées dans la note technique « *Étude de gestion des eaux de surface du PAR Éléonore – Préfaisabilité Phase 5* » présentée à l'Annexe F.

6. Conception de la Phase 5 du PAR

6.1 Renseignements généraux

6.1.1 Emplacement et capacité

À la suite du processus de sélection, l'expansion Phase 5 du PAR de la mine Éléonore est prévue du côté nord du PAR actuel. L'expansion prévue couvrira une superficie d'environ 20 ha. La **Figure 6-1** illustre la zone d'expansion Phase 5 du PAR existant proposée.

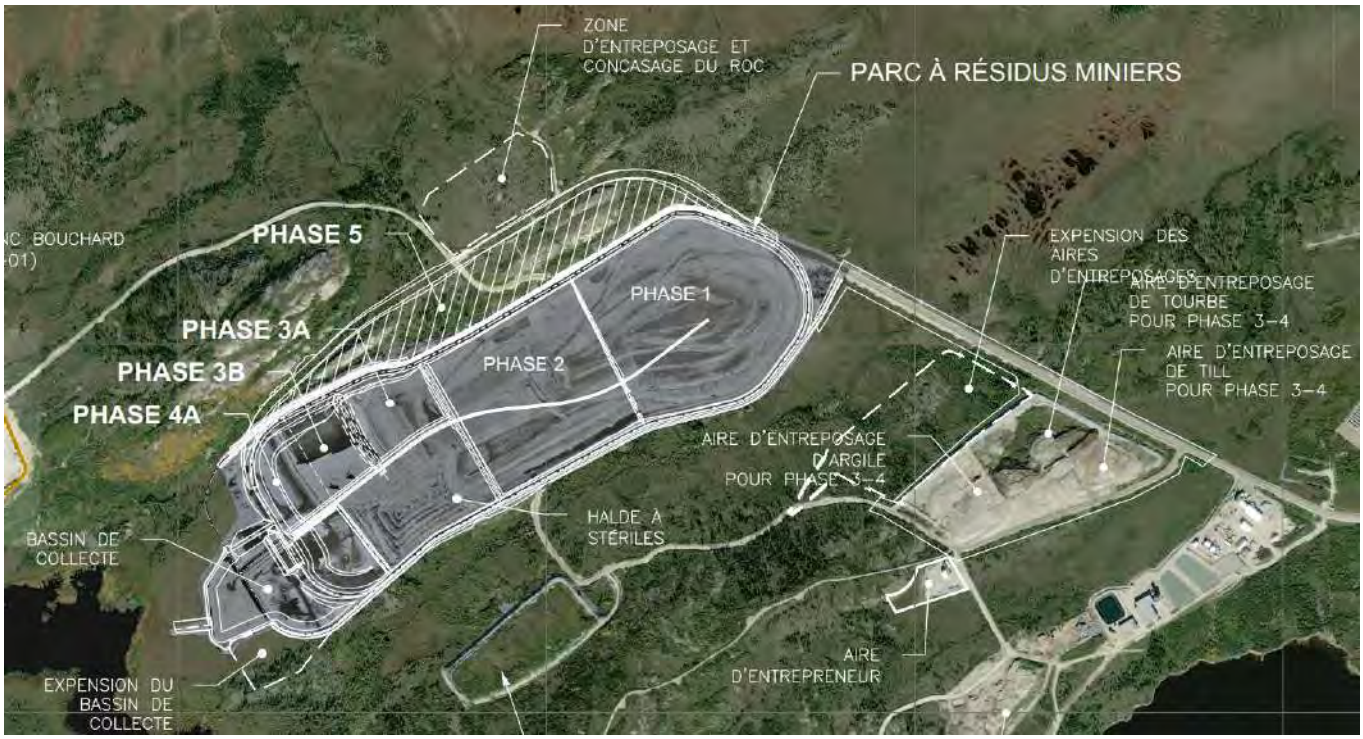


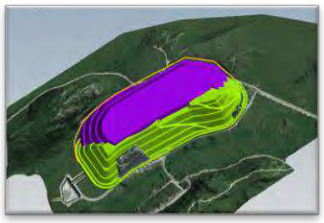
Figure 6-1 : Zone d'expansion prévue du PAR de la mine Éléonore

Il est proposé que l'expansion se fasse en deux étapes associées à deux hauteurs différentes. La première étape sera l'expansion du PAR existant vers le nord, à la même élévation que le PAR actuel, soit environ 260 m asl, ce qui permettra d'augmenter la capacité de stockage d'approximativement 8,4 Mm^3 (±13,3 Mt). La deuxième étape consistera à augmenter l'élévation à 275 m asl et fournira une capacité additionnelle d'environ 2,6 Mm^3 (±4,1 Mt). Le **Tableau 6-1** présente la configuration préliminaire de la Phase 5 pour les 10 premières années d'exploitation, pour une capacité approximative de 11,0 Mm^3 (17,4 Mt). La **Figure 6-1** présente l'expansion en 2 étapes, la première étant associée à l'expansion jusqu'à l'élévation de 260 m asl, tandis que la deuxième étape consiste à porter l'expansion jusqu'à l'élévation de 275 m asl.

Il est à noter que la capacité approximative de 11,0 Mm^3 inclus à la fois le volume de résidus et le volume requis pour la fondation du PAR et son recouvrement, mais ne tient pas en ligne de compte l'excavation du roc qui sera

requise afin de préparer la fondation du PAR. La capacité finale de la Phase 5 sera évaluée lors de l'ingénierie détaillée suite à l'optimisation de la conception.

Tableau 6-1 : Configuration préliminaire de l'expansion de la Phase 5

Élément	Volume (Mm^3)	Tonnes (Mt)	Empreinte (m^2)	Caractéristique
ÉTAPE 1 à 260 m asl	8,4	13,3	157 930	
ÉTAPE 2 à 275 m asl	2,6	4,1	S.O.	
TOTAL	11,0	17,4	157 930	

Le PAR consistera en un empilement de résidus avec une pente générale de 5H:1V confinée par une digue d'amorce périphérique formée d'un remblai en enrochement. La pile comprendra des paliers de 10 mètres de large à des intervalles d'élévation de 10 mètres. La pente entre les paliers sera de 4H:1V.

Le Dessin 7012 représente le profil longitudinal de la digue d'amorce et le Dessin 7013 présente des sections typiques du PAR et de l'expansion de ce dernier.

6.1.2 Plan de déposition et prévision des volumes de résidus miniers

La Phase 5 de l'expansion du PAR devrait permettre d'augmenter la capacité de stockage des résidus et des stériles d'au moins 10 Mm^3 à une élévation maximale du PAR de 275 m asl. Une densité moyenne de 15,8 kN/m^3 a été considérée pour les résidus miniers déposés dans le PAR.

La **Figure 6-2** montre les volumes prévus de résidus, de stériles et de boues qui seront envoyés au PAR actuel (2024 et 2025) et à l'expansion proposée du PAR, de 2026 à 2033. La production projetée de résidus miniers présentée à la **Figure 6-2** est basée sur les hypothèses suivantes :

- La pile de stockage de la zone industrielle « HZI » sera entièrement relocalisée au PAR (environ 1 Mm^3) à partir de 2030;
- Environ 300 000 m^3/an de stériles provenant des futures activités d'expansion de la mine souterraine seront envoyés au PAR.

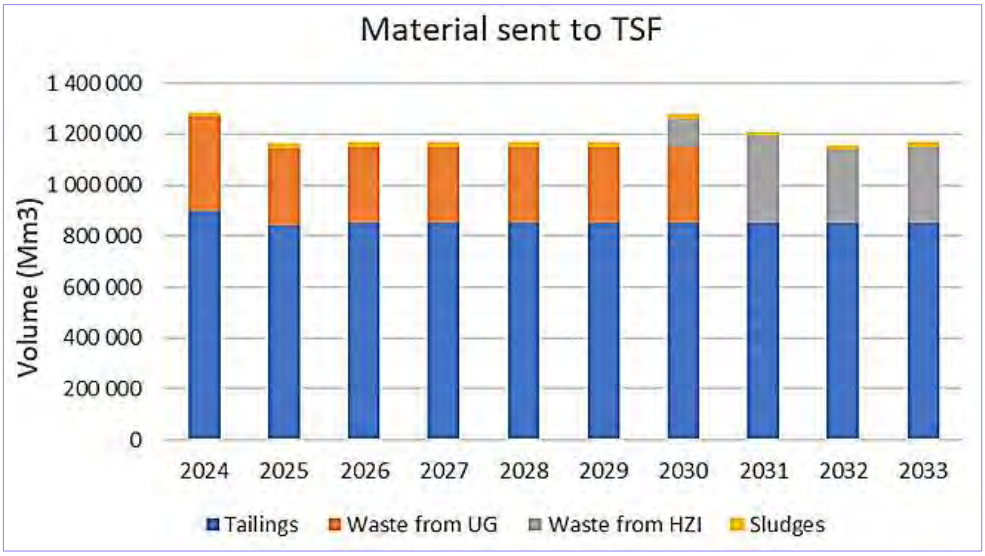


Figure 6-2 : Production projetée de résidus miniers

Comme le montrent le **Tableau 6-1** et la **Figure 6-2**, la capacité de stockage est suffisante au sein de l'expansion proposée dans le cadre du scénario de référence de la Phase 5, sans qu'il soit nécessaire d'excaver les parois rocheuses dans le secteur. Par conséquent, l'expansion proposée du PAR fournit le volume requis de 10 Mm^3, voire plus si les affleurements rocheux sont excavés pour servir comme source de matériaux de construction.

6.2 Digue d'amorce

La digue d'amorce sera construite en enrochement propre avec une crête de 22 mètres de large, qui servira de route de transport pendant l'exploitation et de route d'accès permanente après la fermeture. La géomembrane couvrira la pente amont de la digue de manière à ce que les résidus soient entièrement confinés.

Un fossé situé en amont de la digue recueillera les eaux de ruissellement provenant des résidus. Les eaux de ruissellement seront détournées vers un bassin de collecte, situé à l'extrémité sud-ouest du PAR. Un autre fossé situé en aval de la digue recueillera les eaux de ruissellement propres de la partie du bassin versant qui s'écoule naturellement vers le PAR. Les eaux de ruissellement propres seront drainées dans l'environnement à l'ouest et à l'est du PAR.

Les détails concernant le bassin de collecte sont présentés dans la **Section 9** sur la gestion des eaux du site.

6.3 Matériaux et bancs d'emprunt

Les principaux matériaux granulaires nécessaires au projet seront l'enrochement pour la digue d'amorce et le sable et gravier pour l'assise sous la géomembrane. Une grande partie des quantités d'enrochement nécessaires proviendra d'une carrière qui sera exploitée directement sur le site de la Phase 5 lors de l'excavation de la paroi rocheuse au nord. La taille et l'expansion de la carrière dépendront du volume de roche nécessaire.

Des essais en laboratoire doivent être effectués pour vérifier que la roche provenant de la carrière sur le site de la Phase 5 n'est pas acidogène et qu'elle convient à la construction.

Le sable et gravier utilisé pour l'assise sous la géomembrane proviendra des bancs d'emprunt du Banc Bouchard, situés à environ 3 km du site du PAR.

Le Dessin 7002 présenté à l'Annexe A montre l'emplacement des bancs d'emprunts potentiels.

6.4 Conception de la géomembrane

Au niveau actuel de l'étude, il est supposé qu'une géomembrane en PEHD devra être installée sous la pile de résidus pour assurer l'étanchéité. Les travaux de préparation de la fondation seront les suivants :

- L'enlèvement de la tourbe pour permettre de travailler sur une surface ferme. La tourbe retirée sera entreposée dans la zone d'entreposage de la tourbe;
- L'excavation du roc est nécessaire pour atteindre le niveau requis d'élévation de la fondation. Les caractéristiques de l'excavation comme l'angle du talus rocheux, la hauteur de la pente et la largeur de la berme seront optimisées en fonction du volume d'enrochement requis. Le roc excavé sera entreposé et concassé dans la zone d'entreposage et de concassage du roc;
- La mise en place d'une couche de sable d'une épaisseur minimale de 500 mm sur l'ensemble de la surface de la Phase 5;
- La construction de drains français pour collecter les eaux souterraines sous la membrane;
- La mise en place d'un géotextile et d'une géomembrane en PEHD;
- Pour recouvrir les talus rocheux avec une géomembrane, des matériaux d'enrochement seront utilisés pour créer une pente de 2H:1V. Cette pente sera ensuite recouverte d'une couche de géotextile et de sable. La couche de sable sera mise en place afin d'assurer une bonne capacité portante pour le trafic pendant les travaux d'installation de la géomembrane.

6.5 Drain français

Un drain français sous la géomembrane est requis afin de dissiper les pressions d'eau souterraine sous la géomembrane qui pourraient soulever la géomembrane avant que suffisamment de résidus soient en place pour contrebalancer la pression hydrostatique. Ce drain permettra également d'échantillonner l'eau s'écoulant sous la géomembrane.

Le drain sera construit avec de l'enrochement composé du roc excavé et concassé, et sera enveloppé d'un géotextile. L'emplacement préliminaire et ses détails sont présentés dans le Dessin 7014. L'eau souterraine collectée sera drainée vers la station de pompage située du côté nord du bassin de collecte, comme illustré sur le Dessin 7011.

7. Analyses de stabilité statique et pseudo-statique

7.1 Méthodologie

Les analyses de stabilité ont été réalisées à l'aide du logiciel SLOPE/W de GeoStudio (GeoStudio International Ltd, 2021). Les paramètres d'entrée retenus pour le sol en place et les résidus sont basés sur la combinaison des données de terrain et de l'interprétation des essais en laboratoire, menés pour les phases précédentes du PAR par AtkinsRéalis et énumérés au **Tableau 4-1**.

7.2 Conditions du site

7.2.1 Coupes sélectionnées

Une coupe transversale est située sur le côté nord, afin de vérifier la stabilité de la nouvelle digue d'amorce et de la pile de résidus. Cette coupe est située où de grandes épaisseurs de mort-terrain sont attendues et représente donc la section critique de l'expansion du PAR (Phase 5). Le mort-terrain est présumé être composé d'un sable silteux et/ou de till.

De plus, trois (3) coupes transversales ont été sélectionnées sur les côtés ouest, sud et est du PAR afin d'assurer la stabilité des digues d'amorce et de la pile de résidus advenant un rehaussement à une élévation finale de 275 m asl. Ces sections ont été jugées les plus critiques, car elles sont situées où les épaisseurs d'argiles sont les plus importantes.

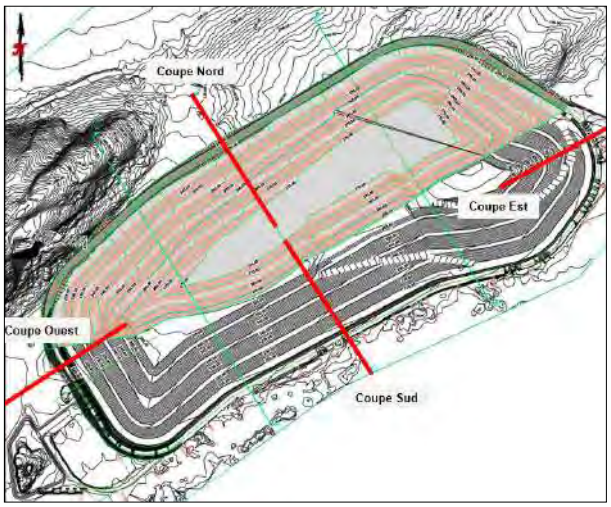


Figure 7-1 : Coupes sélectionnées pour les analyses de stabilité

La stabilité de la nouvelle digue d'amorce (coupe transversale nord) a été évaluée pour une élévation finale du PAR de 260 m asl et de 275 m asl. En ce qui concerne les digues existantes (coupes transversales ouest, sud et est), seule la stabilité à l'élévation 275 m asl a été évaluée, puisque des études antérieures ont déjà examiné la stabilité de la pente à l'élévation 260 m asl (SNC-Lavalin, 2023d).

7.2.2 Conditions hydrauliques et piézométriques

Dans les résidus, une nappe phréatique a été positionnée de manière conservatrice à une élévation de 230 m asl, au centre de la pile. La nappe phréatique s'abaisse de part et d'autre de la pile pour rejoindre les fossés périphériques. Celle-ci a été sélectionnée en fonction des conditions actuelles du site et des données piézométriques disponibles.

Une deuxième nappe phréatique a été positionnée sous la géomembrane, pour tenir compte de la présence de l'eau souterraine dont le niveau est contrôlé par un drain français. Les lignes piézométriques utilisées dans les analyses sont présentées à la **Figure 7-2**.

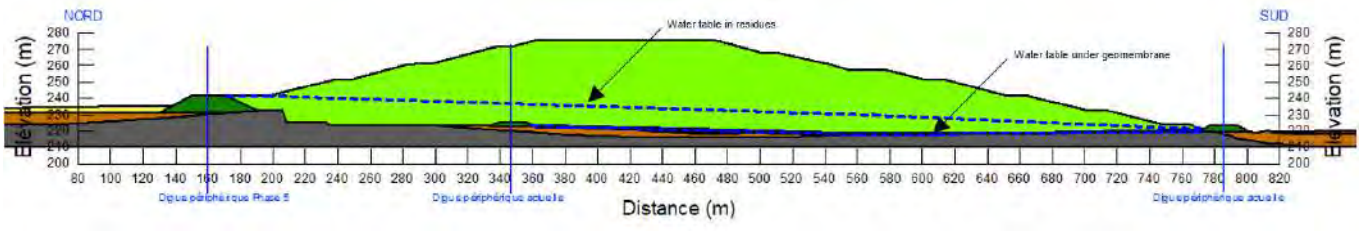


Figure 7-2 : Lignes piézométriques utilisées pour les analyses de stabilité

7.3 Coefficients pseudo-statiques

Les analyses pseudo-statiques ont été effectuées pour un séisme de récurrence 1:10 000 ans. Le coefficient sismique horizontal (k_h) utilisé dans les analyses pseudo-statiques a été calculé à partir des données de spectre du projet, en utilisant les équations de Bray & Travasarou (2009). Le calcul est effectué pour une estimation du déplacement sismique médian de 5 cm, à partir de la vitesse moyenne de l'onde de cisaillement et de la magnitude du séisme. Un coefficient sismique de **0,03** a été obtenu pour le séisme de 1:10 000 ans. Une perte de résistance de 20 % dans l'argile sous la fondation est également appliquée dans les analyses pseudo-statiques.

7.4 Paramètres de l'analyse de stabilité

D'après les campagnes d'investigation menées sur le site du PAR, les sols naturels sont généralement constitués des éléments suivants :

- Tourbe;
- Argile (croûte argileuse et dépôt d'argile);
- Sable silteux;
- Dépôt de till;
- Socle rocheux.

Les paramètres d'entrée retenus pour les matériaux du sol et les résidus sont résumés dans le **Tableau 7-1**.

Tableau 7-1 : Propriétés géotechniques retenues pour les analyses de stabilité

Matériau	Poids volumique total	Angle de frottement effectif	Résistance au cisaillement non-drainée (Su/σ'v)	Source
	kN/m^3	**º**	**-**	
ARGILE NATURELLE	16,5	-	0,16 (RÉSISTANCE MINIMALE DE 30 KPA)(1)	NOTE TECHNIQUE : ANALYSES DE STABILITÉ POUR LES PHASES 3B ET 4A DU PARC À RÉSIDUS (SNC-LAVALIN, 2023D)
ARGILE CONSOLIDÉE	16,5	-	0,2 (RÉSISTANCE MINIMALE DE 30 KPA)	
TILL	20,0	33	-	
TOURBE	9,0	14	-	
SABLE COMPACTÉ	20,0	30	-	
RÉSIDUS	18,5	30	-	
ENROCHEMENT 0-600 mm	22,5	40	-	
GÉOMEMBRANE	0,1	25	-	
SOCLE ROCHEUX		IMPÉNÉTRABLE		

Note :
(1) La résistance minimale obtenue lors des essais in situ (CPTu et scissomètre).

7.5 Résultats des analyses de stabilité statique et pseudo-statique

Plusieurs scénarios ont été analysés dans des conditions statiques et pseudo-statiques pour évaluer la stabilité de la digue d'amorce et de la pile de résidus. Les résultats de ces analyses sont présentés au **Tableau 7-2** ci-dessous. Des figures représentant les résultats sont également disponibles dans la note technique présentée à l'Annexe C. Les digues d'amorce et la pile de résidus respectent les facteurs de sécurité requis pour une élévation finale de 260 m asl et de 275 m asl.

Tableau 7-2 : Résultats des analyses de stabilité

Section	Élévation du PAR (m asl)	Analyse	Type de rupture	Facteur de sécurité requis	Facteur de sécurité obtenu
NORD	260	STATIQUE	CIRCULAIRE	1,5	2,3
		PSEUDO-STATIQUE	CIRCULAIRE	1,1	2,0
	275	STATIQUE	CIRCULAIRE	1,5	2,3
		PSEUDO-STATIQUE	CIRCULAIRE	1,1	2,0
OUEST	275	STATIQUE	CIRCULAIRE	1,5	1,8
			COMPOSITE	1,5	1,5
		PSEUDO-STATIQUE	CIRCULAIRE	1,1	1,6
			COMPOSITE	1,1	1,3
SUD	275	STATIQUE	CIRCULAIRE	1,5	2,7
		PSEUDO-STATIQUE	CIRCULAIRE	1,1	2,3
EST	275	STATIQUE	CIRCULAIRE	1,5	1,9
			COMPOSITE	1,5	1,6
		PSEUDO-STATIQUE	CIRCULAIRE	1,1	1,6
			COMPOSITE	1,1	1,3

8. Mécanique des roches

Une étude de mécanique des roches a été menée pour l'expansion proposée dans le cadre de la Phase 5, en raison de la présence d'affleurements rocheux. L'évaluation a été réalisée afin de recommander des critères de conception pour la réalisation des pentes d'excavation et du dynamitage dans le roc. Les sections suivantes résument la méthodologie et les principales conclusions de l'étude de la mécanique des roches.

8.1 Méthodologie

L'étude de la mécanique des roches comprend les trois étapes suivantes :

- Étape 1 – Classification de la masse rocheuse. La classification de la masse rocheuse a été définie en fonction des renseignements recueillis lors de la campagne d'investigation géotechnique menée par SNC-Lavalin dans la zone prévue de la Phase 5 du PAR en 2022 et 2023. Au cours de cette campagne d'investigation, l'indice de désignation de la qualité de la roche (Rock Quality Designation, RQD) a été estimé pour les carottes de roche prélevées dans sept (7) forages géotechniques : F22-P5-02, F-22-P5-05, F-22-P5-07, F-23-P5-02, F-23-P5-03, F-23-P5-04 et F-23-P5-05. Des relevés acoustiques et optiques par géocaméra, ainsi que des descriptions structurales, ont été menés dans trois (3) forages : F-22-P5-02, F-22-P5-07 et F-23-P5-05, et sont présentés dans la note technique préparée par AtkinsRéalis, intitulée : *Caractérisation du massif rocheux – Éléonore phase 5,* à l'Annexe D;

- Étape 2 – Réalisation d'analyses structurales pour déterminer les principales familles de discontinuités dans la masse rocheuse. Ces analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel Dips de la suite Rocscience (2021). Les renseignements concernant les discontinuités ont été recueillis de deux sources :

    a) L'étude de cartographie géologique et structurale de surface réalisée par Newmont, transmise à AtkinsRéalis dans la note technique intitulée *Cartographie géologique et structurale – Phase 5* en date de novembre 2023 (Newmont, 2023);

    b) Les descriptions structurales et les relevés de géocaméra dans les forages réalisés par SNC-Lavalin en 2022-2023 (SNC-Lavalin, 2023c).

- Étape 3 – Analyses cinématiques. Ces analyses ont été réalisées pour évaluer la stabilité des parois rocheuses en fonction de plusieurs mécanismes de rupture. Les modes de rupture analysés sont décrits à la **Section 5.3.2**.

8.2 Classification des roches et propriétés de discontinuité

8.2.1 Classification de la masse rocheuse

La roche dans le secteur est composée de graywacke et d'intrusions de pegmatite stratifiées, relativement fraîches et à grain fin à moyen. Le granite et la pegmatite sont localement en contact avec un wacke schisteux massif à grain fin, sur les flancs bordant les affleurements rocheux.

Les valeurs de RQD relevées dans les forages sont comprises entre 50 % et 100 %, ce qui classe la roche comme étant de qualité moyenne à excellente. La majorité des valeurs de RQD enregistrées sont supérieures à 90 %, ce qui indique une roche de bonne qualité. Le **Tableau 8-1** résume les résultats de l'analyse statistique des valeurs de RQD enregistrées dans le secteur de l'expansion prévue du PAR de la mine Éléonore.

Tableau 8-1 : Distribution des valeurs de RQD – Phase 5

RQD	Pourcentage (%)
Très mauvaise	0,0
Mauvaise	1,8
Moyenne	10,7
Bonne	10,7
Excellente	76,8

La classification de la masse rocheuse a également été effectuée à l'aide du système de classification de la masse rocheuse RMR (Rock Mass Rating) en utilisant les résultats de laboratoire, les valeurs de RQD et l'information disponible sur les conditions des joints et des eaux. Les valeurs de RMR varient entre un minimum de 37 et un maximum de 68, ce qui indique une roche de qualité moyenne à bonne. Les valeurs de RMR estimées sont présentées au **Tableau 8-2**.

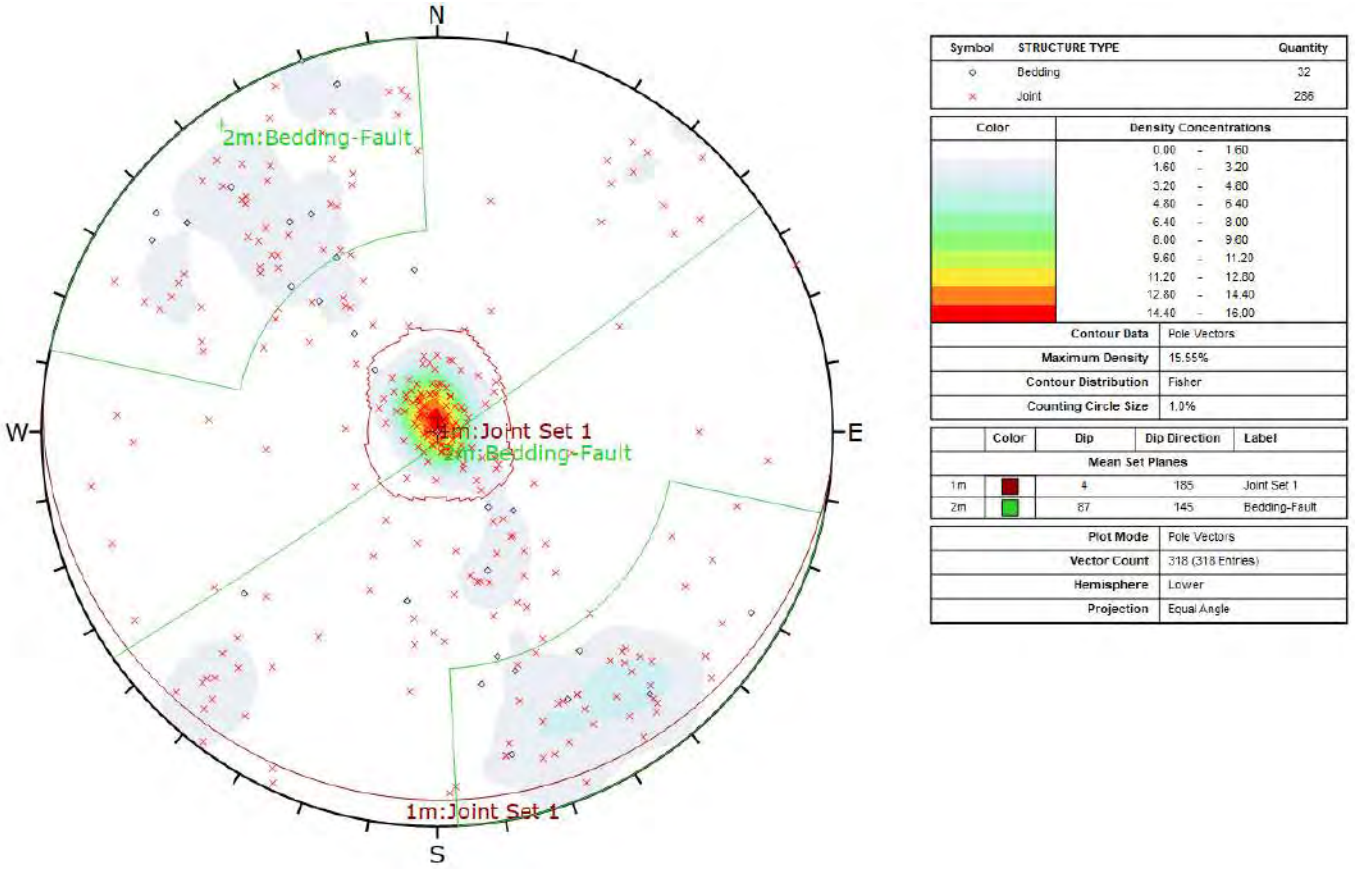
Tableau 8-2 : Estimation de l'indice de RMR

Nº du forage	UCS (MPa)[1]	Cote	RQD[2]	Cote	Espacement des discontinuités		Cote		Cote des conditions de discontinuité[5]		Conditions de saturation[6]	Cote	Orientation des discontinuités		Cote		RMR		Classification de la masse rocheuse
					Min.[3]	Max.[4]	Min.	Max.	Min.	Max.			Min.[7]	Max.[8]	Min.	Max.	Min.	Max.	Catégorie
F-22-P5-02	142,2	12	74	13	<60	1500	5	15	7	23	Humide	10	Non favorable	Moyenne	-10	-5	37	68	Moyenne à bonne III et II
F-22-P5-07	107	12	71	13	<60	1500	5	15	16	23	Humide	10	Non favorable	Moyenne	-10	-5	46	68	
F-23-P5-05	65	7	87	17	<60	1500	5	15	8	23	Humide	10	Non favorable	Moyenne	-10	-5	37	67	

Notes :
(1) Valeur égale à la moyenne – 1 écart-type des valeurs mesurées dans chaque forage
(2) Valeur égale à la moyenne – 1 écart-type des valeurs de RQD mesurées dans chaque forage
(3) Valeur minimale dans chaque forage
(4) Valeur maximale dans chaque forage
(5) Valeur A4 (RMR) provenant des descriptions structurales
(6) Conditions estimées à partir des essais Lugeons réalisés dans les forages
(7) et (8) Hypothèses

8.2.2 Familles de joints rocheux

Les parois rocheuses dans l'emprise de la Phase 5 du PAR présentent une variété de structures importantes, dont les principales sont les failles, les veines et les joints. Les données structurales concernant toutes les discontinuités combinées, y compris les données de forage et de surface, sont traitées dans le logiciel Dips afin de distinguer les principales familles de discontinuités dans la masse rocheuse. À partir des résultats de cette analyse, il a été possible de dissocier une famille de joints horizontaux avec un pendage horizontal d'environ 4 degrés et un système de discontinuités sub-verticales « Bedding/Fault » ayant un pendage de 87 degrés. D'autres joints et discontinuités isolés ont également été observés. La **Figure 8-1** illustre les systèmes de discontinuités observés. Le **Tableau 8-3** résume les systèmes de discontinuités dissociés dans l'analyse structurale.



Symbol	STRUCTURE TYPE	Quantity
○	Bedding	32
×	Joint	286

Color	Density Concentrations
	0.00 - 1.60
	1.60 - 3.20
	3.20 - 4.80
	4.80 - 6.40
	6.40 - 8.00
	8.00 - 9.60
	9.60 - 11.20
	11.20 - 12.80
	12.80 - 14.40
	14.40 - 16.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	15.55%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes				
1m		4	185	Joint Set 1
2m		87	145	Bedding-Fault

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	318 (318 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figure 8-1 : Stéréogramme des joints et discontinuités – Résultats de l'analyse structurale

Tableau 8-3 : Résumé des principales familles de discontinuité

Analyses	Nombre de familles de discontinuité	Pendage (º)	Direction du pendage (º)
Données de forage et de surface combinées	2 familles + discontinuités isolées	4	185
		87	145

L'espacement des joints a été mesuré pour les joints détectés dans les relevés de géocaméra et indiqué dans les descriptions structurales. Les résultats révèlent que la plupart des joints sont espacés de 200 mm au maximum, ce qui indique la présence d'une forte concentration de joints dans la roche échantillonnée dans les forages géotechniques. Le **Tableau 8-4** résume la répartition de l'espacement des joints.

Tableau 8-4 : Répartition de l'espacement des joints

Espacement	Pourcentage (%)
< 60 mm	38,9
60 – 200 mm	32,7
200 – 600 mm	15,6
600 mm – 2000 mm	10,9
≥ 2000 mm	1,9

La plupart des joints observés dans les relevés de géocaméra se caractérisent par le fait qu'ils sont fermés, dépourvus de tout matériau de remplissage. Néanmoins, des matériaux granulaires ont été observés à l'intérieur de certains des joints étudiés, principalement de l'argile. Le **Tableau 8-5** résume les résultats de l'analyse statistique des données sur l'ouverture et le remplissage des joints.

Tableau 8-5 : Répartition du remplissage des joints

Matériau de remplissage	Pourcentage (%)
Granulaire	13,0
Argileux	1,0
Aucun (joint fermé)	86,0
Ouverture (mm)	**Pourcentage (%)**
[0-3]	99,0
[3-10]	0,5
[10-30]	0,5
[30-100]	0,0
>100	0,0

8.2.3 Angle de frottement des joints rocheux

L'angle de frottement des discontinuités a été estimé à partir des valeurs Jr, Ja et Jw en utilisant l'équation proposée par Barton (2002), comme suit :

$$\emptyset \approx Atan(\frac{Jr}{Ja} \times \frac{Jw}{1})$$

- **Jr, Ja** : La rugosité et l'altération des joints sont décrites à l'aide des indices Jr et Ja indiqués dans les descriptions structurales. La plupart des valeurs Jr estimées se situent entre 2 et 4. Par conséquent, les joints examinés varient de joints lisses et ondulés à des joints rugueux, irréguliers ou discontinus. De même, la plupart des estimations de l'indice d'altération des joints « Ja » sont inférieures à 1. En conséquence, les joints sont considérés comme étant bien refermés, durs, élastiques et/ou avec remplissage imperméable. Le **Tableau 8-6** résume la distribution statistique des valeurs « Jr » et « Ja ».

Tableau 8-6 : Répartition des valeurs Ja et Jr

Jr	Pourcentage (%)
[0-1]	6,7
[1-2]	5,2
[2-3]	47,7
[3-4]	40,4
Ja	**Pourcentage (%)**
≤1	82,4
2	9,3
3	1,0
4	6,2
>4	1,0

- **Jw** : Les conditions de l'eau dans les joints sont décrites par l'indice Jw. Les valeurs de Jw ont été estimées sur la base des résultats d'essais Lugeons réalisés dans les forages F-22-P5-02, F-22-P5-07 et F-23-P5-05. Le débit d'eau maximum estimé à partir des résultats des essais Lugeons indique, en général, un débit d'eau nul reflétant des conditions très peu perméables dans le roc profond. Tout de même, à la surface du roc, un débit maximum d'injection de 16 L/min a été mesuré. Ainsi, à cette étape du projet, une approche conservatrice a été adoptée pour estimer l'indice Jw, en considérant les conditions les plus critiques. Par conséquent, un débit d'eau fort à moyen a été considéré pour toute la masse rocheuse, ce qui aboutit à une valeur de Jw variant entre 0,50 et 0,66.

Les limites supérieure et inférieure de la plage de valeurs d'angle de frottement des joints du socle rocheux ont été sélectionnées à 15 et 40 degrés respectivement pour la Phase 5.

8.3 Résultats des analyses cinématiques

Des analyses cinématiques ont été réalisées pour définir les modes de rupture potentiels des activités d'excavation prévues dans le cadre de la Phase 5. Ces analyses ont été effectuées avec le logiciel Dips de la suite Rocscience (2021), afin d'étudier différents mécanismes de rupture. Une pente d'excavation avec une direction de pendage de 145 degrés a été utilisée dans toutes les analyses cinématiques. La direction de pendage considérée correspond approximativement à la direction de pendage de la pente existante des parois rocheuses dans la Phase 5 projetée du PAR.

Des analyses de sensibilité ont été complétées sur l'angle de la pente d'excavation finale (30°-90°) et sur l'angle de frottement des discontinuités (15°-40°). Une plage de valeurs pour ces deux paramètres a été étudiée lors des analyses cinématiques des modes de rupture.

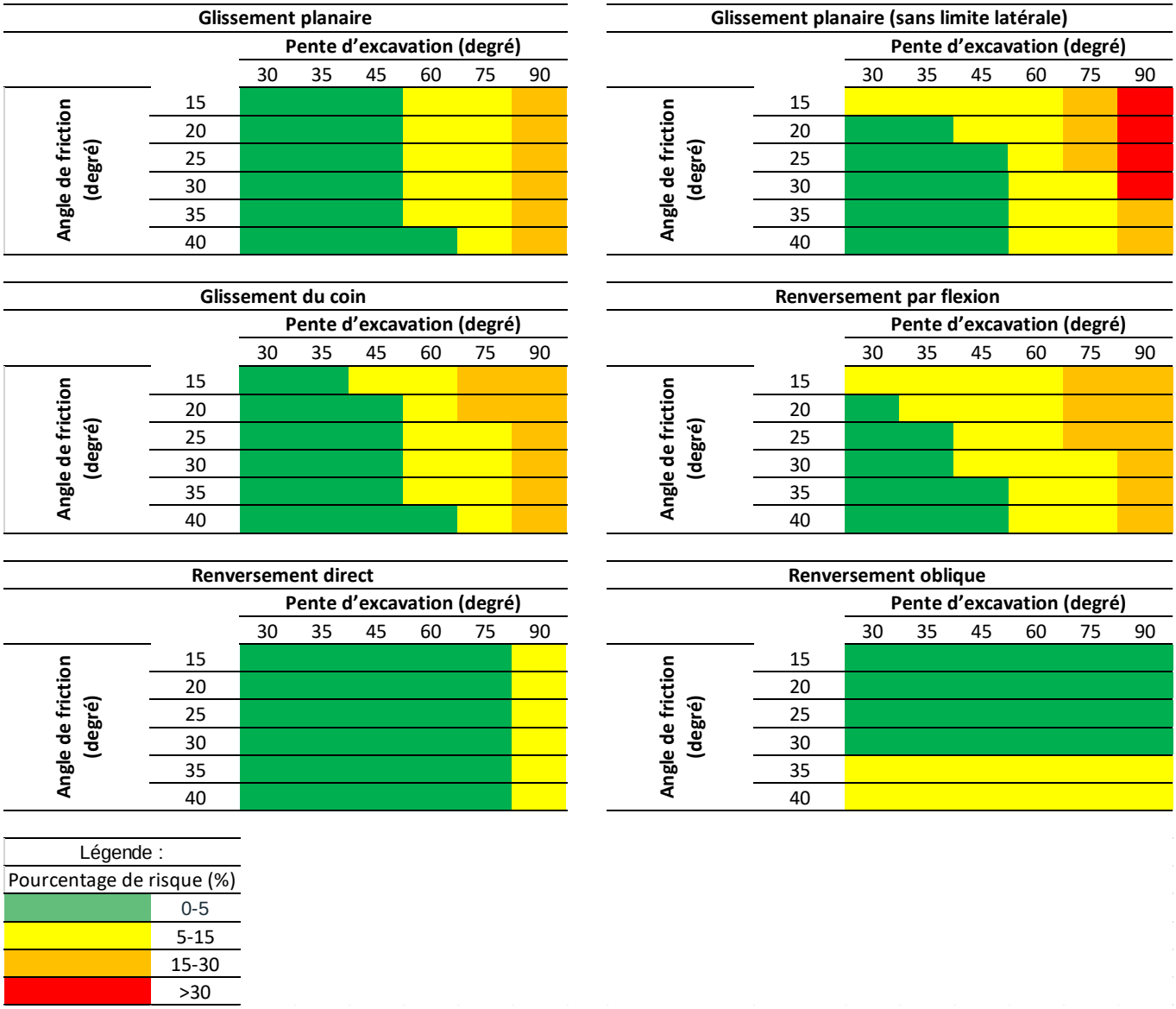
Les deux types d'analyses cinématiques ont été effectués comme suit :

- La première série d'analyse cinématique a été établie en fonction des données structurales relatives à toutes les discontinuités enregistrées dans les forages et dans la cartographie de la géologie de surface. Cette série d'analyse définit la probabilité de rupture associée à chaque mécanisme de rupture;
- Une deuxième série d'analyses cinématiques a été réalisée en ne tenant compte que des deux principales familles de discontinuités déterminées dans l'analyse structurale. Elle a été effectuée sur les données structurales des discontinuités identifiées à partir des forages et de la cartographie de surface.

Les résultats des analyses sont présentés sous la forme d'une matrice représentant la probabilité de rupture « en pourcentage » pour chaque mécanisme de rupture, en fonction des valeurs de l'angle de frottement et de l'angle d'excavation.

Les résultats des premières analyses cinématiques indiquent la présence de probabilités de rupture pour tous les modes de rupture analysés. Cependant, les probabilités de rupture pour les pentes d'excavation de 75 degrés ou moins sont inférieures ou égales à 20 %, pour tous les modes de rupture et pour toutes les valeurs d'angle de frottement analysées. Pour les pentes d'excavation de 90 degrés, des probabilités de rupture plus élevées sont observées. En particulier pour le mode de rupture par glissement planaire sans limite latérale, où la probabilité de rupture dépasse 20 % pour la valeur d'angle de frottement maximale sélectionnée. Le **Tableau 8-7** présente les résultats des premières analyses cinématiques.

Tableau 8-7 : Résultats des analyses cinématiques – Série 1



Les résultats de la deuxième série d'analyses cinématiques ne montrent aucun risque pour chacun des modes de rupture analysés, pour les pentes d'excavations inférieures ou égales à 75 degrés. Pour les pentes d'excavations de 90 degrés, des probabilités de rupture possible sont constatées pour les deux modes de ruptures de glissement planaire, et ce, pour toutes les valeurs d'angle de frottement analysées.

De même, la pente d'excavation de 90 degrés présente une probabilité de rupture pour le mode de glissement du coin « wedge sliding » pour toutes les valeurs d'angle de frottement analysées. Le **Tableau 8-8** présente les résultats de la deuxième série d'analyses cinématiques.

Tableau 8-8 : Résultats des analyses cinématiques – Série 2

Glissement planaire		Pente d'excavation (degré)					
		30	35	45	60	75	90
Angle de friction (degré)	15						
	20						
	25						
	30						
	35						
	40						

Glissement planaire (sans limite latérale)		Pente d'excavation (degré)					
		30	35	45	60	75	90
Angle de friction (degré)	15						
	20						
	25						
	30						
	35						
	40						

Glissement du coin		Pente d'excavation (degré)					
		30	35	45	60	75	90
Angle de friction (degré)	15						
	20						
	25						
	30						
	35						
	40						

Renversement par flexion		Pente d'excavation (degré)					
		30	35	45	60	75	90
Angle de friction (degré)	15						
	20						
	25						
	30						
	35						
	40						

Renversement direct		Pente d'excavation (degré)					
		30	35	45	60	75	90
Angle de friction (degré)	15						
	20						
	25						
	30						
	35						
	40						

Renversement oblique		Pente d'excavation (degré)					
		30	35	45	60	75	90
Angle de friction (degré)	15						
	20						
	25						
	30						
	35						
	40						

Légende :	
Risque présent	
	Non
	Possible
	Oui

Les analyses cinématiques ont montré qu'une pente d'excavation de 90 degrés ne présente pas une alternative favorable pour les excavations prévues. Sur la base des données actuellement disponibles, une pente d'excavation maximale de 75 degrés est recommandée pour l'excavation du roc prévue pour l'agrandissement du PAR de la mine Éléonore.

9. Gestion des eaux du PAR

9.1 Analyse du système de sous-drainage du PAR

9.1.1 Modélisation numérique du système de sous-drainage

L'évaluation du système de sous-drainage du PAR a été effectuée afin d'évaluer l'incidence de l'expansion Phase 5 sur l'infrastructure de sous-drainage située sous la géomembrane. Cette évaluation a été réalisée à l'aide d'un modèle numérique d'écoulement des eaux souterraines avec le logiciel Feflow (DHI version 7.5) pour modéliser les venues d'eau souterraine dans la couche de fondation perméable sous la géomembrane.

Le domaine modélisé couvre un total de 538 hectares, centré sur le PAR et est limité au sud-ouest par le réservoir Opinaca, comme présenté à la **Figure 9-1**.

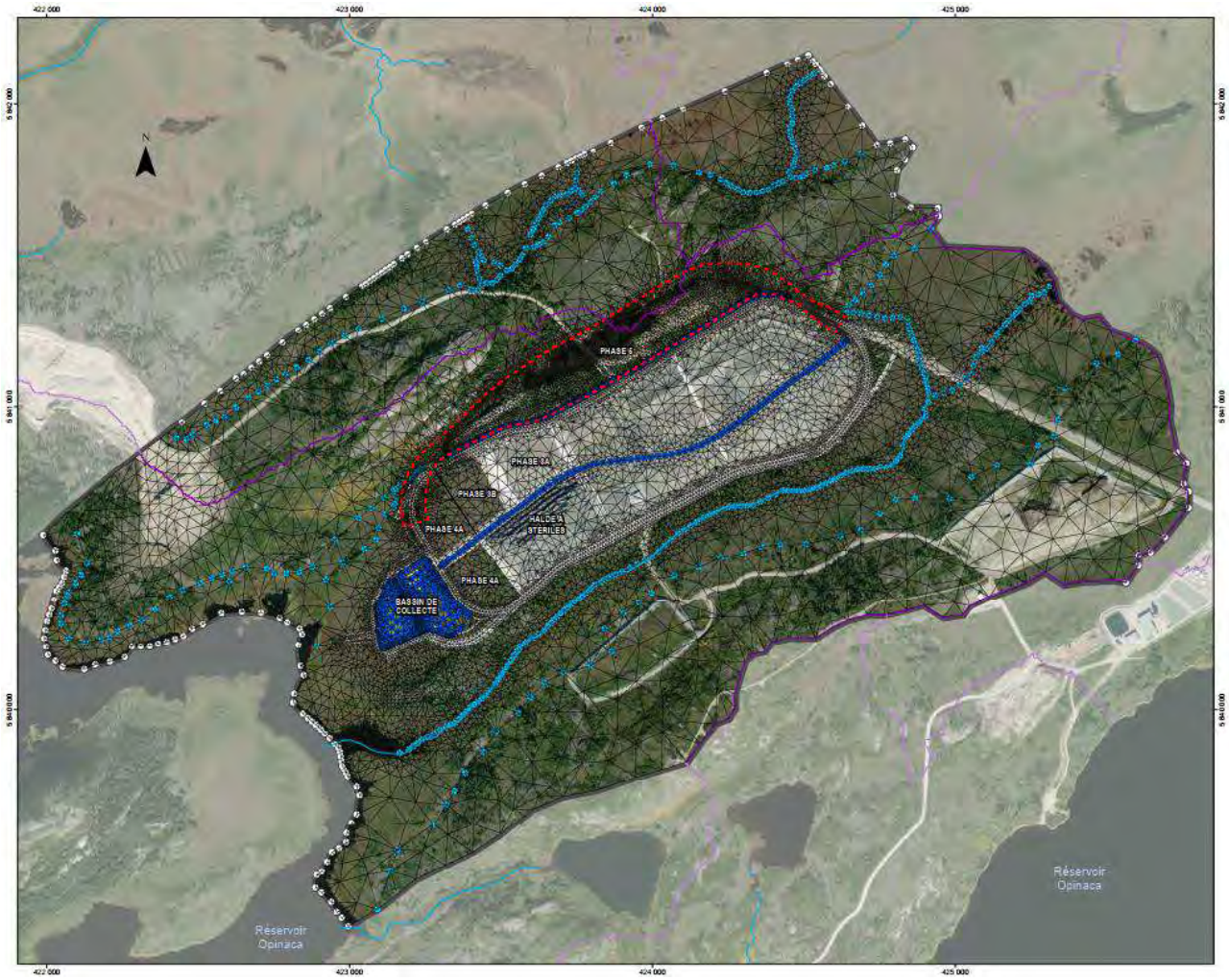


Figure 9-1 : Domaine du modèle d'écoulement des eaux souterraines

Le modèle d'écoulement des eaux souterraines est subdivisé en 24 couches, regroupées en unités hydrostratigraphiques caractérisées par la tourbe, le silt et l'argile, le till, le socle rocheux supérieur et le socle rocheux inférieur. Les conditions limites appliquées au modèle numérique sont les suivantes :

- Charge imposée le long du réservoir Opinaca et de la limite nord-ouest du domaine, condition de drainage de surface avec contrainte de flux entrant nul appliquée aux ruisseaux et aux pieds des pentes, conditions de flux nul le long de la ligne de partage des eaux à la limite sud-est du domaine;
- Condition de drainage avec contrainte de flux entrant nul appliquée aux drains et au matériau de fondation perméable sous la géomembrane pour le PAR et le bassin de collecte.

Des simulations numériques en régime permanent ont d'abord été effectuées en utilisant la configuration finale des phases 1 à 3A du PAR et du bassin de collecte. L'élévation de l'eau souterraine enregistrée aux puits d'observation et les débits d'eau souterraine moyens mesurés en provenance de la fondation perméable sous-jacente à la géomembrane du PAR et du bassin ont servi de base pour la calibration. Des résultats satisfaisants de calibration ont été obtenus entre les débits d'eau souterraine simulés et la moyenne enregistrée de 300 à 350 m^3/jour actuellement mesurée sur le site.

Les simulations de l'expansion proposée pour la Phase 5 comprenaient un drainage des eaux souterraines additionnel d'environ 30 ha sous la géomembrane du PAR. Les simulations en régime permanent pour l'expansion de la Phase 5 indiquent que les venues d'eau souterraine sous la géomembrane du PAR n'augmenteront probablement pas de manière significative du fait de l'expansion. Ce résultat est principalement dû à une réduction de la recharge des eaux souterraines (dans le périmètre de l'expansion du PAR), car les précipitations qui contribuaient auparavant à la recharge des eaux souterraines dans le périmètre de l'expansion sont maintenant recueillies et gérées par le système de collecte des eaux de surface.

9.2 Gestion des eaux de surface

La section suivante présente les études de préfaisabilité hydrologiques et hydrauliques réalisées pour concevoir les infrastructures de collecte et d'évacuation des eaux de surface du PAR à la fin de la Phase 5 de déposition.

9.2.1 Objectifs du plan de gestion des eaux

L'objectif général consiste à s'assurer que la conception des infrastructures de gestion des eaux de surface du PAR est conforme aux recommandations applicables de la D019 (MDDEP, 2012) et de l'Association canadienne des barrages (ACB, 2019).

Dans le cadre de l'étude de préfaisabilité, l'une des principales composantes de l'étude hydrologique consistait à évaluer la capacité de stockage du bassin de collecte nécessaire pour contenir la crue de conception environnementale de la D019.

9.2.2 Étude hydrologique

Au total, quatre (4) scénarios météorologiques ont été simulés dans le cadre de cette étude. Ces derniers sont présentés au **Tableau 9-1**.

Tableau 9-1 : Scénarios météorologiques

Scénario	Description
D019-2012	Crue de la Directive 019 2012 : Fonte du couvert de neige 100 ans (369 mm) en 30 jours, suivie d'une pluie de printemps 1 000(1) ans 24h (109,2 mm)
PMPea 72h	Pluie maximale probable d'été-automne 72h (355,3 mm)
CMPp nº 1	Crue maximale probable de printemps nº 1 : Fonte rapide du couvert de neige 100 ans (369 mm) en 13 jours, suivie d'une PMP de printemps de 72h (223,7 mm)
CMPp nº 2	Crue maximale probable de printemps nº 2 : Fonte rapide du couvert de neige maximal probable (550 mm) en 13 jours, suivie d'une pluie 100 ans de printemps de 72h (94,2 mm).

Note :
(1) Applicable pour des résidus miniers ni acidogènes, ni cyanurés, ni radioactifs ou à risque élevé, comme c'est le cas pour la mine Éléonore.

Pour le scénario en fonction de la D019, le taux de fonte de la couverture de neige a été réparti sur les 30 jours de fonte, en considérant un volume de fonte deux (2) fois plus élevé durant les cinq (5) derniers jours de fonte :

- Taux de fonte pour les 25 premiers jours : 1/35 fois l'épaisseur totale de neige par jour de fonte;
- Taux de fonte pour les 5 derniers jours : 2/35 fois l'épaisseur totale de neige par jour de fonte.

Pour les crues CMPp nº 1 et CMPp nº 2, la fonte rapide du couvert de neige a été répartie sur treize (13) jours, en supposant un taux de fonte constant sur toute la durée des événements :

- Taux de fonte : 1/13 fois l'épaisseur totale de neige par jour de fonte.

Pour tous les scénarios de fonte des neiges (D019, CMPp nº 1 et CMPp nº 2), les événements de précipitations ont été combinés avec le volume de fonte considéré à la fin des crues. C'est-à-dire le 30e jour de fonte pour le scénario de la D019, et les 11e, 12e et 13e jours de fonte pour les scénarios CMPp nº 1 et CMPp nº 2. À titre d'exemple, la **Figure 9-2** présente le hyétogramme considéré pour simuler la crue de la D019. Les hyétogrammes de précipitations ont été élaborés en utilisant la méthode symétrique, c'est-à-dire en utilisant les données des tableaux IDF avec le pic de précipitations centré au milieu de l'événement de pluie.

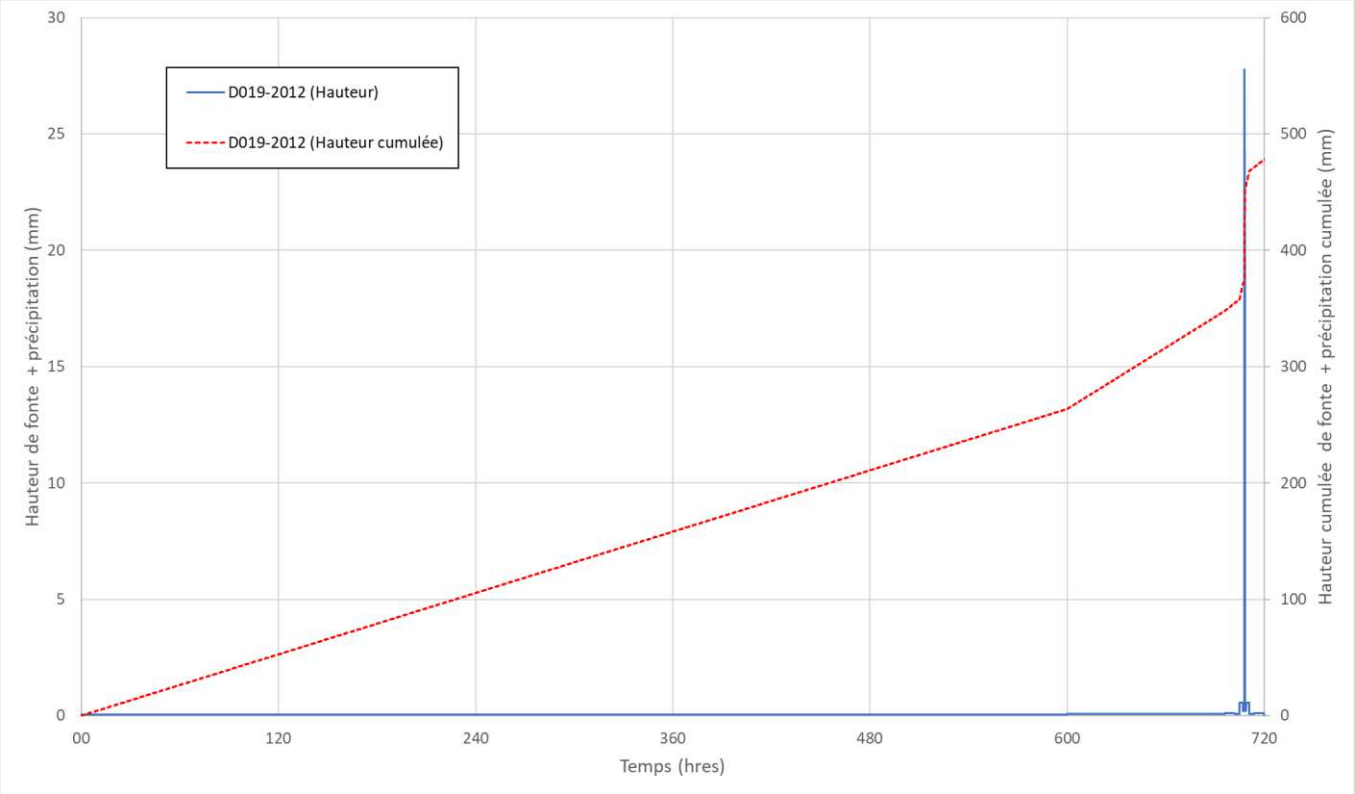


Figure 9-2 : Hyétogramme des précipitations du scénario météorologique de la D019

9.2.3 Modélisation hydraulique PCSWMM de la Phase 5

Le logiciel PCSWMM 2023 (SWMM v.5.2.3) a été utilisé pour modéliser le système d'écoulement des eaux de l'expansion pour la Phase 5 pour les différents scénarios météorologiques. La **Figure 9-3** présente la géométrie du modèle PCSWMM développé pour cette étude. Il convient de noter que la géométrie du site à la fin de la Phase 5 de déposition est supposée ici, et que 100 % des eaux de ruissellement de la surface totale du PAR sont collectées et dirigées vers le bassin de collecte.

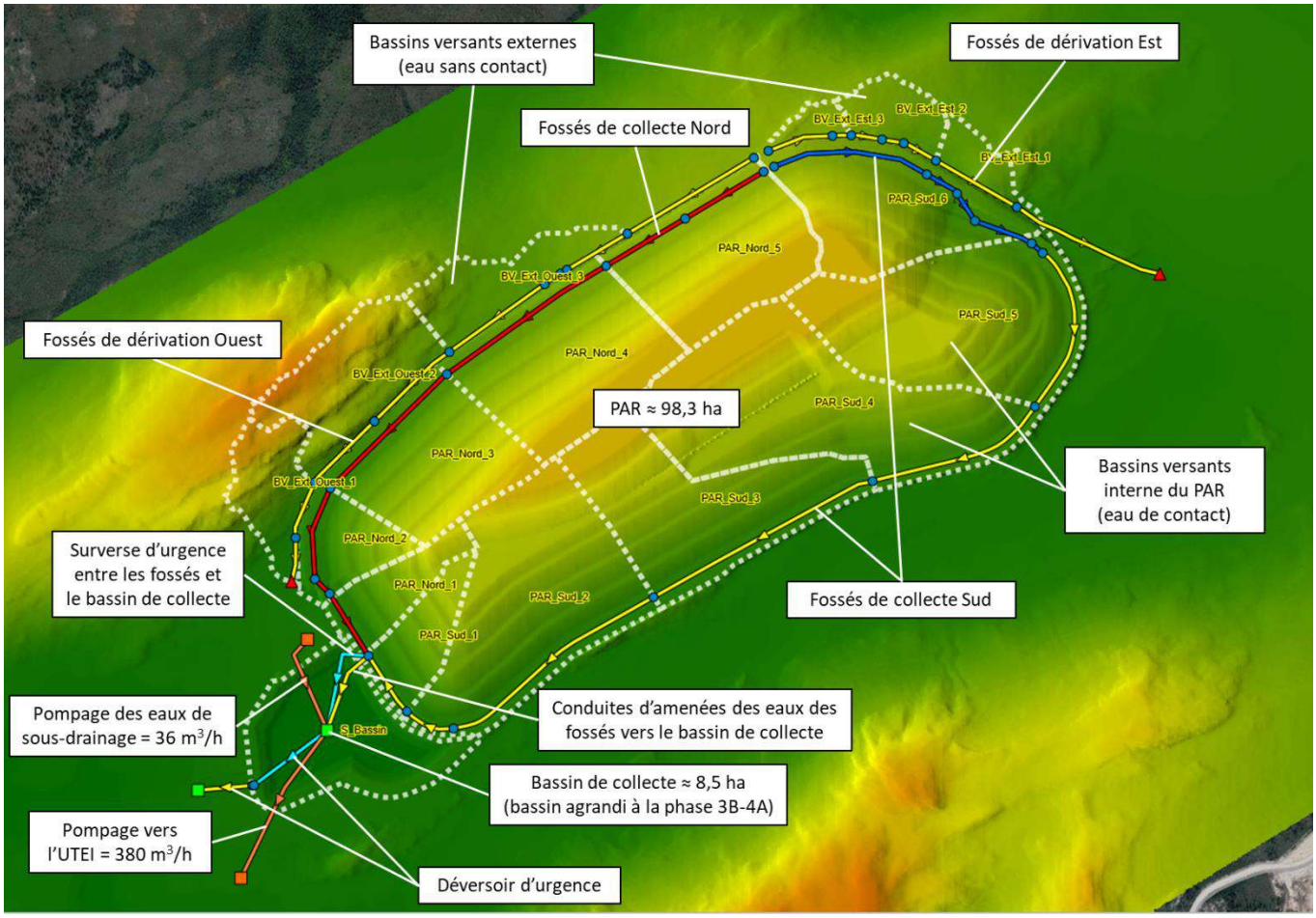


Figure 9-3 : Géométrie du modèle PCSWMM

La **Figure 9-4** présente la courbe de capacité de stockage du bassin de collecte agrandi pour les phases 3B-4A. Cette capacité de stockage a été prise en compte pour la simulation préliminaire du site de la Phase 5 dans le cadre de l'étude de préfaisabilité.

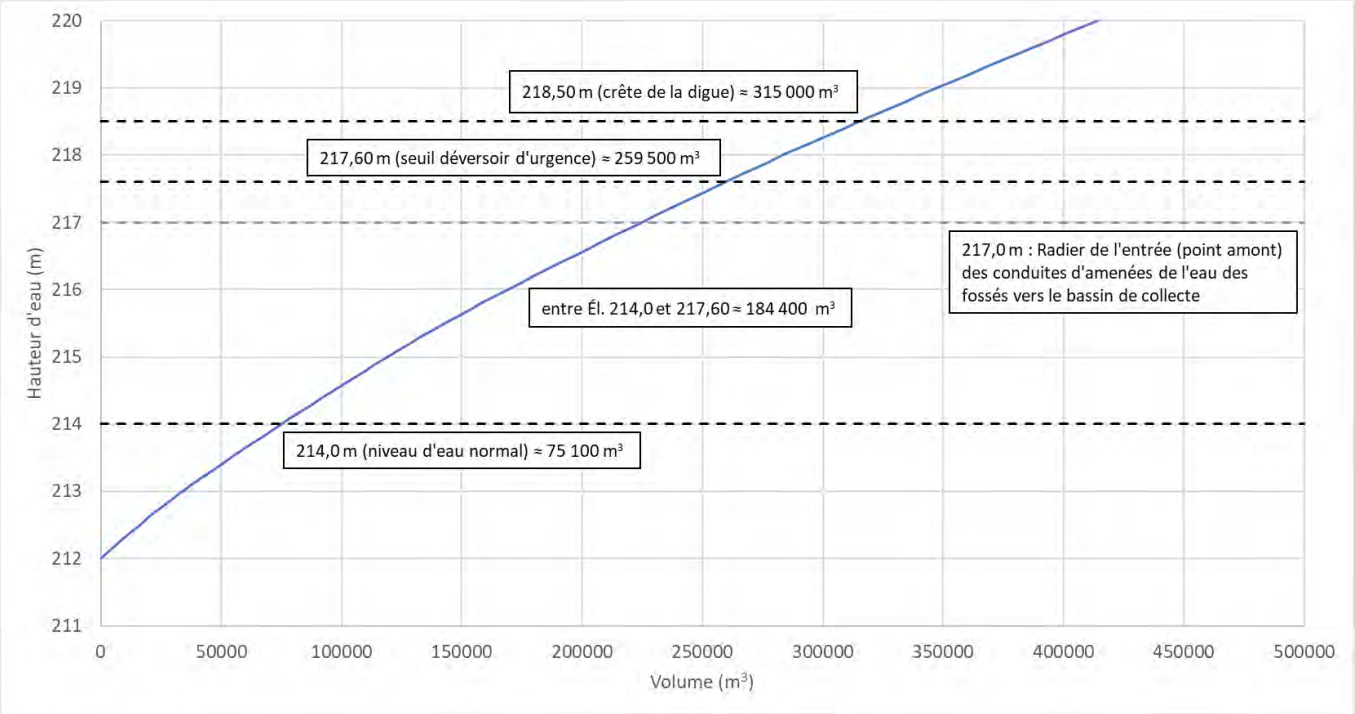


Figure 9-4 : Capacité de stockage du bassin de collecte agrandi pour les phases 3B-4A

Les bassins versants et les différentes infrastructures intégrées au modèle, ainsi que le paramétrage sont détaillés dans la note technique « *Étude de gestion des eaux de surface du PAR Éléonore – Préfaisabilité Phase 5* » présentée à l'Annexe F.

9.2.4 Critères de conception

Les critères de conception retenus dans les simulations sont décrits ci-dessous. Il s'agit des mêmes critères que ceux présentés à la **Section 5.6** :

- Les bassins doivent être en mesure d'emmagasiner la crue de la Directive 019 (D019-2012) simulée tout en maintenant la revanche minimale requise de 1,0 m par rapport à la crête des digues des bassins de collecte;
- Le déversoir d'urgence doit permettre l'évacuation adéquate des eaux lors des trois (3) scénarios de CMP simulés (PMPea, CMPp nº 1 et CMPp nº 2) afin de maintenir les revanches minimales requises;
- Le système de collecte des eaux de ruissellement doit être en mesure d'acheminer adéquatement les eaux vers les bassins (pas de débordement en amont).

Les définitions détaillées de la crue de la D019 et des CMP sont présentées à la **Section 9.2.2**.

Le **Tableau 9-2** présente la revanche minimale requise pour les scénarios correspondant à la D019 et aux CMP, conformément aux normes applicables.

Tableau 9-2 : Revanche minimale requise dans le bassin de collecte

	Bassin de collecte agrandi pour les phases 3B-4A
Élévation minimale de la crête des digues (m)	218,50
Pour le scénario de la Directive 019	
Revanche minimale requise lors du scénario de la D019 (m)	1,00
Niveau d'eau maximal correspondant (m)	217,50
Pour les scénarios de crues maximales probables (CMP)	
Revanche minimale requise selon l'ACB lors de la CMP[1] (m)	0,70
Niveau d'eau maximal correspondant (m)	217,80
Revanche minimale requise sélectionnée pour la conception lors de la CMP[2] (m)	0,30
Niveau d'eau maximal correspondant (m)	218,20

Notes :

(1) Calculées selon la méthodologie proposée par l'ACB (2013) en fonction de la remontée des vagues et de la seiche de vent.

(2) La revanche minimale jugée acceptable selon la topographie aval du site et le niveau de conséquences en cas de rupture de la digue.

Le niveau d'eau initial dans le bassin de collecte, les règles de fonctionnement concernant le pompage, ainsi que les exigences générales relatives à la revanche sont détaillés dans la note technique « *Étude de gestion des eaux de surface du PAR Éléonore – Préfaisabilité Phase 5* » présentée à l'Annexe F.

9.2.5 Résultats des simulations

9.2.5.1 Événement de crue de la D019

La **Figure 9-5** résume les résultats de la simulation de la crue de la D019. La **Figure 9-6** présente les niveaux d'eau calculés dans le bassin de collecte lors de la simulation du scénario de la D019. Comme mentionné à la **Section 9.2.1**, l'une des principales composantes de l'étude de préfaisabilité hydrologique consistait à évaluer la capacité de stockage du bassin de collecte nécessaire pour contenir la crue de conception environnementale de la D019.

Comme montré à la **Figure 9-5** et à la **Figure 9-6**, le bassin de collecte agrandi des phases 3B-4A n'a pas une capacité de stockage suffisante pour contenir la crue de conception environnementale de la D019 et l'eau se déverse par le déversoir d'urgence pendant l'événement. Un volume d'environ 83 000 m^3 se déverse pendant l'événement. Sachant que le bassin de collecte a une capacité de stockage effective d'environ 184 000 m^3, il est possible de conclure que le bassin de collecte de la Phase 5 devrait avoir une capacité de stockage d'environ 267 000 m^3. Cela suppose, bien sûr, que les conditions de pompage sont maintenues comme indiqué à la **Figure 9-5**.

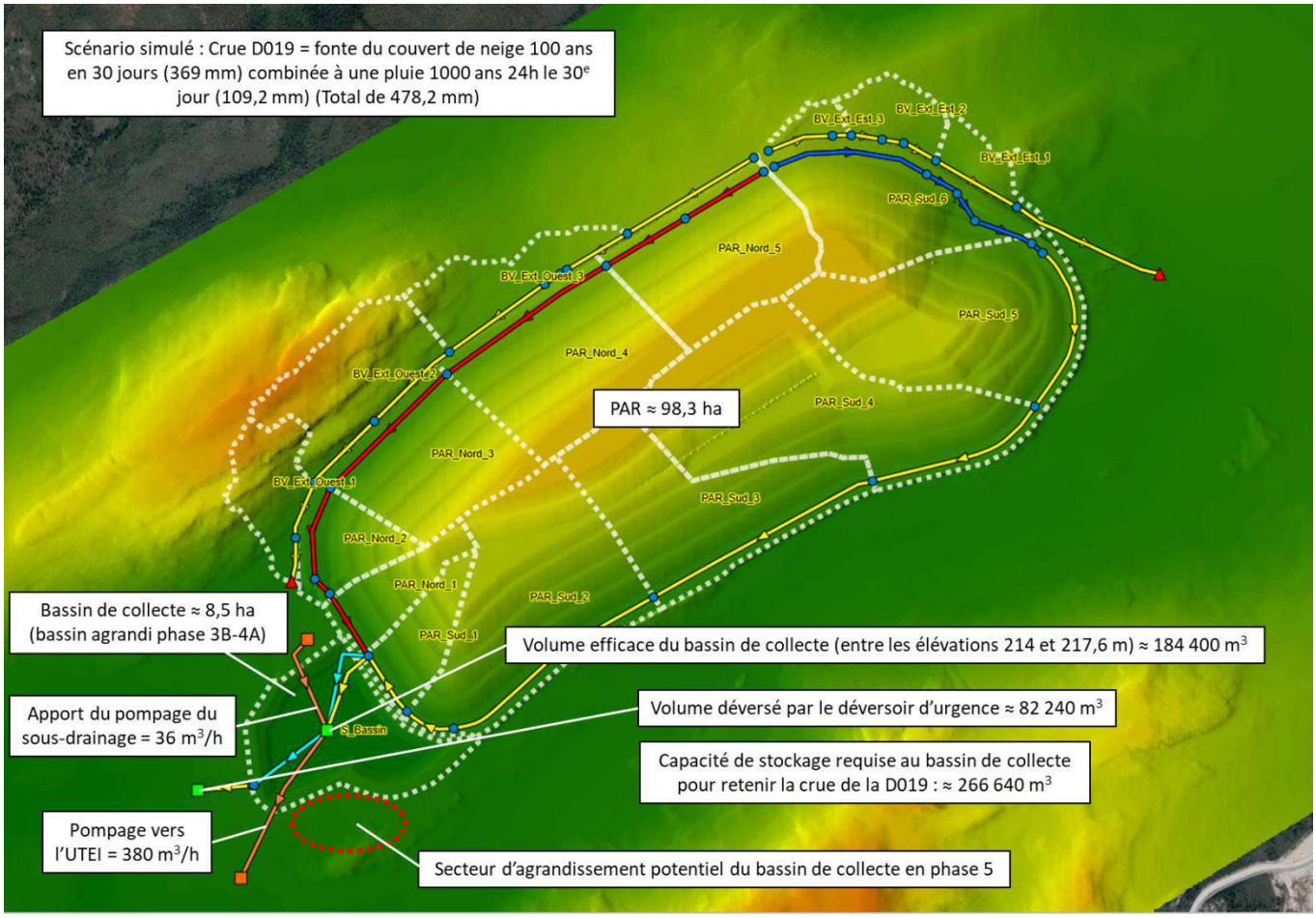


Figure 9-5 : Résultats de la simulation de la crue de la D019

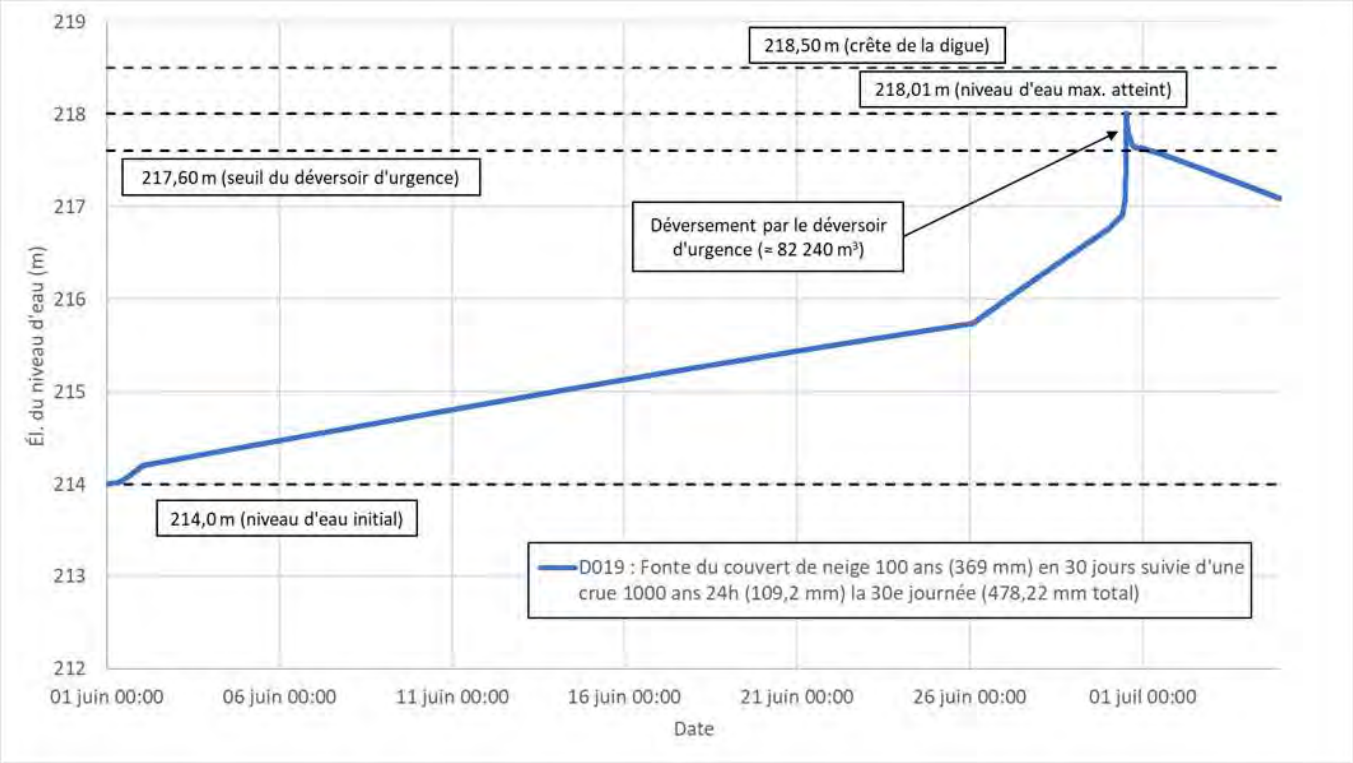


Figure 9-6 : Niveaux d'eau calculés dans le bassin de collecte pendant le scénario de la D019

9.2.5.2 Événements de crues maximales probables

À la suite des simulations des trois (3) scénarios de crues maximales probables, PMPea 72h, CMPp nº 1 et CMPp nº 2, il a été constaté que le scénario PMPea 72h génère les niveaux d'eau les plus critiques dans le bassin de collecte agrandi des phases 3B-4A. La **Figure 9-7** montre les niveaux d'eau calculés dans le bassin de collecte pendant la simulation du scénario PMPea 72h. Comme présenté à la **Figure 9-7**, le niveau d'eau atteint une élévation de 218,38 m pendant l'événement, ce qui dépasse le niveau d'eau maximal de 218,20 m présenté au **Tableau 9-2**. Par conséquent, le déversoir d'urgence du bassin de collecte ne fournit pas un débit d'évacuation suffisant pour permettre le maintien de la revanche minimum requise.

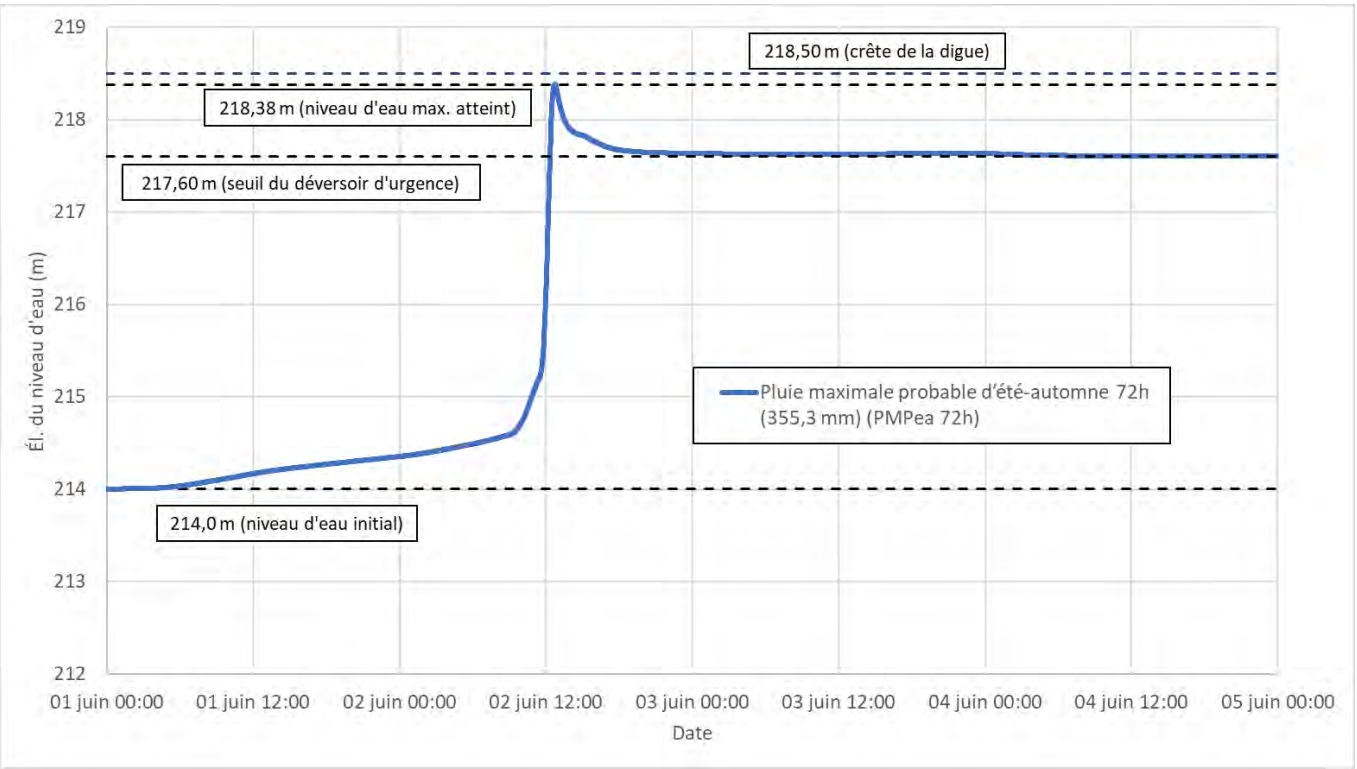


Figure 9-7 : Niveaux d'eau calculés dans le bassin de collecte pendant le scénario PMPea 72h

9.2.5.3 Recommandations

En ce qui concerne les résultats présentés à la **Section 9.2.5.1** et à la **Section 9.2.5.2**, il est possible de conclure que la capacité de stockage du bassin de collecte agrandi pour les phases 3B-4A ainsi que son déversoir d'urgence ne permettent pas de répondre aux critères de conception exigés selon les normes applicables. Plusieurs pistes de solutions sont envisageables pour permettre une mise à jour du système de gestion de l'eau et remédier à la situation :

- Agrandir le bassin de collecte pour augmenter la capacité de stockage;
- Augmenter la capacité de pompage vers l'usine de traitement des eaux industrielles (UTEI);
- Agrandir le déversoir d'urgence pour augmenter sa capacité d'évacuation.

Ces solutions sont interdépendantes, c'est-à-dire que la capacité de pompage aura un impact direct sur le besoin de stockage, qui à son tour aura un impact sur la conception du déversoir d'urgence. L'optimisation du système devra être réalisée au cours de la prochaine phase d'ingénierie, lorsque davantage d'informations sur la capacité de pompage auront été déterminées.

10. Dessins de préfaisabilité

Sur la base des analyses et de la conception préliminaires décrites dans les sections précédentes, une série de dessins a été préparée pour montrer les conceptions et modèles préliminaires. Le **Tableau 10-1** présente la liste des dessins fournis. Tous les dessins sont présentés à l'Annexe A.

Tableau 10-1 : Dessins préparés pour l'étude conceptuelle

Numéro du dessin	Titre
689718-07-100-4GD2-7000	Liste de dessins / Drawing List
689718-07-100-4GD2-7001	Plan de localisation / Location Plan
689718-07-100-4GD2-7002	Plan de l'aménagement existant / Existing Site Plan
689718-07-100-4GD2-7003	Localisation des sondages / Boreholes Location
689718-07-100-4GD2-7011	Vue en plan, Travaux de la Phase 5 / Plan View, Phase 5 Works
689718-07-100-4GD2-7012	Profils longitudinaux / Longitudinal profiles
689718-07-100-4GD2-7013	Coupes transversales A, B et C / Transversal Sections A, B and C
689718-07-100-4GD2-7014	Coupes typiques D et F / Sections D and F
689718-07-100-4GD2-7015	Coupes E et G / Sections E and G
689718-07-100-4GD2-7016	Fossé de dérivation Nord, Profil longitudinal et coupes / North Diversion Ditch, Longitudinal Profile and Sections

L'étendue du projet de la Phase 5 est représentée sur le Dessin 7001 avec les infrastructures existantes de la mine Éléonore. Sur ce dessin figurent également la zone définie pour l'expansion du bassin de collecte, la zone d'entreposage et de concassage du roc et l'expansion de l'aire de stockage d'argile et de tourbe existante.

Le Dessin 7003 résume les forages réalisés dans le PAR existant et dans la zone d'expansion (Phase 5).

Les Dessins 7011 à 7016 présentent des études conceptuelles concernant l'élévation finale de la pile de résidus, la digue d'amorce, le profil de l'excavation dans le roc, l'installation de la géomembrane, le système de sous-drainage et le fossé nord de dérivation.

Il convient de préciser que toutes les informations fournies sont d'ordre conceptuel et qu'elles sont essentiellement destinées à l'établissement du budget et à l'obtention des permis.

11. Conclusion et prochaines étapes

Ce rapport a présenté l'ingénierie conceptuelle de la Phase 5 du parc à résidus de la mine Éléonore. Cette option occupe la partie nord du PAR existant. La base de la conception a été présentée, suivie du concept lui-même.

Le modèle présenté est conceptuel et une étude d'ingénierie de base devra être réalisée pour évaluer plus précisément les travaux à venir et les coûts en capital du projet.

Voici certains des aspects qui seront étudiés plus en détail lors de la prochaine phase d'ingénierie :

- La capacité de stockage de la Phase 5 et les sous-phases de la construction seront confirmées avec le plan de déposition détaillé;
- Les couches géologiques de fondation seront précisées à l'aide de la dernière campagne géotechnique;
- Les effets du dynamitage dans le roc sur la stabilité du PAR existant seront étudiés;
- Le volume de roches sera optimisé en fonction de l'effet du dynamitage dans le roc et des besoins en matériaux de construction;
- La capacité maximale de pompage du bassin de collecte vers l'usine de traitement des eaux industrielles sera déterminée;
- La modélisation hydrologique sera effectuée pour parfaire et optimiser la conception des fossés de dérivation et de collecte, du bassin de collecte, du déversoir d'urgence et de toutes les autres infrastructures nécessaires à la gestion des eaux de surface, en fonction de la capacité de pompage déterminée à l'étape précédente;
- Le plan de déposition sera élaboré avec plus de précision : le premier plan quinquennal sera divisé et présenté sur une base annuelle;
- L'écoulement sous le PAR et la géomembrane du bassin de collecte sera modélisé en mettant à jour le modèle FeFlow actuel avec la conception actualisée;
- Le ballast empêchant le soulèvement de la géomembrane par le vent sera conçu;
- La configuration et la préparation de l'extension du dépôt de tourbe et d'argile seront élaborées;
- Les coupes transversales des digues d'amorce seront améliorées et les quantités seront évaluées avec une plus grande précision.

12. Références

Barton N (2002). Some new Q-value correlations to assist in site characterization and tunnel design. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 2002; 39(2): 185-216.

Bray, J.D. & Travasarou, T. (2009). Pseudostatic Coefficient for Use in Simplified Seismic Slope Stability Evaluation. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 135, 1336-1340.

CDA (2013). Canadian Dam Association, Dam Safety Guidelines, rev. 2013.

CDA. (2015). CDA Revised Geotechnical Criteria. Association canadienne des barrages. Mémorandum par Small, A. et McLeod, H. Révision du bulletin sur les barrages miniers (ACB, 2014), octobre 2015.

CDA (2019a). Application of Dam Safety Guidelines to Mining Dams (2019 Edition). Association canadienne des barrages (Canadian Dam Association), Technical Bulletin previously published in 2014.

Environnement Canada, 2016. Guide sur l'évaluation des solutions de rechange pour l'entreposage des déchets miniers – Canada.ca.

Geostudio inc. (2021). Geostudio 2021.3, version 11.2.0.22838.

Golder Associés, 2009. Rapport factuel d'investigation géotechnique pour le parc à résidus, 08-1221-0006-5000, Québec, Canada, mars 2009.

Golder Associés, 2010. Factual Report on Geotechnical and Hydrogeological Investigation, Tailings and Waste Rock Management Facility (Site "C"). 002-101221100-46RA, Québec, Canada, juillet 2010.

Hoek, E., Practical rock engineering, Evert Hoek Consulting Engineer Inc., North Vancouver, British Columbia, Canada, 2006.

MDDEP (2012). Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Directive 019 sur l'industrie minière, mars 2012.

MERN. (2017). Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec, Direction de la restauration des sites miniers, novembre 2017.

Nanometrics. (2022). Seismic Hazard Assessment for Tailings Storage Facilities at Mine Éléonore, Québec. Juin 2022.

Newmont Corporation, 2020. Tailings Storage Facility (TSF) Technical & Operations Standard. Document NO: NEM-TES-STA-017, 15 octobre 2020.

Newmont Corporation, 2023. Note de service-avis – Cartographie géologique et structurale – Phase 5. 01 novembre 2023.

Rocscience inc. (2021), Dips, version 8.021.

Roche Ltée Groupe Conseil, 2006. Étude géotechnique préliminaire du parc à résidus – Variantes A et B – Mines Opinaca, 4350-89-01-01, Québec, Canada, décembre 2006.

Roche Ltée Groupe Conseil, 2007. Étude géotechnique préliminaire – Parc à résidus – Projet Éléonore. 4350-89-01-02, Québec, Canada, juillet 2007.

SNC-Lavalin, 2019. *Note technique – Hydrologie.* 664660-1000-4HER-0004, décembre 2019.

SNC-Lavalin, 2020. *Phases 3 et 4 d'agrandissement du parc à résidus de la Mine Éléonore Opinaca, Baie-James, Québec.* 664660-8000-4GER-0002, août 2020.

SNC-Lavalin, 2022. *Rapport factuel de l'investigation géotechnique 2022 dans la fondation du PAR*, 688666- 3300-4GER-0001_PB, Québec, Canada, décembre 2022.

SNC-Lavalin, 2023a. *Analyse comparative des alternatives d'agrandissement du parc à résidus de la Mine Éléonore*. 697431-3000-40ER-0001_P0. Québec, Canada, novembre 2023.

SNC-Lavalin, 2023b. *Seismic study and 1d non-linear ground response analysis*. 689718-5000-4GER-0004_00-1D Analyses, Québec, Canada, mars 2023.

SNC-Lavalin, 2023c. *Phase 5_Aires d'entreposage et banc Bouchard de la Mine Éléonore Opinaca, Baie-James (Québec)* – Rapport factuel – Investigation géotechnique 2022-2023. 689718-9800-4GER-0001-PA. Décembre 2023.

SNC-Lavalin, 2023d. *Analyse de stabilité pour les phases 3B et 4A du PA*R, 689718-5000-4GER-0001_00, Québec, Canada, janvier 2023.

ANNEXES

Annexe A. Figures

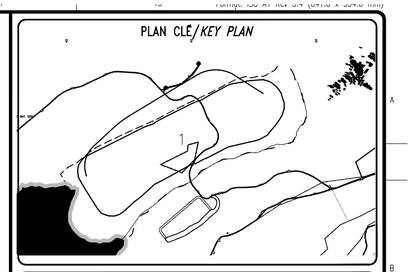
No. 07-100-4G-7000 E00

LISTE DES DESSINS / DRAWING LIST

LISTE DES DESSINS / DRAWING LIST	689718-07-100-4GD2-7000
PLAN DE LOCALISATION / LOCATION PLAN	689718-07-100-4GD2-7001
PLAN DE L'AMÉNAGEMENT EXISTANT / EXISTING SITE PLAN	689718-07-100-4GD2-7002
LOCALISATION DES SONDAGES / TEST HOLES LOCATION	689718-07-100-4GD2-7003
VUE EN PLAN, TRAVAUX DE LA PHASE 5 / PLAN VIEW, PHASE 5 WORKS	689718-07-100-4GD2-7011
COUPES TRANSVERSALES A, B ET C / TRANSVERSAL SECTIONS A, B AND C	689718-07-100-4GD2-7012
PROFILS LONGITUDINAUX / LONGITUDINAL PROFILES	689718-07-100-4GD2-7013
COUPES TYPIQUES D ET F / SECTIONS D AND F	689718-07-100-4GD2-7014
COUPES TYPIQUES E ET G / SECTIONS E AND G	689718-07-100-4GD2-7015
FOSSÉ DE DÉRIVATION NORD, PROFIL LONGITUDINAL ET COUPES / NORTH DIVERSION DITCH, LONGITUDINAL PROFILE AND SECTIONS	689718-07-100-4GD2-7016

PAS POUR CONSTRUCTION
NOT FOR CONSTRUCTION

PLAN CLÉ/*KEY PLAN*



NOTES GÉNÉRALES/*GENERAL NOTES*

NOTES:

REFERENCES	DESSIN / DRAWING
–	–

N°	DATE	ÉMISSIONS / *ÉMISSIONS*	PAR	VER.	APP.
E00	19 MARS 2024	ÉMIS POUR ÉTUDE DE PRÉFAISABILITÉ / *ISSUED FOR PREFEASIBILITY STUDY*	M.M.	PP/AZ	–

Ingénieurs / *Engineers*
SNC·LAVALIN

No PROJET	SUBDIVISION	SUJET	SÉRIE	RÉV.
697431	07-100	4G | D2	7000	E00

Professionnels / *Professionals*

Sceau & Signature / *Seal & Signature*

APPROBATION
INGÉNIEUR DE DISCIPLINE DU PROJET
CLIENT –
DATE –

Newmont™ ÉLÉONORE

DATE ORIG. / ORIG. DATE	CONCEPTION / DESIGNED	DESSINÉ / DRAWN	VÉRIFIÉ / CHECKED
2023-11-17	A. Zamani	M. Movila	--

PARC À RÉSIDUS MINIERS – TRAVAUX PHASE 5

LISTE DE DESSIN

TAILINGS MANAGEMENT FACILITY – PHASE 5 WORKS

DRAWING LIST

Échelle/*Scale*	No.	No.	Rev.
1:12500	07-100-4G-7000	-	E00

T:\PROJ\697431 ÉLÉONORE PHASE 5 PFS\40_DD_DESSINS\4G\DWG\E00\E00 CIVIL\697431-07-100-4GD2-7001-E00.DWG

NO. 07-100-4G-7001 E00

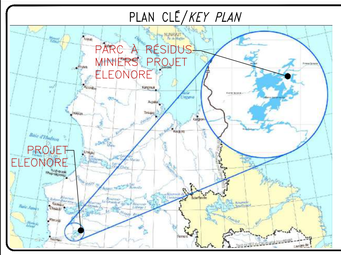


PAS POUR CONSTRUCTION
NOT FOR CONSTRUCTION

1 : 12 500

100 0 100 200 300 400 500m

PLAN CLÉ/*KEY PLAN*



NOTES GÉNÉRALES/*GENERAL NOTES*

NOTES:

1. LA PHOTO D'ARRIÈRE-PLAN EST DATÉE DU: 26/06/2014.
2. LA PHOTO DU P.A.R. EST DATÉE DU: 12-11-2023.

RÉFÉRENCES	DESSIN / DRAWING
–	–

N°	DATE	ÉMISSIONS	PAR	VÉR.	APP.
E00	19 MARS. 2024	*ÉMIS POUR ÉTUDE DE PRÉFAISABILITÉ / ISSUED FOR PREFEASIBILITY STUDY*	M.M.	PP/AZ	–

Ingénieurs / *Engineers*

SNC·LAVALIN

No PROJET	SUBDIVISION	SUJET	SÉRIE	RÉV.
697431	07-100	4G | D2	7001	E00

Professionnels / *Professionals*

Sceau & Signature / *Seal & Signature*

APPROBATION
INGÉNIEUR DE DISCIPLINE DU PROJET
CLIENT –
DATE –

Newmont™ ÉLÉONORE

B

DATE ORIG. / ORIG. DATE	CONCEPTION / DESIGNED	DESSINÉ / DRAWN	VÉRIFIÉ / CHECKED
2023-11-17	A. Zamani	M. Movila	--

PARC À RÉSIDUS MINIERS – TRAVAUX PHASE 5

PLAN DE LOCALISATION

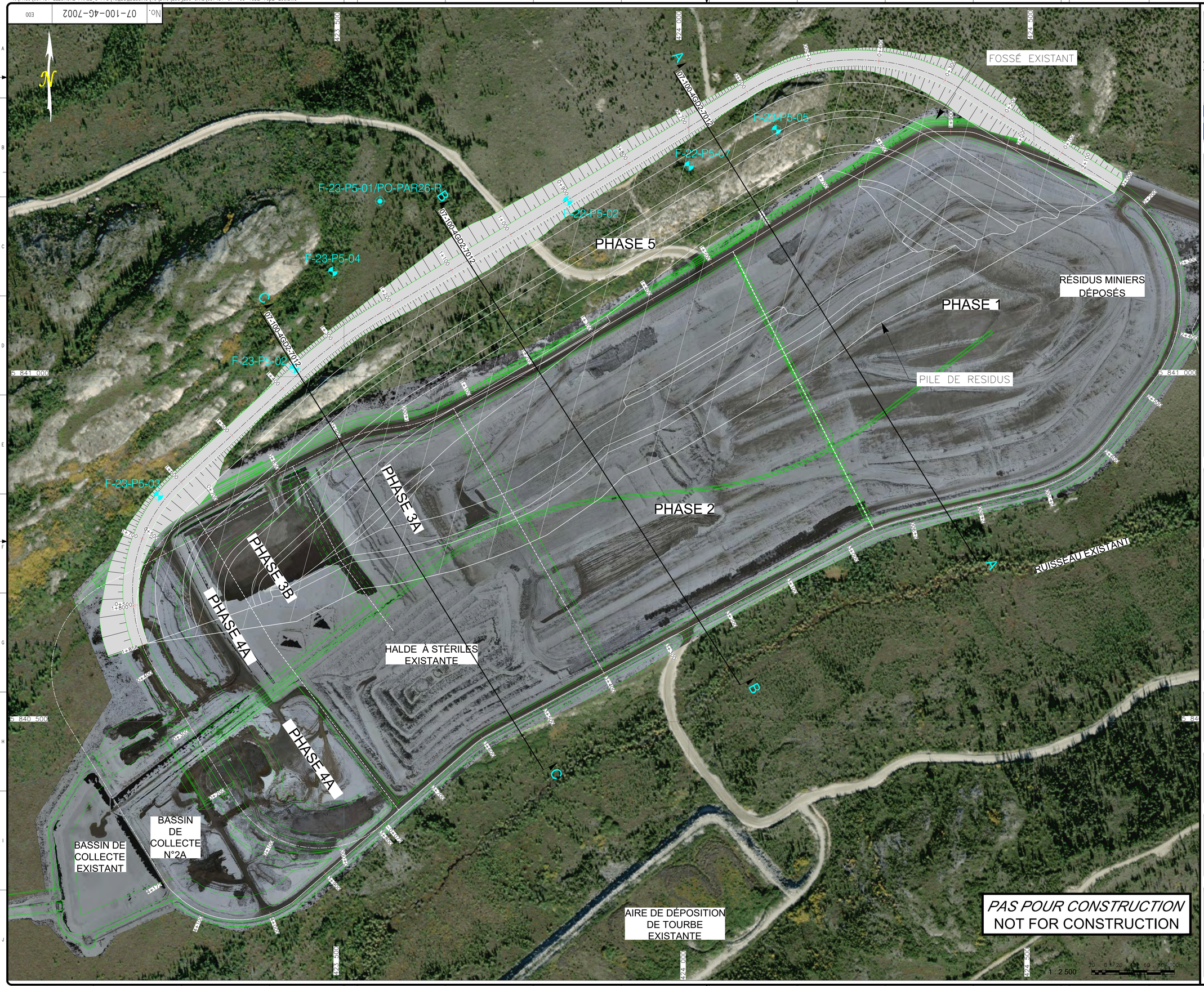
TAILINGS MANAGEMENT FACILITY – PHASE 5 WORKS

LOCATION PLAN

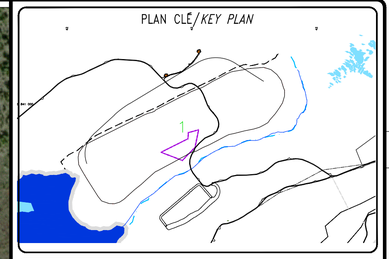
Échelle/*Scale*	No.	No.	Rev.
1:12500	07-100-4G-7001	-	E00

Tracé par: "MOVIM", 3/19/2024 10:49:21 AM (Lts: 1.00 ; Mea: 1 ; Plume: DMD-A8 fine widths (COLOR 10-255).ctb)

No. 07-100-4G-7002 E00



PLAN CLÉ/*KEY PLAN*



NOTES GÉNÉRALES/*GENERAL NOTES*

NOTES:

1. LA PHOTO D'ARRIÈRE-PLAN EST DATÉE DU: 26/06/2014.
2. LA PHOTO DU P.A.R. EST DATÉE DU: 12-11-2023.

–	–
REFERENCES	DESSIN / DRAWING

N°	DATE	ÉMISSIONS	PAR.	VÉR.	APP.
E00	19 MARS 2024	ÉMIS POUR ÉTUDE DE PRÉFAISABILITÉ *ISSUED FOR PREFEASIBILITY STUDY*	M.M.	PP/KZ	–

Ingénieurs
Engineers

SNC·LAVALIN

No PROJET	SUBDIVISION	SUJET	SÉRIE	RÉV.
697431	07-100	4G | D2	7002	E00

Professionnels
Professionals

Sceau & Signature
Seal & Signature

APPROBATION
INGÉNIEUR DE DISCIPLINE DU PROJET
CLIENT –
DATE –

Newmont™
ÉLÉONORE

DATE ORIG. / ORIG. DATE	CONCEPTION / DESIGNED	DESSINÉ / DRAWN	VÉRIFIÉ / CHECKED
2023-11-17	A. Zamani	M. Movila	--

PARC À RÉSIDUS MINIERS – TRAVAUX PHASE 5

PLAN DE L'AMÉNAGEMENT EXISTANT

TAILINGS MANAGEMENT FACILITY – PHASE 5 WORKS

EXISTING SITE PLAN?

Échelle/*Scale*	No.	No.	Rev.
1:12500	07-100-4G-7002	-	E00

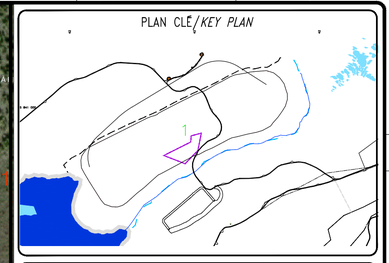
NO. 07-100-4G-7003 E00

ZONE D'ENTREPOSAGE ET CONCASSAGE DU ROC

EXPANSION DU BASSIN DE COLLECTE

PARC À I

PLAN CLÉ/*KEY PLAN*



NOTES GÉNÉRALES/*GENERAL NOTES*

NOTES:

1. LA PHOTO D'ARRIÈRE-PLAN EST DATÉE DU: 26/06/2014.
2. LA PHOTO DU P.A.R. EST DATÉE DU: 12-11-2023.

Légende:

- F-10-59T — Puits d'observation (Golder, 2010)
- F-10-59 — Unité stratigraphique où la crépine d'un puits d'observation est installée. (To: Tourbe, A: Argile, T: Till, R: Socle Rocheux, C: Contact entre le till et le socle rocheux)
- FP-10-72 — Forage réalisé dans le socle rocheux pour les essais Packer
- SM-10-04 — Forage manuel (Golder, 2010)
- F-08-16 — Forage (Golder, 2008)
- F-08-14T — Puit d'observation (Golder, 2008)
- TR-08-02 — Puit d'observation (Golder, 2008)
- F-301 — Forage (LEQ/Roche, 2007)
- T-1 — Forage manuel (LEQ/Roche, 2006)
- Puit d'observation (SNC-Lavalin, 2011)
- Puit d'observation et essais au scissomètre(SNC-Lavalin, 2011)
- Forage (SNC-Lavalin, Mars 2011)
- Forage et essais au scissomètre (SNC-Lavalin, 2011)
- Forage (ITL, March 2011)
- CPT-XX-XX — Essais au piézocône CPT (SNC-Lavalin, 2019,2022)
- F-XX-XX — Forage (SNC-Lavalin, 2019,2022)
- F-22-19 — Forage, indentification (SNC-Lavalin, 2022 et 2023)
- F-23-13/PO-PAR25-T — Puits d'observation, indentification (SNC-Lavalin, 2022 et 2023)
- TR-23-02 — Tranchée d'exploration (SNC-Lavalin, 2023)
- Forage proposé 2024

REFERENCES	DESSIN / DRAWING
–	–

N°	DATE	ÉMISSIONS / ISSUED	PAR	VER.	APP.
E00	19 MARS 2024	ÉMIS POUR ÉTUDE DE PRÉFAISABILITÉ / ISSUED FOR PREFEASIBILITY STUDY	M.M.	PP/AZ	–

Ingénieurs / *Engineers*: SNC·LAVALIN

No PROJET	SUBDIVISION	SUJET	SÉRIE	RÉV.
697431	07-100	4G D2	7003	E00

Professionnels / *Professionals*

Sceau & Signature / *Seal & Signature*

APPROBATION	
INGÉNIEUR DE DISCIPLINE DU PROJET	
CLIENT	–
DATE	–

Newmont ÉLÉONORE

DATE ORIG. / ORIG. DATE	CONCEPTION / DESIGNED	DESSINÉ / DRAWN	VÉRIFIÉ / CHECKED
2023-11-17	A. Zamani	M. Movila	--

PARC À RÉSIDUS MINIERS – CAMPAGNE D'INVESTIGATION PHASE 5

LOCALISATION DES SONDAGES

TAILINGS MANAGEMENT FACILITY – INVESTIGATION CAMPAIGN PHASE 5

TEST HOLES LOCATION

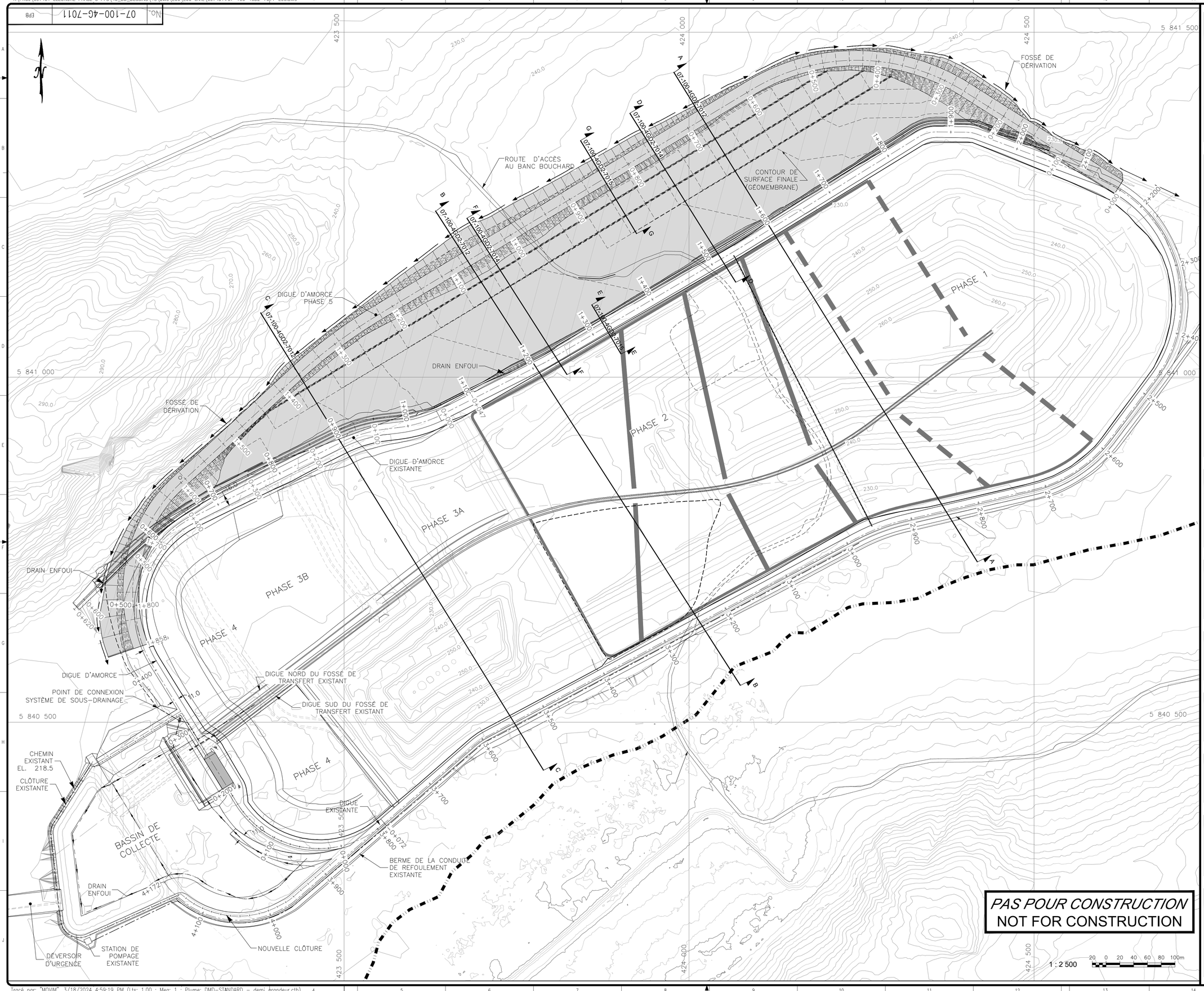
Échelle/*Scale*	No.	No.	Rev.
1:12500	07-100-4G-7003	-	E00

PAS POUR CONSTRUCTION
NOT FOR CONSTRUCTION

1 : 2 500 (20 0 20 40 60 80 100m)

Format: ISO A1 Rev 3.4 (841.0 x 594.0 mm)

NO. 07-100-4G-7011 EPB

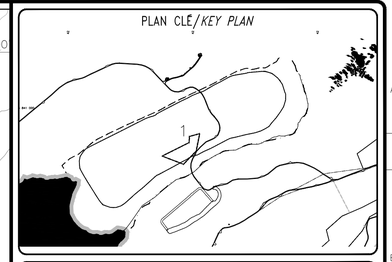


PAS POUR CONSTRUCTION
NOT FOR CONSTRUCTION

1 : 2 500

20 0 20 40 60 80 100m

PLAN CLÉ/*KEY PLAN*



NOTES GÉNÉRALES/*GENERAL NOTES*

LÉGENDE:

EXCAVATION PHASE 5

TRAVAUX PHASE 5

REFERENCES	DESSIN / DRAWING
–	–

N°	DATE	EMISSIONS	PAR	VER.	APP.
E00	19 MARS 2024	ÉMIS POUR ÉTUDE DE PRÉFAISABILITÉ *ISSUED FOR PREFEASIBILITY STUDY*	M.M.	PP/AZ	–

Ingénieurs
Engineers

SNC·LAVALIN

No PROJET	SUBDIVISION	SUJET	SÉRIE	RÉV.
697431	07-100	4G | D2	7011	E00

Professionnels
Professionals

Sceau & Signature
Seal & Signature

APPROBATION	
INGÉNIEUR DE DISCIPLINE DU PROJET	
CLIENT	–
DATE	–

DATE ORIG. ORIG. DATE	CONCEPTION DESIGNED	DESSINÉ DRAWN	VÉRIFIÉ CHECKED
2023-11-17	A. Zamani	M. Movila	--

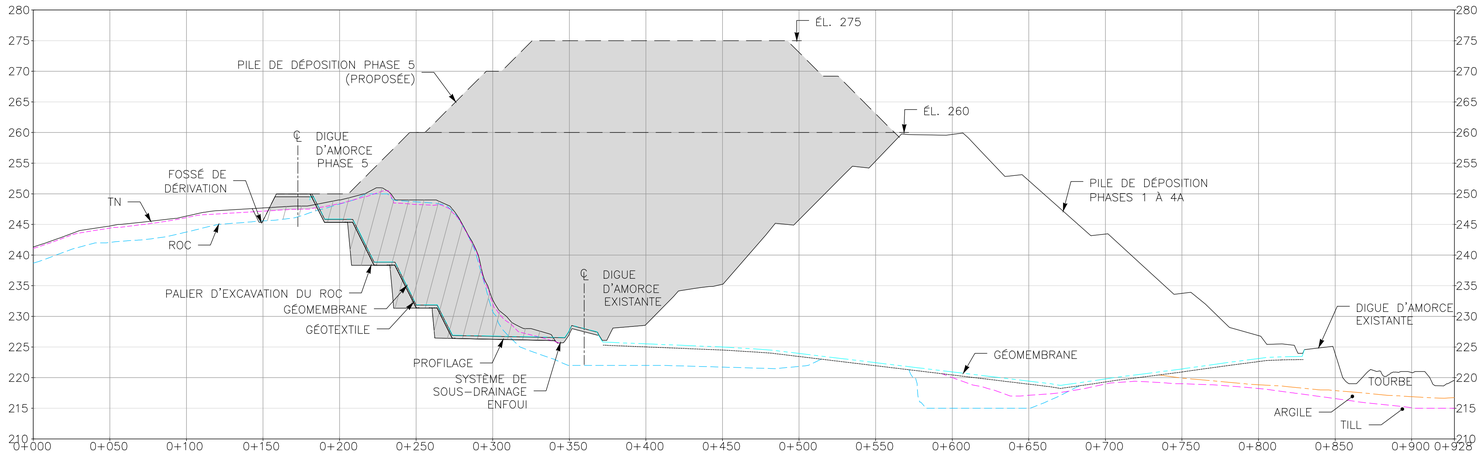
PARC À RÉSIDUS MINIERS – TRAVAUX PHASE 5

VUE PLAN

TAILINGS MANAGEMENT FACILITY – PHASE 5 WORKS

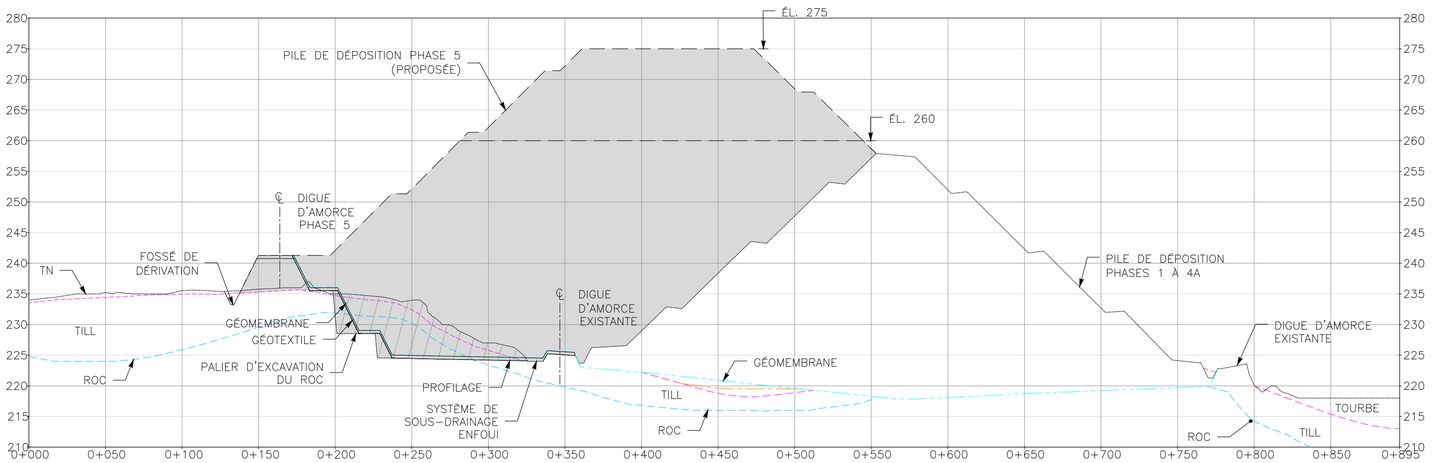
PLAN VIEW

Échelle/*Scale*	No.	No.	Rev.
1:12500	07-100-4G-7011	-	E00



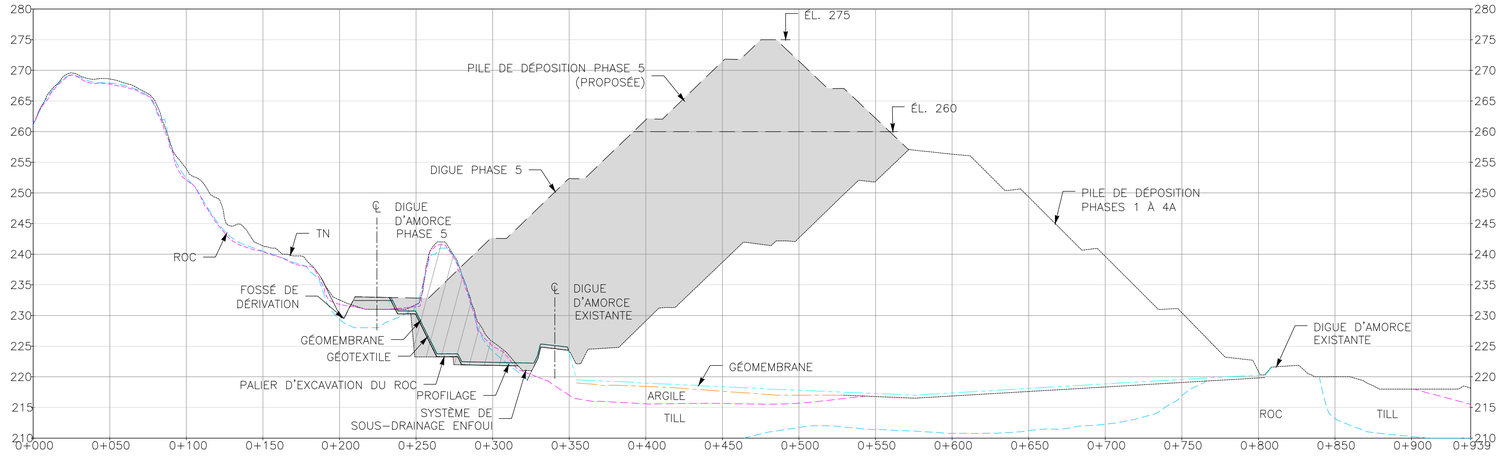
COUPE A-A

ÉCHELLE H 1:2000
V 1:500



COUPE B-B

ÉCHELLE H 1:2000
V 1:500

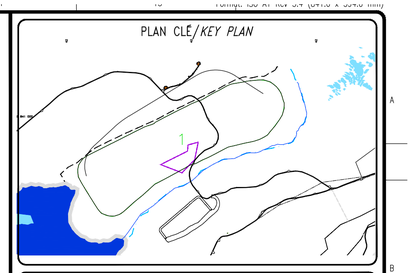


COUPE C-C

ÉCHELLE H 1:12000
V 1:500

PAS POUR CONSTRUCTION
NOT FOR CONSTRUCTION

PLAN CLÉ/*KEY PLAN*



NOTES GÉNÉRALES/*GENERAL NOTES*

NOTE:

1. VOIR LES COUPES DANS LES DESSINS 7014 ET 7015 POUR PLUS DE DÉTAILS.

LÉGENDE:

- GÉOMEMBRANE LISSE PEHD 1.5mm
- EXCAVATION PHASE 5
- REMBLAYAGE PHASE 5

–	–
REFERENCES	DESSIN / DRAWING

N°	DATE	ÉMISSIONS / ISSUED	PAR.	VER.	APP.
E00	19 MARS 2024	ÉMIS POUR ÉTUDE DE PRÉFAISABILITÉ / *ISSUED FOR FEASIBILITY STUDY*	M.M.	PP/A.Z	–

Ingénieurs / *Engineers*

SNC·LAVALIN

No PROJET	SUBDIVISION	SUJET	SÉRIE	RÉV.
697431	07-100	4G | D2	7012	E00

Professionnels / *Professionals*

Sceau & Signature / *Seal & Signature*

APPROBATION
INGÉNIEUR DE DISCIPLINE DU PROJET
CLIENT –
DATE –

Newmont™ ÉLÉONORE

DATE, ORIG. DATE	CONCEPTION / DESIGNED	DESSINÉ / DRAWN	VÉRIFIÉ / CHECKED
2023-11-17	A. Zamani	M. Movila	--

PARC À RÉSIDUS MINIERS – TRAVAUX PHASE 5

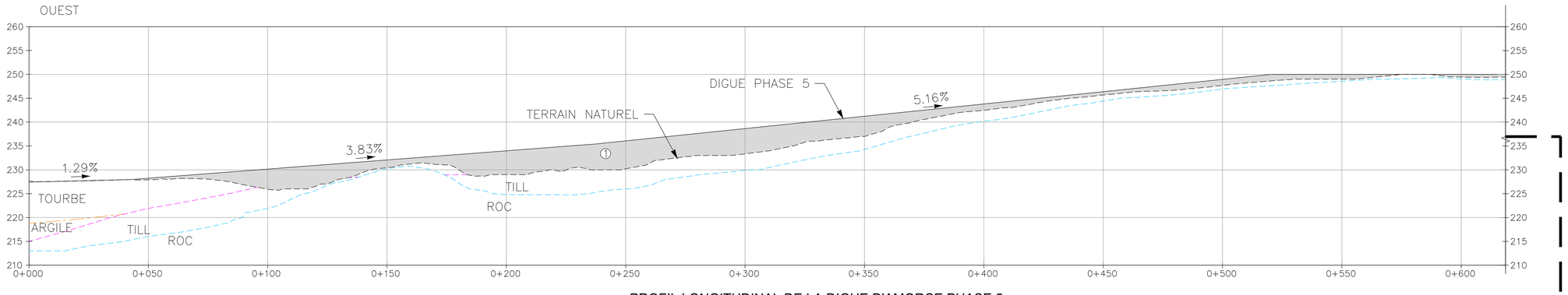
COUPES TRANSVERSALES A, B ET C

TAILINGS MANAGEMENT FACILITY – PHASE 5 WORKS

TRANSVERSAL SECTIONS A, B AND C

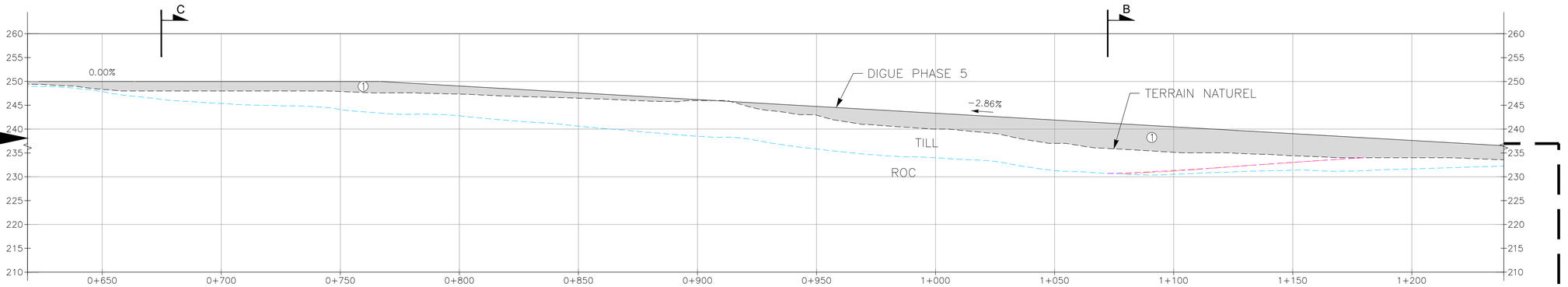
Échelle/*Scale*	No.	No.	Rev.
T.Q.I.	07-100-4G-7012	-	E00

NO. 07-100-4G-7013 E00



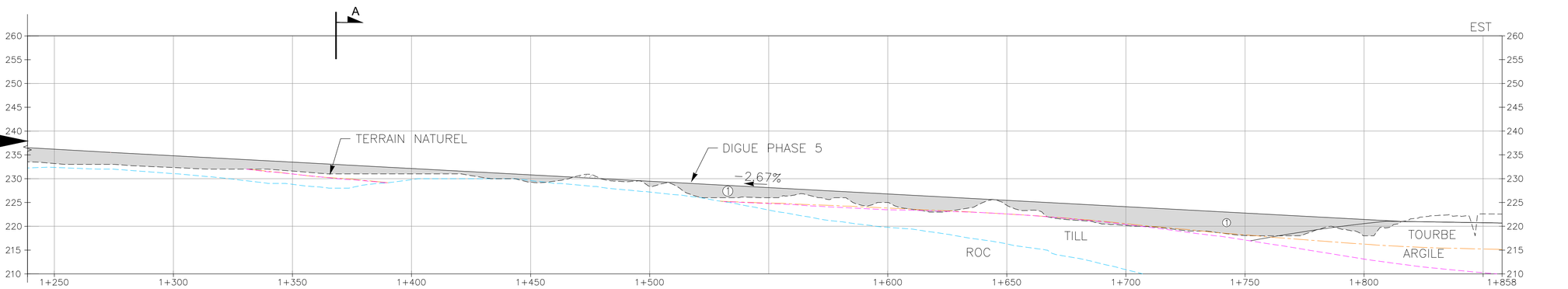
PROFIL LONGITUDINAL DE LA DIGUE D'AMORCE PHASE 5

ÉCHELLE H 1:1000
V 1:500



PROFIL LONGITUDINAL DE LA DIGUE D'AMORCE PHASE 5

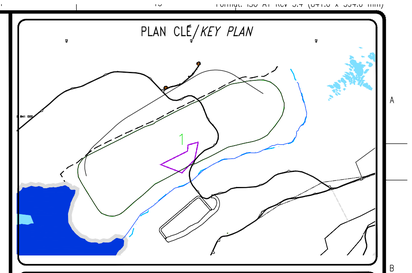
ÉCHELLE H 1:1000
V 1:500



PROFIL LONGITUDINAL DE LA DIGUE D'AMORCE PHASE 5

ÉCHELLE H 1:1000
V 1:500

PLAN CLÉ/*KEY PLAN*



NOTES GÉNÉRALES/*GENERAL NOTES*

NOTES:

LÉGENDE:

① ENROCHEMENT (0–600mm)

GÉOMEMBRANE LISE PEHD 1.5mm

EXCAVATION PHASE 5

REMBLAYAGE PHASE 5

REFERENCES	DESSIN / DRAWING
–	–

N°	DATE	EMISSIONS	PAR.	VER.	APP.
E00	19 MARS. 2024	ÉMIS POUR ÉTUDE DE PRÉFAISABILITÉ *ISSUED FOR PREFEASIBILITY STUDY*	M.M.	PP/AZ	–

Ingénieurs
Engineers

SNC·LAVALIN

No PROJET	SUBDIVISION	SUJET	SÉRIE	RÉV.
697431	07–100	4G | D2	7013	E00

Professionnels
Professionals

Sceau & Signature
Seal & Signature

APPROBATION
INGÉNIEUR DE DISCIPLINE DU PROJET
CLIENT –
DATE –

Newmont™
ÉLÉONORE

DATE ORIG. DATE: 2023-11-17	CONCEPTION DESIGNED	A. Zomani	DESSINÉ DRAWN	M. Movila	VÉRIFIÉ CHECKED	--

PARC À RÉSIDUS MINIERS – TRAVAUX PHASE 5

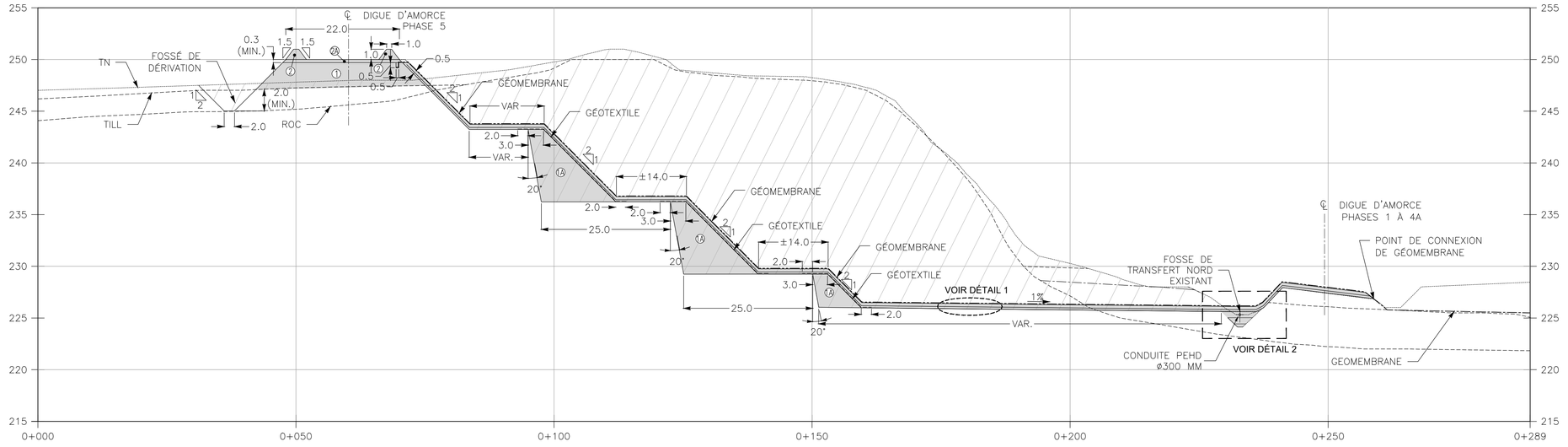
PROFILS LONGITUDINAL

TAILINGS MANAGEMENT FACILITY – PHASE 5 WORKS

LONGITUDINAL PROFILES

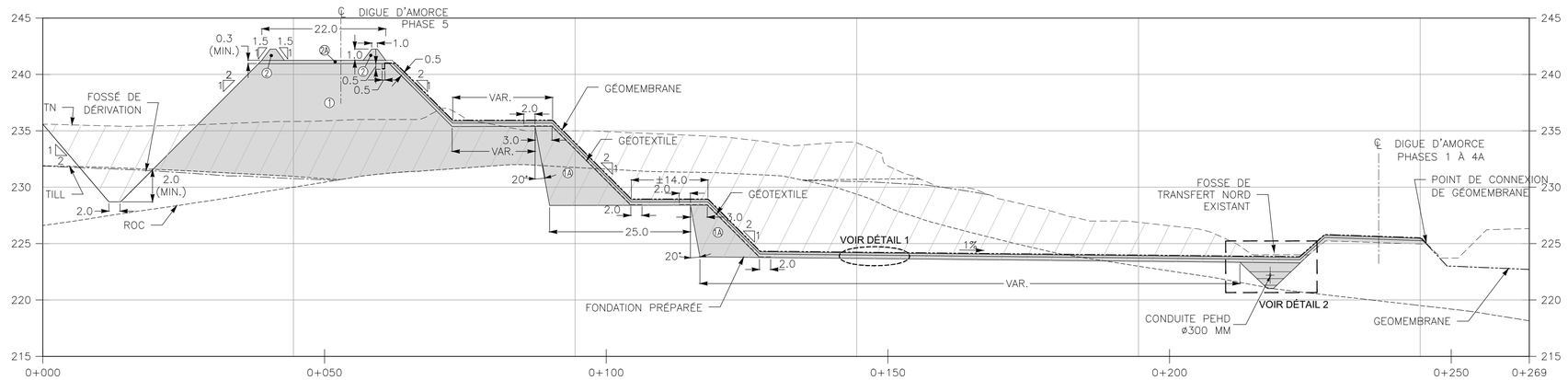
Échelle/*Scale*	No.	No.	Rev.
1:12500	07–100–4G–7013	-	E00

T:\PROJ\697431 ÉLÉONORE PHASE 5 PFS\4D_DD_DESSINS\4G\DWG\E00\E00 CIVIL\697431-07-100-4GD2-7014-E00.DWG Format: ISO A1 Rev 3.4 (841.0 x 594.0 mm)



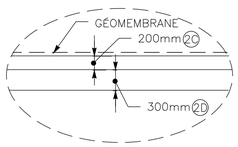
COUPE D-D

ÉCHELLE H 1:500
V 1:250

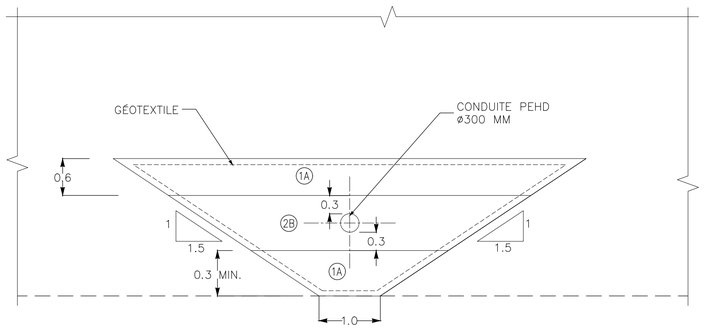


COUPE F-F

ÉCHELLE H 1:500
V 1:250



DÉTAIL 1

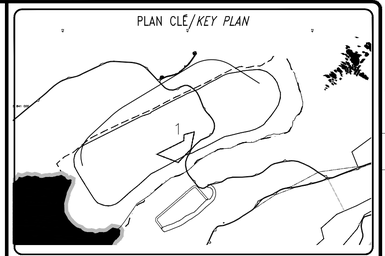


DÉTAIL 2

ÉCHELLE: 1:50

PAS POUR CONSTRUCTION
NOT FOR CONSTRUCTION

PLAN CLÉ/*KEY PLAN*



NOTES GÉNÉRALES/*GENERAL NOTES*

LÉGENDE:

- (1) ENROCHEMENT (0–600mm)
- (1A) ENROCHEMENT FIN (0–150mm)
- (2B) SABLE ET GRAVIER (MG–20)
- (2C) SABLE ET GRAVIER TAMISÉS (0–10mm)
- (2D) SABLE ET GRAVIER (0–50mm)
- (5) TILL
- GÉOMEMBRANE PEHD
- GÉOTEXTILE TYPE 1 OU 2
- EXCAVATION
- TRAVAUX

REFERENCES	DESSIN / DRAWING
	–

N°	DATE	EMISSIONS	PAR	VER.	APP.
E00	19 MARS 2024	ÉMIS POUR ÉTUDE DE PRÉFAISABILITÉ / *ISSUED FOR PREFEASIBILITY STUDY*	M.M.	PP/AZ	–

Ingénieurs / *Engineers*

SNC·LAVALIN

No PROJET	SUBDIVISION	SUJET	SÉRIE	RÉV.
697431	07-100	4G | D2	7014	E00

Professionnels / *Professionals*

Sceau & Signature / *Seal & Signature*

APPROBATION
INGÉNIEUR DE DISCIPLINE DU PROJET
CLIENT –
DATE –

Newmont™ ÉLÉONORE

DATE ORIG. DATE	CONCEPTION DESIGNED	DESSINÉ DRAWN	VÉRIFIÉ CHECKED
2023-11-17	A. Zomoni	M. Movila	–

PARC À RÉSIDUS MINIERS – TRAVAUX PHASE 5

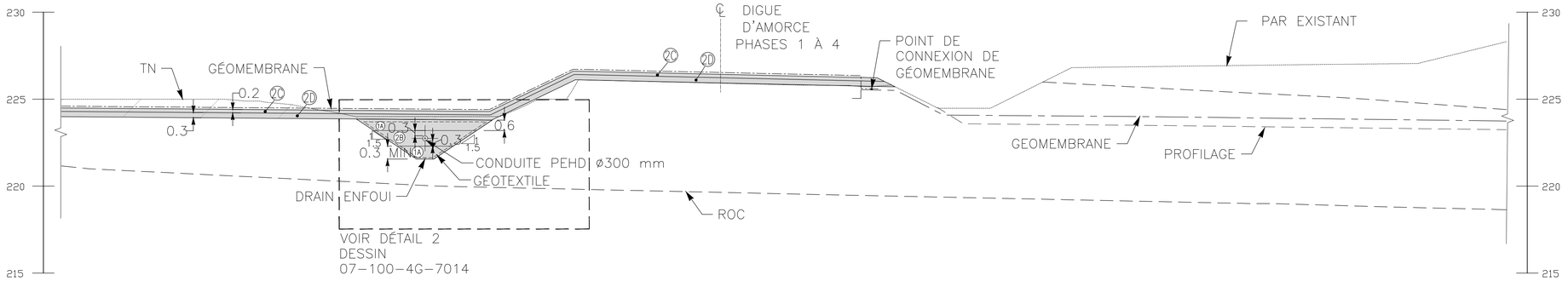
COUPES TYPIQUES D ET F

TAILINGS MANAGEMENT FACILITY – PHASE 5 WORKS

SECTIONS D AND F

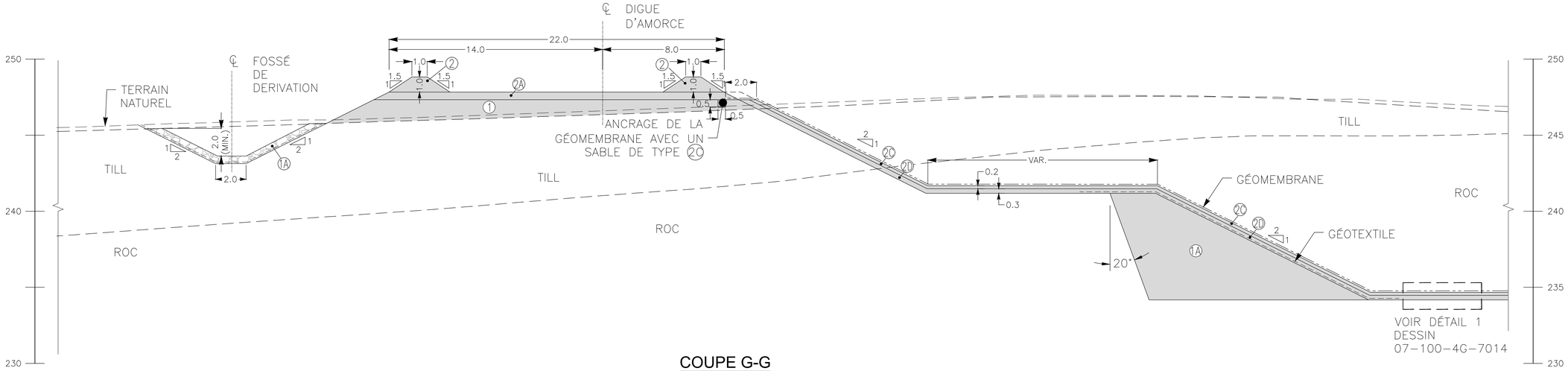
Échelle/*Scale*	No.	No.	Rev.
T.Q.I.	07-100-4G-7014	-	E00

Tracé par: "MOVIM", 3/18/2024 5:03:31 PM (Lts: 1.00 ; Mea: 1 ; Plume: DMD-STANDARD – demi grandeur.ctb)



COUPE E-E

ÉCHELLE 1:150

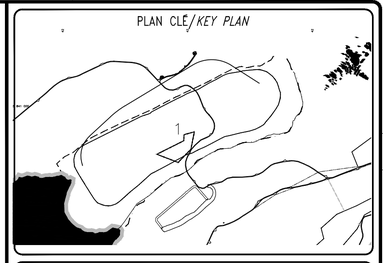


COUPE G-G

ÉCHELLE 1:150

PAS POUR CONSTRUCTION
NOT FOR CONSTRUCTION

PLAN CLÉ/*KEY PLAN*



NOTES GÉNÉRALES/*GENERAL NOTES*

LÉGENDE:

1. ENROCHEMENT (0–600mm)
1A. ENROCHEMENT FIN (0–150mm)
2. SABLE ET GRAVIER
2B. SABLE ET GRAVIER (MG–20)
2C. SABLE ET GRAVIER TAMISÉS (0–10mm)
2D. SABLE ET GRAVIER (0–50mm)

GÉOMEMBRANE PEHD
GÉOTEXTILE TYPE 1 OU 2
EXCAVATION
TRAVAUX

REFERENCES	DESSIN / DRAWING
–	–

N°	DATE	ÉMISSIONS	PAR	VER.	APP.
E00	19 MARS 2024	ÉMIS POUR ÉTUDE DE PRÉFAISABILITÉ / *ISSUED FOR PREFEASIBILITY STUDY*	M.M.	PP/AZ	–

Ingénieurs / *Engineers*
SNC·LAVALIN

No PROJET	SUBDIVISION	SUJET	SÉRIE	RÉV.
697431	07-100	4G | D2	7015	E00

Professionnels / *Professionals*

Sceau & Signature / *Seal & Signature*

APPROBATION
INGÉNIEUR DE DISCIPLINE DU PROJET
CLIENT: –
DATE: –

Newmont™ ÉLÉONORE

DATE, ORIG. / ORIG. DATE	CONCEPTION / DESIGNED	DESSINÉ / DRAWN	VÉRIFIÉ / CHECKED
2023-11-17	A. Zamani	M. Movila	–

PARC À RÉSIDUS MINIERS – TRAVAUX PHASE 5

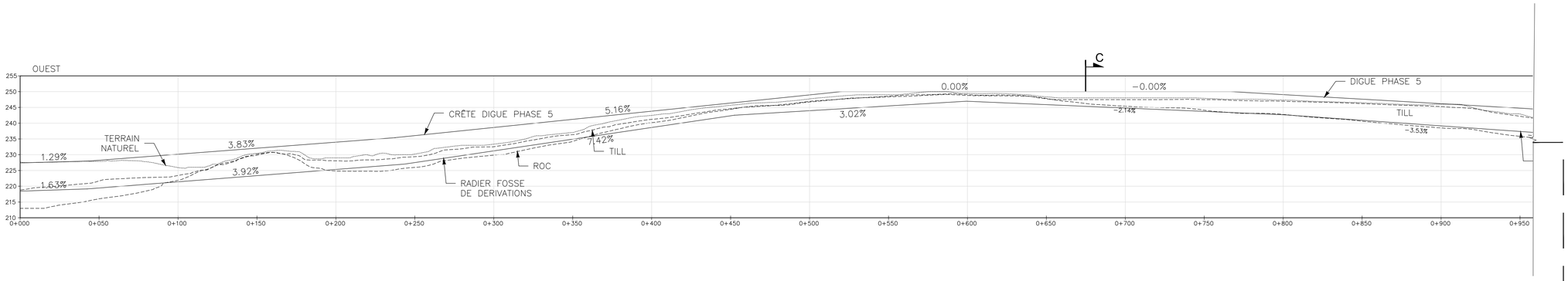
COUPES TYPIQUES E ET G

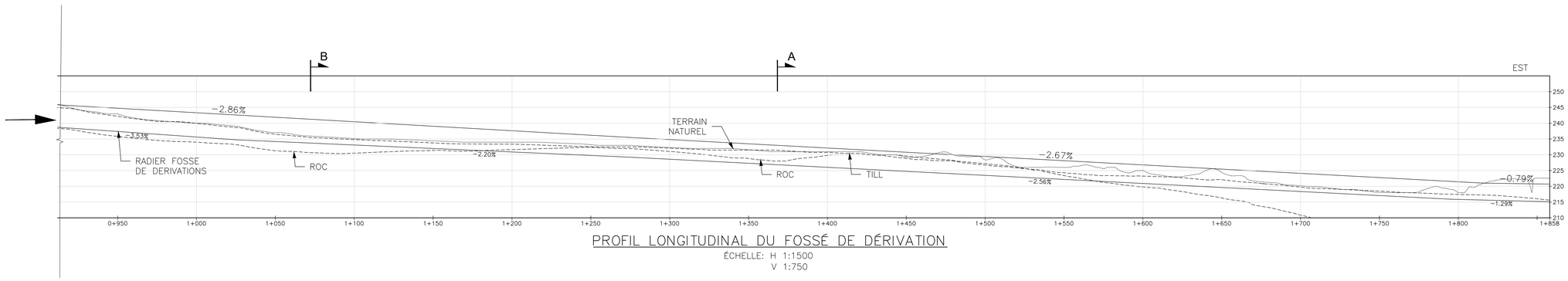
TAILINGS MANAGEMENT FACILITY – PHASE 5 WORKS

SECTIONS E AND G

Échelle / *Scale*	No.	No.	Rev.
T.Q.I.	07-100-4G-7015	-	E00

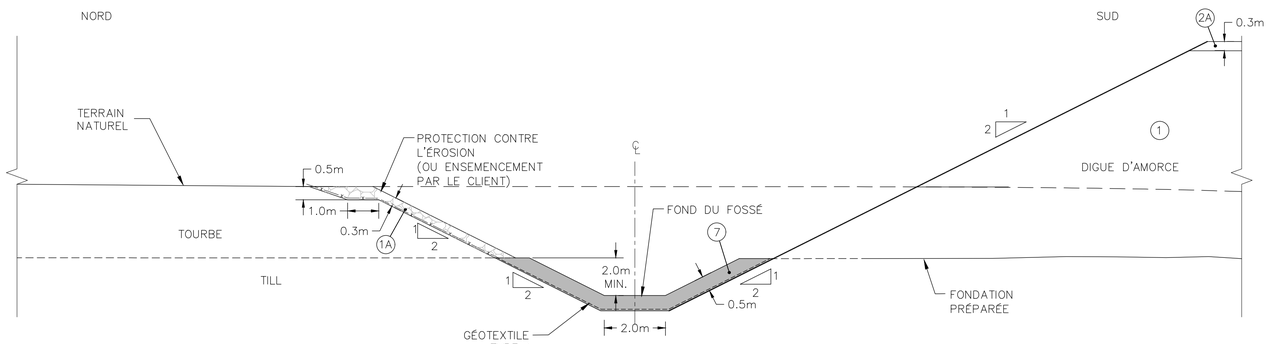
No. 07-100-4G-7016 E00





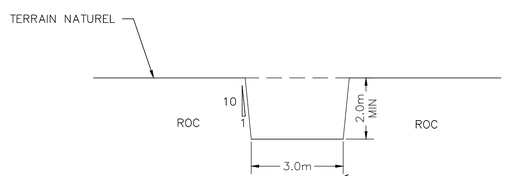
PROFIL LONGITUDINAL DU FOSSÉ DE DÉRIVATION

ÉCHELLE: H 1:1500
V 1:750



COUPE TYPIQUE
DU FOSSÉ À CÔTE LA DIGUE D'AMORCE

ÉCHELLE: 1:100

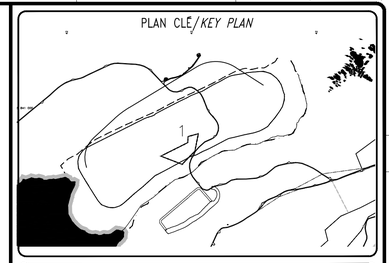


COUPE TYPIQUE DU FOSSÉ DANS LE ROC

ÉCHELLE: 1:100

PAS POUR CONSTRUCTION
NOT FOR CONSTRUCTION

PLAN CLÉ/*KEY PLAN*



NOTES GÉNÉRALES/*GENERAL NOTES*

LÉGENDE:

- (1) ENROCHEMENT (0–600mm)
- (1A) ENROCHEMENT FIN (0–150mm)
- (2A) SABLE ET GRAVIER (MG–20)
- (7) ENROCHEMENT SÉLECTIONNÉ (D_{50}–150mm)
- GÉOMEMBRANE PEHD
- GÉOTEXTILE TYPE 1 OU 2
- EXCAVATION
- TRAVAUX

–	–
REFERENCES	DESSIN / DRAWING

N°	DATE	ÉMISSIONS	PAR	VER.	APP.
E00	19 MARS 2024	ÉMIS POUR ÉTUDE DE PRÉFAISABILITÉ *ISSUED FOR PREFEASIBILITY STUDY*	M.M.	PP/AZ	–

Ingénieurs
Engineers

SNC·LAVALIN

No PROJET	SUBDIVISION	SUJET	SÉRIE	RÉV.
697431	07–100	4G | D2	7016	E00

Professionnels
Professionals

Sceau & Signature
Seal & Signature

APPROBATION
INGÉNIEUR DE DISCIPLINE DU PROJET
CLIENT –
DATE –

Newmont™
ÉLÉONORE

DATE ORIG. / ORIG. DATE	CONCEPTION / DESIGNED	DESSINÉ / DRAWN	VÉRIFIÉ / CHECKED
2023-11-17	A. Zamani	M. Movila	–

PARC À RÉSIDUS MINIERS – TRAVAUX PHASE 5
FOSSÉ DE DÉRIVATION NORD
PROFIL LONGITUDINAL ET COUPES

TAILINGS MANAGEMENT FACILITY – PHASE 5 WORKS
NORTH DIVERSION DITCH
LONGITUDINAL PROFILE AND SECTIONS

Échelle/*Scale*	No.	No.	Rev.
T.Q.I.	07-100-4G-7016	-	E00

Annexe B. Bases et critères de conception – Éléonore Phase 5

Titre du document : **BASES ET CRITÈRES DE CONCEPTION – ÉLÉONORE PHASE 5**

Client : **NEWMONT CORPORATION – MINE ÉLÉONORE**

Projet : **INGÉNIERIE ET ÉTUDES POUR LA PHASE 5 DU PARC À RÉSIDUS DE LA MINE ÉLÉONORE**

Numéro Client :

Préparé par : Yassir Marrah, ing., M.Sc.A.
#OIQ: 6042790

Paola Cardenas, ing., Ph.D.
#OIQ: 5005585

Felix-Antoine Desrochers, ing., M.Sc.
#OIQ: 5071820

Fannie Lessard, ing., M.Sc.A.
#OIQ: 5055329

Révisé par : Amir Zamani, ing., M.Sc.
#OIQ: 5021566

Approuvé par : Genevieve Marchand, ing.
#OIQ: 127590

LISTE DES RÉVISIONS APPORTÉES AU DOCUMENT

Révision					Pages Révisées	Remarques
#	Prép.	Rév.	App.	Date		
PB	YM/PC/FAD/FL	AZ	GM	2023-11-23	Toutes	Émission pour commentaires du Client
00	YM/PC/FAD/FL	AZ	GM	2024-01-12	Toutes	
01	YM/PC/FAD/FL	AZ	GM	2024-01-24	Toutes	

AVIS AU LECTEUR

Ce document fait état de l'opinion professionnelle de SNC-Lavalin inc. (« SNC-Lavalin ») quant aux sujets qui y sont abordés. Son opinion a été formulée en se basant sur ses compétences professionnelles en la matière et avec les précautions qui s'imposent. Le document doit être interprété dans le contexte de la convention 3002699188 / 07/24/2023 en date du 24 juillet 2023 (la «Convention») intervenue entre SNC-Lavalin et Nemwont (le « Client »), ainsi que de la méthodologie, des procédures et des techniques utilisées, des hypothèses de SNC-Lavalin ainsi que des circonstances et des contraintes qui ont prévalu lors de l'exécution de ce mandat. Ce document n'a pour raison d'être que l'objectif défini dans la Convention et est au seul usage du Client, dont les recours sont limités à ceux prévus dans la Convention. Il doit être lu comme un tout, à savoir qu'une portion ou un extrait isolé ne peut être pris hors contexte.

En préparant ses estimations, le cas échéant, SNC-Lavalin a suivi une méthode et des procédures et pris les précautions appropriées au degré d'exactitude visé, en se basant sur ses compétences professionnelles en la matière et avec les précautions qui s'imposent, et est d'opinion qu'il y a une forte probabilité que les valeurs réelles seront compatibles aux estimations. Cependant, l'exactitude de ces estimations ne peut être garantie. À moins d'indication contraire expresse, SNC-Lavalin n'a pas contrevérifié les hypothèses, données et renseignements en provenance d'autres sources (dont le Client, les autres consultants, laboratoires d'essai, fournisseurs d'équipements, etc.) et sur lesquelles est fondée son opinion. SNC-Lavalin n'en assume nullement l'exactitude et décline toute responsabilité à leur égard.

Dans toute la mesure permise par les lois applicables, SNC-Lavalin décline en outre toute responsabilité envers le Client et les tiers en ce qui a trait à l'utilisation (publication, renvoi, référence, citation ou diffusion) de tout ou partie du présent document, ainsi que toute décision prise ou action entreprise sur la foi dudit document.

TABLE DES MATIÈRES

1.0 INTRODUCTION 1
1.1 Mise en contexte 1
2.0 OBJECTIFS 1
3.0 BASES DE CONCEPTION 1
3.1 Sources des données d'entrée 1
3.2 Durée de vie de la mine (life of mine : LOM) 2
3.3 Relevés topographiques 2
3.4 Localisation du PAR 3
3.4.1 Infrastructures minières 3
3.4.2 Ruisseaux et Réservoir Opinaca 3
4.0 CODES, NORMES, RÈGLEMENTS ET GUIDES 4
4.1 Contexte législatif 4
4.2 Guides et recommandations 5
4.3 Standard de Newmont 6
5.0 CRITÈRES DE CONCEPTION DU PARC À RÉSIDUS 6
5.1 Construction du PAR 6
5.1.1 Géométrie du PAR 6
5.1.2 Matériaux 7
5.2 Route de halage et chemins entourant le PAR 7
5.3 Critères géotechniques 7
5.3.1 Analyses de stabilité du PAR 7
5.3.2 Stabilité des parois rocheuses 8
5.4 Classification du niveau de conséquences d'une rupture 9
5.5 Critères sismiques 10
5.5.1 Séismes de conception 10
5.5.2 Paramètres sismiques 10
5.5.3 Coefficient sismique horizontal 12
5.6 Conception de la géomembrane sous le PAR 12
5.6.1 Critères et bases de conception 12
5.6.2 Ancrage de la géomembrane 12
5.6.3 Lestage temporaire et permanent 13
5.6.4 Modélisation hydrogéologique 13

5.7 Critères hydrologiques 13
5.7.1 Crue de conception 13
5.7.2 Données météorologiques 14
5.7.3 Niveau d'eau dans les bassins de collecte 14
5.7.4 Critères de revanche 14
5.7.5 Conception du déversoir d'urgence 15
5.7.6 Dimensionnement des ouvrages et infrastructures de gestion des eaux 15
5.8 Caractérisations géochimiques 17
5.8.1 Classification des stériles miniers 17
5.8.2 Classification des résidus miniers 17
5.8.3 Protection des eaux souterraines 17
5.9 Critères de restauration 17

Liste de figures

Figure 3-1 : Projection des volumes de résidus miniers entre 2024 et 2033 2
Figure 3-2 : Localisation du PAR 4
Figure 5-1 : Sélection du séisme et de la crue de sécurité en fonction de la classification de l'ouvrage pour les barrages miniers (ACB 2019) 10
Figure 5-2 : Accélérations spectrales pour les sites en roches dures (Vs=2 000 m/s) avec un PGA à T=0,01 s (Nanometrics, 2022) 11

Liste de tableaux

Tableau 3-1 : Liste des documents servant de données d'entrée 1
Tableau 5-1: Caractéristiques dimensionnelles de la phase 5 du PAR 7
Tableau 5-2: Caractéristiques dimensionnelles des routes de la phase 5 du PAR 7
Tableau 5-3 : Facteurs de sécurité à utiliser dans les analyses de stabilité des pentes 8
Tableau 5-4 : Facteurs de sécurité à utiliser dans les analyses de stabilité des parois rocheuses 9
Tableau 5-5 : Paramètres de mouvement de sol pour une roche dure (Vs=2 000 m/s) – Site minier Éléonore (Nanometrics, 2022) 11
Tableau 5-6 : Accélération du sol pour une période de retour de 10 000 ans 12

1.0 INTRODUCTION

1.1 Mise en contexte

La mine Éléonore, propriété de Newmont Corporation depuis 2019, est située sur le territoire de la Baie-James à environ 190 km à l'est de la communauté crie de Wemindji et à environ 350 km au nord de la ville de Matagami. Cette mine est une exploitation aurifère actuellement en opération depuis octobre 2014.

Le parc à résidus miniers existant (PAR) est prévu atteindre sa capacité ultime à la fin de l'année 2026. Ainsi, une évaluation des options d'expansion du PAR (phase 5) est faite afin de planifier l'entreposage des résidus miniers jusqu'à la cessation des opérations prévue en 2033.

La phase 5 de l'expansion du parc à résidus projetée inclura les infrastructures suivantes *:*

- Halde de disposition des résidus miniers liée aux phases antécédentes du PAR;
- Digue périphérique;
- Infrastructures de gestion des eaux incluant les fossés de collecte et de dérivation.

2.0 OBJECTIFS

Le document suivant présente les principaux critères et bases de conception géotechniques, hydrologiques et de gestion des eaux qui seront utilisées dans le cadre du mandat. Si durant la conception, il s'avère nécessaire d'introduire ou d'adopter un changement aux critères, une révision du présent document sera émise.

3.0 BASES DE CONCEPTION

3.1 Sources des données d'entrée

Les bases de conception ont été préparées à partir de la documentation disponible du projet Éléonore. Les éléments jugés les plus pertinents ont été énumérés dans le **Tableau 3-1**. Ces derniers comprennent les études pertinentes ainsi que les données de géomatique et d'arpentage disponibles sur le site à l'étude.

Tableau 3-1 : Liste des documents servant de données d'entrée

Auteur (année)	Titre du document et/ou description
SNC-Lavalin (2023)	Étude d'investigation géotechnique (phase 3B-4A)
SNC-Lavalin (2019)	Rapport d'interprétation des données des investigations géotechniques du Parc à Résidus (2006, 2007, 2009, 2010 et 2019)
SNC-Lavalin (2022)	Rapport factuel de l'investigation géotechnique 2022 dans la fondation du PAR – Décembre 2022.
SNC-Lavalin (2022a)	Plan de déposition des rejets miniers du PAR. Note technique 688666-3400-4GER-0001-00, 27 avril 2022.
SNC-Lavalin (2022b)	Analyse de bris de digue et mise à jour de la classification des digues du PAR. Note technique 625664-7600-4GER-0001-00, 03 février 2022.
SNC- Lavalin (2019a)	Hydrologie. Note technique 664660-1000-4HER-0004-00, 4 décembre 2019.
SNC- Lavalin (2019a)	Évaluation de la gestion des eaux de la phase 3 du PAR. Note technique 664660-1000-49ER-0005-00, 04 décembre 2019.

Auteur (année)	Titre du document et/ou description
SNC-Lavalin (2023)	Analyse de stabilité pour les phases 3B et 4A du Parc à Résidus
SNC-Lavalin (2023)	Seismic study and 1D non-linear ground response analyses
NEWMONT (2022)	Manuel d'opération, d'entretien et de surveillance du parc à résidus. Rapport PAR-PCD-PAR-MAN révision 04, 22 mars 2022.

3.2 Durée de vie de la mine (life of mine : LOM)

La phase 5 d'expansion du PAR de la mine Éléonore doit assurer une augmentation de la capacité de stockage égale ou supérieure à **10 Mm³** à une élévation maximale du PAR à **275 m** à partir de 2026. La conception du bassin de collecte des eaux devra être réajustée en conséquence, afin de gérer les eaux générées par la phase 5 d'agrandissement du PAR.

Une densité moyenne de **15,8 kN/m³** a été considérée pour les résidus déposés dans le PAR.

La **Figure 3-1** présente la projection des volumes de rejets miniers, stériles et boues envoyées au PAR actuel (2024 et 2025) et à l'agrandissement du PAR de 2026 à 2033. Le plan minier représenté dans la **Figure 3-2** est basé sur les hypothèses suivantes :

- La halde de zone industrielle « HZI » sera déplacée vers le PAR à 100% (environ 1 Mm³) à partir de 2030 ;
- Environ 300 000 m³/année de stérile en provenance des opérations souterraines d'expansions futures de la mine, seront envoyés au PAR.

Le volume moyen projeté de résidus envoyé au PAR entre 2024 et 2033 est de **1,2 Mm³/année**.

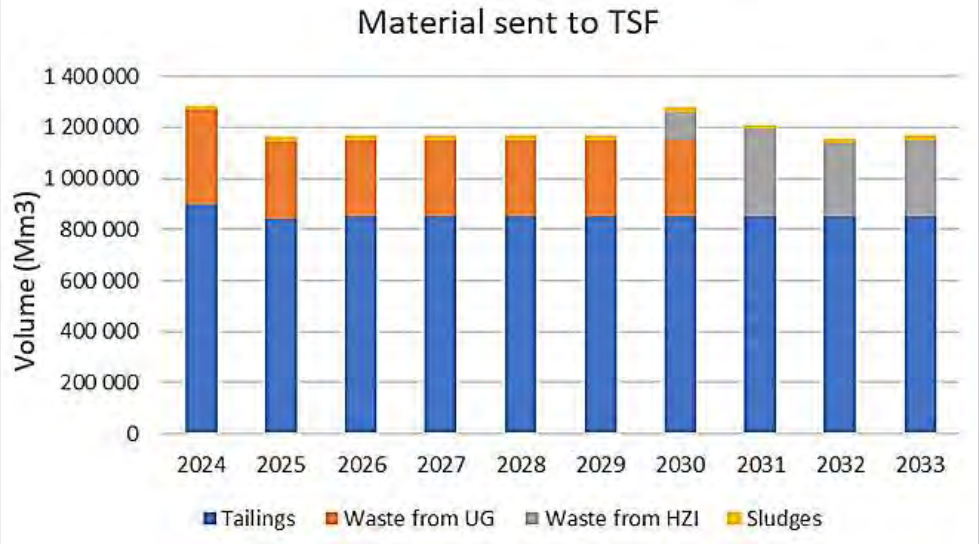


Figure 3-1 : Projection des volumes de résidus miniers entre 2024 et 2033

3.3 Relevés topographiques

La conception des ouvrages se fera à partir du relevé Drone le plus récent, soit celui effectué en octobre 2023.

Les données du relevé du drone d'octobre 2023 sont comparées avec les données du dernier lidar réalisées en 2006.

Une modélisation complète de la surface du parc à résidus a été réalisée. Cette modélisation inclut la surface du terrain naturel, des résidus et des ouvrages existants.

3.4 Localisation du PAR

La localisation du PAR et de ses installations est présentée à la **Figure 3-2.** L'emplacement du PAR est situé dans une vallée entourée de collines au nord, par un sol en pente ascendante à l'est, par deux ruisseaux et des installations minières au sud et par le bassin de collecte du PAR et le réservoir Opinaca à l'ouest. Il n'y a pas d'habitation permanente près du site; la communauté crie de Wemindji est située à environ 190 km à l'est. Les habitations les plus près du PAR sont des camps de trappeurs appartenant à la communauté crie, situés à environ 5 km du PAR, mais le secteur du PAR n'est pas utilisé par le maître de trappe et sa famille.

La localisation des infrastructures minières les plus proches du PAR est indiquée ci-dessous ainsi qu'une description de la faune aquatique des ruisseaux et du Réservoir Opinaca.

3.4.1 Infrastructures minières

L'usine de traitement de l'eau est située à environ 2 km au sud de l'emplacement du PAR actuel et l'usine de traitement du minerai à environ 4 km.

3.4.2 Ruisseaux et Réservoir Opinaca

- Deux ruisseaux, le ruisseau #5 et le ruisseau sans nom, sont localisés au sud du PAR. Selon une étude de caractérisation de la faune aquatique (Biofilia, 2010), seul le ruisseau #5 constitue un cours d'eau permanent et il n'offre visiblement pas la diversité requise d'habitats pour soutenir toutes les fonctions d'habitats du poisson ;
- Le PAR est situé entre la rivière et le réservoir Opinaca (au nord et à l'ouest, respectivement). Comparativement au réservoir Opinaca et certains de ses tributaires, la densité des esturgeons adultes a été qualifiée de forte pour la portion amont de la rivière Opinaca (Environnement Illimité inc., 2006 dans Roche Ltée, 2007). La population d'esturgeon jaune semble être répartie sur deux secteurs principaux du réservoir Opinaca soit au sud à l'embouchure de la rivière Eastmain et au nord-est à l'embouchure des rivières Opinaca et Gipouloux (Roche Ltée, 2007). L'esturgeon jaune est exploité par les Cris dans le cadre de leurs pêches traditionnelles de subsistance. On connaît toutefois très peu la pression de pêche traditionnelle réalisée sur la population du réservoir Opinaca. L'observation par les maîtres de trappe d'activités de fraie à cet endroit daterait de la période précédant la mise en eau du réservoir Opinaca. Le développement du complexe La Grande et la mise en eau du réservoir Opinaca ont entraîné une réduction drastique du débit de la rivière Opinaca en aval des ouvrages de fermeture (Kaweshekami Environnement Inc., 2013).

Les élévations critiques du réservoir Opinaca (selon Hydro-Québec) sont les suivantes :

- Niveau d'exploitation maximal : 215,8 m ;
- Niveau d'exploitation critique : 216,7 m ;
- Hauteur de la porte à l'évacuateur de crues de La Sarcelle : 217,32 m ;
- Hauteur de la digue dans le secteur nord du réservoir Opinaca : 218,85 m ;
- Digue de départ contenant les résidus : min 220 m ;
- Élévation de la crête du périmètre du bassin de collecte des eaux : 218,5 m ;
- Inversion du déversoir d'urgence du bassin de collecte des eaux : 218,0 m.

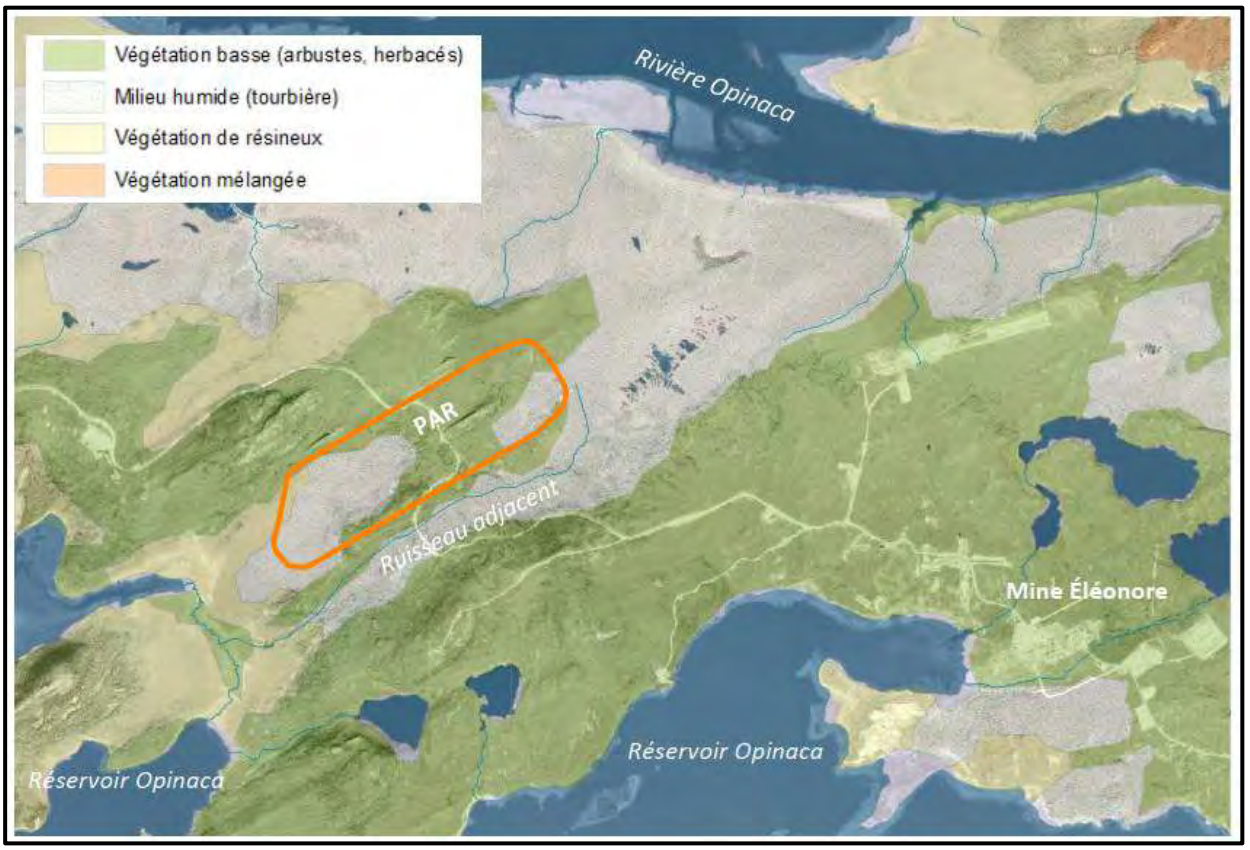


Figure 3-2 : Localisation du PAR

4.0 CODES, NORMES, RÈGLEMENTS ET GUIDES

4.1 Contexte législatif

En général, les dispositions législatives et réglementaires encadrant l'activité minière sont de juridiction provinciale. Au Québec, elles relèvent principalement du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN) et du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC).

Du côté du MERN, le Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers a été mis à la disposition de l'industrie minière afin de faciliter la préparation du plan de restauration :

- Ministère de l'Énergie et Ressources naturelles (MERN, 2017). Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec, novembre 2017.

Du côté du MELCC, tous les projets miniers sont encadrés dans leurs opérations par la Directive 019 sur l'industrie minière. Même si cet outil n'est pas réglementaire, il constitue la référence en matière de suivi et de contrôle de toutes les minières pour le MELCC :

- Directive 019 sur l'industrie minière, ministère de Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP, 2012).

Il existe trois (3) versions de la Directive 019 (1989, 2005 et 2012). En général, la version de la Directive 019 sur laquelle s'appuie l'autorisation ministérielle de l'établissement demeure le document de référence pour les projets qui ont été autorisés en vertu de l'une ou l'autre des versions de la Directive 019. Toutefois, lorsque la modification d'un tel établissement nécessite l'obtention d'une nouvelle autorisation ministérielle, la version la plus récente s'applique. Dans le cadre du projet Éléonore, la plus récente version de la Directive 019 (MDDEP, 2012) est considérée.

Certains ouvrages de rétention associés à une aire d'accumulation de résidus miniers avec retenue d'eau ainsi que tout autre ouvrage qui intercepte ou dérive les eaux d'un cours d'eau peuvent être considérés comme étant un barrage au sens de la Loi sur la sécurité des barrages (LSB). Des normes minimales de sécurité, prescrites par le Règlement sur la sécurité des barrages, s'appliquent pour ces ouvrages :

- Gouvernement du Québec (2021a), « Loi sur la sécurité des barrages », Éditeur officiel du Québec, 1er juin 2021 ;
- Gouvernement du Québec (2021b), « Règlement sur la sécurité des barrages », Éditeur officiel du Québec, 1er mars 2021.

Au niveau fédéral, ils peuvent aussi s'appliquer :

- Loi sur les Pêches (Gouvernement du Canada, dernière modification, le 2016-04-05) ;
- Règlement sur les effluents des mines de métaux et des mines de diamants (Gouvernement du Canada, dernière modification, le 2020-05-18).

4.2 Guides et recommandations

Certains guides et bulletins techniques produits par des organismes associés à l'industrie minière sont également disponibles. Ils correspondent aux références associées aux bonnes pratiques et à l'application des règles de l'art admises dans l'industrie minière :

- Association minière du Canada (2019), Guide de gestion des parcs à résidus miniers, version 3.1, mars 2019 ;
- Global Tailings Review (2020), Norme industrielle mondiale pour la gestion des résidus miniers, août 2020 ;
- Association canadienne des barrages (ACB, 2007, révision 2013), Recommandations de sécurité des barrages. Guide et bulletins techniques ;
- Association canadienne des barrages (ACB, 2015), Memo – CDA Revised Geotechnical Criteria. Révision de la section 3.5.4 du bulletin sur les barrages miniers (ACB, 2014), octobre 2015 ;
- Association canadienne des barrages (ACB, 2019a), Technical Bulletin: Application of Dam Safety Guidelines to Mining Dams (2019 Edition) ;
- Association canadienne des barrages (ACB, 2019b), Draft Revision of Sections 3.5.4.1 on Factor of Safety for mining dams- Technical Bulletin: Application of Dam Safety Guidelines to Mining Dams. CDA Mining Dams Committee 2019. Version anglaise seulement présentée en atelier au congrès 2019 de l'ACB ;
- Directive 019 sur l'industrie minière, ministère de Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP, 2012) ;
- Ministère de l'Énergie des et Ressources naturelles (MERN, 2022). Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec ;
- Gouvernement du Québec (2023), « Loi sur les mines », Éditeur officiel du Québec, 25 septembre 2023 ;
- Gouvernement du Québec (2021a), « Loi sur la sécurité des barrages », Éditeur officiel du Québec, 1er juin 2021 ;
- Gouvernement du Québec (2021b), « Règlement sur la sécurité des barrages », Éditeur officiel du Québec, 1er mars 2021 ;
- Loi sur les Pêches (Gouvernement du Canada, dernière modification le 2023-06-09) ;
- Règlement sur les effluents des mines de métaux et des mines de diamants (Gouvernement du Canada, dernière modification, le 2020-05-18) ;

- Guide de la gestion des eaux pluviales (GGEP) du Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP), surtout les chapitres 7 et 8 respectivement ;
- Code de conception d'un système de gestion des eaux pluviales admissible à une déclaration de conformité du Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) ;
- Manuel de conception des ponceaux du ministère de Transport du Québec (MTQ) ;
- Ministère du développement durable, de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques (2017), « Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés - Plan d'action 2017-2021 ».

En lien avec la Norme industrielle mondiale pour la gestion des résidus miniers (Global Tailings Review, 2020), le Programme des Nations Unies pour l'environnement (UNEP), le Church of England Pensions Board et l'organisme Principes pour l'investissement responsable (PRI) ont annoncé en janvier 2023 la formation d'un Institut mondial indépendant de la gestion des résidus miniers (GTMI en anglais) visant à promouvoir les normes de sécurité des parcs à résidus dans l'industrie minière. L'institut joue un rôle central dans la vérification indépendante exigée des entreprises pour s'assurer qu'elle soit conforme à la Norme industrielle mondiale pour la gestion des résidus miniers (Global Industry Standard on Tailings Management – GISTM). La principale fonction de l'Institut est de superviser la mise en œuvre et la conformité au GISTM à l'aide d'évaluateurs indépendants qualifiés. Il est à noter que depuis août 2023, les compagnies minières doivent démontrer leur conformité au GISTM pour les parcs à résidus dont les conséquences en cas de rupture sont les plus sévères (conséquences dites Extrêmes et Très élevées). Pour les autres parcs, la conformité devra être démontrée en août 2025. Les audits de conformité devront être réalisés sous la gouverne de l'Institut mondial indépendant de la gestion des résidus miniers (GTMI). Dans ce cadre, Newmont vise la conformité du PAR au GISTM d'ici août 2025.

4.3 Standard de Newmont

Le guide produit par Newmont fait aussi partie des bases de conception :

- Directive pour guider la mise en œuvre de la norme technique et opérationnelle de l'installation de stockage des résidus (PAR) (NEM-TES-STA-017) (la « norme ») (2021), Newmont Corporation, document nº NEM-TES-GDL-601 ;
- Norme technique et opérationnelle de l'installation d'entreposage des résidus (la « norme ») qui établit les exigences minimales de Newmont en matière de conception, d'exploitation et de fermeture des parcs à résidus en ce qui concerne les opérations et les aspects techniques, afin d'éviter des performances inacceptables ou des défaillances catastrophiques (2020), Newmont Corporation, document nº NEMTSA-STA-017 ;
- NEM-SER-STA-002 - Norme de gestion environnementale de l'installation de stockage des résidus (PAR) et de l'installation de lixiviation « Tailings Storage Facility (TSF) & Heap Leach Facility (HLF) Environmental Management Guideline ».

5.0 CRITÈRES DE CONCEPTION DU PARC À RÉSIDUS

5.1 Construction du PAR

5.1.1 Géométrie du PAR

Le tableau suivant résume les caractéristiques dimensionnelles de la phase 5 du PAR.

Tableau 5-1: Caractéristiques dimensionnelles de la phase 5 du PAR

Largeur de la digue périphérique	22 m
Pente longitudinale de la digue périphérique	min 0,5%
Élévation maximale du PAR	275 m
Pente de chaque palier	4H:1V
Pente globale du PAR	5H:1V

5.1.2 Matériaux

- La tourbe sera excavée avant la construction sur toute la superficie du PAR ;
- L'argile sera excavée sous la fondation de la digue périphérique, le cas échéant ;
- Le sable sera utilisé comme couche drainante/protection ;
- Le roc sera dynamité et valorisé en enrochement de construction ;
- La moraine sera excavée et entreposée pour revalorisation ;
- La digue périphérique sera construite en enrochement non générateur d'acide ;
- La fondation du PAR sera recouverte d'une géomembrane ;
- Le fossé nord de dérivation d'eau sera protégé contre l'érosion.

5.2 Route de halage et chemins entourant le PAR

Le tableau suivant résume les caractéristiques dimensionnelles de la route de halage et les chemins entourant la phase 5 du PAR.

Tableau 5-2: Caractéristiques dimensionnelles des routes de la phase 5 du PAR.

Type de route		Route de halage	Autres routes du PAR
Nombre de voix		2	2
Largeur circulable (m)		14,35 (1)	7,0 (2)
Largeur de la berme (m)(3)	1 Coté	3,5	2,6
	2 Cotés	7	5,2
Largeur minimale de la route (m)	Berme - 1 coté	17,85	9,6
	Bermes - 2 cotés	21,35	12,20

Notes:
(1) Largeur circulable = 3 x la largeur d'un camion CAT772G
(2) Largeur circulable = 3 x la largeur d'une camionnette
(3) La berme est dimensionnée pour une niveleuse M160

5.3 Critères géotechniques

5.3.1 Analyses de stabilité du PAR

Des analyses de stabilité des pentes en deux (2) dimensions seront réalisées selon la méthode des équilibres limites en suivant la méthode de Morgenstern-Price à l'aide du logiciel SLOPE/W de la suite GeoStudio (GEOSLOPE, 2021). Le **Tableau 5-3** présente les facteurs de sécurité cible pour la stabilité des pentes.

Tableau 5-3 : Facteurs de sécurité à utiliser dans les analyses de stabilité des pentes

Condition de chargement		Zone	Facteur de sécurité cible[8]		
			ACB (2019a; 2015)[1]	MERN (2017)	Critère retenu
Statique	Pendant ou à la fin de la construction (court terme)	Amont et aval	> 1,3 [2]	1,3 à 1,5 [6]	1,5
	En conditions stationnaires (long terme)	Amont et aval	1,5 [3]	1,5	1,5
	Pour chaque banc (local) à court terme	Amont et aval	-	1,0 à 1,1[6]	1,1
	Pour chaque banc (local) à long terme	Amont et aval	-	1,2	1,2
Pseudo-statique		Amont et aval	1,0 [4]	1,1	1,1 [7]
Post-sismique, post-liquéfaction ou résistance résiduelle		Amont et aval	1,2 [5]	1,3	1,3

Notes :

[1] Les facteurs de sécurité révisés (ACB, 2015), plus conservateurs, ont été retenus.

[2] Avant la déposition avec des résidus miniers ou de l'eau minière. Les conditions de construction pourraient s'appliquer pour une digue de départ pour un barrage à résidus miniers (ACB, 2015).

[3] Pour une rupture en aval avec l'utilisation appropriée des résistances au cisaillement appropriées, incluant la considération d'une analyse de la résistance au cisaillement non drainé pour des matériaux saturés et contractants (ACB, 2015).

[4] L'analyse devrait inclure une réduction appropriée de la résistance au cisaillement en raison du chargement cyclique (ACB, 2015).

[5] L'analyse devrait considérer la liquéfaction des résidus miniers ainsi que pour les sols ou remblais lâches et saturés (là où approprié), ainsi qu'une réduction de la résistance en raison de la déformation et du chargement cyclique, si applicable (ACB, 2015).

[6] Selon le risque et l'incertitude (MERN, 2017).

[7] Le facteur de sécurité retenu de 1,1 est plus conservateur que l'approche de Hynes-Griffin et Franklin (1984) dans laquelle une réduction de 20 % des propriétés de résistance et un déplacement sismique de 1 m jumelé à un facteur de sécurité de 1,0 sont acceptables. Quant à la méthode de Bray et Travasarou (2009), le facteur de sécurité de 1,1 correspondra à une probabilité de 16 % d'excéder le déplacement admissible.

[8] Les facteurs de sécurité doivent être évalués selon la directive 019 pour tout ouvrage avec retenu d'eau. Tout ouvrage qui intercepte ou dérive les eaux d'un cours d'eau peut être considéré comme étant un barrage au sens de la Loi sur la sécurité des barrages. Des normes minimales sur la sécurité des barrages s'appliquent pour ces ouvrages.

5.3.2 Stabilité des parois rocheuses

Une étude de mécanique de roches sera réalisée afin de caractériser la masse rocheuse dans le secteur de la phase 5 du PAR et analyser les modes de rupture potentiels pour les activités d'excavation prévues dans le cadre de l'agrandissement du PAR.

L'étude de mécanique des roches inclura les éléments suivants :

- Définition des domaines géologiques et géotechniques en utilisant les données de forage et les données de surfaces ;
- Analyse cinématique (structurale) pour trouver le potentiel de rupture dans les différentes sections ;
- Analyse statique et pseudo-statique de la stabilité des parois rocheuses basée sur les types de ruptures potentielles.

Les analyses cinématiques seront réalisées à l'aide du logiciel Dips de la suite de Rocscience (2021) pour étudier les différents mécanismes de rupture d'éboulements rocheux. Les modes de rupture analysés sont les suivants :

- Glissement planaire ;
- Glissement planaire (sans limite latérale) ;
- Glissement du coin (Wedge sliding) ;

- Renversement par flexion (Flexural Toppling) ;
- Renversement direct (Direct Toppling).

L'angle de la pente d'excavation sera validé en fonction des résultats des analyses cinématiques afin de garantir des conditions d'excavation et d'opération sécuritaires.

Dans le cas où un risque de glissement, à la suite d'un ou plusieurs modes de rupture analysés, est présent, une analyse de stabilité avancée sera entretenue pour déterminer le facteur de sécurité relatif au glissement potentiel. Le **Tableau 5-4** présente les facteurs de sécurité cible pour la stabilité des pentes d'excavation dans les parois rocheuses.

Tableau 5-4 : Facteurs de sécurité à utiliser dans les analyses de stabilité des parois rocheuses

Condition de chargement		Facteur de sécurité cible[8]	
		Hoek (2002)	(Read & Stacey) (2009)
Statique – Tous les modes de rupture	Pentes d'excavation temporaires	1,3	-
	Pentes d'excavation permanentes	1,5	
Pseudo-statique – Tous les modes de rupture		-	1,1

5.4 Classification du niveau de conséquences d'une rupture

Selon la directive de Newmont pour guider la mise en œuvre de la norme technique et opérationnelle de l'installation de stockage des résidus (document nº NEM-TES-GDL-601) mentionne que la mise en œuvre des critères de conception pour les inondations et les séismes doit être basée sur la classification des conséquences extrêmes, quelle que soit la classification des conséquences. Donc, le niveau de risque «**extrême**» a été attribué pour les ouvrages du PAR de la mine Éléonore.

À partir de ce niveau de conséquences, SNC-Lavalin détermine le séisme et la crue de conception en fonction de la classification selon le niveau de conséquences. La **Figure 5-1** présente les différents cas de séisme et de la crue de sécurité en fonction de la classification de l'ouvrage pour les barrages miniers (ACB, 2019).

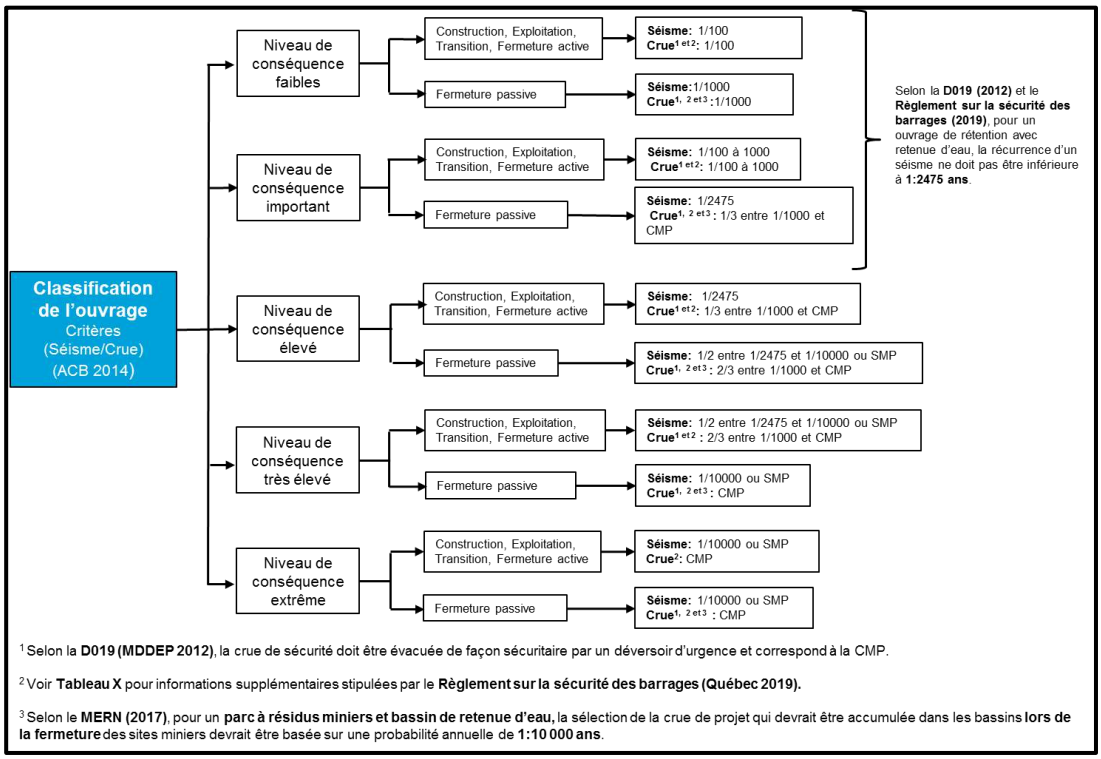


Figure 5-1 : Sélection du séisme et de la crue de sécurité en fonction de la classification de l'ouvrage pour les barrages miniers (ACB 2019)

5.5 Critères sismiques

5.5.1 Séismes de conception

La classification des conséquences pour une digue change selon l'avancement de vie de la mine. La période de retour du séisme de conception retenue pour cette étude est **1/10 000** ans.

5.5.2 Paramètres sismiques

La firme Nanometrics a été mandatée par Newmont pour réaliser une étude d'évaluation de l'aléa sismique spécifique au site pour le parc à résidus de la mine Éléonore ainsi qu'une étude complémentaire de désagrégation sismique basée sur la caractérisation des sources sismiques, pour adopter les zones et les taux de source régionaux, telle que déterminée par la Commission géologique du Canada (CGC). À la suite de cette étude, une évaluation probabiliste de l'aléa sismique a été réalisée et les spectres d'aléa sismique uniforme ainsi que la désagrégation de l'aléa sismique pour des périodes de retour de 2 475, 5 000 et 10 000 ans, ont été calculés (Nanometrics, 2022).

Les paramètres fournis comprennent les accélérations maximales de surface horizontales (PGA) et les accélérations spectrales (Sa), en fonction d'un amortissement de 5 % pour la roche dure (Vs ≈ 2 000 m/s). Elles sont présentées sur une gamme de fréquences (périodes), au **Tableau 5-5**. Les enveloppes d'accélérations spectrales résultantes sont présentées à la **Figure 5-2** : Accélérations spectrales pour les sites en roches dures (Vs=2 000 m/s) avec un PGA à T=0,01 s (Nanometrics, 2022) avec les valeurs de PGA présentées sous forme de points, pour la période égale à 0,01 s.

Tableau 5-5 : Paramètres de mouvement de sol pour une roche dure (Vs=2 000 m/s) – Site minier Éléonore (Nanometrics, 2022)

Composantes horizontales de Sa (g) en fonction d'un amortissement de 5 % et PGA (g)				
Fréquence (Hz)	Période (s)	Intervalle de récurrence (années)		
		2475	5000	10000
0,1	10,0	0,001	0,002	0,003
0,2	5,0	0,003	0,005	0,007
0,3	3,0	0,008	0,011	0,016
0,5	2,0	0,014	0,021	0,028
1,0	1,0	0,024	0,033	0,044
2,0	0,5	0,037	0,050	0,068
3,3	0,3	0,043	0,061	0,084
5,0	0,2	0,051	0,075	0,109
10,0	0,1	0,071	0,109	0,165
20,0	0,05	0,067	0,106	0,163
33,3	0,03	0,053	0,086	0,129
50,0	0,02	0,042	0,068	0,103
PGA	-	0,035	0,054	0,083

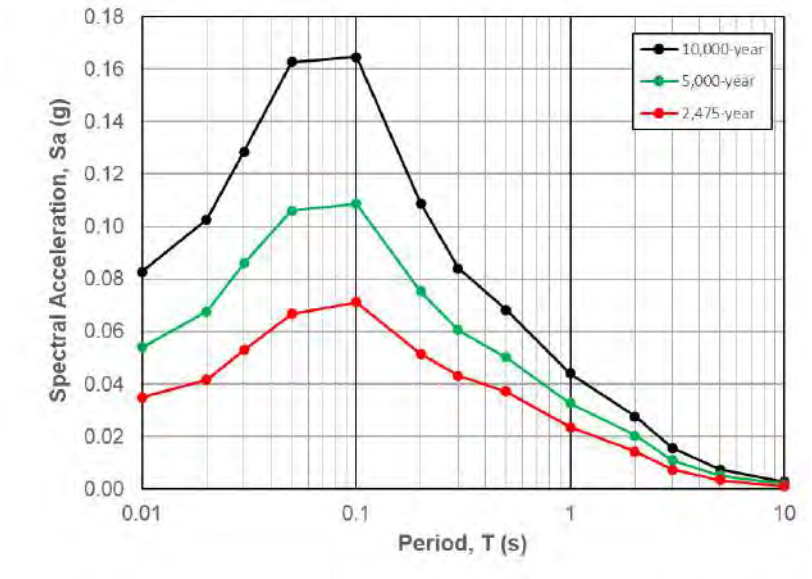


Figure 5-2 : Accélérations spectrales pour les sites en roches dures (Vs=2 000 m/s) avec un PGA à T=0,01 s (Nanometrics, 2022)

Les résultats de la désagrégation moyenne (ampleur, distance et durée) pour l'intervalle de récurrence de **10 000 ans** sont résumés dans le **Tableau 5-6**. Ils correspondent aux scénarios d'événements sismiques probabilistes qui contribuent le plus au paramètre en question.

Par exemple, pour l'intervalle de 10 000 ans, un PGA de 0,083 g a été calculé en simulant (au moyen des «ground motion prediction equations ») un séisme d'une magnitude (Mw) de 5,5 avec une distance épicentrale

de 51 km. Les durées présentées dans ces tableaux représentent les estimations de temps de la série accélération – temps, se situant entre 5 et 95 %.

Tableau 5-6 : Accélération du sol pour une période de retour de 10 000 ans

Paramètre	Magnitude (M_w)	Distance (km)	Durée (s)
PGA	5,5	51	10,4
Sa (5.0 Hz)	5,9	92	12,7
Sa (1.0 Hz)	7,0	397	63,7
Sa (0.2 Hz)	7,4	553	93,6

5.5.3 Coefficient sismique horizontal

Le coefficient sismique horizontal (kh) utilisé dans les analyses pseudo-statiques a été calculé à partir des données du spectre du projet, selon les équations de Bray & Travasarou (2009). Le calcul est effectué pour une estimation du déplacement sismique médian de 5 cm, à partir de la vitesse moyenne de l'onde de cisaillement et de la magnitude du séisme.

Un coefficient sismique de **0,03** a été obtenu pour le séisme de 1 :10 000 ans.

5.6 Conception de la géomembrane sous le PAR

5.6.1 Critères et bases de conception

Les critères et bases de conception adoptés pour la conception de la géomembrane en polyéthylène haute densité (PEHD) sous le PAR sont les suivants :

- La couleur de la géomembrane (blanche ou noire) sera déterminée dans la phase d'ingénierie détaillée ;
- Un système de drainage sous la géomembrane sera requis pour permettre de dissiper les pressions hydrostatiques qui sont susceptibles d'engendrer le soulèvement de la géomembrane ;
- La géomembrane doit avoir une perméabilité maximale 1 x 10^{-11} cm/s ;
- Une couche de protection compactée d'une épaisseur minimale de 0,5 mètre sera requise pour la fondation de la géomembrane ;
- La couche de protection doit avoir une perméabilité maximale 1 x 10-6 cm/s ;
- Les tassements de la fondation ne doivent pas permettre à la géomembrane d'atteindre sa limite élastique ;
- Le ballast sur la géomembrane sera conçu pour résister à une rafale d'une période de retour de 20 ans ;
- Un vent de conception de 115 km/h pour une rafale de retour de 20 ans estimé sera utilisé ;
- La pente maximale de la digue pour l'installation de la géomembrane est de 2H: 1V ;
- Vérification de tassement différentiel de fondation et son effet sur la stabilité de géomembrane.

5.6.2 Ancrage de la géomembrane

Des charges mécaniques seront exercées sur la géomembrane pendant l'installation et ensuite pendant l'opération des cellules de déposition. Les charges mécaniques peuvent être statiques ou dynamiques. Les charges statiques incluent : la gravité, la pression hydrostatique et la pression de l'air. Les charges dynamiques

sont dues à l'action du vent et des vagues, à l'impact des particules/objets tombants, à l'écoulement de l'eau (près du déversoir et des sorties), etc.

Les charges gravitaires entraînent des contraintes de traction dans la géomembrane qui sont dues au poids propre de la géomembrane pendant l'installation. Après l'installation, elles sont dues au poids de la partie de la géomembrane située entre deux points d'ancrage adjacents.

Les charges gravitaires entraînent également des contraintes dues au frottement entre la géomembrane et les couches de sol adjacentes (support/couverture), en plus d'une contrainte de cisaillement sur les surfaces inclinées. Pour contrer l'effet des charges de gravité, il faut fournir un ancrage adéquat de la géomembrane.

L'ancrage type consiste en une tranchée en crête (au moins 1,0 m par 1,0 m), localisée à au moins 2,0 m de la pente amont des digues. La tranchée devra être remblayée avec des matériaux fins et compactés avec un équipement adapté après la pose de la géomembrane. L'ancrage doit bien être vérifié en accordance du type de géomembrane et la conception.

5.6.3 Lestage temporaire et permanent

Le vent peut exercer des forces de soulèvement sur la géomembrane pendant son installation et pendant l'opération du PAR si elle reste exposée. La géomembrane devra être lestée immédiatement pendant et après son installation. Le lestage temporaire pendant l'installation de la géomembrane dans les talus est la responsabilité de l'installateur et Newmont.

Le soulèvement à utiliser pour le calcul de l'ancrage permanent doit tenir compte du soulèvement théorique et des conditions réelles sur le site, qui dépendent non seulement de la vitesse du vent, mais aussi de la topographie, de la direction du vent, de l'altitude et d'un facteur de réduction dû à l'inclinaison des pentes. La vélocité du vent pour le calcul du lestage a été sélectionnée à 115 km/h.

5.6.4 Modélisation hydrogéologique

Pour la modélisation hydrogéologique, une fréquence de perforations de la géomembrane de 2,5 défauts de 100 mm² / ha a été utilisée.

5.7 Critères hydrologiques

5.7.1 Crue de conception

Crue de projet : Selon la Direction 019 (MDDEP, 2012), les ouvrages de rétention avec retenue d'eau doivent pouvoir contenir une crue de projet. Cette dernière correspond au volume d'eau cumulatif d'une averse critique (pluie de 24 heures) et à la fonte moyenne des neiges sur une période de 30 jours (quantité de neige correspondant au maximum prévisible pour une récurrence de 100 ans). La récurrence de la crue de projet est fonction du type de résidus miniers. Dans le cadre du projet Éléonore, en considérant que les résidus miniers sont à faibles risques (c.-à-d. non générateurs d'acide et non-lixiviables), la récurrence de la crue de projet est de 1 :1000 ans. Conséquemment, la crue de projet considérée dans le cadre de ce projet est la suivante :

- Fonte du couvert de neige 100 ans en 30 jours suivie d'une crue 1 000 ans 24h la 30e journée.

Crue de sécurité : Selon l'ACB (2007, révision 2013), la crue de sécurité correspond à la crue la plus importante pour laquelle un ouvrage de rétention d'eau ou ses installations connexes sont conçus. Le niveau de la crue de sécurité sera établi en fonction de la revanche minimale à respecter, mesurée à partir du niveau de l'excavation dans le cas d'un bassin excavé (donc avant tout débordement non contrôlé). Les dimensions du déversoir d'urgence seront validées à partir de calculs de laminage de crue de manière à pouvoir évacuer sécuritairement une crue de sécurité dans l'environnement. Les niveaux d'eau d'opération dans les bassins vont correspondre au niveau du radier du déversoir d'urgence. La Directive 019 (MDDEP, 2012) spécifie qu'un déversoir d'urgence doit être aménagé afin de pouvoir évacuer de façon sécuritaire une crue maximale probable (CMP), tout en évitant que l'intégrité de l'ouvrage de rétention soit affectée. La recommandation s'applique dès qu'un ouvrage retient de l'eau en amont, et ce, indépendamment de la classification des ouvrages basée sur le niveau de conséquences. La Directive 019 définit une crue maximale probable comme la plus forte crue susceptible de se produire en supposant que soient combinées les pires conditions

météorologiques et hydrologiques possibles dans la région (MDDEP, 2012). Conséquemment, la crue de sécurité considérée dans le cadre de ce projet est la suivante :

- Crue maximale probable (CMP) de 72 h.

Crue de conception des ouvrages de dérivation : Les différents ouvrages de dérivation, soit les ouvrages utilisés pour dériver l'eau de ruissellement propre vers des exutoires naturels existants, seront dimensionnés sur la base d'une crue de récurrence 1 :100 ans. Conséquemment, la crue de conception pour les ouvrages de dérivation est la suivante :

- Crue été-automne 100 ans – 24 h.

5.7.2 Données météorologiques

Les données météorologiques considérées dans le cadre du projet seront tirées de l'étude d'hydrologie de base la plus récente disponible pour le site lors de la réalisation des travaux. Ces données devront prendre en considération l'effet des changements climatiques ou être ajustées en conséquence dans le cas où l'effet des changements climatiques n'a pas déjà été pris en compte.

5.7.3 Niveau d'eau dans les bassins de collecte

Quatre niveaux d'eau sont définis dans les bassins, soit :

Niveau minimum d'opération : Les niveaux d'eau minimum dans les bassins durant l'exploitation seront basés sur les volumes d'eau requis afin de satisfaire les critères de qualité de l'eau et permettre la gestion des eaux du bassin en condition normale d'exploitation (par exemple, hauteur d'eau minimale requise par le système de pompage, etc.).

Niveau maximum d'opération : Les niveaux d'eau maximum dans les bassins durant la période d'exploitation seront déterminés de manière à pouvoir contenir et gérer la crue de projet sans relâchement d'eau non traitée dans l'environnement. Il s'agit du niveau d'eau initial devant être considéré dans les bassins lors des calculs de laminage de crue.

Niveau atteint lors du passage de la crue de projet : Il s'agit du niveau maximal atteint lors du passage de la crue de projet. Les infrastructures de collecte des eaux doivent être conçues de manière à pouvoir contenir et gérer la crue de projet sans relâchement d'eau non traitée dans l'environnement. Le niveau maximal atteint lors du passage de la crue de projet doit respecter le critère de revanche minimale défini à la **section 5.7.4**.

Niveau atteint lors du passage de la crue de sécurité : Il s'agit du niveau maximal atteint lors du passage de la crue de sécurité. Il n'est pas requis de retenir cette crue, mais les infrastructures de gestion des eaux doivent être équipées de système (par exemple, déversoir d'urgence, etc.) permettant une évacuation contrôlée des eaux vers l'environnement sans compromettre l'intégrité des ouvrages de retenues. Le niveau maximal atteint lors du passage de la crue de sécurité doit respecter le critère de revanche minimale défini à la **section 5.7.4**.

5.7.4 Critères de revanche

5.7.4.1 Revanche applicable aux bassins de collecte :

Revanche minimale lors de la crue de projet : La Directive 019 (MDDEP, 2012) définit la revanche comme la distance entre le point le plus bas de la crête d'une digue susceptible à l'érosion et le niveau d'eau atteint lors de la crue de projet. Lorsque les composantes du milieu aval pouvant être touchées en cas de débordement pourraient être considérées sensibles, une revanche allant jusqu'à 1,5 m pourrait devoir être considérée, telle que définie par la Directive 019. Dans le cadre de cette étude, une revanche minimale de 1,0 m a été sélectionnée, puisque les composantes du milieu aval ne sont pas considérées sensibles.

Revanche minimale lors de la crue de sécurité : Aucun débordement par 95 % des vagues causées par les vents critiques, lorsque le réservoir est à son niveau maximum extrême au cours de la crue maximale de dimensionnement (CMD, qui correspond à la crue de sécurité). La force critique du vent dépend du classement du barrage (conséquences en cas de rupture). Les valeurs de PAD suggérées de la fréquence du vent utilisées

dans le calcul de la revanche au cours de la CMD sont de 1 :100 ans pour les ouvrages à faibles conséquences, 1 :10 ans pour les ouvrages à conséquences significatives et 1 :2 ans pour les ouvrages à conséquences de rupture élevées, très élevées ou extrêmes (ACB, 2007, révision 2013).

De plus, le niveau maximal des eaux tranquilles du bassin devrait être maintenu en tout temps sous le niveau supérieur du noyau imperméable (le cas échéant), à moins qu'une analyse puisse démontrer qu'un dépassement temporaire de ce niveau ne présente aucun risque à l'ouvrage de rétention d'eau.

5.7.4.2 Revanche applicable aux droits des fossés et autres infrastructures du réseau de drainage :

Une revanche minimale de 0,3 m sera considérée pour le dimensionnement des fossés et autres infrastructures du réseau de drainage. Cette revanche devra être maintenue au droit de l'ensemble des infrastructures du réseau de drainage lors des différentes crues applicables.

5.7.5 Conception du déversoir d'urgence

Les déversoirs d'urgence devront être conçus de manière à permettre une évacuation contrôlée des eaux des bassins de collecte vers l'environnement lors de la crue de sécurité tout en maintenant le critère de revanche minimale défini à la **section 5.7.4**.

5.7.5.1 Section de contrôle (seuil du déversoir)

La capacité hydraulique de la structure de contrôle du déversoir sera conçue/validée en utilisant l'équation du déversoir à seuil épais et en adoptant un coefficient de seuil basé sur les conditions existantes. L'équation du seuil est définie par :

$$Q = LC_d H^{1,5}$$

où

Q : Débit [m^3 /s];

L : Longueur effective en crête [m];

C_d : Coefficient de décharge du seuil [-], où 1,7 est une valeur raisonnable pour la plupart des déversoirs à seuil épais;

H : Hauteur de la lame d'eau [m].

5.7.5.2 Canal d'évacuation du déversoir d'urgence

La section du canal d'évacuation situé en aval du déversoir sera déterminée selon l'équation typique de Manning pour un canal trapézoïdal. La pente du lit du canal d'évacuation sera basée sur les conditions du terrain tout en s'assurant que les couches d'enrochement demeurent stables. Le coefficient de Manning « n » sera établi pour un canal en enrochement en suivant la méthodologie du USACE (U.S. Army Corps of Engineers, 1994). Une revanche minimale de 0,6 m (U.S. Army Corps of Engineers, 1994; USBR, 1984) sera établie pour le canal d'évacuation.

5.7.5.3 Bassin de dissipation

Si requis, un dissipateur d'énergie placé à la fin du canal d'évacuation sera conçu en suivant les recommandations dans le USBR (1984). La longueur totale du bassin de dissipation sera estimée selon les structures de type I du USBR (1984) en appliquant l'équation de la quantité de mouvement (*Momentum Equation*). La protection contre l'érosion sera prévue à la sortie du déversoir afin de protéger le terrain naturel des phénomènes d'érosion et d'affouillement. La longueur de la couche doit être au minimum dix (10) fois la profondeur de l'écoulement dans le bassin de dissipation. Les dimensions du bassin de tranquillisation seront déterminées en suivant les recommandations du USBR (1984).

5.7.6 Dimensionnement des ouvrages et infrastructures de gestion des eaux

5.7.6.1 Bassins de collecte

Les bassins de collecte devront être dimensionnés afin de présenter une capacité de stockage « utile », soit une capacité de stockage disponible au-dessus du niveau maximum d'opération, permettant de contenir et

gérer la crue de projet sans relâchement d'eau non traitée dans l'environnement. Ceci tout en respectant le critère de revanche minimale défini à la **section 5.7.4**.

Les critères de conception suivants doivent être appliqués :

- Si requis, un matériau filtrant ou un géotextile sera mis en place sur les talus excavés dans le mort-terrain pour contrôler la migration des particules en suspension. Un enrochement de protection contre les vagues pourrait être aussi requis ;
- Un système de géomembrane pourrait être requis pour les bassins advenant qu'ils soient excavés dans du mort terrain à forte perméabilité ou un roc très fracturé ;
- La pente minimale des talus excavés dans le mort-terrain est de 2H : 1V ;
- La pente maximale des talus d'excavation dans le roc est 1H : 10V. Des forages supplémentaires devront être réalisés afin de déterminer les propriétés et la qualité du roc. Ceci permettra de valider le paramètre de stabilité des pentes et ainsi ajuster la pente des talus.

5.7.6.2 Fossés de collecte et de dérivation

La conception du réseau de drainage comprend, entre autres, la construction des fossés de collecte et fossés de dérivation. Des fossés temporaires seront également aménagés, en fonction de l'avancement de la déposition.

Les fossés de dérivation seront utilisés pour dériver l'eau de ruissellement propre vers des exutoires naturels existants (ruisseaux ou plans d'eau), tandis que les fossés de collecte seront utilisés pour collecter l'eau de contact avec les rejets miniers et l'acheminer vers les bassins de collecte, pour traitement si requis, avant de la rejeter vers l'environnement ou la recirculer vers l'usine de traitement de minerai.

Les fossés de collecte devront être dimensionnés de manière à acheminer adéquatement les eaux vers les bassins de collecte lors de la crue de projet, tout en respectant la revanche minimale définie à la **section 5.7.4**.

Les fossés de dérivation devront quant à eux être dimensionnés de manière à évacuer adéquatement les eaux vers les exutoires naturels existants lors de la crue de conception des ouvrages de dérivation, tout en respectant la revanche minimale définie à la **section 5.7.4**.

Les critères de conception adoptés sont les suivants :

- Section type trapézoïdale lorsque l'excavation est dans le mort-terrain ;
- Section type rectangulaire lorsque l'excavation est dans le roc ;
- Pente des talus minimale de 2 H: 1V pour favoriser la végétalisation naturelle et/ou l'ensemencement ;
- Largeur minimale du radier de 1,5 m ;
- Profondeur minimale de 1,0 m ;
- La pente d'écoulement minimale des fossés est de 0.5%, pour favoriser un écoulement gravitaire ;
- Si la vitesse d'écoulement de l'eau dépasse 1,5 m/s, un enrochement de protection contre l'érosion au fond et sur les talus des fossés sera requis. Le dimensionnement de cet enrochement dépendra des vitesses d'écoulement ;
- Si la vitesse d'écoulement de l'eau est inférieure à 1,5 m/s, l'ensemencement du fond et des talus des fossés sera privilégié comme protection contre l'érosion.

5.7.6.3 Systèmes de pompage

Le système de pompage déjà existant au site sera optimisé si nécessaire pour la conception des infrastructures de gestion des eaux de l'agrandissement du PAR. Cependant, à cette étape du projet, le système de pompage déjà existant au site ne sera pas modifié. C'est donc cette capacité de pompage qui sera considérée lors des différents calculs de laminage de crue.

5.8 Caractérisations géochimiques

Les détails de l'interprétation présentés dans cette section sont tirés de la révision du plan de réaménagement et de restauration du site minier Éléonore de 2019 (SNC-Lavalin, 2019).

Puisque la minéralisation est associée aux minéraux sulfureux, une analyse du potentiel de génération d'acidité (PGA) a été effectuée sur les stériles et résidus miniers afin de déterminer s'ils sont générateurs de drainage minier acide. La classification des stériles et résidus miniers afin de déterminer s'ils sont lixiviables ou à risques élevés selon la définition de l'annexe 2 de la Directive 019 a aussi été évaluée.

5.8.1 Classification des stériles miniers

Le PGA des stériles miniers est classifié comme étant incertain. Selon les résultats des études de caractérisation antérieures et du suivi interne (SNC-Lavalin, 2019), les stériles miniers sont considérés PGA et potentiellement lixiviable en métaux (PLM) étant donné que leur gestion n'est pas basée sur la séparation des différentes lithologies. Tous les stériles sont mélangés et gérés dans une même aire d'accumulation dans la halde industrielle ou dans le PAR pour la construction des inclusions drainantes, berme de stabilité et accès. Il est prévu que la majorité les stériles de la halde temporaire de la zone industrielle soient amenés dans le PAR pour la co-disposition avec les résidus. La co-disposition permet d'améliorer la stabilité du PAR en améliorant la gestion de l'eau à l'intérieur de l'empilement. La halde de stérile du PAR est permanente et sera intégré dans la restauration du PAR.

5.8.2 Classification des résidus miniers

Pour éviter le drainage minier acide des résidus miniers, la mine Éléonore utilise un procédé de désulfuration pour réduire la teneur en sulfure (pyrrhotite, arsénopyrite, pyrite et lollingite) de ceux-ci. Ce procédé permet de réduire le contenu en sulfures, qui se situe entre 1 et 2%, à environ 0,2 %, par flottation et de produire deux types de résidus: un résidu désulfuré et un résidu sulfureux aussi appelé concentré de sulfures. Les résidus miniers désulfurés sont d'abord désulfurés, décyanurés puis épaissis et filtrés à un pourcentage solide d'environ 84 % pour être ensuite transportés par camion au PAR. Le concentré de sulfures est retourné sous terre sous forme de remblai en pâte cimenté.

Les résidus miniers désulfurés sont non générateurs d'acidité (NGA) et ont le potentiel de générer du drainage neutre contaminé en As.

5.8.3 Protection des eaux souterraines

Pour assurer la protection des eaux souterraines, l'assise du PAR est imperméabilisée avec une géomembrane en polyéthylène haute densité (PEHD) dont les mesures d'étanchéité sont de niveau A selon la Directive 019 (D019, 2012). Les eaux de ruissellement du PAR sont dirigées et collectées dans le bassin d'eau du PAR localisé à l'ouest. Les eaux du bassin sont ensuite pompées vers l'usine de traitement des eaux industrielles (UTEI) avant son rejet à l'effluent final dans le réservoir Opinaca.

Les mesures de protection de niveau A sont les suivantes :

- Le taux d'infiltration journalier maximal du PAR : 3,3 L/m²/jour ;
- La conformité aux objectifs de protection des eaux souterraines doit être démontrée par une étude de modélisation numérique ;
- Le système de surveillance des eaux souterraines et de surface sera revue et mis à jour pour assurer le contrôle de la qualité de l'eau.

5.9 Critères de restauration

Les principaux objectifs du recouvrement du PAR sont les suivants (Golder, 2022) :

- Nécessite un minimum d'entretien ;
- N'émettent pas de polluants au-delà des limites acceptables ;

- Sont physiquement stables (c'est-à-dire que le recouvrement est stable) ;
- Réintégrer le PAR dans le paysage environnant ;
- L'infiltration à travers le recouvrement doit être moins importante que prévu par l'exfiltration au pied du PAR (c.-à-d. 1,4 mm-y) ;
- ère les eaux de surface de façon à réintégrer le milieu hydrique environnant sans le perturber.

Le système de fermeture proposé devrait également permettre une remise en état progressive. La configuration du recouvrement prévue pour le PAR est la suivante :

- 0,3 m de sol organique et support à la végétation permanente ;
- 1 m de till (0,4 m compacté et 0,4 m moins compacté pour faciliter la mise en place de la végétation) ;
- 0,5 m de sable compacté ;
- Géomembrane LLDPE texturée des deux côtés, 1,5 mm d'épaisseur ;
- Géotextile de protection.

Annexe C. Analyses de stabilité pour la Phase 5 du parc à résidus

AtkinsRéalis	NOTE TECHNIQUE ANALYSES DE STABILITÉ POUR LA PHASE 5 DU PARC À RÉSIDUS		
	No de document :	**Rév.**	**Date :**
	697431-4100-4GER-0001	00	5 février 2024

Titre du document : **ANALYSES DE STABILITÉ POUR LA PHASE 5 DU PARC À RÉSIDUS**

Client : **NEWMONT CORPORATION – MINE ÉLÉONORE**

Projet : **INGÉNIERIE ET ÉTUDES POUR LA PHASE 5 DU PARC À RÉSIDUS DE LA MINE ÉLÉONORE**

Préparé par : Pamela Pasquis, CPI
CPI en géotechnique
#OIQ : 6042274
(sous DSI[1])

Amir Hossein Zamani, ing., M.Sc.
#OIQ : 5021566

Révisé par : Amir Hossein Zamani, ing., M.Sc.
#OIQ : 5021566

Approuvé par : Geneviève Marchand, ing., M. Sc., PMP
#OIQ : 127590

[1] DSI : Direction et surveillance Immédiates.
En matière de supervision d'activités d'ingénierie et d'encadrement de personnes qui ne sont pas des ingénieurs ou sont des ingénieurs juniors, l'Ordre des ingénieurs du Québec a recours à une expression maintes fois utilisée dans sa réglementation : direction et surveillance immédiates (DSI). Autrement dit, un ingénieur doit s'impliquer de façon continue et active tout au long des tâches réservées qui lui sont confiées, et pas seulement avant ou après.

Avis

Ce document fait état de l'opinion professionnelle de AtkinsRéalis (« AtkinsRéalis ») quant aux sujets qui y sont abordés. Son opinion a été formulée en se basant sur ses compétences professionnelles en la matière et avec les précautions qui s'imposent. Le document doit être interprété dans le contexte de la convention en date du 24 juillet 2023 (la « Convention ») intervenue entre AtkinsRéalis et Newmont (le « Client »), ainsi que de la méthodologie, des procédures et des techniques utilisées, des hypothèses de AtkinsRéalis ainsi que des circonstances et des contraintes qui ont prévalu lors de l'exécution de ce mandat. Ce document n'a pour raison d'être que l'objectif défini dans la Convention et est au seul usage du Client, dont les recours sont limités à ceux prévus dans la Convention. Il doit être lu comme un tout, à savoir qu'une portion ou un extrait isolé ne peut être pris hors contexte.

En préparant ses estimations, le cas échéant, AtkinsRéalis a suivi une méthode et des procédures et pris les précautions appropriées au degré d'exactitude visé, en se basant sur ses compétences professionnelles en la matière et avec les précautions qui s'imposent, et est d'opinion qu'il y a une forte probabilité que les valeurs réelles seront compatibles aux estimations. Cependant, l'exactitude de ces estimations ne peut être garantie. À moins d'indication contraire expresse, AtkinsRéalis n'a pas contre-vérifié les hypothèses, données et renseignements en provenance d'autres sources (dont le Client, les autres consultants, laboratoires d'essai, fournisseurs d'équipements, etc.) et sur lesquels est fondée son opinion. AtkinsRéalis n'en assume nullement l'exactitude et décline toute responsabilité à leur égard.

Dans toute la mesure permise par les lois applicables, AtkinsRéalis décline en outre toute responsabilité envers le Client et les tiers en ce qui a trait à l'utilisation (publication, renvoi, référence, citation ou diffusion) de tout ou partie du présent document, ainsi que toute décision prise ou action entreprise sur la foi dudit document.

Liste des révisions

#	Prép.	Rév.	App.	Date	Pages	Remarques
PB	PP/AZ	AZ	GM	17/01/2024		Pour commentaires - Client
00	PP/AZ	AZ	GM	05/02/2024		Émission de la version finale

Table des matières

1. Introduction 1

2. Objectifs 2

3. Méthodologie 2

4. Critères de stabilité 3

4.1 Facteurs de sécurité 3

4.2 Coefficient sismique (K_h) 3

5. Analyses de stabilité 4

5.1 Données de base 4

5.2 Sections sélectionnées pour analyses 4

5.3 Propriété des matériaux 6

5.3.1 Données d'investigation 6

5.3.2 Conditions hydrauliques et piézométriques 6

5.3.3 Paramètres sélectionnés pour les analyses 7

6. Résultats 8

7. Conclusion 9

8. Références 10

Les tableaux

Tableau 4-1 : Facteurs de sécurité cibles pour les analyses de stabilité 3
Tableau 5-1 : Propriétés géotechniques retenues pour les analyses de stabilités 7
Tableau 6-1 : Résultats des analyses de stabilité 8

Les figures

Figure 1-1 : Expansion prévue pour le PAR de la mine Éléonore 1
Figure 1-2 : Coupe transversale A-A 2
Figure 5-1 : Coupes transversales sélectionnées pour les analyses de stabilité 4
Figure 5-2 : Coupe transversale nord et sud 5
Figure 5-3 : Coupe transversale ouest 5
Figure 5-4 : Coupe transversale est 5
Figure 5-5 : Lignes piézométriques pour les analyses de stabilité 6

Les annexes

Annexe A. Résultats des analyses de stabilité

1. Introduction

La mine Éléonore est une mine d'or située dans la région de la Baie-James, dans le secteur du réservoir Opinaca. En activité depuis 2014, la mine est devenue la propriété de Newmont corporation en 2019. La fermeture de la mine était initialement prévue pour 2026, mais sera reportée à 2033. Les résidus miniers issus de l'exploitation minière sont déversés dans un parc à résidus (PAR) dont la configuration finale atteindra 95 ha et dont l'élargissement graduel est prévu en cinq (5) phases de déposition. Les phases 1, 2 et 3A ont déjà été réalisées et les phases 3B et 4A sont présentement en construction. La configuration du PAR consiste en une pile de résidus retenue par une digue d'amorce. Le PAR est également composé d'un bassin de collecte et d'une halde à stériles.

La même configuration de la pile de résidus et de la digue d'amorce a été adoptée pour la réalisation de la nouvelle phase 5. Les travaux de la phase 5 consisteront à construire une digue d'amorce au nord du PAR. Celle-ci viendra se relier aux digues existantes à l'ouest et à l'est, soit au niveau des phases 1 et 4A. La **Figure 1-1** présente le PAR et l'expansion prévue.



Figure 1-1 : Expansion prévue pour le PAR de la mine Éléonore

La **Figure 1-2** présente une coupe transversale du PAR et de l'expansion prévue.

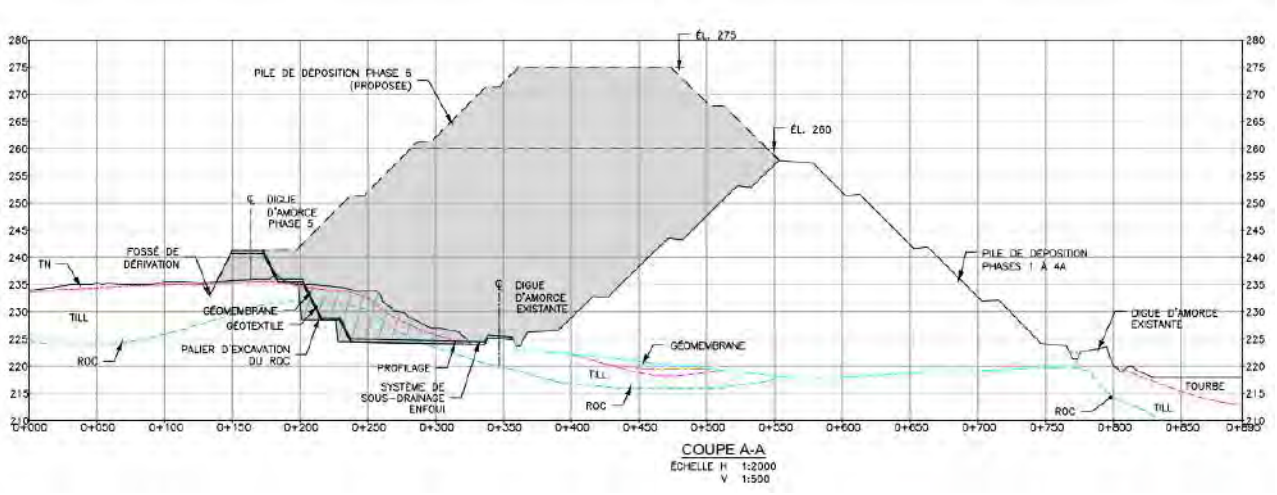


Figure 1-2 : Coupe transversale A-A

2. Objectifs

L'objectif de la présente note technique est de réaliser les analyses de stabilité requises afin d'assurer la stabilité des ouvrages du PAR à la fin de l'exploitation. Les cas analysés dans ce rapport portent sur :

- La vérification de la stabilité du PAR-Phase 5 (conditions statiques et pseudo-statiques);
- La vérification de la stabilité de l'ensemble du PAR (conditions statiques et pseudo-statiques) advenant un rehaussement de la pile de résidus à une élévation de 275 m asl (au-dessus du niveau de la mer).

Rappelons que le PAR actuel a été configuré pour une élévation finale des résidus à ±260 m asl. Il est donc nécessaire de vérifier la stabilité des digues d'amorce existantes et de la pile pour permettre tout rehaussement.

3. Méthodologie

Les analyses de stabilité ont été réalisées en utilisant la méthode d'équilibre limite de Morgenstern et Price à l'aide du logiciel GeoStudio (version 11.2, Geo-Slope International Ltd, 2021) suivant la méthode de calcul dite « à la rupture ». Sur une surface de glissement potentiel, le facteur de sécurité (FS) est calculé comme le rapport des efforts de résistances (résistance au cisaillement des remblais) sur les efforts moteurs (poids des remblais, niveaux piézométriques, etc.). Après avoir analysé toutes les surfaces de rupture possibles à l'intérieur de paramètres définis par le concepteur, le logiciel calcule la surface de rupture ayant le FS le plus faible. Des surfaces de ruptures circulaires et composites d'une profondeur minimale de 2,0 m ont été considérées dans les analyses de stabilité. Les analyses de stabilité ont été réalisées en utilisant la méthode dite en contraintes effectives.

4. Critères de stabilité

4.1 Facteurs de sécurité

Les facteurs de sécurité cibles pour les analyses de stabilité sont présentés au **Tableau 4-1**.

Tableau 4-1 : Facteurs de sécurité cibles pour les analyses de stabilité

Type d'analyse		Zone	Facteur de sécurité cible		
			ACB (2019a; 2015)	MERN (2017)	Critère retenu
Analyses statiques	Pendant et Fin de construction (court terme)	Amont et Aval	> 1,3	1,3 à 1,5	1,5
	Statique (long terme)	Amont et Aval	1,5	1,5	1,5
	Pour chaque palier – local (court terme)	Amont et Aval	-	1,0 à 1,1	1,1
	Pour chaque palier – local (long terme)	Amont et Aval	-	1,2	1,2
Pseudo-statique		Amont et Aval	1,0	1,1	1,1
Post-sismique		Amont et Aval	1,2	1,3	1,3

4.2 Coefficient sismique (K_h)

Les analyses pseudo-statiques ont été effectuées pour un séisme de récurrence 1:10 000 ans. Le coefficient sismique horizontal (k_h) utilisé dans les analyses pseudo-statiques a été calculé à partir des données de spectre du projet, en utilisant les équations de Bray & Travasarou (2009). Le calcul est effectué pour une estimation du déplacement sismique médian de 5 cm, à partir de la vitesse moyenne de l'onde de cisaillement et de la magnitude du séisme. Un coefficient sismique de **0,03** a été obtenu pour le séisme de 1:10 000 ans. Une perte de résistance de 20 % dans l'argile sous la fondation est également appliquée dans les analyses pseudo-statiques.

5. Analyses de stabilité

5.1 Données de base

Les paramètres d'entrée retenus pour les sols et les résidus sont basés sur les données de terrain et l'interprétation des essais de laboratoire réalisés pour les phases précédentes du PAR. Le choix des paramètres est détaillé dans la note technique intitulée *Analyse de stabilité Phases 3B et 4A du PAR* (SNC-Lavalin, 2023d).

5.2 Sections sélectionnées pour analyses

Une coupe transversale située du côté nord a été sélectionnée afin de vérifier la stabilité de la nouvelle digue d'amorce et de la pile de résidus. Cette coupe est située où de grandes épaisseurs de mort-terrain sont prévues et représente donc la section critique de l'expansion du PAR (Phase 5). Le mort-terrain est présumé être composé d'un sable silteux et/ou de till.

De plus, trois (3) sections transversales ont été sélectionnées sur les côtés ouest, sud et est du PAR afin d'assurer la stabilité des digues d'amorce existantes et de la pile de résidus advenant un rehaussement à une élévation finale de 275 m asl. Ces sections ont été jugées les plus critiques, car elles sont situées où les épaisseurs d'argiles sont les plus importantes.

La **Figure 5-1** montre l'emplacement des sections transversales retenues.

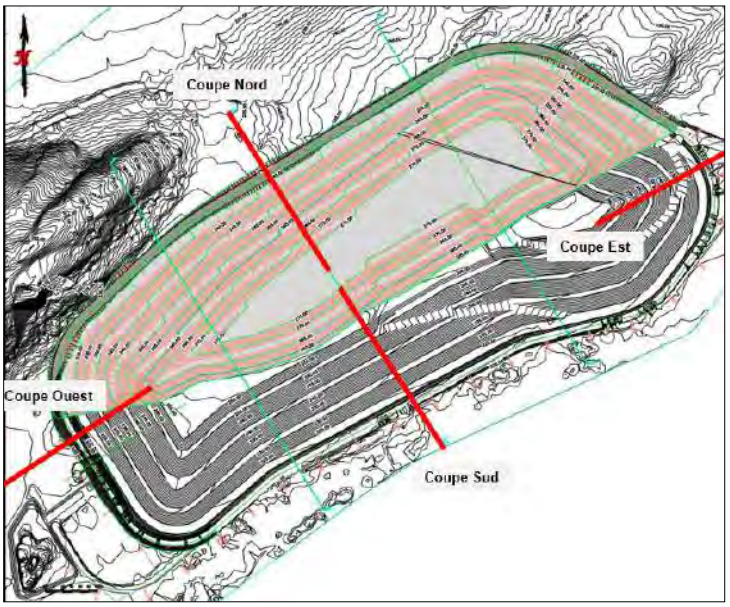


Figure 5-1 : Coupes transversales sélectionnées pour les analyses de stabilité

Les figures qui suivent représentent les coupes transversales utilisées dans la réalisation des analyses de stabilité. À noter que les analyses au nord et au sud ont été effectuées en se basant sur une même section transversale.

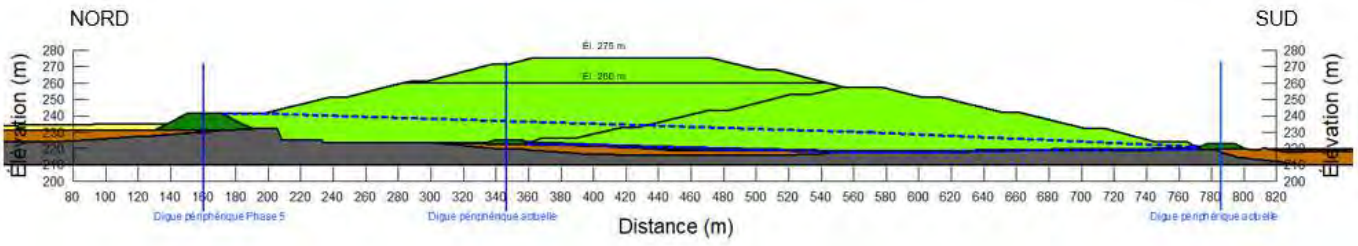


Figure 5-2 : Coupe transversale nord et sud

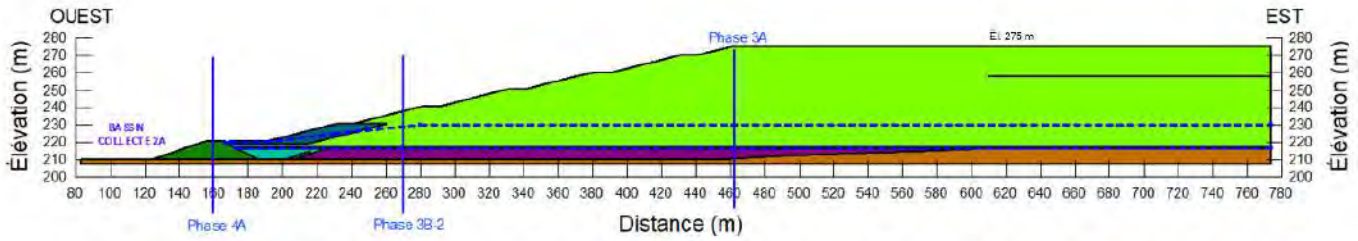


Figure 5-3 : Coupe transversale ouest

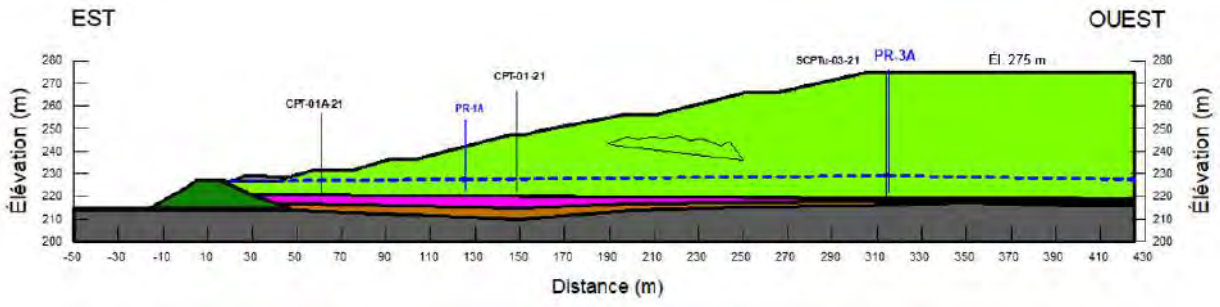


Figure 5-4 : Coupe transversale est

La stabilité de la digue a été évaluée pour une élévation finale du PAR de 260 m asl et de 275 m asl pour la nouvelle digue d'amorce (section transversale nord). Pour les digues existantes (sections transversales ouest, sud et est), seule la stabilité à 275 m asl a été évaluée, puisque des études antérieures ont déjà confirmé la stabilité de la pente pour une élévation de la pile des résidus à 260 m asl (SNC-Lavalin, 2023d).

5.3 Propriété des matériaux

5.3.1 Données d'investigation

Une campagne d'investigation a été menée en 2022 et 2023 pour recueillir des données géotechniques au nord du PAR actuel, afin d'évaluer la possibilité d'une expansion du PAR dans ce secteur. Lors de cette campagne, un total de sept (7) forages d'une profondeur variant entre 10,08 m et 24,59 m ont été réalisés. Les détails de cette campagne se trouvent dans le document intitulé *Rapport factuel – Investigation géotechnique 2022-2023* (SNC-Lavalin, 2023c).

Les campagnes d'investigation précédentes ayant été réalisées dans la zone du PAR ont également été utilisées comme référence. Tous ces rapports constituent la base de la compréhension géotechnique et géologique du site acquise au fil des ans.

5.3.2 Conditions hydrauliques et piézométriques

Le niveau piézométrique a été évalué dans le rapport du suivi de l'instrumentation (SNC-Lavalin, 2022b). Dans la pile de résidus, une nappe phréatique a été positionnée de façon conservatrice à une élévation de 230 m asl, au centre de la pile. La nappe phréatique descend de part et d'autre de la pile pour se relier aux fossés périphériques.

Une deuxième nappe phréatique a été positionnée sous la géomembrane, pour tenir compte de la présence d'un drain français.

Les lignes piézométriques utilisées dans les analyses sont présentées à la **Figure 5-5**.

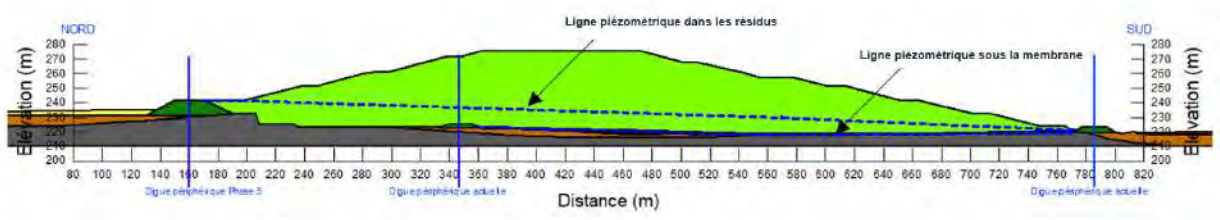


Figure 5-5 : Lignes piézométriques pour les analyses de stabilité

5.3.3 Paramètres sélectionnés pour les analyses

D'après les campagnes d'investigation géotechniques menées dans la zone du PAR, la stratigraphie se résume comme suit :

- Tourbe;
- Argile (croûte argileuse et dépôt d'argile);
- Sable silteux;
- Dépôt de till;
- Socle rocheux.

Les paramètres retenus pour les sols et les résidus sont résumés dans le **Tableau 5-1**.

Tableau 5-1 : Propriétés géotechniques retenues pour les analyses de stabilités

Matériau	Poids volumique total	Angle de frottement effectif	Résistance au cisaillement non-drainée (Su/σ'v)	Source
	kN/m³	º	-	
ARGILE NATURELLE	16,5	-	0,16 (MIN 30 kPa)(1)	NOTE TECHNIQUE : ANALYSES DE STABILITÉ POUR LES PHASES 3B ET 4A DU PARC À RÉSIDUS (SNC-LAVALIN, 2023D)
ARGILE CONSOLIDÉE	16,5	-	0,2 (MIN 30 kPa)	
TILL	20,0	33	-	
TOURBE	9,0	14	-	
SABLE COMPACTÉ	20,0	30	-	
RÉSIDUS	18,5	30	-	
ENROCHEMENT 0-600 mm	22,5	40	-	
GÉOMEMBRANE	0,1	25	-	
ROC	IMPÉNÉTRABLE			

Notes :
(1) Résistance minimale obtenue à partir des essais in situ (CPTu et scissomètre).

6. Résultats

Divers scénarios ont été analysés dans des conditions statiques et pseudo-statiques afin d'évaluer la stabilité des digues d'amorce et de la pile de résidus. Les résultats des analyses de stabilité sont présentés dans le **Tableau 6-1** ci-dessous. Des figures illustrant les résultats sont également disponibles à l'Annexe A.

Tableau 6-1 : Résultats des analyses de stabilité

Section	Élévation du PAR (au-dessus du niveau de la mer) (m)	Analyse	Type de rupture	Facteur de sécurité requis	Facteur de sécurité obtenu	Figure (Annexe A)
NORD	260	STATIQUE	CIRCULAIRE	1,5	2,3	A-1
		PSEUDO-STATIQUE	CIRCULAIRE	1,1	2,0	A-2
	275	STATIQUE	CIRCULAIRE	1,5	2,3	A-3
		PSEUDO-STATIQUE	CIRCULAIRE	1,1	2,0	A-4
OUEST	275	STATIQUE	CIRCULAIRE	1,5	1,8	A-5
			COMPOSITE	1,5	1,5	A-6
		PSEUDO-STATIQUE	CIRCULAIRE	1,1	1,6	A-7
			COMPOSITE	1,1	1,3	A-8
SUD	275	STATIQUE	CIRCULAIRE	1,5	2,7	A-9
		PSEUDO-STATIQUE	CIRCULAIRE	1,1	2,3	A-10
EST	275	STATIQUE	CIRCULAIRE	1,5	1,9	A-11
			COMPOSITE	1,5	1,6	A-12
		PSEUDO-STATIQUE	CIRCULAIRE	1,1	1,6	A-13
			COMPOSITE	1,1	1,3	A-14

Les digues d'amorce et la pile de résidus respectent les facteurs de sécurité requis pour une élévation finale de 260 m asl et de 275 m asl.

7. Conclusion

Les analyses de stabilité effectuées ont permis d'évaluer la stabilité à la fin de l'exploitation de la phase 5 du PAR de la mine Éléonore. Les travaux prévus lors de cette nouvelle phase consistent à construire une digue d'amorce au nord. Cette nouvelle digue viendra se lier au PAR actuel aux extrémités ouest et est, soit au niveau des phases 1 et 4A.

Des analyses de stabilité ont aussi été effectuées au niveau des digues d'amorce existantes (à l'est, au sud et à l'ouest) pour vérifier la possibilité d'un rehaussement de la pile de résidus à une élévation finale de 275 m asl.

Pour l'expansion phase 5, les analyses indiquent que la nouvelle digue d'amorce et la pile de résidus sont stables et ne présentent pas de risque de rupture tant dans les conditions statiques que pseudo-statiques. À noter que les analyses devront être mises à jour à la suite de la campagne géotechnique prévue dans l'emprise de l'expansion phase 5.

De plus, un rehaussement de la pile de résidus à 275 m asl est envisageable. En effet, les analyses de stabilité effectuées sur les coupes est, sud et ouest indiquent que les digues d'amorce existantes et la pile de résidus sont stables et ne présentent pas de risque de rupture tant dans les conditions statiques que pseudo-statiques.

8. Références

Bray, J.D., & Travasarou, T. (2009). Pseudostatic Coefficient for Use in Simplified Seismic Slope Stability Evaluation. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 135, 1336-1340.

CDA (2013). Canadian Dam Association, Dam Safety Guidelines, rev. 2013.

CDA. (2015). CDA Revised Geotechnical Criteria. Association canadienne des barrages. Mémorandum par Small, A. et McLeod, H. Révision du bulletin sur les barrages miniers (ACB, 2014), octobre 2015.

CDA (2019a). Application of Dam Safety Guidelines to Mining Dams (2019 Edition). Association canadienne des barrages (Canadian Dam Association), Technical Bulletin previously published in 2014.

Geostudio inc. (2021). Geostudio 2021.3, version 11.2.0.22838.

MDDEP (2012). Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Directive 019 sur l'industrie minière, mars 2012.

MERN. (2017). Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec, Direction de la restauration des sites miniers, novembre 2017.

Nanometrics. (2022). Seismic Hazard Assessment for Tailings Storage Facilities at Mine Éléonore, Québec. June 2022.

Newmont Corporation, 2020. Tailings Storage Facility (TSF) Technical & Operations Standard. Document NO: NEM-TES-STA-017, 15 October 2020.

Newmont Corporation, 2023. Note de service-avis – Cartographie géologique et structurale – Phase 5. 01 novembre 2023.

SNC-Lavalin, 2022a*. Rapport factuel de l'investigation géotechnique 2022 dans la fondation du PAR*, 688666- 3300-4GER-0001_PB, Québec, Canada, décembre 2022.

SNC-Lavalin, 2022b. Suivi de l'instrumentation (juillet à septembre 2022), 688666-2300-4GER-0003_00, Québec, Canada, décembre 2022.

SNC-Lavalin, 2023a. *Analyse comparative des alternatives d'agrandissement du parc à résidus de la Mine Éléonore*. 697431-3000-40ER-0001_P0, Québec, Canada, novembre 2023.

SNC-Lavalin, 2023b. *Seismic study and 1d non-linear ground response analysis*. 689718-5000-4GER-0004_00-1D Analyses, Québec, Canada, mars 2023.

SNC-Lavalin, 2023c. *Phase 5_Aires d'entreposage et banc Bouchard de la Mine Éléonore Opinaca, Baie-James (Québec)* – Rapport factuel – Investigation géotechnique 2022-2023. 689718-9800-4GER-0001-PA. Décembre 2023.

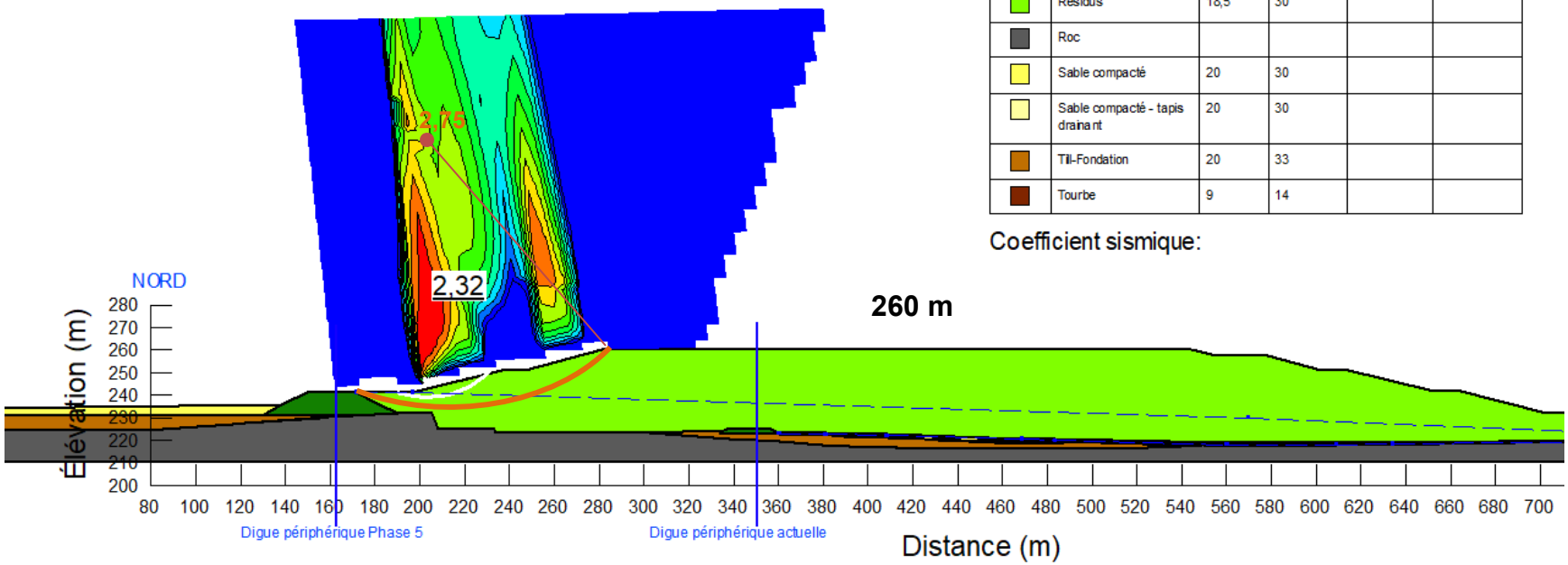
SNC-Lavalin, 2023d. *Analyse de stabilité pour les phases 3B et 4A du PA*R, 689718-5000-4GER-0001_00, Québec, Canada, janvier 2023.

ANNEXES

Annexe A. Résultats des analyses de stabilité

Color	Name	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	Minimum Strength (kPa)	Tau/Sigma Ratio
	Argile Naturelle-Fondation 0.16	16,5		30	0,16
	Enrochement - Digue	22,5	40		
	Géomembrane lisse	0,1	25		
	Résidus	18,5	30		
	Roc				
	Sable compacté	20	30		
	Sable compacté - tapis drainant	20	30		
	Till-Fondation	20	33		
	Tourbe	9	14		

Coefficient sismique:

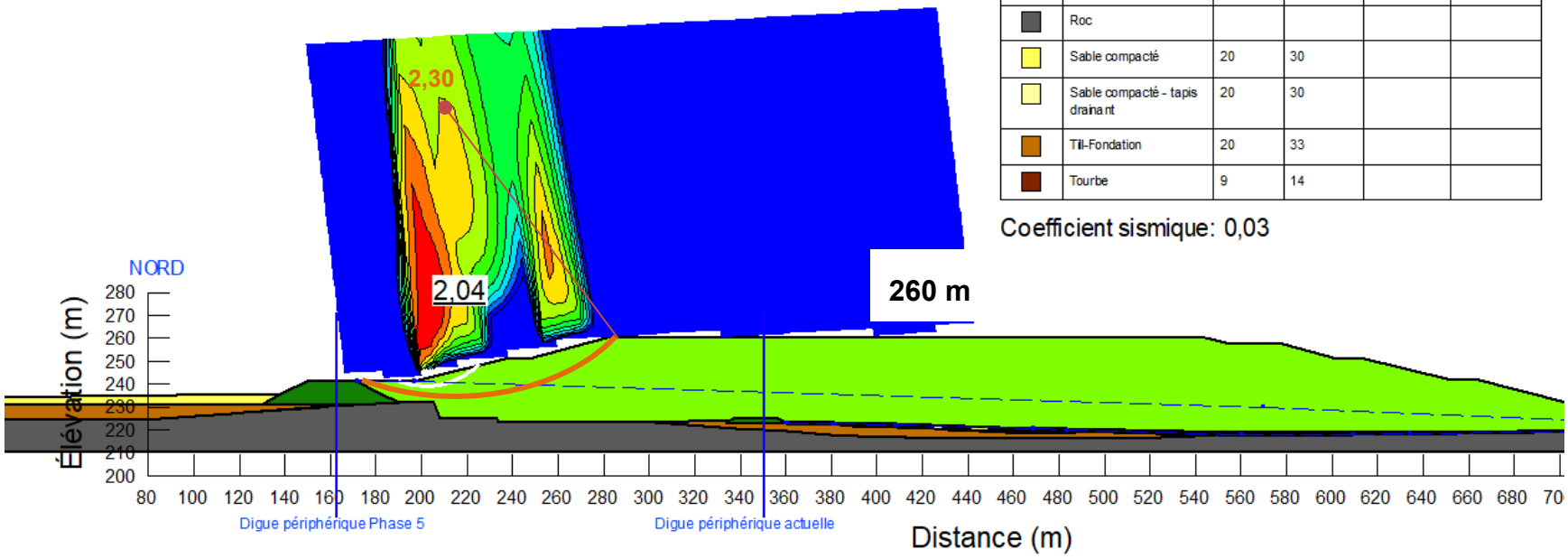


Nom de fichier: Section Phase 5_Nord.gsz
Nom d'analyse: 1-1: Statique
Répertoire: T:\proj\697431 Éléonore Phase 5 PFS\40_INGÉNIERIE\40EB_NOTES_DE_CALCUL\Analyses de stabilité\

Analyse : Statique – Long

Color	Name	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	Minimum Strength (kPa)	Tau/Sigma Ratio
	Argile Naturelle-Fondation 0.16 (20% loss)	16,5		24	0,16
	Enrochement - Digue	22,5	40		
	Géomembrane lisse	0,1	25		
	Résidus	18,5	30		
	Roc				
	Sable compacté	20	30		
	Sable compacté - tapis drainant	20	30		
	Till-Fondation	20	33		
	Tourbe	9	14		

Coefficient sismique: 0,03

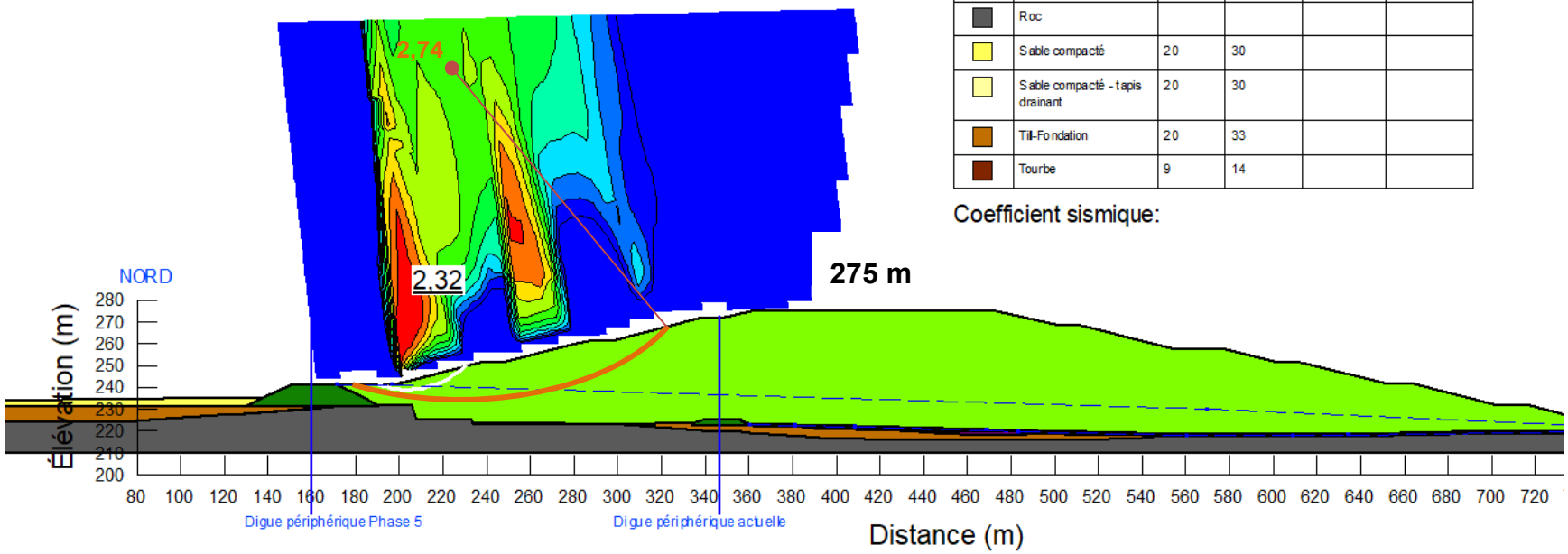


Nom de fichier: Section Phase 5_Nord.gsz
Nom d'analyse: 1-3: Pseudo-Statique (1:10 000)
Répertoire: T:\proj\697431 Éléonore Phase 5 PFS\40_INGÉNIERIE\40EB_NOTES_DE_CALCUL\Analyses de stabilité\

Analyse : Pseudo-statique

Color	Name	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	Minimum Strength (kPa)	Tau/Sigma Ratio
	Argile Naturelle-Fondation 0.16	16,5		30	0,16
	Enrochement - Digue	22,5	40		
	Géomembrane lisse	0,1	25		
	Résidus	18,5	30		
	Roc				
	Sable compacté	20	30		
	Sable compacté - tapis drainant	20	30		
	Till-Fondation	20	33		
	Tourbe	9	14		

Coefficient sismique:

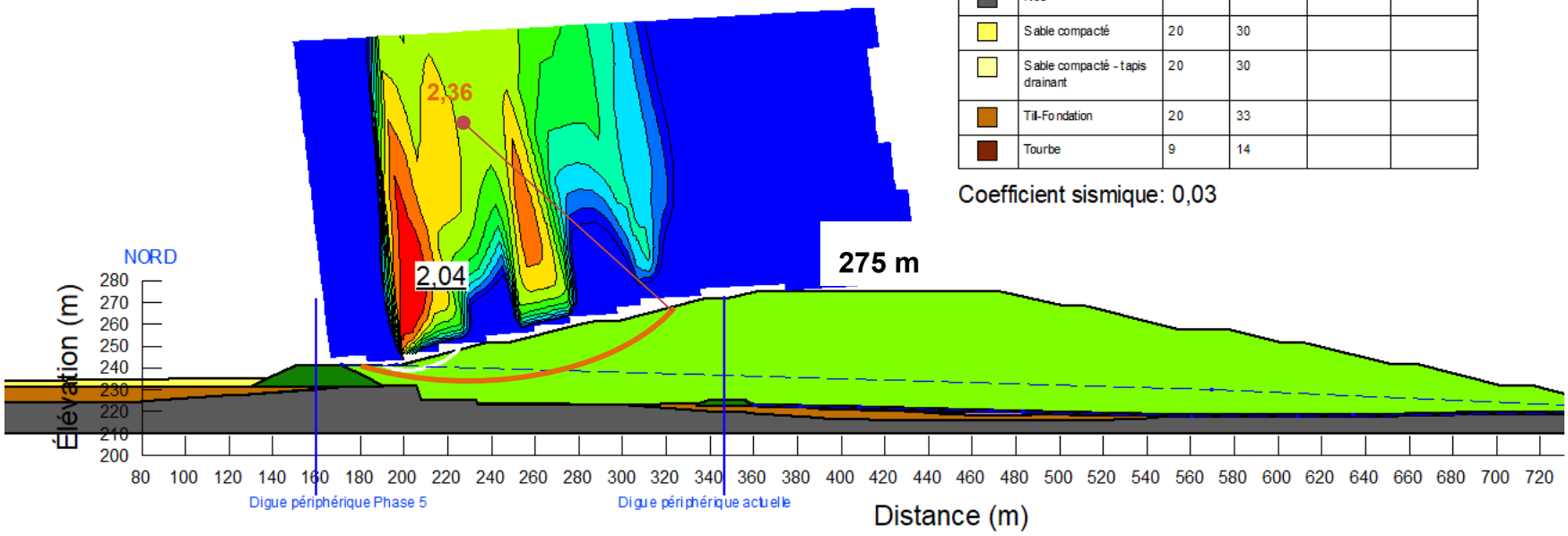


Nom de fichier: Section Phase 5_Nord.gsz
Nom d'analyse: 2-1: Statique
Répertoire: T:\proj\697431 Éléonore Phase 5 PFS\40_INGÉNIERIE\40EB_NOTES_DE_CALCUL\Analyses de stabilité\

Analyse : Statique – Long Terme

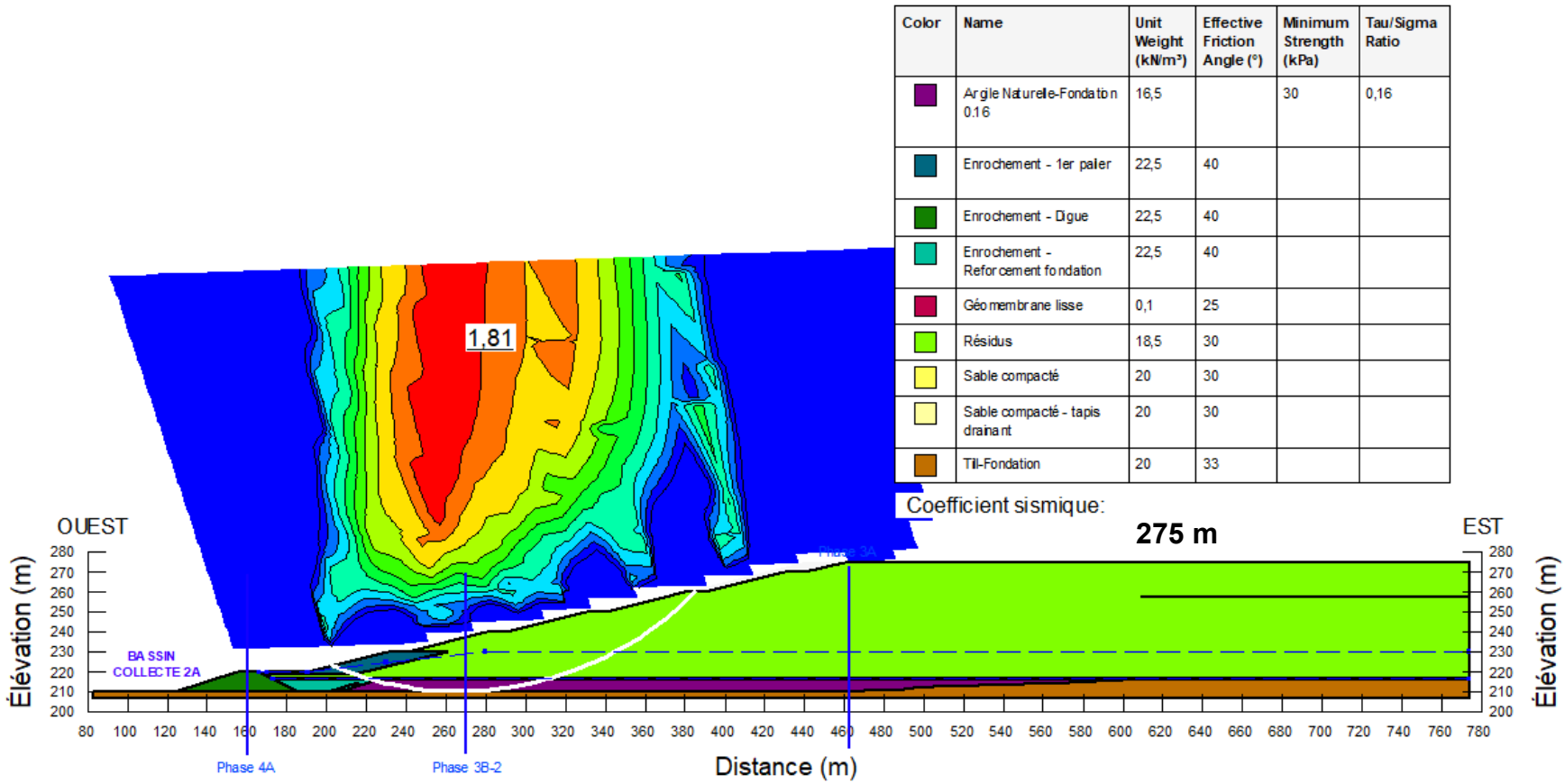
Color	Name	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	Minimum Strength (kPa)	Tau/Sigma Ratio
	Argile Naturelle-Fondation 0.16 (20% loss)	16,5		24	0,16
	Enrochement - Digue	22,5	40		
	Géomembrane lisse	0,1	25		
	Résidus	18,5	30		
	Roc				
	Sable compacté	20	30		
	Sable compacté - tapis drainant	20	30		
	Till-Fondation	20	33		
	Tourbe	9	14		

Coefficient sismique: 0,03



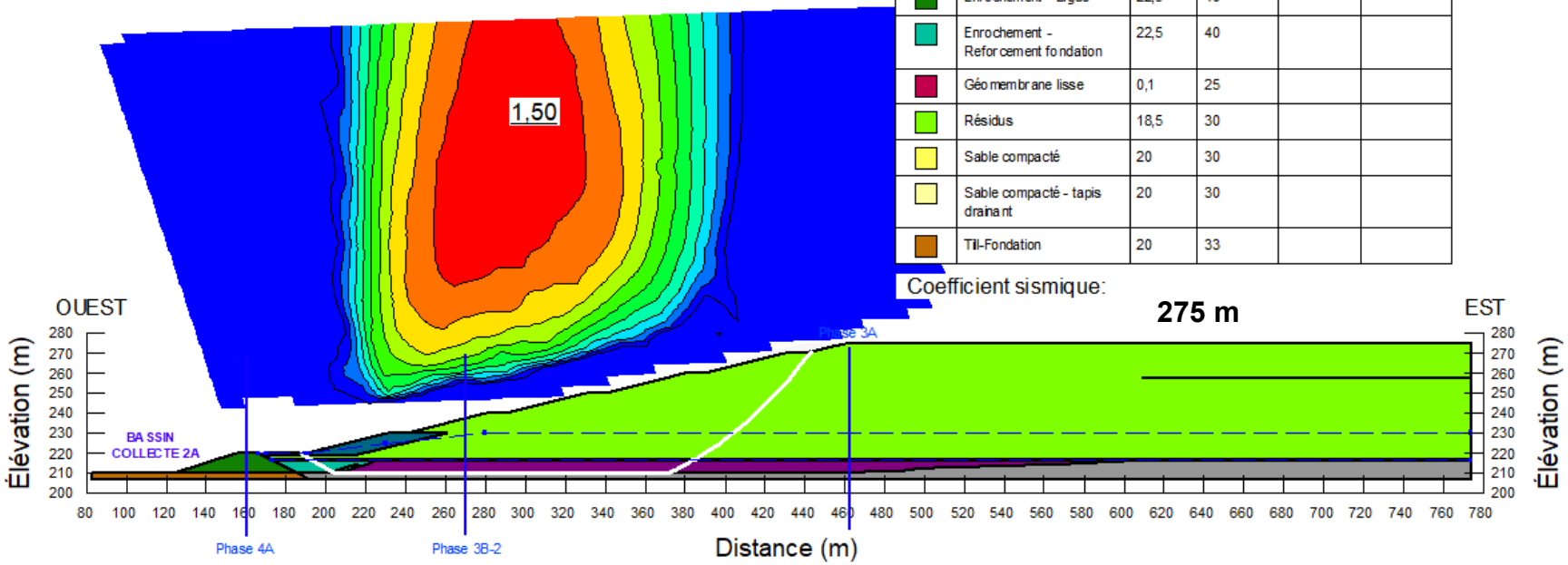
Nom de fichier: Section Phase 5_Nord.gsz
Nom d'analyse: 2-3: Pseudo-Statique (1:10 000)
Répertoire: T:\proj\697431 Éléonore Phase 5 PFS\40_INGÉNIERIE\40EB_NOTES_DE_CALCUL\Analyses de stabilité\

Analyse : Pseudo-statique



Analyse : Statique – Long Terme

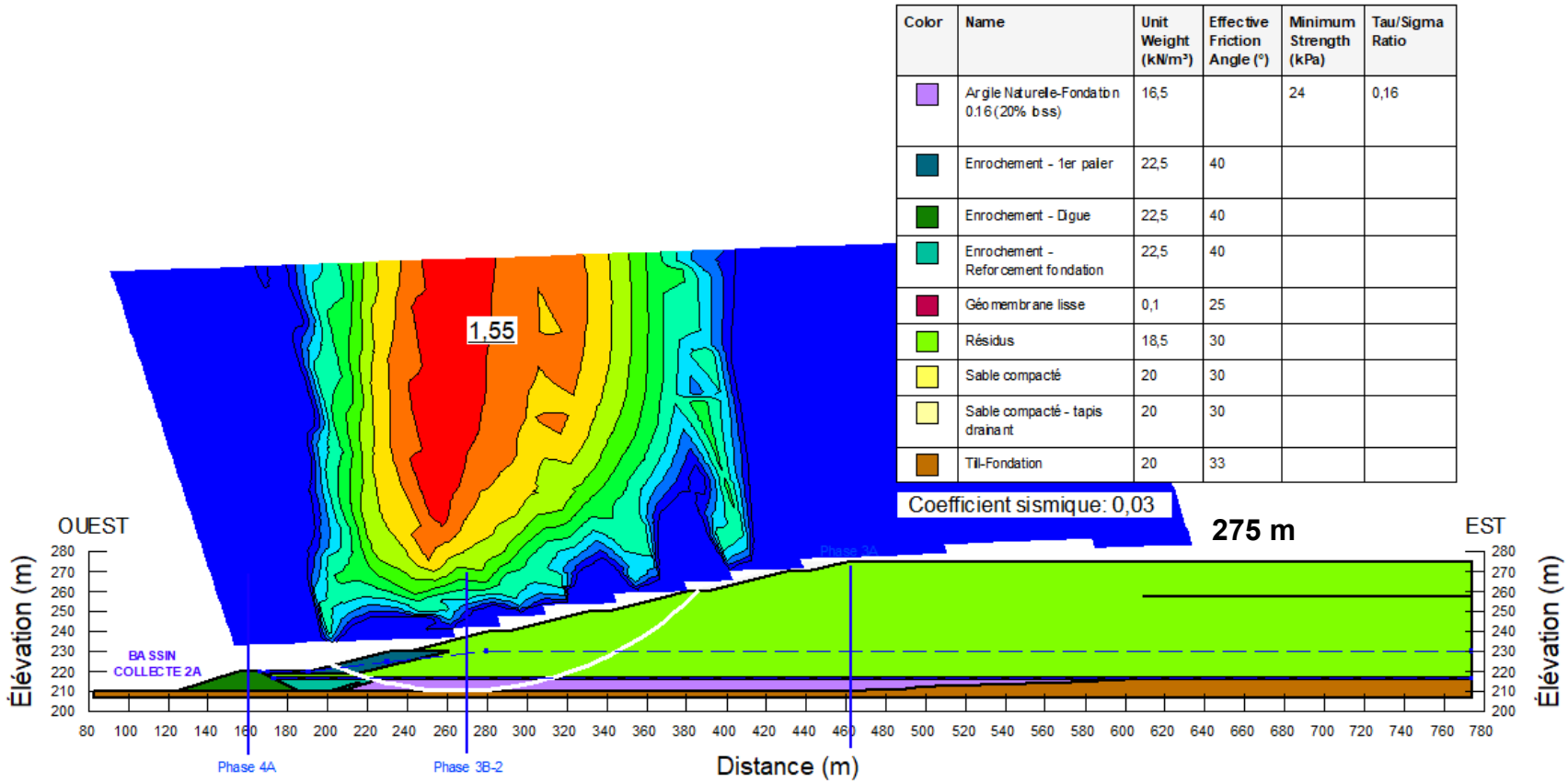
Color	Name	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	Minimum Strength (kPa)	Tau/Sigma Ratio
	Argile Naturelle-Fondation 0.16	16,5		30	0,16
	Couche impénétrable				
	Enrochement - 1er palier	22,5	40		
	Enrochement - Digue	22,5	40		
	Enrochement - Reforcement fondation	22,5	40		
	Géomembrane lisse	0,1	25		
	Résidus	18,5	30		
	Sable compacté	20	30		
	Sable compacté - tapis drainant	20	30		
	Till-Fondation	20	33		



Nom de fichier: Section Phase 5_Ouest.gsz
Nom d'analyse: 2-2 Statique imp
Répertoire: T:\proj\697431 Éléonore Phase 5 PFS\40_INGÉNIERIE\40EB_NOTES_DE_CALCUL\Analyses de stabilité\

Rupture composite

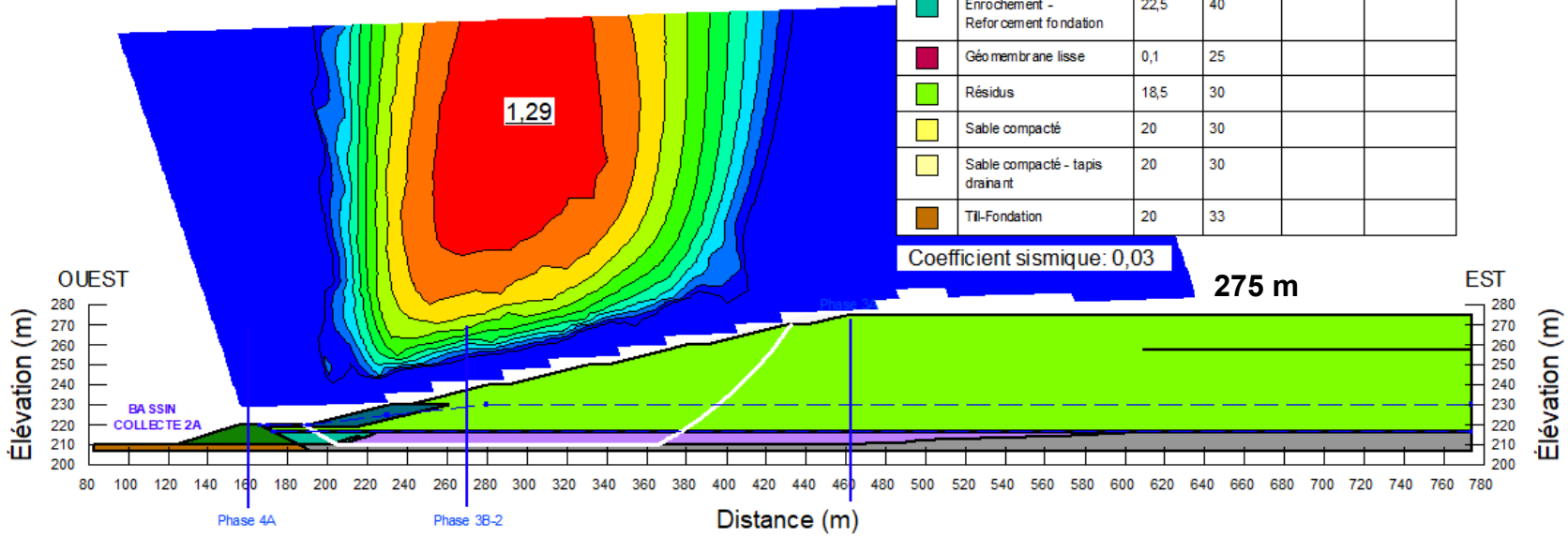
Analyse : Statique – Long Terme



Nom de fichier: Section Phase 5_Ouest.gsz
Nom d'analyse: 2-3: Pseudo-Statique (1:10 000)
Répertoire: T:\proj\697431 Éléonore Phase 5 PFS\40_INGÉNIERIE\40EB_NOTES_DE_CALCUL\Analyses de stabilité\

Analyse : Pseudo-statique

Color	Name	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	Minimum Strength (kPa)	Tau/Sigma Ratio
	Argile Naturelle-Fondation 0.16 (20% bss)	16,5		24	0,16
	Couche impénétrable				
	Enrochement - 1er palier	22,5	40		
	Enrochement - Digue	22,5	40		
	Enrochement - Reforcement fondation	22,5	40		
	Géomembrane lisse	0,1	25		
	Résidus	18,5	30		
	Sable compacté	20	30		
	Sable compacté - tapis drainant	20	30		
	Till-Fondation	20	33		

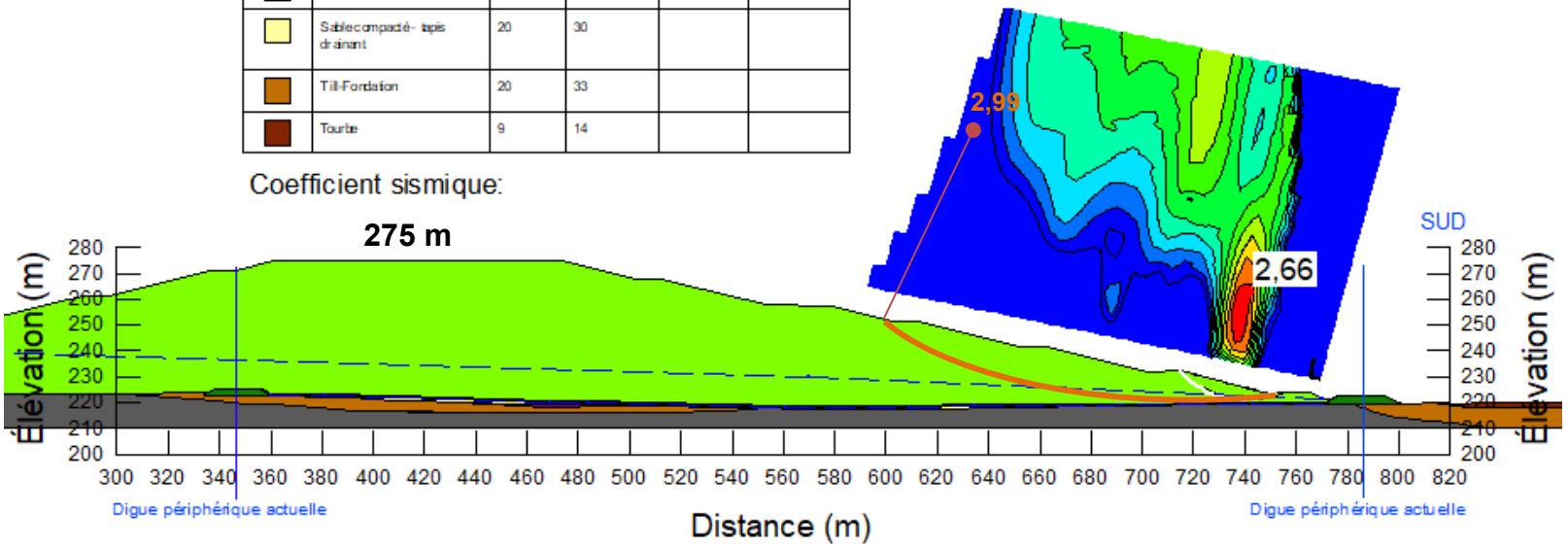


Nom de fichier: Section Phase 5_Ouest.gsz
Nom d'analyse: 2-4: Pseudo-Statique imp (1:10 000)
Répertoire: T:\proj\697431 Éléonore Phase 5 PFS\40_INGÉNIERIE\40EB_NOTES_DE_CALCUL\Analyses de stabilité\

Rupture composite

Analyse : Pseudo-statique

Color	Name	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	Minimum Strength (kPa)	Tau/Sigma Ratio
	Argile Naturelle-Fondation 0.16	16,5		30	0,16
	Enrochement - Digue	22,5	40		
	Géomembrane lisse	0,1	25		
	Résidus	18,5	30		
	Roc				
	Sable compacté	20	30		
	Sable compacté - tapis drainant	20	30		
	Till-Fondation	20	33		
	Tourbe	9	14		

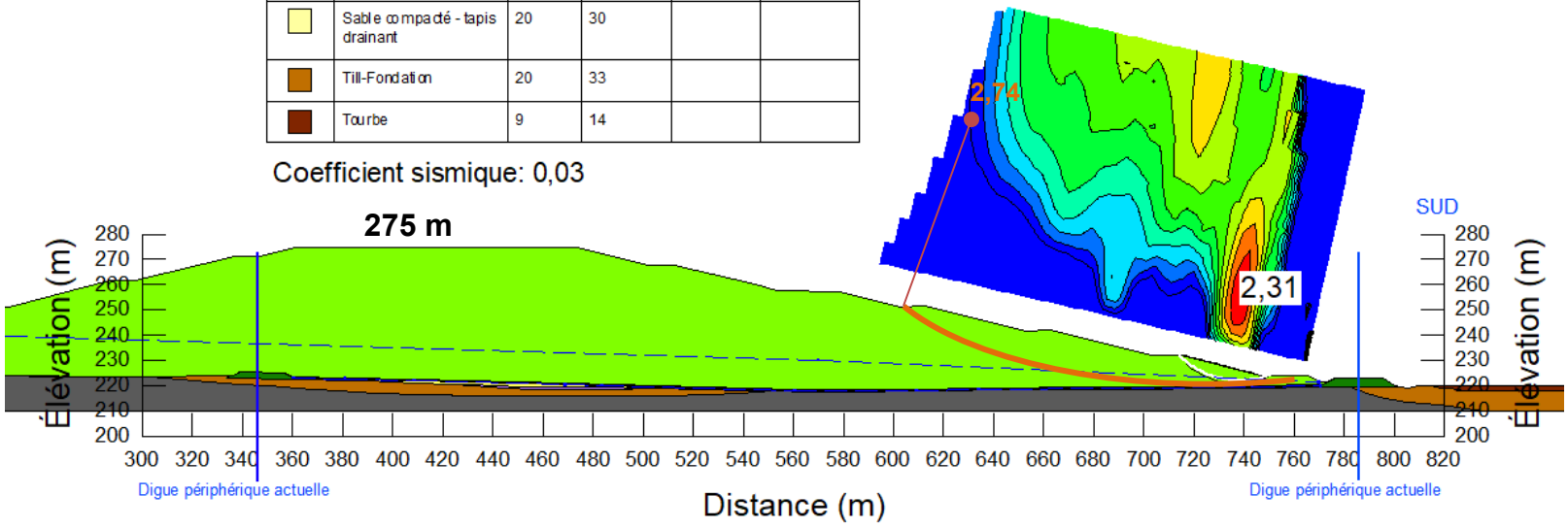


Nom de fichier: Section Phase 5_Sud.gsz
Nom d'analyse: 2-1: Statique

Analyse : Statique – Long Terme

Color	Name	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	Minimum Strength (kPa)	Tau/Sigma Ratio
	Argile Naturelle-Fondation 0.16 (20% loss)	16,5		24	0,16
	Enrochement- Digue	22,5	40		
	Géomembrane lisse	0,1	25		
	Résidus	18,5	30		
	Roc				
	Sable compacté	20	30		
	Sable compacté - tapis drainant	20	30		
	Till-Fondation	20	33		
	Tourbe	9	14		

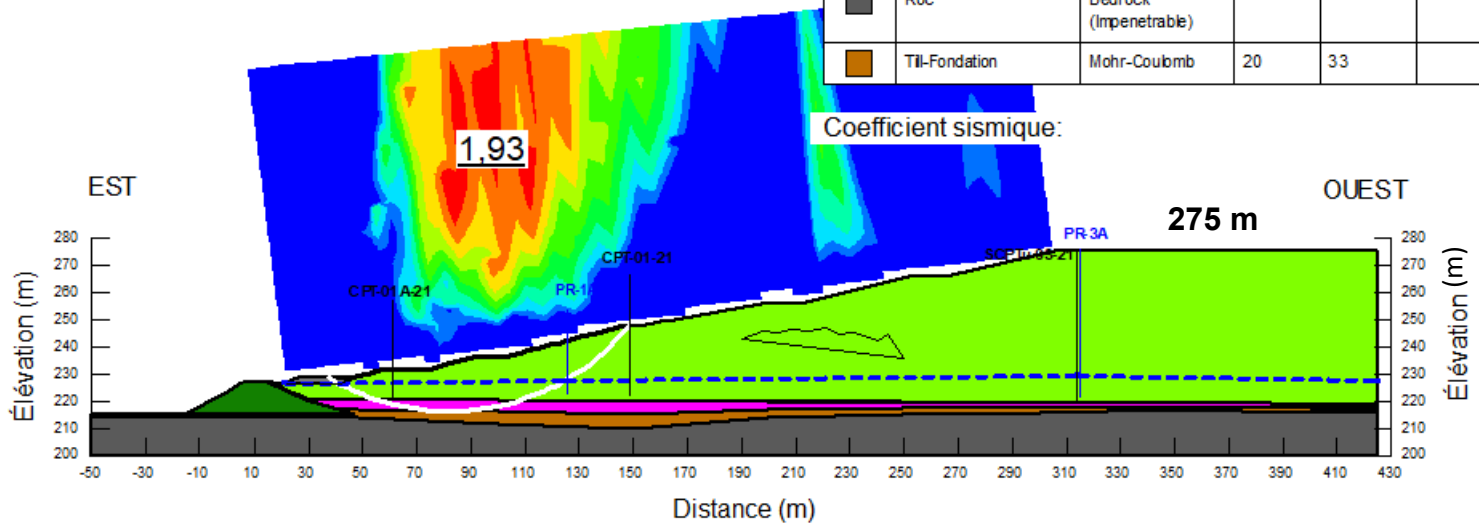
Coefficient sismique: 0,03



Nom de fichier: Section Phase 5_Sud.gsz
Nom d'analyse: 2-3: Pseudo-Statique (1:10 000)
Répertoire: T:\proj\697431 Éléonore Phase 5 PFS\40_INGÉNIERIE\40EB_NOTES_DE_CALCUL\Analyses de s

Analyse : Pseudo-statique

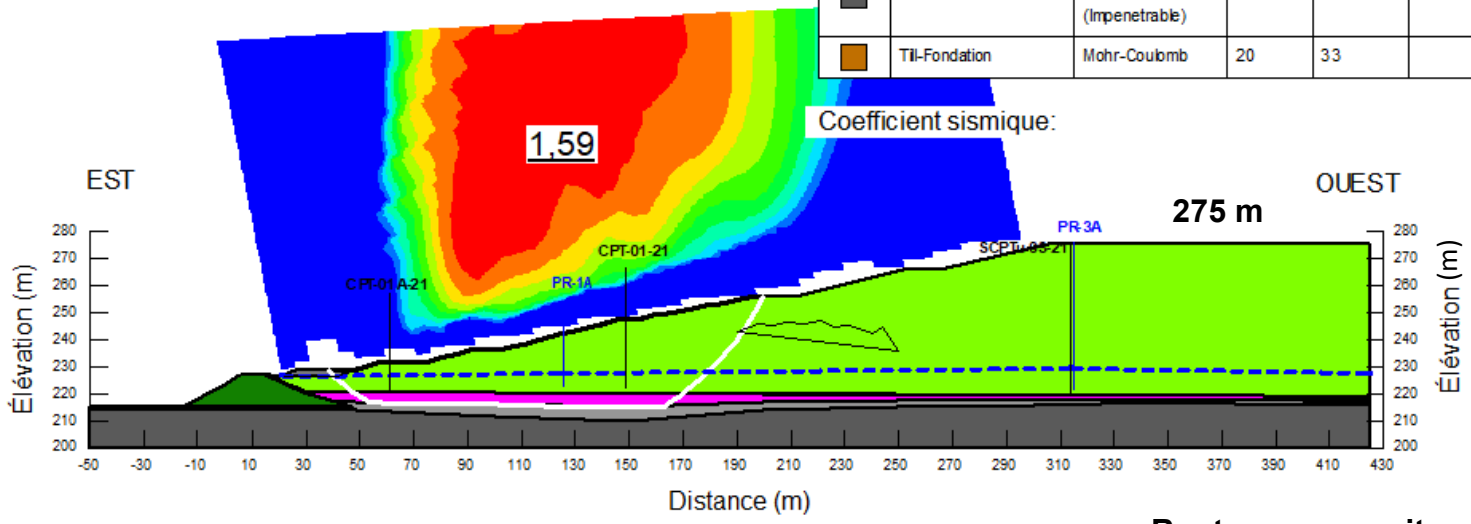
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	Minimum Strength (kPa)	Tau/Sigma Ratio
	Argile Naturelle-Fondation 0.2	SHANSEP	16,5		30	0,2
	Enrochement - Digue	Mohr-Coulomb	22,5	40		
	Enrochement - Remblai	Mohr-Coulomb	22,5	40		
	Géomembrane lisse	Mohr-Coulomb	0,1	25		
	Résidus	Mohr-Coulomb	18,5	30		
	Roc	Bedrock (Impenetrable)				
	Till-Fondation	Mohr-Coulomb	20	33		



Nom de fichier: Section Phase 5_Est.gsz
Nom d'analyse 3-1: Statique
Répertoire: T:\proj\697431 Éléonore Phase 5 PFS\40_INGÉNIERIE\40EB_NOTES_DE_CALCUL\Analyses de stabilité\

Analyse : Statique – Long Terme

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	Minimum Strength (kPa)	Tau/Sigma Ratio
	Argile Naturelle-Fondation 0.2	SHANSEP	16,5		30	0,2
	Couche impénétrable	Bedrock (Impenetrable)				
	Enrochement - Digue	Mohr-Coulomb	22,5	40		
	Enrochement - Remblai	Mohr-Coulomb	22,5	40		
	Géomembrane lisse	Mohr-Coulomb	0,1	25		
	Résidus	Mohr-Coulomb	18,5	30		
	Roc	Bedrock (Impenetrable)				
	Till-Fondation	Mohr-Coulomb	20	33		

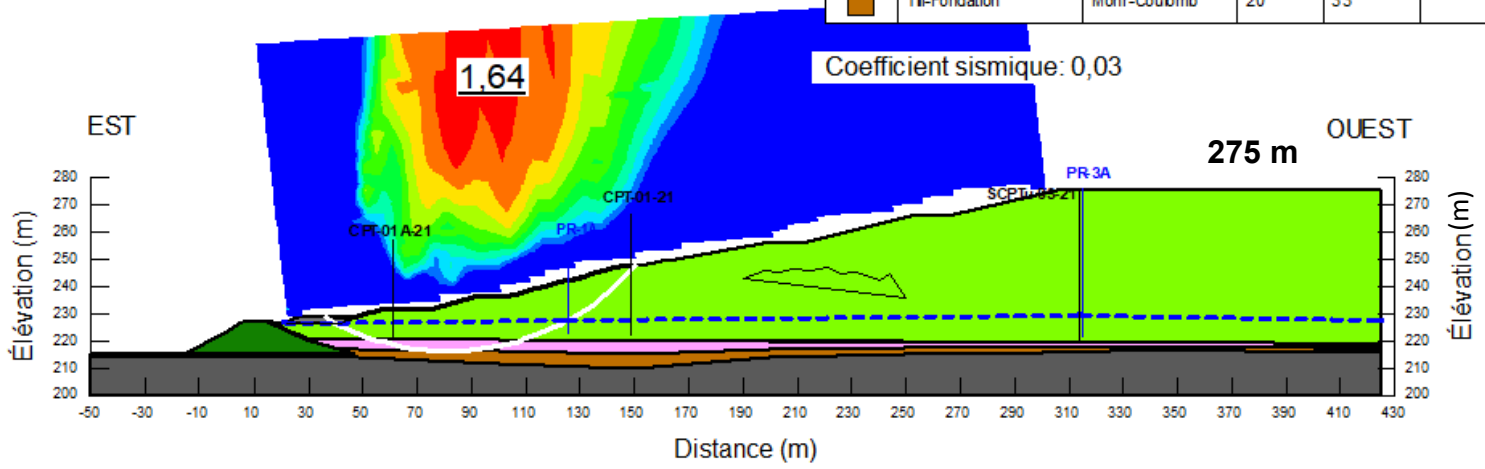


Nom de fichier: Section Phase 5_Est.gsz
Nom d'analyse: 3-2: Statique imp
Répertoire: T:\proj\697431 Éléonore Phase 5 PFS\40_INGÉNIERIE\40EB_NOTES_DE_CALCUL\Analyses de stabilité\

Rupture composite

Analyse : Statique – Long Terme

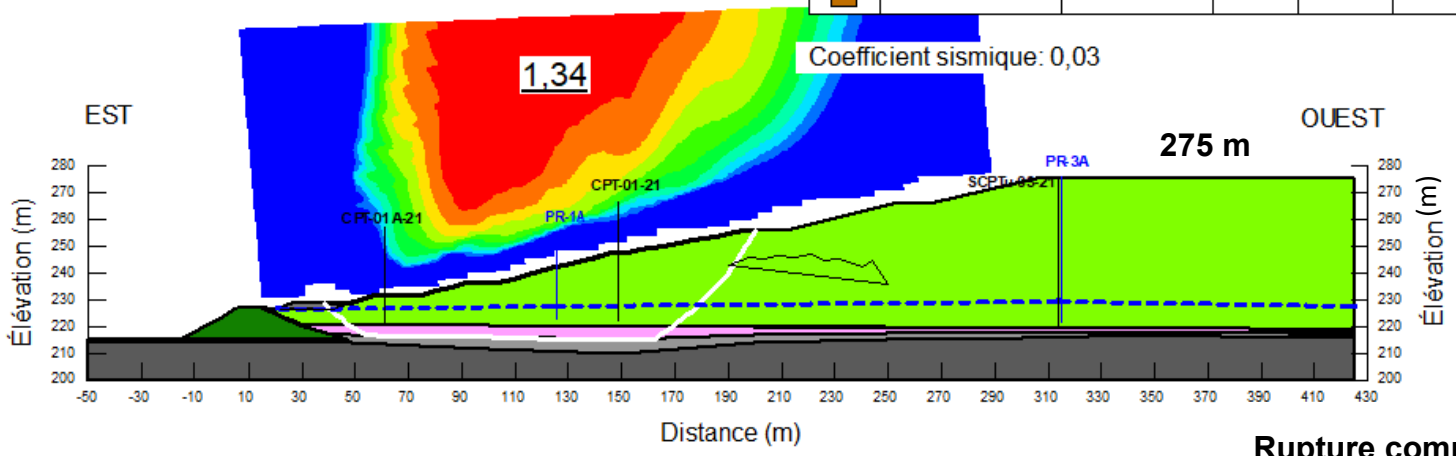
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	Minimum Strength (kPa)	Tau/Sigma Ratio
	Argile Naturelle-Fondation 0.2 (20% loss)	SHANSEP	16,5		24	0,2
	Enrochement - Digue	Mohr-Coulomb	22,5	40		
	Enrochement - Remblai	Mohr-Coulomb	22,5	40		
	Géomembrane lisse	Mohr-Coulomb	0,1	25		
	Résidus	Mohr-Coulomb	18,5	30		
	Roc	Bedrock (Impenetrable)				
	Till-Fondation	Mohr-Coulomb	20	33		



Nom de fichier: Section Phase 5_Est.gsz
Nom d'analyse: 3-3: Pseudo-Statique (1:10 000)
Répertoire: T:\proj\697431 Éléonore Phase 5 PFS\40_INGÉNIERIE\40EB_NOTES_DE_CALCUL\Analyses de stabilité\

Analyse : Pseudo-statique

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	Minimum Strength (kPa)	Tau/Sigma Ratio
	Argile Naturelle-Fondation 0.2 (20% loss)	SHANSEP	16,5		24	0,2
	Couche impénétrable	Bedrock (Impenetrable)				
	Enrochement - Digue	Mohr-Coulomb	22,5	40		
	Enrochement - Remblai	Mohr-Coulomb	22,5	40		
	Géomembrane lisse	Mohr-Coulomb	0,1	25		
	Résidus	Mohr-Coulomb	18,5	30		
	Roc	Bedrock (Impenetrable)				
	Till-Fondation	Mohr-Coulomb	20	33		



Nom de fichier: Section Phase 5_Est.gsz
Nom d'analyse: 3-4: Pseudo-Statique imp (1:10000)
Répertoire: T:\proj\697431 Éléonore Phase 5 PFS\40_INGÉNIERIE\40EB_NOTES_DE_CALCUL\Analyses de stabilité\

Rupture composite

Analyse : Pseudo-statique



AtkinsRéalis

Minéraux et Métaux

© AtkinsRéalis sauf indication contraire

ATKINSREALIS - Sensible

Annexe D. Caractérisation du massif rocheux – Éléonore Phase 5

AtkinsRéalis	NOTE TECHNIQUE CARACTÉRISATION DU MASSIF ROCHEUX – ÉLÉONORE PHASE 5		
	No de document :	**Rev.**	**Date :**
	697431-4200-4GER-0001	00	6 février 2024

Titre du document : **CARACTÉRISATION DU MASSIF ROCHEUX – ÉLÉONORE PHASE 5**

Client : **NEWMONT CORPORATION – MINE ÉLÉONORE**

Projet : **INGÉNIERIE ET ÉTUDES POUR LA PHASE 5 DU PARC À RÉSIDUS DE LA MINE ÉLÉONORE**

Préparé par : Yassir Marrah, ing., M.A.Sc
#OIQ :6042790

Mohammadhashem (Afshin) Arabzadeh, ing., M.Sc.
#OIQ :5094657

Révisé par : Amir Hossein Zamani, ing., M.Sc.
#OIQ :5021566

Approuvé par : Geneviève Marchand, ing., M.Sc., PMP
#OIQ :127590

Avis

Ce document fait état de l'opinion professionnelle de AtkinsRéalis (« AtkinsRéalis ») quant aux sujets qui y sont abordés. Son opinion a été formulée en se basant sur ses compétences professionnelles en la matière et avec les précautions qui s'imposent. Le document doit être interprété dans le contexte de la convention en date du 24 juillet 2023 (la « Convention ») intervenue entre AtkinsRéalis et Newmont (le « Client »), ainsi que de la méthodologie, des procédures et des techniques utilisées, des hypothèses de AtkinsRéalis ainsi que des circonstances et des contraintes qui ont prévalu lors de l'exécution de ce mandat. Ce document n'a pour raison d'être que l'objectif défini dans la Convention et est au seul usage du Client, dont les recours sont limités à ceux prévus dans la Convention. Il doit être lu comme un tout, à savoir qu'une portion ou un extrait isolé ne peut être pris hors contexte.

En préparant ses estimations, le cas échéant, AtkinsRéalis a suivi une méthode et des procédures et pris les précautions appropriées au degré d'exactitude visé, en se basant sur ses compétences professionnelles en la matière et avec les précautions qui s'imposent, et est d'opinion qu'il y a une forte probabilité que les valeurs réelles seront compatibles aux estimations. Cependant, l'exactitude de ces estimations ne peut être garantie. À moins d'indication contraire expresse, AtkinsRéalis n'a pas contre-vérifié les hypothèses, données et renseignements en provenance d'autres sources (dont le Client, les autres consultants, laboratoires d'essai, fournisseurs d'équipements, etc.) et sur lesquelles est fondée son opinion. AtkinsRéalis n'en assume nullement l'exactitude et décline toute responsabilité à leur égard.

Dans toute la mesure permise par les lois applicables, AtkinsRéalis décline en outre toute responsabilité envers le Client et les tiers en ce qui a trait à l'utilisation (publication, renvoi, référence, citation ou diffusion) de tout ou partie du présent document, ainsi que toute décision prise ou action entreprise sur la foi dudit document.

Liste des révisions

#	Prép.	Rév.	App.	Date	Pages	Remarques
PB	YM/AA	AZ	GM	16/01/2024		Pour commentaires - Client
00	YM/AA	AZ	GM	06/02/2024		Émission de la version finale

Table des matières

1. Introduction 1

1.1 Mise en contexte 1

1.2 Localisation du projet 2

1.3 Sources de données et références 3

2. Objectifs 3

3. Cadre géologique 4

3.1 Géologie régionale 4

4. Ingénierie géologique 5

4.1 Investigation géotechnique 5

4.1.1 L'indice RQD 7

4.1.2 Propriétés de la roche intacte 8

4.2 Paramètres structurales géologiques 9

4.2.1 Structures majeures et discontinuité 9

4.2.2 Espacement des joints 11

4.2.3 Caractéristiques de frottement des joints 12

4.2.4 Les indices Jr et Ja 13

4.2.5 L'indice Jw 14

4.2.6 L'indice Jn 15

4.2.7 Angle de frottement des discontinuités 15

4.3 Classification de la masse rocheuse 16

4.3.1 L'indice RMR_{89} (Rock Mass Rating) 16

4.3.2 L'indice GSI (Geological Strength Index) 18

5. Analyses cinématiques 18

5.1 Série 1: Tous les joints 19

5.2 Série 2: Les discontinuités principaux 21

6. Conclusions 22

7. Référence 23

Les tableaux

Tableau 1-1: Liste des documents servant de données d'entrée 3
Tableau 4-1: Coordonnées, élévation et longueur des forages réalisés 6
Tableau 4-2 : Résultats des essais de charge ponctuelle et Uniaxial 9
Tableau 4-3: Caractéristiques des familles de discontinuité 11
Tableau 4-4: Estimation des valeurs de l'indice Jn 15
Tableau 4-5: Estimation de l'angle de friction des discontinuités 15
Tableau 4-6: Estimation de l'indice RMR 17
Tableau 5-1: Résultats des analyses cinématiques – Série 1 20
Tableau 5-2: Résultats des analyses cinématiques – Série 2 21

Les figures

Figure 1-1: Localisation du PAR – Phase 5 2
Figure 3-1: Géologie régionale du site 4
Figure 4-1: Localisation des forages réalisés dans la campagne géotechnique de SNC-Lavalin en 2022-2023. 7
Figure 4-2: L'indice RQD - Résultats de l'analyse statistique 8
Figure 4-3: Stéréogramme des joints et discontinuités - Résultats de l'analyse structurale 10
Figure 4-4: Espacement des joints – Résultats de l'analyse statistique 11
Figure 4-5: Remplissage des joints – Résultats de l'analyse statistique 12
Figure 4-6: Ouverture des joints – Résultats de l'analyse statistique 12
Figure 4-7: l'indice de rugosité de joints: Jr - Résultats de l'analyse statistique 13
Figure 4-8: l'indice d'altération de joints: Ja - Résultats de l'analyse statistique 14
Figure 4-9: L'indice GSI - Résultats de l'analyse statistique 18
Figure 5-1: Pente existante des parois rocheuses dans le secteur de la phase 5 19

Les annexes

Annexe A. Relevés Géo-caméra et descriptions structurales

Annexe B. Newmont (2023). Note de service – Avis – Cartographie géologique et structurale – Phase 5

1. Introduction

1.1 Mise en contexte

La mine Éléonore, propriété de Newmont Corporation depuis 2020, est située sur le territoire de la Baie-James à environ 800 km au nord de la ville de Montréal. Cette mine est une exploitation aurifère en opération depuis octobre 2014, et se compose d'une mine d'or souterraine, une usine de traitement des eaux, une halde à stériles, un parc à résidus (PAR) conçue avec une capacité de stockage de 25 millions de tonnes métriques, un bassin de collecte, une route d'accès, une piste d'atterrissage et un camp.

Au début de l'opération en 2014, il avait été prévu de construire le PAR en quatre (4) phases de déposition. Les phases 1, 2, 3A et 3B sont déjà construites, tandis que la phase 4A du PAR, ainsi que l'agrandissement du bassin de collecte, sont en cours de construction. Le PAR incluant le phase 4A, atteindra sa capacité ultime à la fin de l'année 2026. Par conséquent, une phase 5 est envisagée afin de planifier l'entreposage des résidus miniers jusqu'à la cessation des opérations prévue en 2033.

À la suite du processus de sélection, l'agrandissement du PAR est prévu au côté nord du PAR actuel. L'emplacement projeté pour l'agrandissement du PAR englobe des buttes rocheuses importantes qui obligent des activités d'excavations pour la construction de la nouvelle phase du PAR. C'est pourquoi il est nécessaire de réaliser une étude de mécanique des roches pour caractériser le massif rocheux et analyser la stabilité des parois rocheuses pour les activités d'excavations qui auront lieux dans la zone de l'agrandissement projeté.

L'étude présentée dans cette note technique inclut une description des propriétés mécaniques du massif rocheux existant dans l'emprise projetée de la phase 5 du PAR sur la base des investigations géotechniques et géologiques disponibles.

ATKINSREALIS - Sensible

1.2 Localisation du projet

La localisation du PAR, ses installations et la zone d'agrandissement proposée (Phase 5) est présentée à la **Figure 1-1**. À la suite du processus de sélection, l'agrandissement de la phase 5 est prévu du côté nord du PAR actuel. L'agrandissement projeté couvrira environ une superficie d'environ 20 ha.



Figure 1-1: Localisation du PAR – Phase 5

1.3 Sources de données et références

Les données utilisées pour l'analyse dans cette note technique sont basées sur les documents et références représentés dans le **Tableau 1-1**.

Tableau 1-1: Liste des documents servant de données d'entrée

Auteur (année)	Titre du document et/ou description
SNC-Lavalin (2023)	Phase 5_Aires d'entreposage et banc Bouchard de la Mine Éléonore Opinaca, Baie-James (Québec) - Rapport factuel – Investigation géotechnique 2022-2023 N/Dossier n° : 689718 - N/Document n° : 689718-9800-4GER-0001-PA
Newmont (2023)	Note de service technique - Cartographie géologique Phase 5 – 01 novembre 2023.
Newmont (2023)	Données des structures géologiques - transmises dans un fichier Excel intitulé: ELE_PAR_P5_Structure et reçu par courriel de la part de William Fresser le 05-11-2023
Ministère des Ressources naturelles et des Forêts (2023)	SIGEOM : Système d'information géominière – 2023

2. Objectifs

Les principaux objectifs de cette étude sont d'évaluer les paramètres géomécaniques de la masse rocheuse dans le secteur de la phase 5 du PAR et de recommander en conséquence les critères de conception de la pente d'excavation pour le dynamitage du roc prévu pour l'agrandissement du PAR de la mine Éléonore. Le travail rapporté dans cette note technique est effectué à un niveau de conception de préfaisabilité.

3. Cadre géologique

La section suivante décrit la géologie régionale et la sismicité du site du PAR de la mine Éléonore et l'emprise projetée de la phase 5 d'agrandissement.

3.1 Géologie régionale

La propriété Éléonore repose sur des formations de la province du Supérieur du Bouclier canadien, plus précisément sur une intrusion distincte de tonalite-diorite d'un diamètre d'environ 10 km, entre la sous province métasédimentaire d'Opinaca et la sous-province volcano-plutonique archéenne de La Grande. La **Figure 3-1** montre les différentes provinces du Bouclier Canadian ainsi que l'emplacement du site d'étude, qui est situé dans la province du Supérieur.

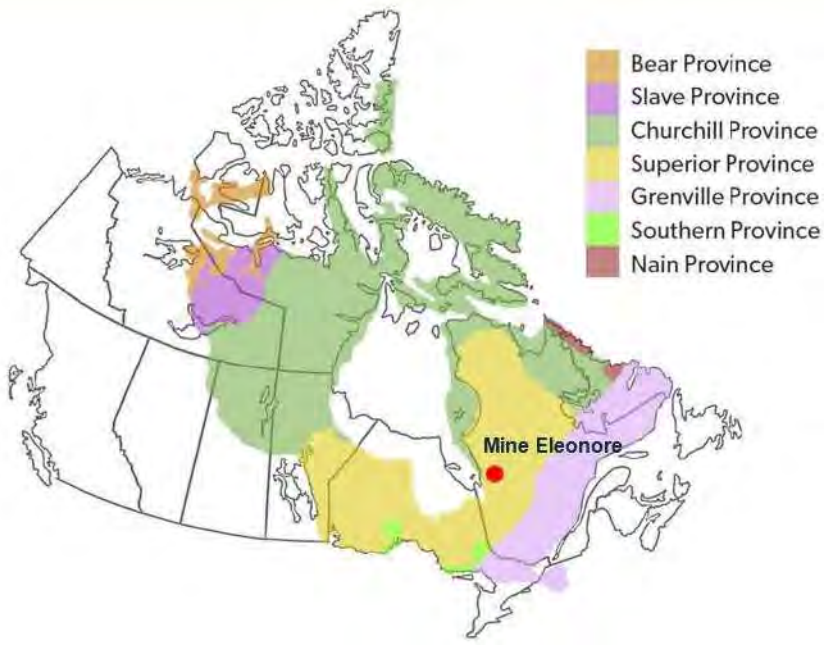


Figure 3-1: Géologie régionale du site

La lithostratigraphie de la région peut être décrite comme une suite de quatre (4) cycles volcaniques recouverts de roches sédimentaires, le tout composant la sous-province de La Grande. Par ailleurs, la formation Auclair, un cycle sédimentaire plus récent constitué principalement de paragneiss, forme la sous-province d'Opinaca. Partout dans la région, la roche supracrustale est injectée par une succession synvolcanique, syntectonique et post ou tarditectonique de tonalite-trondhjemite-granodiorite (SRK, 2007).

Trois (3) événements de déformation, confirmés par des études géologiques sporadiques, caractérisent la structure de la géologie régionale. On trouve des degrés de métamorphisme variant entre les faciès schistes verts et amphibolites. De plus, le degré d'intensité du métamorphisme atteint le faciès granulite près du centre du bassin d'Opinaca (SRK, 2007).

L'emprise projetée de la phase 5 du PAR, contient deux crêtes rocheuses orientées Est-Ouest qui enclavent la vallée où sera construite la phase 5. Les principales roches répertoriées sont de la pegmatite rose avec, localement, des intrusions de wacke.

4. Ingénierie géologique

La section suivante fournit un bref résumé de la dernière investigation géotechnique réalisée par SNC-Lavalin en 2022-2023 (N/Dossier n° : 689718 - N/Document n° : 689718-9800-4GER-0001-PA) ainsi qu'une description détaillée des propriétés mécaniques du massif rocheux et des discontinuités retrouvées au sein du roc dans l'emprise projetée de la phase 5 du PAR de la mine Éléonore.

4.1 Investigation géotechnique

Le roc dans l'emprise projetée de la phase 5 du PAR de la mine Éléonore a été échantillonné dans l'investigation géotechnique réalisée par SNC-Lavalin en 2022 et 2023 dans sept (7) forages géotechniques et ce, F22-P5-02, F-22-P5-05, F-22-P5-07, F-23-P5-02, F-23-P5-03, F-23-P5-04 et F-23-P5-05. Des relevés de Géo-caméra acoustique et optique ont été réalisés dans trois forages qui sont : F-22-P5-02, F-22-P5-07 et F-23-P5-05, afin de mesurer l'orientation des discontinuités et d'observer les caractéristiques des lithologies et des fissures recoupées par les forages (direction du pendage, pendage, épaisseur, ouverture, etc.). Les relevés Géo-caméra ainsi que leurs descriptions structurales sont joints à l'**annexe A**.

Le **Tableau 4-1** présente les coordonnées géodésiques (x et y) et le niveau du sol (z) des forages réalisés.

Tableau 4-1: Coordonnées, élévation et longueur des forages réalisés

Secteur	Forage n°	Coordonnées UTM 18 NAD83 (m)		Élévation (m)	Profondeur du forage (m)
		X	Y		
Forages 2022					
Phase 5 expansion du PAR	F-22-P5-02	423 824,35	5 841 254,70	245,21	22,63
	F-22-P5-05	423 615,63	5 841 099,66	234,42	10,97
	F-22-P5-07	424 000,18	5 841 305,61	248,59	24,59
Forages 2023					
Phase 5 expansion du PAR	F-23-P5-02	423 427,98	5 841 012,00	231,33	10,08
	F-23-P5-03	423 231,05	5 840 827,59	223,22	10,24
	F-23-P5-04	423 483,94	5 841 152,50	235,45	11,17
	F-23-P5-05	424 126,78	5 841 357,87	249,03	23,09

La localisation des forages réalisés ainsi que l'emprise approximative de l'agrandissement projeté sont présentées dans la **Figure 4-1**.

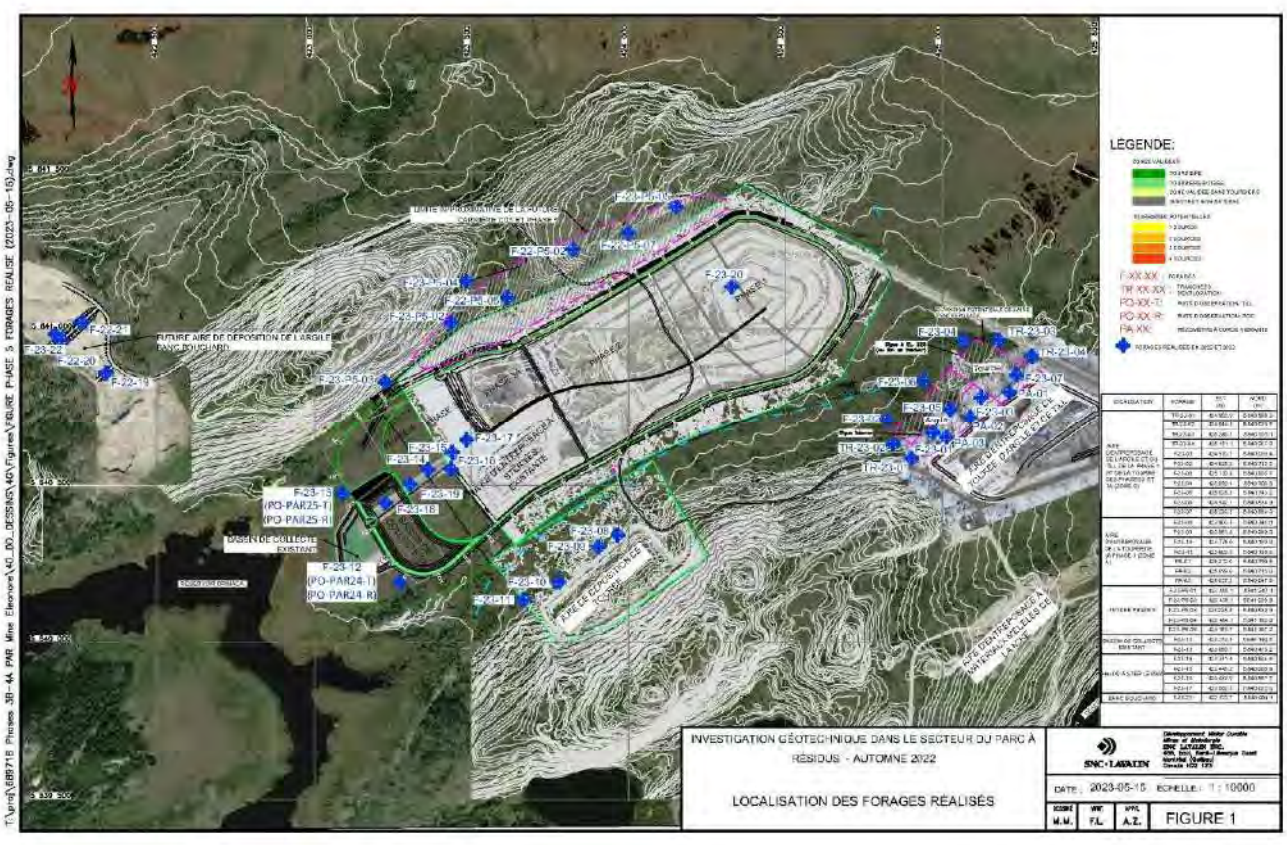


Figure 4-1: Localisation des forages réalisés dans la campagne géotechnique de SNC-Lavalin en 2022-2023.

4.1.1 L'indice RQD

L'indice de désignation de la qualité du roc « RQD » a été estimé à partir des carottes du roc collectées des forages géotechniques réalisés. Un traitement statistique a été effectué sur l'ensemble des données RQD en les regroupant par qualité de roche. Les résultats de l'analyse statistique réalisée sur l'ensemble des valeurs de RQD sont illustrés dans la **Figure 4-2**.

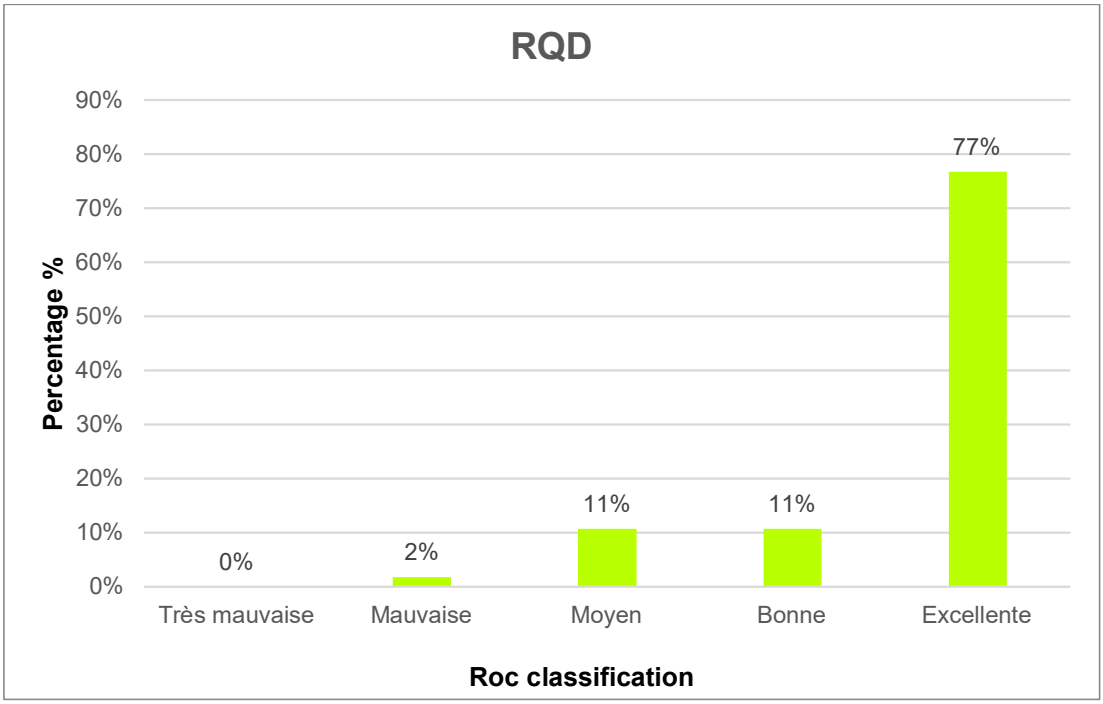


Figure 4-2: L'indice RQD - Résultats de l'analyse statistique

Sur la base de la relation entre les valeurs moyennes de RQD et la qualité de la masse rocheuse, proposée par Deere et al. (1988), les masses rocheuses dans l'emprise projetée de la phase 5 du PAR de la mine Éléonore seraient classées, en général, comme étant de qualité moyenne à excellente avec des valeurs de RQD allant de 50 % à 100 %. La majorité des valeurs des RQD traitées (77 % de la population statistique) sont supérieur à 90 % (excellente).

4.1.2 Propriétés de la roche intacte

Des tests de compression uniaxiale ont été réalisés sur des carottes de roc des forages F-22-P5-02, F-22-P5-07, F-23-P5-02 et F-23-P5-05 pour déterminer la résistance du roc intact. Les carottes testées sont principalement constituées de Pegmatite et de Wacke. De même des tests de charge ponctuelle axiaux ont été réalisés sur des carottes de roc des quatre forages mentionnés ci haut. Les résultats de ces essais sont présentés dans le **Tableau 4-2**.

Tableau 4-2 : Résultats des essais de charge ponctuelle et Uniaxial

Forage	Is (50)			UCS (MPa)		
	Valeur moyenne	Valeur minimum	Valeur maximum	Valeur moyenne	Valeur minimum	Valeur maximum
F-22-P5-02	8,5	6,2	11,9	149,3	143,0	157,0
F-22-P5-07	6,9	1,0	9,9	138,7	102,0	157,0
F-23-P5-02	5,8	5,0	7,2	138,3	125,0	157,0
F-23-P5-05	4,3	3,3	5,4	83,7	68,0	103,0

4.2 Paramètres structurales géologiques

4.2.1 Structures majeures et discontinuité

Le massif rocheux au secteur de la phase 5 du PAR présente une variété de structures majeures, dont les principales sont, des failles, des injections (dykes), des veines et des joints. Ces structures ont été définies à partir de deux sources :

1- Étude de cartographie géologique et structurale de surface réalisée par Newmont dont les résultats ont été transmis à AtkinsRéalis dans la note technique intitulée : Cartographie géologique et structurale – Phase 5 et datée, le 01-11-2023.

2- Descriptions structurales et relevés Géo-caméra des forages F-22-P5-02, F-22-P5-07 et F-23-P5-05 réalisés par AtkinsRéalis en 2022-2023 (IN/Dossier n° : 689718 - N/Document n° : 689718-9800-4GER-0001-PA).

Les observations collectées durant l'étude de cartographie indiquent la présence d'un système de joints subhorizontaux principal se distinguant par une fréquence de 1 à 2 joints par mètre et un autre système de joints moins répandu, principalement orienté vers le nord-ouest à un pendage sub-vertical, avec une fréquence d'environ 1 joint tous les 4 à 5 mètres. D'autre structures, plus grandes, ont été aussi observées dans le secteur nord-est de la phase 5 du PAR. Ces structures sont généralement localisées dans les zones de contact entre les formations du Wacke et les formations de granite/pegmatite. Une description plus détaillée des structures géologiques observées dans l'emprise projetée de la phase 5 du PAR est présentée dans la note technique préparée par Newmont sur l'étude de cartographie géologique et structurale du roc ci-jointe à l'**annexe B**.

Par ailleurs, les relevés Géo-caméra ainsi que les descriptions structurales réalisés dans l'emprise de la phase 5 ont révélé la présence de plusieurs joints dans le massif rocheux.

Une analyse structurale a été réalisée sur l'ensemble des données relatives aux discontinuités (pendage / direction de pendage), notamment celles issues des forages et celles recueillies en surface afin de confirmer les familles de discontinuités existantes au sein du roc. Cette analyse est effectuée à l'aide du logiciel Dips de la suite de Rocscience (2021).

Au cours de cette analyse, les données des joints repérés dans les forages ont été combinées avec les données des joints de surface, ainsi qu'avec les informations relatives aux autres structures géologiques (ex : veines, schistosité, litage, foliation principale, failles) identifiées dans l'étude cartographique, formant ainsi la base de notre analyse. Dans le cadre de cette analyse, les autres structures géologiques ont été identifiées sous le terme "litage/faille" (bedding-fault). Les résultats de cette analyse sont illustrés dans la **Figure 4-3**.

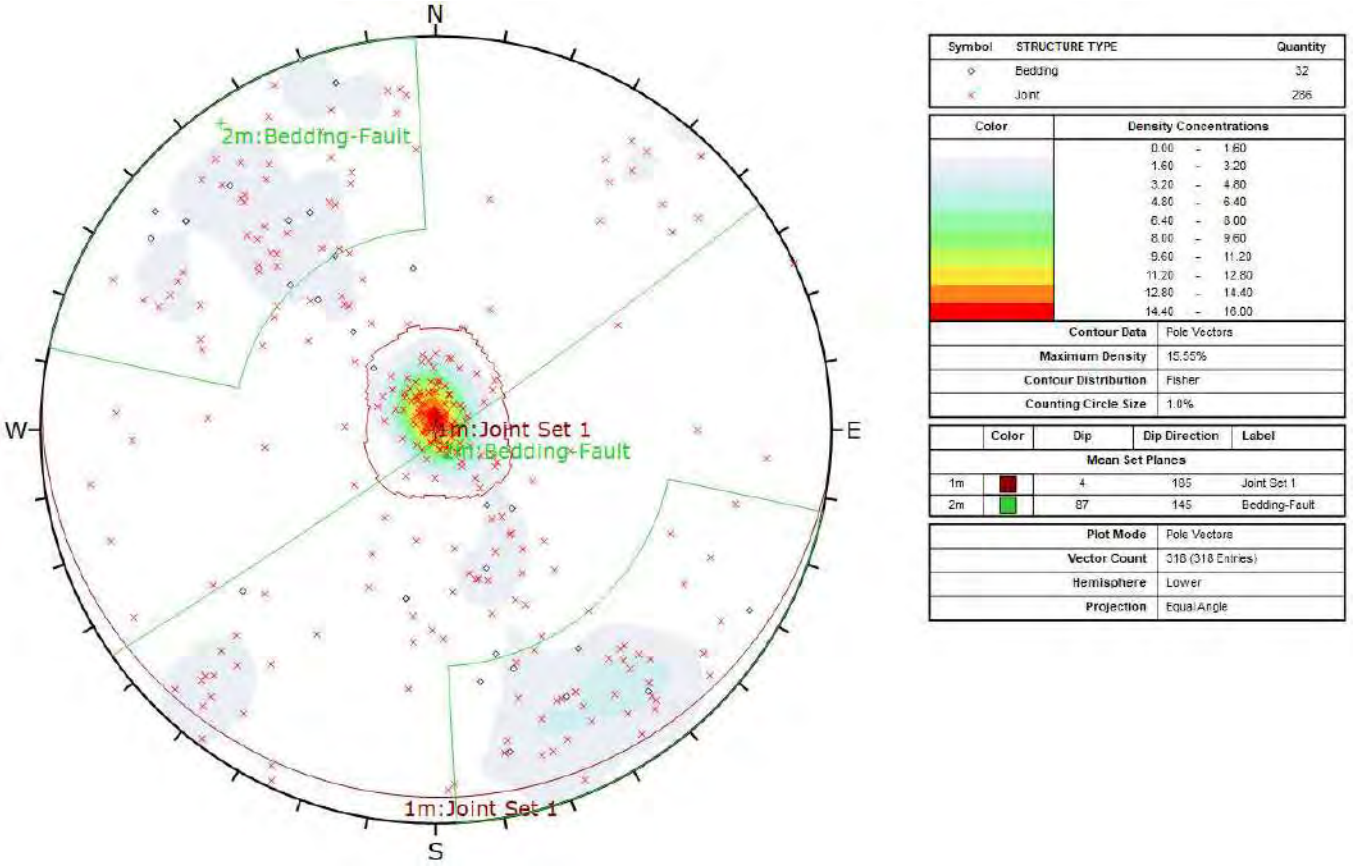


Figure 4-3: Stéréogramme des joints et discontinuités - Résultats de l'analyse structurale

A partir des résultats de cette analyse, Il a été possible de dissocier deux systèmes de discontinuités dont une famille de joints horizontale « joint set 1 » ayant un pendage horizontal de l'ordre de 4 degrés, et un système de discontinuités sub-vertical « Bedding-Fault » ayant un pendage de 87 degrés. D'autres systèmes de joints aléatoires ont été aussi constatés. Le **Tableau 4-3** résume les caractéristiques des familles de discontinuité dissociées dans cette analyse.

Tableau 4-3: Caractéristiques des familles de discontinuité

Nombre de famille de discontinuités	Pendage (°)	Direction de pendage (°)
JOINT SET 1 (J1)	4	185
BEDDING-FAULT	87	145

4.2.2 Espacement des joints

L'espacement des joints a été mesuré pour les joints détectés dans les relevés Géo-caméra. Une analyse statistique a été complétée sur les mesures d'espacement de joints disponibles. Les résultats de cette analyse sont illustrés dans la **Figure 4-4**.

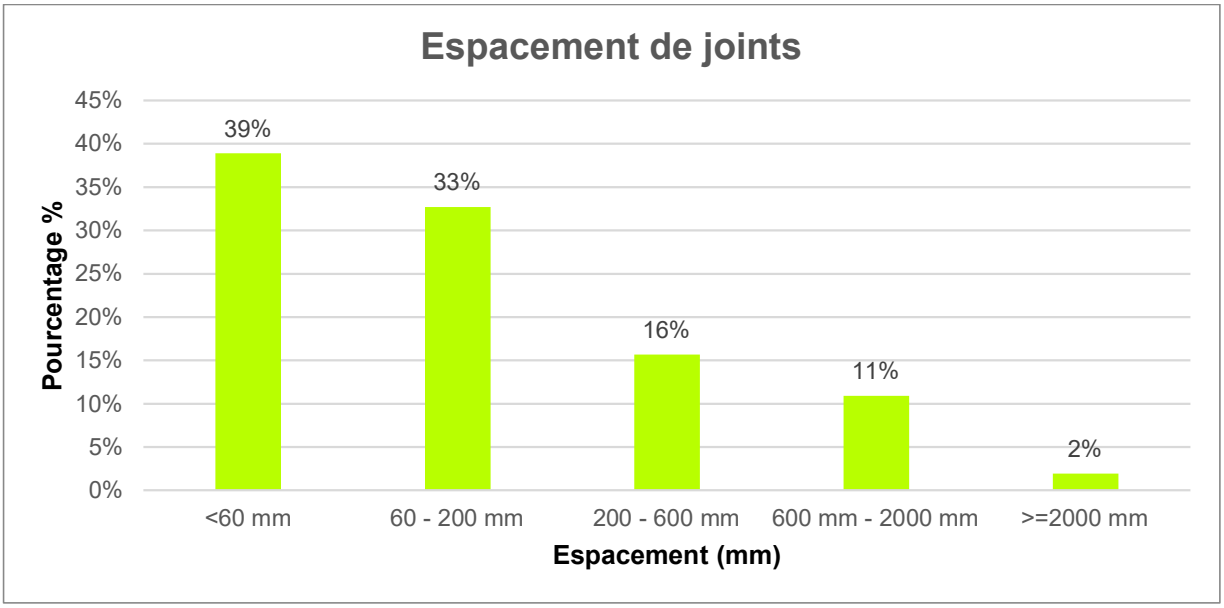


Figure 4-4: Espacement des joints – Résultats de l'analyse statistique

Les résultats de l'analyse statistique démontrent que la majorité des joints (72 % de la population statistique) sont espacés d'un maximum de 200 mm, ce qui indique la présence d'une grande concentration de joints dans le roc échantillonné dans les forages stratigraphiques.

4.2.3 Caractéristiques de frottement des joints

Les caractéristiques de frottement des joints ont été évaluées à partir de l'ouverture des joints et les matériaux de remplissage présents à l'intérieur des joints. Les ouvertures des joints ainsi que les matériaux de remplissage sont reportés dans les descriptions structurales.

Les **Figure 4-5** et **Figure 4-6** représentent un résumé des ouvertures des joints ainsi que les types de matériaux de remplissage retrouvés.

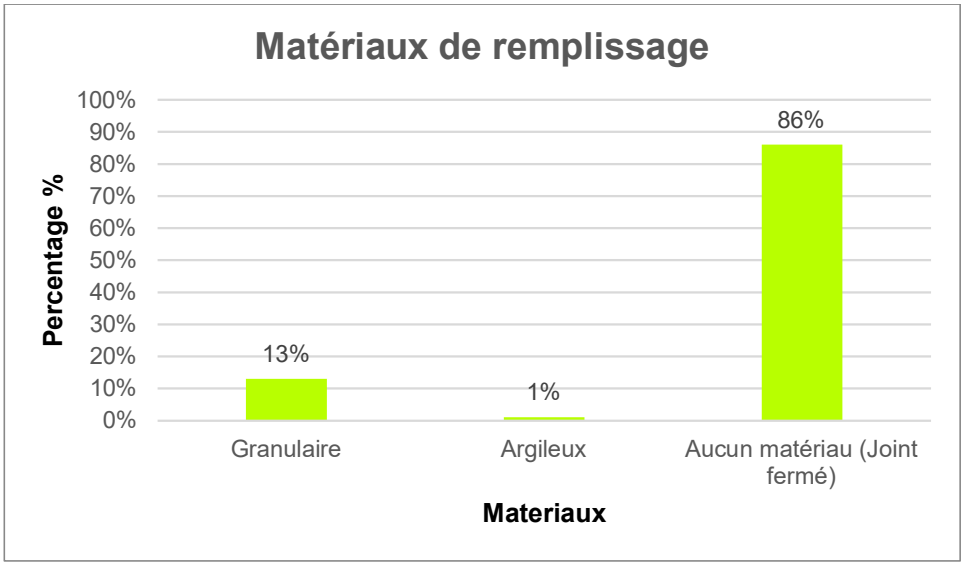


Figure 4-5: Remplissage des joints – Résultats de l'analyse statistique

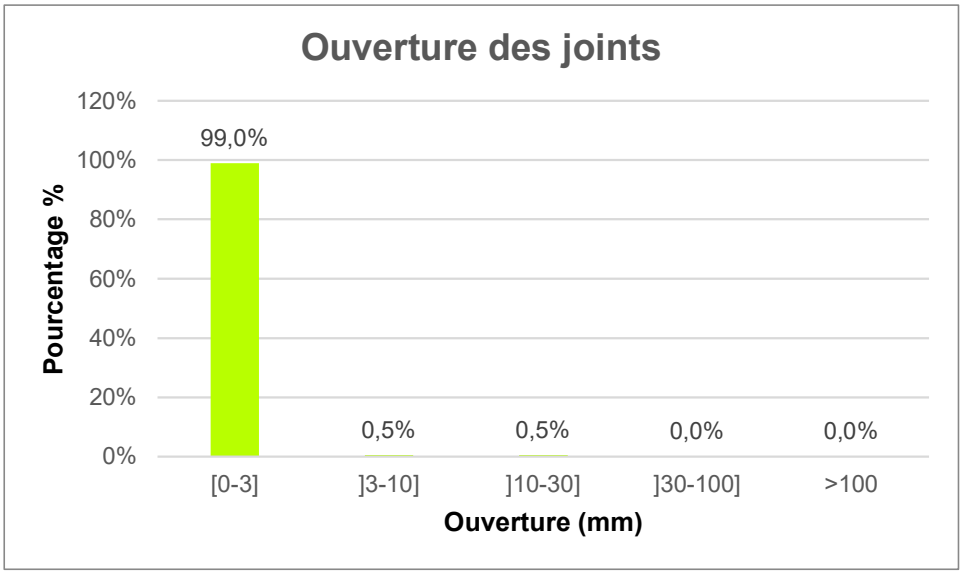


Figure 4-6: Ouverture des joints – Résultats de l'analyse statistique

La majeure partie, soit 86 %, des joints identifiés dans les relevés de la Géo-caméra se caractérisent par leur état fermé, dépourvu de tout matériau de remplissage. De plus, des matériaux granulaires ont été observés à l'intérieur de 13 % des joints étudiés. Seulement 1 % des joints sont remplis d'argile. La plupart des joints examinés présentent une ouverture maximale de 3 mm, indiquant ainsi que la majorité des joints sont des joints fermés.

4.2.4 Les indices Jr et Ja

Les caractéristiques des discontinuités ont été évaluées à partir des relevées Géo-caméra à l'aide des valeurs de rugosité des joints (Jr) et d'altération des joints (Ja) fournies par le système Q. Les **Figure 4-7** et **Figure 4-8** présentent les résultats de l'analyse statistique effectuée sur les valeurs Jr et Ja enregistrées.

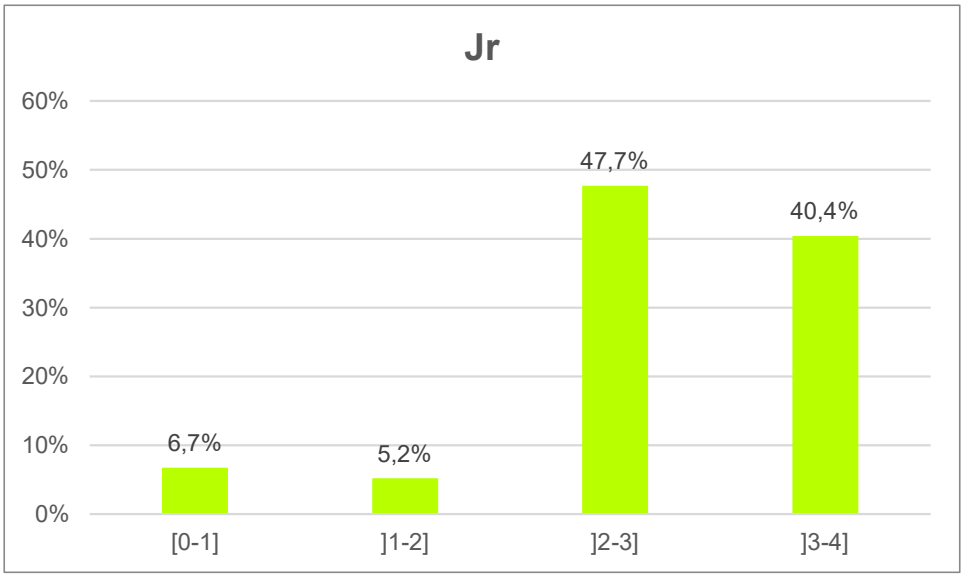


Figure 4-7: l'indice de rugosité de joints: Jr - Résultats de l'analyse statistique

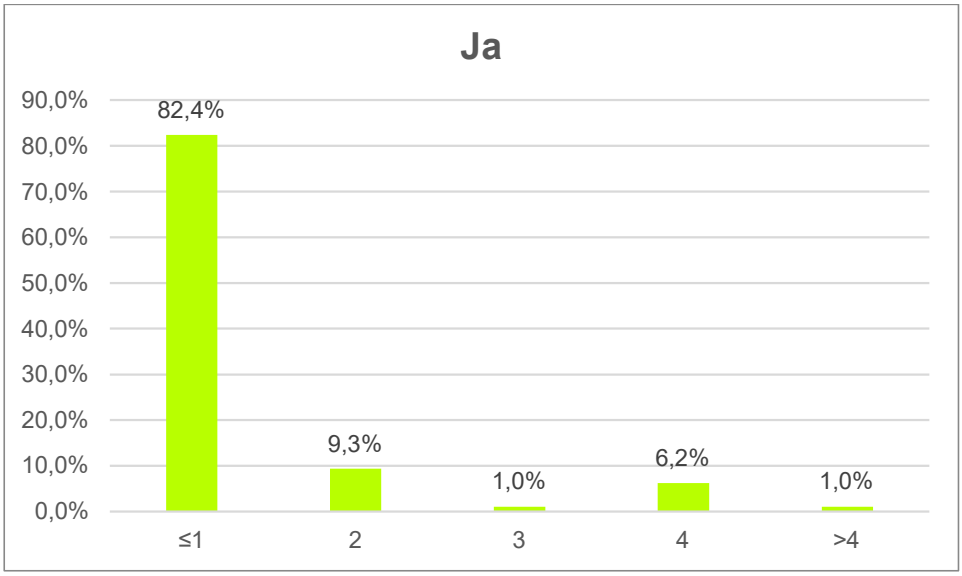


Figure 4-8: l'indice d'altération de joints: Ja - Résultats de l'analyse statistique

La plupart des valeurs estimées de l'indice Jr se situent entre 2 et 4, représentant ainsi 88 % de la population statistique étudiée. Par conséquent, les joints examinés couvrent une gamme allant de joints lisses et ondulés à des joints rugueux et irréguliers, ou discontinus.

De manière similaire, la plupart (82 %) des estimations de l'indice d'altération de joints, noté "Ja", sont inférieures à 1. En conséquence, les joints sont considérés comme étant étroitement cicatrisés, durs, non adoucissants, et/ou dotés d'un remplissage imperméable.

4.2.5 L'indice Jw

Pendant la campagne géotechnique menée par AtkinsRéalis en 2022-2023 (N/Dossier n° : 689718 - N/Document n° : 689718-9800-4GER-0001-PA), des essais Lugeons ont été réalisés au droit des forages F-22-P5-02, F-22-P5-07 et F-23-P5-05. Ces essais ont montré que la conductivité hydraulique de surface, zone considérée comme plus fracturée, varie de 3 x 10^{-5} m/s à 7 x 10^{-4} m/s. Quant au roc profond, sa conductivité hydraulique varie quant à elle très peu perméable à relativement perméable, soit de nul à 3 x 10^{-5} m/s.

Le débit d'eau maximum estimé à partir des résultats des essais Lugeons indique, en général, un débit d'eau nul reflétant des conditions très peu perméables dans le roc profond. Tout de même, à la surface du roc, un débit maximum d'injection de 16 L/min a été mesuré.

En se basant sur les résultats des essais Lugeons, un débit d'eau fort à moyen est considéré pour toute la masse rocheuse. Par conséquent, la valeur de l'indice des conditions d'eau « Jw » peux varier entre 0,50 et 0,66.

4.2.6 L'indice Jn

Sur la base des résultats de l'analyse structurale et du stéréogramme présentés dans la **Figure 4-3**, le nombre d'ensembles de joints (Jn) du massif rocheux a été évalué. La valeur estimée de Jn est présentée dans le **Tableau 4-4**.

Tableau 4-4: Estimation des valeurs de l'indice Jn

	Analyse 3 **Données de forages et Données de surface combinées**
Nombre de famille de joints	2 familles + joints aléatoires
Valeur Jn estimée	6

4.2.7 Angle de frottement des discontinuités

L'angle de frottement des discontinuités a été estimé à partir des indices Jr, Ja et Jw fournis dans les descriptions structurales en utilisant l'équation proposée par Barton (2002) :

$$\emptyset \approx Atan(\frac{Jr}{Ja} \times \frac{Jw}{1})$$

Différents scénarios de valeurs pour Jr, Ja et Jw ont été pris en compte. Une valeur minimale de 9 degrés a été calculée pour Jr = 1, Ja = 4 et Jw = 0,66, représentant ainsi la condition de joint la plus critique. En revanche, une valeur maximale de 69 degrés a été calculée pour Jr = 4, Ja = 1 et Jw = 0,66, reflétant la condition de joint la plus favorable. Cependant, des valeurs de 15 et 40 degrés ont été sélectionnées comme limites inférieure et supérieure pour la plage de valeurs possible de l'angle de frottement des joints du massif rocheux dans la phase 5 du PAR de la mine Éléonore. **Tableau 4-5** résume l'estimation de l'angle de friction.

Tableau 4-5: Estimation de l'angle de friction des discontinuités

Conditions critiques	
Jr	1
Ja	4
Jw	0,66
Friction angle (degré)	9,4
Conditions favorables	
Jr	4
Ja	1
Jw	0,66

Friction angle (degré)	69,3

4.3 Classification de la masse rocheuse

4.3.1 L'indice RMR_{89} (Rock Mass Rating)

La classification de la masse rocheuse de la phase 5 du PAR de la mine Éléonore a été réalisée à l'aide du système de classification des masses rocheuses RMR « rock mass rating » proposé à l'origine par Bieniawski en 1973. L'estimation du RMR a été basée sur les résultats de laboratoires, les RQD, et les informations disponibles sur les conditions des joints et les conditions d'eau. Le RMR est estimé pour les forages : F-22-P5-02, F-23-P5-05 et F-22-P5-07. Les valeurs de RMR estimées ainsi que la classification de la masse rocheuse sont présentées dans le **Tableau 4-6.**

ATKINSREALIS - Sensible

Tableau 4-6: Estimation de l'indice RMR

Forage	1. UCS (Mpa)[1]	Évaluation	2. RQD [2].	Évaluation	3. Espacement des discontinuités (mm)		Évaluation		4. Condition de discontinuités [5]. Évaluation		5. Conditions des eaux souterraines [6].	Évaluation	6. Orientation des discontinuités.		Évaluation		Total		Classe de masse rocheuse	
					[3] Min	[4] Max	Min	Max	Min	Max			[7] Min	[8] Max	Min	Max	Min	Max	Classe	
F-22-P5-02	142,2	12	74	13	<60	1500	5	15	7	23	Humide « Damp »	10	Non favorable	Moyen « Fair »	-10	-5	37	68	Moyenne à bonne	III à II
F-22-P5-07	107,0	12	71	13	<60	1500	5	15	16	23	Humide « Damp »	10	Non favorable	Moyen « Fair »	-10	-5	46	68		
F-23-P5-05	65,0	7	87	17	<60	1500	5	15	8	23	Humide « Damp »	10	Non favorable	Moyen « Fair »	-10	-5	37	67		

Notes :

(1) : Valeur égale à la moyenne - 1 standard déviation des valeurs mesurées dans chaque forage
(2) : Valeur égale à la moyenne - 1 standard déviation des valeurs d'RQD mesurées dans chaque forage
(3) : Valeur minimum dans chaque forage
(4): Valeur maximum dans chaque forage
(5) : Valeur A4 (RMR) provenant des descriptions structurales
(6) : Condition estimée à partir des essais lugeons réalisés dans les forages
(7) et (8) : Hypothèses

4.3.2 L'indice GSI (Geological Strength Index)

L'indice GSI a été estimé à partir des RQD et les conditions de joints en utilisant l'équation suivante, proposée par Hoek et al. (2013):

$$GSI = \frac{52\left(\frac{Jr}{Ja}\right)}{1+\frac{Jr}{Ja}} + RQD/2$$

L'indice GSI a été calculé à partir des informations relatives aux conditions des joints et des RQD disponibles dans les descriptions structurales des forages. La **Figure 4-9** représente les résultats d'analyse statistique sur l'ensemble des valeurs de GSI calculées.

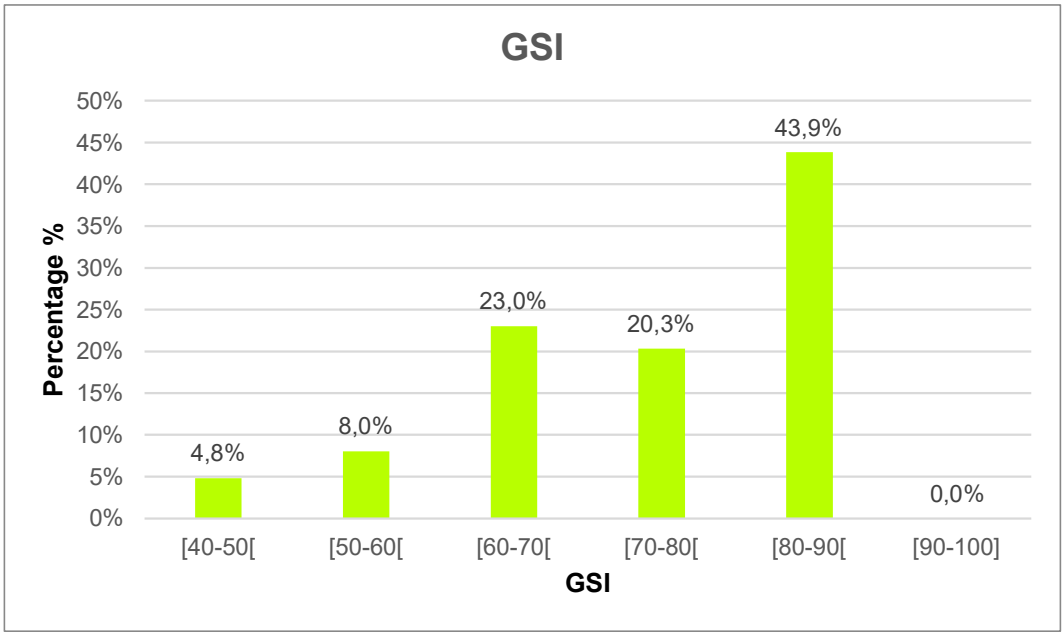


Figure 4-9: L'indice GSI - Résultats de l'analyse statistique

5. Analyses cinématiques

Des analyses cinématiques ont été complétées afin d'analyser les modes de rupture potentiels à la fin des activités d'excavation prévues dans le cadre de l'agrandissement du PAR. Les analyses cinématiques ont été réalisées à l'aide du logiciel Dips de la suite de Rocscience (2021) pour étudier les différents mécanismes de rupture d'éboulements rocheux. Les modes de rupture analysés sont les suivants :

- Glissement planaire;
- Glissement planaire (sans limite latérale);
- Glissement du coin (Wedge sliding);

- Renversement par flexion (Flexural Toppling);
- Renversement direct (Direct Toppling);
- Renversement oblique (Oblique Toppling).

Une analyse de sensibilité vis-à-vis l'angle de la pente d'excavation finale d'une part et à l'angle de frottement des discontinuités d'une autre part ont été complétées. Une plage de valeurs pour les deux paramètres ci mentionnés a été étudiée dans les analyses cinématiques de chaque mode de rupture. Les résultats des analyses sont présentés sous forme de matrice de risque qui représente la probabilité de rupture « en pourcentage » de chaque mécanisme de rupture en fonction des valeurs de l'angle de frottement et l'angle d'excavation.

Une pente d'excavation ayant une direction de pendage de 145 degrés a été considérée dans toutes les analyses cinématiques. Cette direction de pendage reflète approximativement la direction de pendage de la pente existante des parois rocheuses dans l'emprise projetée de la phase 5 du PAR de la mine Éléonore. La **Figure 5-1** représente la direction de pendage estimée pour la pente existante des parois rocheuses dans le secteur de la phase 5.



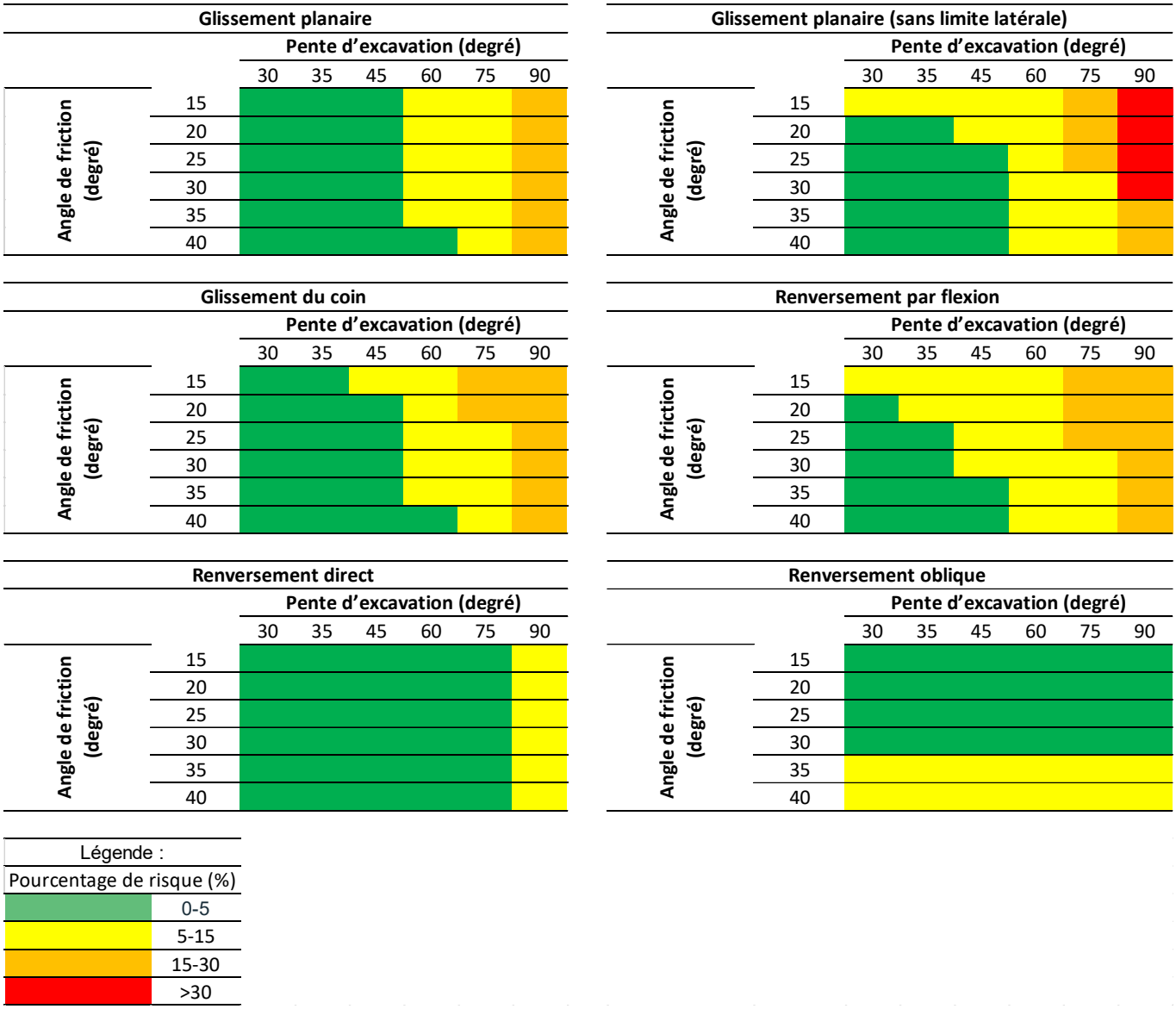
Figure 5-1: Pente existante des parois rocheuses dans le secteur de la phase 5

Deux séries d'analyses cinématiques sont réalisées et sont détaillées dans les sections suivantes.

5.1 Série 1: Tous les joints

Les premières analyses cinématiques ont été réalisées sur la base des résultats de l'analyse structurale de l'ensemble des données de discontinuités, et ce, les données de forage et les données de surface combinées présentés dans la **section 4.2.1**. Le **Tableau 5-1** résume les résultats des premières analyses cinématiques.

Tableau 5-1: Résultats des analyses cinématiques – Série 1



Les résultats des premières analyses cinématiques indiquent la présence de probabilité de rupture pour tous les modes de rupture analysés. Cependant, les probabilités de ruptures pour les pentes d'excavations inférieures ou égales à 75 degrés sont inférieures ou égale à 20 %, et cela pour tous les modes de rupture et pour toutes les valeurs d'angle de frottement analysés. Pour les pentes d'excavations de 90 degrés, des probabilités de rupture plus élevées sont constatées. Notamment pour le mode de rupture de glissement planaire sans limite latérale, où la probabilité de rupture des pentes d'excavation finales dépasse 20 % pour la valeur maximale retenue de l'angle de frottement. Tout

de même, à cette étape de préfaisabilité, les résultats présentés sont préliminaires et devraient être utilisés à un niveau de préfaisabilité. Il serait nécessaire dans les autres phases du projet d'effectuer des investigations géotechniques supplémentaires afin de confirmer et raffiner les analyses, assurant ainsi une meilleure précision des résultats.

5.2 Série 2: Les discontinuités principaux

Une deuxième série d'analyses cinématiques a été complétée en considérant seulement les deux familles majeures de discontinuités qui ont été repérées dans l'analyse structurale réalisée sur l'ensemble des données de discontinuités.

Le **Tableau 5-2** résume les résultats de la deuxième série d'analyses cinématiques.

Tableau 5-2: Résultats des analyses cinématiques – Série 2

Glissement planaire

Angle de friction (degré) \ Pente d'excavation (degré)	30	35	45	60	75	90
15						
20						
25						
30						
35						
40						

Glissement planaire (sans limite latérale)

Angle de friction (degré) \ Pente d'excavation (degré)	30	35	45	60	75	90
15						
20						
25						
30						
35						
40						

Glissement du coin

Angle de friction (degré) \ Pente d'excavation (degré)	30	35	45	60	75	90
15						
20						
25						
30						
35						
40						

Renversement par flexion

Angle de friction (degré) \ Pente d'excavation (degré)	30	35	45	60	75	90
15						
20						
25						
30						
35						
40						

Renversement direct

Angle de friction (degré) \ Pente d'excavation (degré)	30	35	45	60	75	90
15						
20						
25						
30						
35						
40						

Renversement oblique

Angle de friction (degré) \ Pente d'excavation (degré)	30	35	45	60	75	90
15						
20						
25						
30						
35						
40						

Légende :	
Risque présent	
	Non
	Possible
	Oui

Les résultats de la deuxième série d'analyses cinématiques ne montrent pas de risque, quant à tous les modes de rupture analysés, pour les pentes d'excavations inférieures ou égales à 75 degrés. Pour les pentes d'excavations de 90 degrés, des probabilités de rupture possible sont constatées pour les deux modes de ruptures de glissement planaires, et ce, pour toutes les valeurs d'angle de frottement analysées.

De même, la pente d'excavation de 90 degrés représente une probabilité de rupture vis à vis au mode de glissement du coin « wedge sliding » pour toutes les valeurs d'angle de frottement analysées. Tout de même, à cette étape de préfaisabilité, les résultats présentés sont préliminaires et devraient être utilisé à un niveau de préfaisabilité. Il serait nécessaire dans les autres phases du projet d'effectuer des investigations géotechniques supplémentaires afin de confirmer et raffiner les analyses, assurant ainsi une meilleure précision des résultats.

6. Conclusions

L'étude présentée dans cette note technique vise à fournir une caractérisation détaillée des massifs rocheux et analyser les scénarios possibles des pentes d'excavation, à utiliser pour le dynamitage du roc prévu pour l'agrandissement du PAR de la mine Éléonore. Cette étude a été réalisée sur la base des études et investigations géotechniques réalisées dans l'emprise de la phase 5 du PAR dans la phase de préfaisabilité.

Le roc retrouvé dans la zone d'agrandissement projeté est composé de roche granitique prédominée par la pegmatite avec des manifestations de wacke. La qualité du roc échantillonné varie quant à elle de moyenne à excellente. Les analyses structurales effectuées dans le cadre de cette étude ont montré la présence de plusieurs familles de discontinuités majeures au sein du roc accompagnées de plusieurs structures aléatoires. Les analyses cinématiques des excavations prévues ont démontré qu'une pente d'excavation de 90 degrés ne présente pas une alternative favorable. Dans la lumière des résultats des analyses réalisées, des pentes d'excavation d'un angle maximum de 75 degrés peuvent être convenable pour l'excavation du roc.

Les résultats et conclusions présentés dans cette note technique sont réalisés à un niveau de préfaisabilité. Il serait essentiel, au cours des phases ultérieures du projet, d'effectuer des investigations géotechniques supplémentaires pour confirmer et affiner les analyses, garantissant ainsi une plus grande précision des résultats.

7. Référence

AtkinsRéalis (2023). Rapport préliminaire – Bases et critères de conception – Éléonore phase 5. 697431-4000-4GER-0001_PB, révision PB. 18 novembre 2023.

SNC-Lavalin (2023). Phase 5_Aires d'entreposage et banc Bouchard de la Mine Éléonore Opinaca, Baie-James (Québec) - Rapport factuel – Investigation géotechnique 2022-2023. 689718-9800-4GER-0001-PA. Décembre 2023.

Newmont (2023). Note de service-avis - Cartographie géologique et structurale – Phase 5. 01 novembre, 2023.

Barton N. some new Q-value correlations to assist in site characterization and tunnel design. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 2002; 39(2): 185-216.

Hoek, E., Carter, T.G; Diederichs, M.S Quantification of the Geological Strength Index Chart. In Proceedings of the 47th US Rock Mechanics/ Geomechanics Symposium ARMA, San Francisco, CA, USA, 23-26 June 2013.

Read, J., Stacey, P., Guidelines for open pit slope design, CRC Press/Balkema, Leiden, Netherlands, 2009.

Hoek, E., Practical rock engineering, Evert Hoek Consulting Engineer Inc., North Vancouver, British Columbia, Canada, 2006.

Singh, B., Goel, R.K., Rock Mass classification – A practical Approach in Civil Engineering, Elsevier science Ltd., Oxford, UK, 1999.

Wyllie, D.C., Mah, C.W., Rock slope Engineering – Civil and Mining, 4th edition, Taylor & Francis Group e-Library, 2005.

ANNEXES

Annexe A. Relevés Géo-caméra et descriptions structurales

Forage n°: F-22-P5-02

Description structurale du roc d'un forage

(Corrélation des structures observées sur les carottes prélevées et sur les relevés à la géocaméra)

SNC·LAVALIN

Client: Newmont,Mine Éléonore
Projet: Investigation géotechnique phase 5, aires d'entreposage et Banc Bouchard
Localisation: Mine Éléonore
Projet n°: 689718
Notes:

Course	De (m)	À (m)	Récupération (%)	RQD (%)	Description macroscopique	Profondeur (m)	Niveau (m)	Pendage (°)	Direction pendage (°)	Ouverture (mm)	Structure	Forme et rugosité	Remarques	Remplissage ou recouvrement	Altération des épontes	Discontinuité	Jr (Q)	Ja (Q)	A4 (RMR)	Famille
CR-11A	6,86	7,28	0	-	Début du roc à 7,28 m															
CR-11B	7,28	8,09	100	95																
						7,95	237,26	90	-	**10,0**	Joint ouvert	Rugueux - Ondulant		granulaire	légèrement altéré		1	6	7	-
						7,98	237,23	60	-	**<1**	Joint partiellement ouvert	Rugueux - Ondulant		granulaire	légèrement altéré		3	4	18	-
						8,09	237,12	70	-		Joint fermé	Rugueux - Ondulant		granulaire			3	3	20	-
CR-12	8,09	9,70	100	60		8,33	236,88	75	-		Joint fermé	Rugueux - Planaire		granulaire			1,5	3	20	-
						8,35	236,86	80	-		Joint fermé	Rugueux - Planaire					1,5	1	22	-
						8,41	236,80	85	-		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	-
						8,48	236,73	80	-		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	-
						8,49	236,72	85	-		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	-
						8,72	236,49	85	-		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	-
						8,99	236,22	10	-		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	-
						9,17	236,04	2	138		Joint fermé	Rugueux - Ondulant	silt	granulaire	légèrement altéré		3	2	19	3
						9,19	236,02	55	152		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	2
						9,19	236,02	8	155		Joint fermé	Rugueux - Ondulant	silt	granulaire	légèrement altéré		3	2	19	3
						9,26	235,95	7	125		Joint fermé	Rugueux - Ondulant	silt	granulaire			3	2	20	3
						9,31	235,90	17	151		Joint fermé	Rugueux - Ondulant	silt	granulaire			3	2	20	3
						9,38	235,83	7	136		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						9,44	235,77	63	336		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	2
						9,49	235,72	20	235		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						9,57	235,64	8	142		Joint fermé	Rugueux - Ondulant	silt	granulaire			3	2	20	3
						9,67	235,54	7	34		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
CR-13	9,70	11,13	100	94		9,70	235,51	77	332		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	2
						10,92	234,29	43	144		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	2
						11,67	233,54	11	149		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
CR-14	11,13	12,63	100	100		11,99	233,22	80	275		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	1
CR-15	12,63	14,13	100	95		13,99	231,22	6	245		Joint fermé	Rugueux - Irrégulier					3	1	26	3
CR-16	14,13	15,74	100	100		14,34	230,87	75	318		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	2
						14,36	230,85	31	165		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	R
						14,37	230,84	15	300		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						14,47	230,74	72	323		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	2
						14,62	230,59	83	81		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	1
						14,71	230,50	75	295		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	1
						14,89	230,32	78	93		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	1
CR-17	15,74	17,08	100	100		16,38	228,83	74	321		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	2
						16,60	228,61	72	319		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	2
						16,65	228,56	43	316		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	2
					Pegmatite à grain grossier à moyen avec tourmaline disséminée entre 3 à 5 %. Magnétite disséminée en traces. Présence d'enclaves métasédimentaires avec silicification.	16,77	228,44	46	329	**13,8**	Joint ouvert	Rugueux - Ondulant					1	6	12	2
CR-18	17,08	18,59	100	97		17,73	227,48	57	148		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	2
						17,84	227,37	46	154		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	2
						17,88	227,33	62	193		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	R
						18,01	227,20	64	156		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	2
						18,04	227,17	78	114		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	1
						18,07	227,14	75	114		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	1
						18,17	227,04	49	136		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	2
						18,20	227,01	67	270		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	1
CR-19	18,59	20,07	100	95		18,72	226,49	74	117		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	1
						18,72	226,49	60	93		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	1
						18,96	226,25	81	162		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	2
						19,05	226,16	74	336		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	2
						19,49	225,72	43	125		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	1
						19,57	225,64	54	128		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	1
						19,66	225,55	78	159		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	2
						19,67	225,54	78	212		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	R
						19,98	225,23	74	140		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	2
						19,98	225,23	82	304		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	1
						20,03	225,18	63	137		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	2
CR-20	20,07	21,57	100	71		20,14	225,07	62	138		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	3
						20,18	225,03	175	29		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	1
						20,20	225,01	76	284		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	2
						20,24	224,97	83	321		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	3
						20,25	224,96	5	169		Joint fermé	Lisse - Ondulant					2	1	19	2
						20,34	224,87	73	159		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	1
						20,51	224,70	74	122		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	1
						20,59	224,62	74	120		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	2
						20,64	224,57	53	154		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						20,91	224,30	22	170		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						21,23	223,98	20	298	**< 1**	Joint partiellement ouvert	Rugueux - Ondulant					3	2	21	R
						21,44	223,77	78	225		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	3
						21,55	223,66	11	169		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
CR-20	21,57	22,63	100	71		21,61	223,60	22	230		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						21,75	223,46	6	282	**< 1**	Joint partiellement ouvert	Rugueux - Ondulant								3
						21,75	223,46	19	201		Joint fermé	Rugueux - Ondulant	un seul jolint visible	granulaire			3	4	16	3
						21,77	223,44	13	136		Joint fermé	Rugueux - Ondulant								3
						22,01	223,20	10	151		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						22,07	223,14	20	-		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	-
						22,09	223,12	85	-		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	-
						22,12	223,09	80	-	**8,0**	Joint ouvert	Rugueux - Ondulant	fragments	granulaire			1	6	8	-
						22,55	222,66	85	-	**<1**	Joint partiellement ouvert	Rugueux - Ondulant					3	2	21	-

Forage n°: F-22-P5-07

Description structurale du roc d'un forage

(Corrélation des structures observées sur les carottes prélevées et sur les relevés à la géocaméra)

Client: Newmont,Mine Éléonore
Projet: Investigation géotechnique phase 5, aires d'entreposage et Banc Bouchard
Localisation: Mine Éléonore
Projet n°: 689718
Notes:

Course	De (m)	À (m)	Récupération (%)	RQD (%)	Description macroscopique	Profondeur (m)	Niveau (m)	Pendage (°)	Direction pendage (°)	Ouverture (mm)	Structure	Forme et rugosité	Remarques	Remplissage ou recouvrement	Altération des épontes	Discontinuité	Jr (Q)	Ja (Q)	A4 (RMR)	Famille
CR-1A	0,00	1,06	8	-	Début du roc à 1,06 m															
CR-1B	1,06	1,98	100	45		1,11	247,48	85	-	< 1	Joint partiellement ouvert	Rugueux - Planaire					1,5	2	21	-
						1,13	247,46	40	-		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	-
						1,28	247,31	85	-		Joint fermé	Rugueux - Planaire					1,5	1	22	-
						1,29	247,30	10	-		Joint fermé	Rugueux - Planaire					1,5	1	22	-
						1,32	247,27	80	-	5,0	Joint ouvert	Rugueux - Ondulant					3	4	17	-
						1,50	247,09	30	328		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	R
						1,54	247,05	10	246		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						1,60	246,99	21	192		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						1,69	246,90	8	199		Joint fermé	Rugueux - Ondulant	silt	granulaire			3	2	20	3
						1,85	246,74	21	190		Joint fermé	Rugueux - Ondulant	silt	granulaire			3	2	20	3
						1,96	246,63	9	317		Joint fermé	Rugueux - Ondulant	fragments, un seul joint visible	granulaire			3	4	16	3
						1,97	246,62	21	323		Joint fermé	Rugueux - Ondulant								3
						1,98	246,61	9	316	< 1	Joint partiellement ouvert	Rugueux - Ondulant								3
CR-2	1,98	3,51	100	98		2,84	245,75	8	335	< 1	Joint partiellement ouvert	Rugueux - Ondulant		granulaire			3	2	19	3
						2,84	245,75	13	325	< 1	Joint partiellement ouvert	Rugueux - Ondulant	un seul joint visible, oxydé	granulaire	légèrement altéré		3	4	16	3
						2,85	245,74	20	302	2,4	Joint ouvert	Rugueux - Ondulant		granulaire						3
						3,21	245,38	3	112		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
CR-3	3,51	4,85	100	82		3,57	245,02	15	157		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						3,67	244,92	42	145		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	2
						3,67	244,92	65	155		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	2
						3,82	244,77	14	1		Joint fermé	Rugueux - Irréguler					3	1	26	3
						3,89	244,70	6	105		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
CR-4	4,85	6,13	100	100		5,42	243,17	11	158		Joint fermé	Rugueux - Ondulant	oxydé				3	2	22	3
						5,53	243,06	13	192		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						5,73	242,86	5	153		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						6,02	242,57	11	122		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						6,07	242,52	7	51		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	3
CR-5	6,13	7,90	100	90		6,79	241,80	4	344		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						6,86	241,73	31	298		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						7,19	241,40	30	130		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	R
						7,35	241,24	51	335		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	2
						7,40	241,19	14	148		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						7,47	241,12	64	341		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	2
						7,51	241,08	5	145		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						7,53	241,06	7	110		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						7,61	240,98	37	204		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	R
CR-6	7,90	9,53	100	98	Pegmatite à grain grossier à moyen avec tourmaline disséminée entre 3 à 5 %. Magnétite disséminée en traces. Présence d'enclaves métasédimentaires avec silicification.	8,48	240,11	26	92		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	R
						9,09	239,50	4	20		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
CR-7	9,53	10,91	100	96		10,16	238,43	69	55		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	R
CR-8	10,91	12,06	100	90		11,32	237,27	69	136		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	2
						11,38	237,21	29	30		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	R
						11,45	237,14	3	61		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						11,47	237,12	47	84		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	1
						11,47	237,12	16	33		Joint fermé	Rugueux - Ondulant	un seul joint visible, fragments	granulaire			3	3	16	3
						11,48	237,11	15	100	< 1	Joint partiellement ouvert	Rugueux - Ondulant								3
						11,50	237,09	62	46		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	R
						11,53	237,06	39	27		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	R
						11,57	237,02	38	279		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	R
CR-9	12,06	13,62	100	91		12,19	236,40	57	6		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	R
						12,20	236,39	5	182		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						13,27	235,32	5	168		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
CR-10	13,62	15,22	100	90		13,70	234,89	3	231		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						13,82	234,77	18	294		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						14,00	234,59	3	135		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						14,00	234,59	18	112		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						14,10	234,49	30	195		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	R
						14,14	234,45	10	232		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
CR-11	15,22	16,82	100	100		17,57	231,02	83	310		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	1
CR-12	16,82	18,27	100	100		17,83	230,76	67	6		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	R
						17,90	230,69	51	7		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	R
						18,00	230,59	66	294		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	1
						18,63	229,96	77	317		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	2
CR-13	18,27	19,82	100	92		18,70	229,89	12	321		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						18,80	229,79	28	56		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	R
						19,02	229,57	69	162		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	2
						19,15	229,44	72	35		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	R
						19,24	229,35	53	333		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	2
						19,25	229,34	9	253		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						19,40	229,19	56	240		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	R
						19,47	229,12	83	217		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	R
						19,74	228,85	6	142		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
CR-14	19,82	21,38	100	97		19,96	228,63	5	171		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						20,10	228,49	67	137		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	2
						20,22	228,37	5	328		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						20,90	227,69	11	295		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
CR-15	21,38	22,87	100	100		23,02	225,57	7	261		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
CR-16	22,87	24,59	98	50		23,06	225,53	3	7		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						23,11	225,48	2	153		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3

Forage n°: F-22-P5-07

Description structurale du roc d'un forage

(Corrélation des structures observées sur les carottes prélevées et sur les relevés à la géocaméra)

Client: Newmont,Mine Éléonore
Projet: Investigation géotechnique phase 5, aires d'entreposage et Banc Bouchard
Localisation: Mine Éléonore
Projet n°: 689718
Notes:

Course	De (m)	À (m)	Récupération (%)	RQD (%)	Description macroscopique	Profondeur (m)	Niveau (m)	Pendage (°)	Direction pendage (°)	Ouverture (mm)	Structure	Forme et rugosité	Remarques	Remplissage ou recouvrement	Altération des épontes	Discontinuité	Jr (Q)	Ja (Q)	A4 (RMR)	Famille
CR=16	suite					23,13	225,46	13	181		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						23,16	225,43	4	212		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						23,22	225,37	8	299		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						23,26	225,33	4	23		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						23,29	225,30	6	349		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						23,33	225,26	10	75		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						23,37	225,22	6	346		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						23,46	225,13	76	340		Joint fermé	Rugueux - Ondulant				discontinu	4	1	23	2
						23,54	225,05	5	336		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
					Suite.	23,57	225,02	6	276		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						23,60	224,99	3	82		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						23,63	224,96	20	216		Joint fermé	Rugueux - Ondulant	facturé opération de forage, fragments, perte présumée	granulaire			3	4	16	3
						23,67	224,92	9	17		Joint fermé	Rugueux - Ondulant								3
						23,71	224,88	5	252		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						23,78	224,81	3	347		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						23,81	224,78	6	326		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						23,85	224,74	4	79		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						23,90	224,69	7	329		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	3
						24,33	224,26	5	296		Joint fermé	Rugueux - Ondulant	silt	granulaire			3	2	20	3

Forage n°: F-23-P5-05

Description structurale du roc d'un forage

(Corrélation des structures observées sur les carottes prélevées et sur les relevés à la géocaméra)

Client: Newmont,Mine Éléonore
Projet: Investigation géotechnique phase 5, aires d'entreposage et Banc Bouchard
Localisation: Mine Éléonore
Projet n°: 689718
Notes:

Course	De (m)	À (m)	Récupération (%)	RQD (%)	Description macroscopique	Profondeur (m)	Niveau (m)	Pendage (°)	Direction pendage (°)	Ouverture (mm)	Structure	Forme et rugosité	Remarques	Remplissage ou recouvrement	Altération des épontes	Discontinuité	Jr (Q)	Ja (Q)	A4 (RMR)	Famille
CR-9A	5.60	5,66	0	-	Début de roc à 5,66 m															
CR-9B	5.66	6.60	100	81		5.83	-	85		**20.0**	Joint ouvert	Rugueux - Planaire	Fracturé sur 2 cm	granulaire			1.5	6	8	
						5.96	-	95			Joint fermé	Rugueux - Planaire					1.5	1	22	
						6.09	17.00	41	324		Joint fermé	Rugueux - Planaire					1.5	1	22	
						6.22	16.87	75	88		Joint fermé	Discontinu		argileux		discontinu	4	2	14	
						6.23	16.86	36	324		Joint fermé	Lisse - Planaire					1	1	19	
CR-10	6.60	8.05	100	75		7.58	15.51	78	173		Joint fermé	Discontinu				discontinu	4	1	18	
						7.70	15.39	80	348		Joint fermé	Discontinu				discontinu	4	1	18	
						7.71	15.38	80	348		Joint fermé	Discontinu				discontinu	4	1	18	
						7.78	15.31	82	174	**3.3**	Joint ouvert	Rugueux - Planaire		granulaire	légèrement altéré		1.5	4	15	
						7.88	15.21	81	175	**< 1**	Joint partiellement ouvert	Rugueux - Planaire		granulaire	moyennement altéré		1.5	2	16	
CR-11	8.05	9.53	100	87		8.13	14.96	71	176		Joint fermé	Discontinu				discontinu	4	1	18	
						8.24	14.85	45	354		Joint fermé	Rugueux - Planaire				discontinu	4	1	23	
						8.40	14.69	43	344		Joint fermé	Lisse - Planaire	oxydes de fer				1	1	19	
						9.44	13.65	38	334		Joint fermé	Lisse - Planaire					1	1	19	
CR-12	9.53	11.05	100	100		9.53	13.56	54	1		Joint fermé	Rugueux - Planaire					1.5	1	22	
						10.17	12.92	44	341		Joint fermé	Lisse - Planaire	oxydes de fer				1	1	19	
						10.49	12.60	18	321		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	
						10.85	12.24	63	133	**< 1**	Joint partiellement ouvert	Rugueux - Planaire		granulaire	moyennement altéré		1.5	2	16	
CR-13	11.05	12.55	100	100	5,66-23,09 : Wacke et de grès à grain fin à très fin. Présence de veinules parallèles au litage. Traces de pyrite disséminée Litage avec un angle de 60 degrés A.C	11.47	11.62	36	325		Joint fermé	Lisse - Planaire					1	1	19	
						12.15	10.94	6	317		Joint fermé	Lisse - Planaire					1	1	19	
CR-14	12.55	14.07	100	100		12.58	10.51	34	351		Joint fermé	Lisse - Planaire					1	1	19	
						14.05	9.04	83	141		Joint fermé	Rugueux - Ondulant	oxydes de fer	granulaire			3	1	20	
CR-15	14.07	15.57	100	90		14.08	9.01	53	125		Joint fermé	Discontinu				discontinu	4	1	18	
						14.13	8.96	82	137		Joint fermé	Discontinu				discontinu	4	1	18	
						14.19	8.90	41	347	**< 1**	Joint partiellement ouvert	Lisse - Planaire		granulaire			1	2	16	
						14.21	8.88	43	345	**< 1**	Joint partiellement ouvert	Lisse - Planaire		granulaire			1	2	16	
						14.38	8.71	84	152		Joint fermé	Discontinu	oxydes de fer			discontinu	4	1	18	
						14.39	8.70	82	342		Joint fermé	Discontinu	oxydes de fer			discontinu	4	1	18	
						14.40	8.69	71	343		Joint fermé	Discontinu				discontinu	4	1	18	
						14.58	8.51	52	343		Joint fermé	Lisse - Planaire					1	1	19	
CR-16	15.57	17.07	100	97		16.25	6.84	68	118	**2.9**	Joint ouvert	Lisse - Planaire	oxydes de fer	argileux			1	6	11	
						16.30	6.79	64	109		Joint fermé	Discontinu				discontinu	4	1	18	
						16.57	6.52	52	116	**2.4**	Joint ouvert	Lisse - Planaire					1	4	15	
						16.82	6.27	32	10		Joint fermé	Discontinu				discontinu	4	1	18	
						16.83	6.26	13	117		Joint fermé	Rugueux - Planaire					1.5	1	22	
CR-17	17.07	18.57	100	100		17.08	6.01	31	323		Joint fermé	Rugueux - Planaire					1.5	1	22	
CR-18	18.57	20.02	100	100		19.71	3.38	81	337	**< 1**	Joint partiellement ouvert	Rugueux - Planaire		granulaire			1.5	2	19	
						19.72	3.37	84	357	**< 1**	Joint partiellement ouvert	Discontinu		granulaire		discontinu	4	2	14	
CR-19	20.02	21.59	100	100		21.33	1.76	6	213		Joint fermé	Rugueux - Planaire					1.5	1	22	
						21.49	1.60	16	240		Joint fermé	Rugueux - Ondulant					3	1	22	
CR-20	21.59	23.09	100	100		0.00	23.09	0	0		0	0					-	-	-	

SNC·LAVALIN

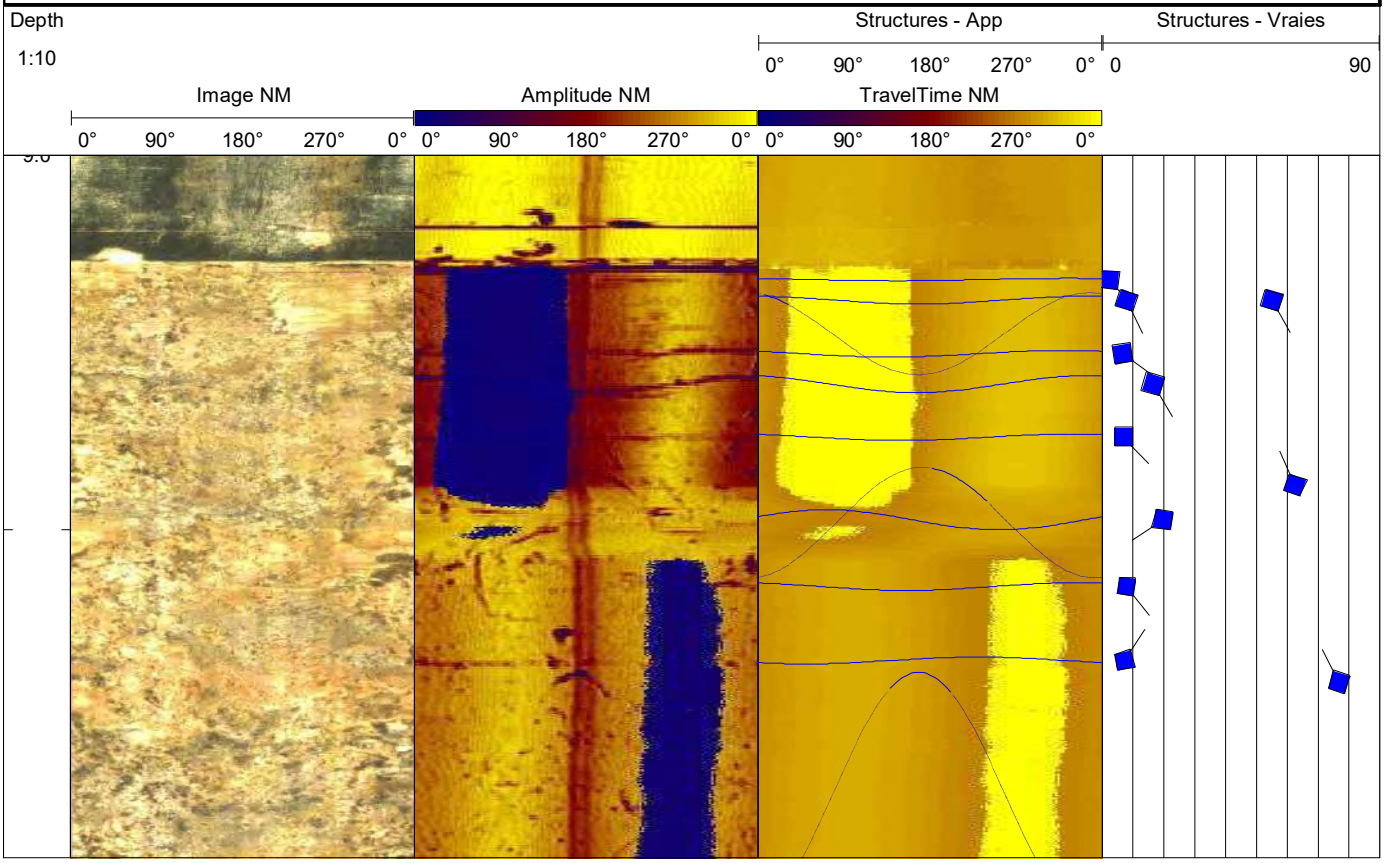
Relevé de géocaméras Acoustique et optique

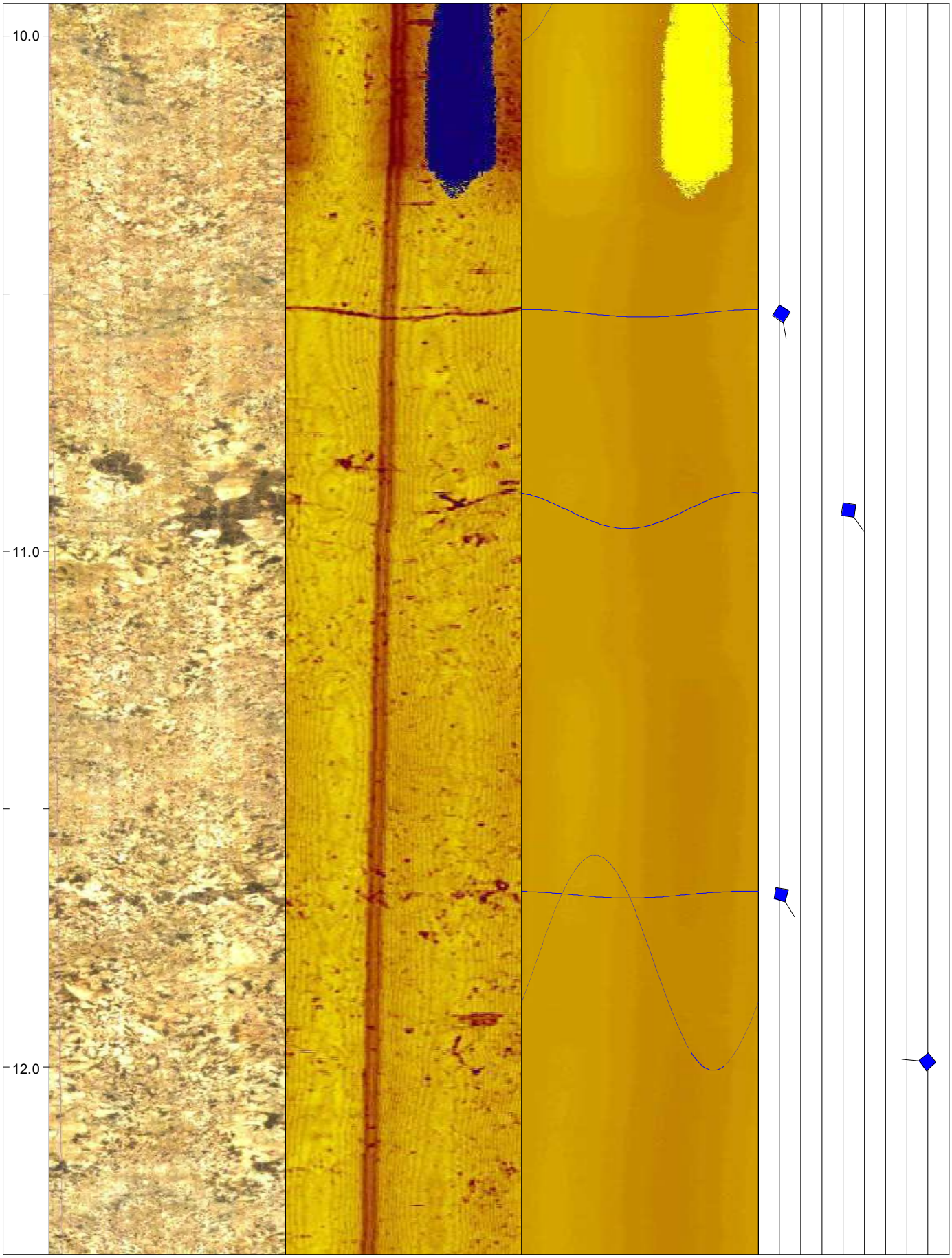
CLIENT :	**Newmont, Mine Éléonore**			FORAGE :	**F-22-P5-02**
PROJET :	**689718**			DIRECTION :	**- °** PLONGÉE : **90°**
TITRE DU PROJET :	**Investigation géotechnique phase 5, aires d'entreposage et Banc Bouchard**			PROFONDEUR	**22,63 m** DIAMÈTRE : **NQ (76 mm)**
				ESTANT :	**423 824,4 m**
LOCALISATION :	**Mine Éléonore**			NORDANT :	**5 841 254,7 m**
RELEVÉ PAR :	**S. Lamoureux**	DATE :	**21/10/2022**	NIVEAU :	**245,21 m** REPÈRE : **Géodésique**
INTERPRÉTÉ PAR :	**J.-A. Salazar, géo.**	DATE :	**03/11/2022**	GRILLE DE RÉFÉRENCE :	**Fuseau 9**
APPROUVÉ PAR :	**V. Leroux, ing., M.Ing.**	DATE :	**03/11/2022**	DÉCLINAISON MAGNÉTIQUE :	**16° Ouest**

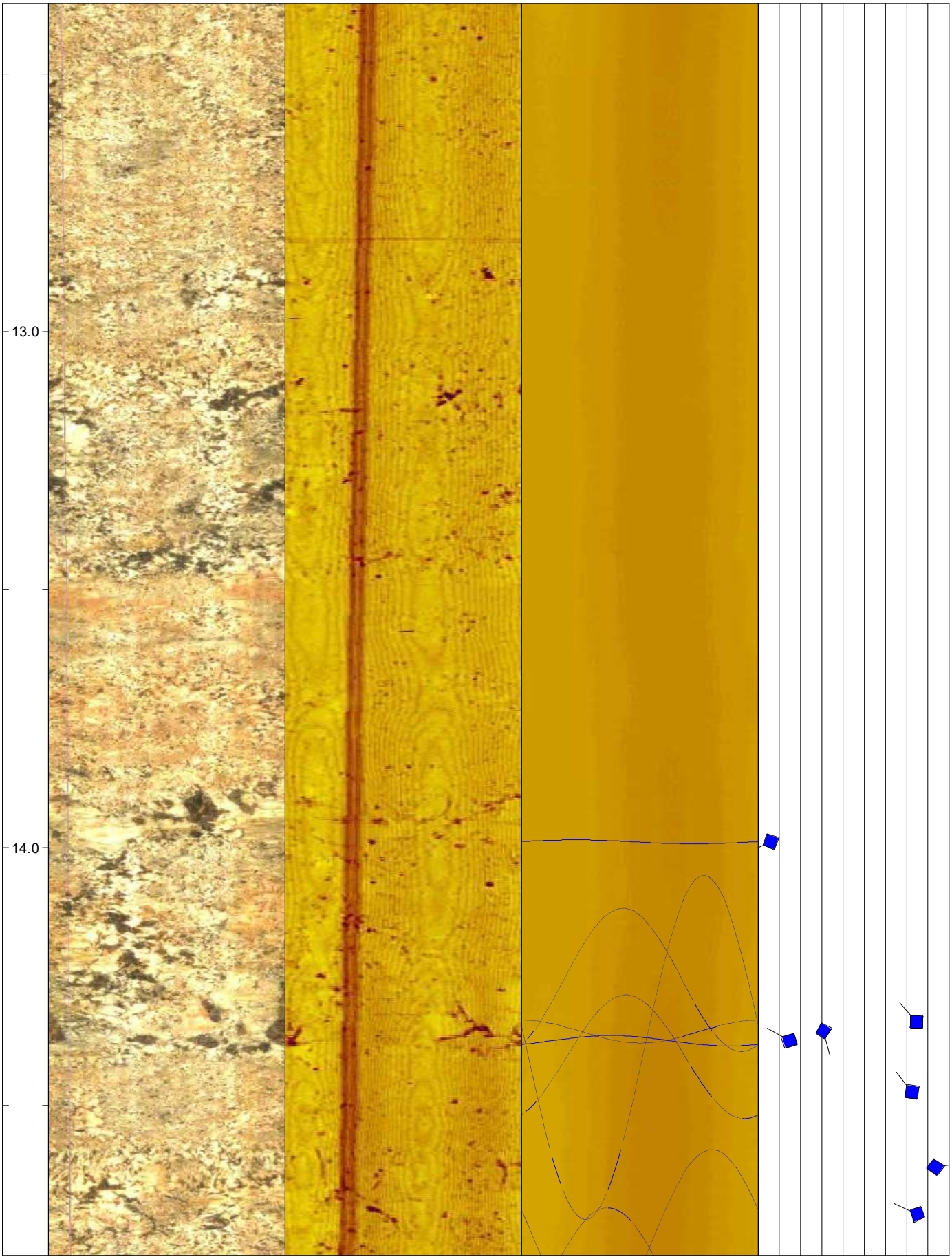
LÉGENDE STRUCTURALE :

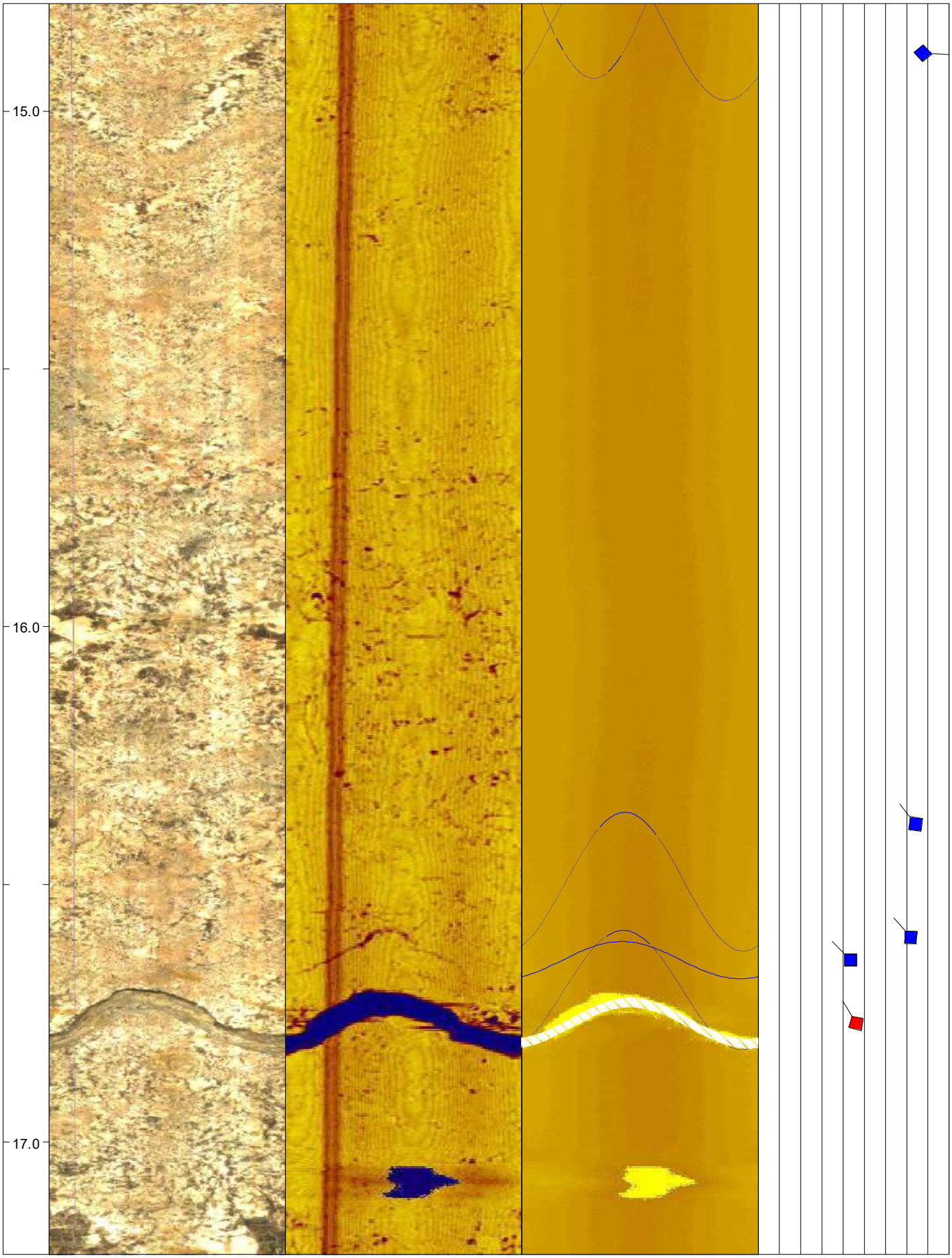
Joint ouvert — Joint partiellement ouvert — Joint fermé

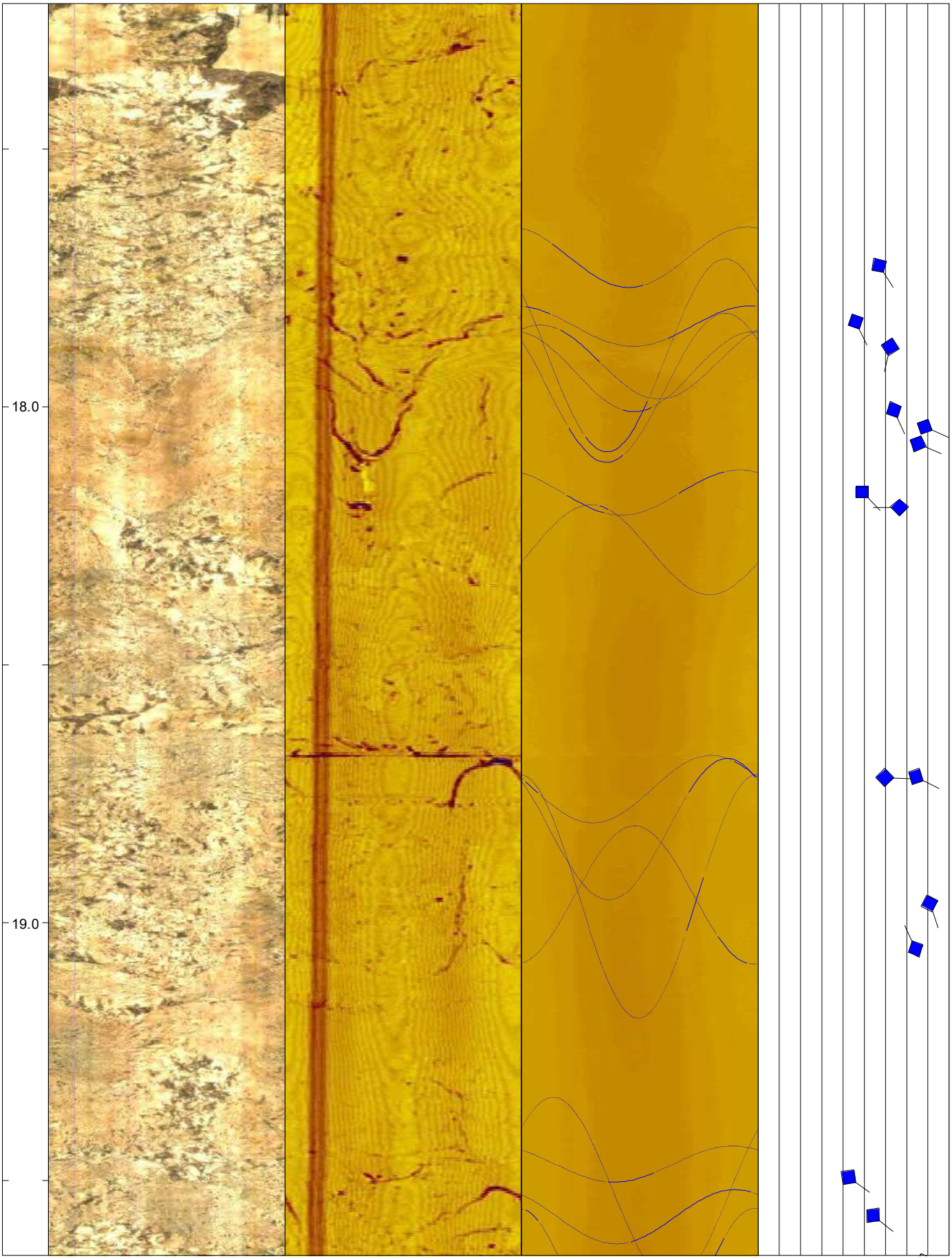
COMMENTAIRES :

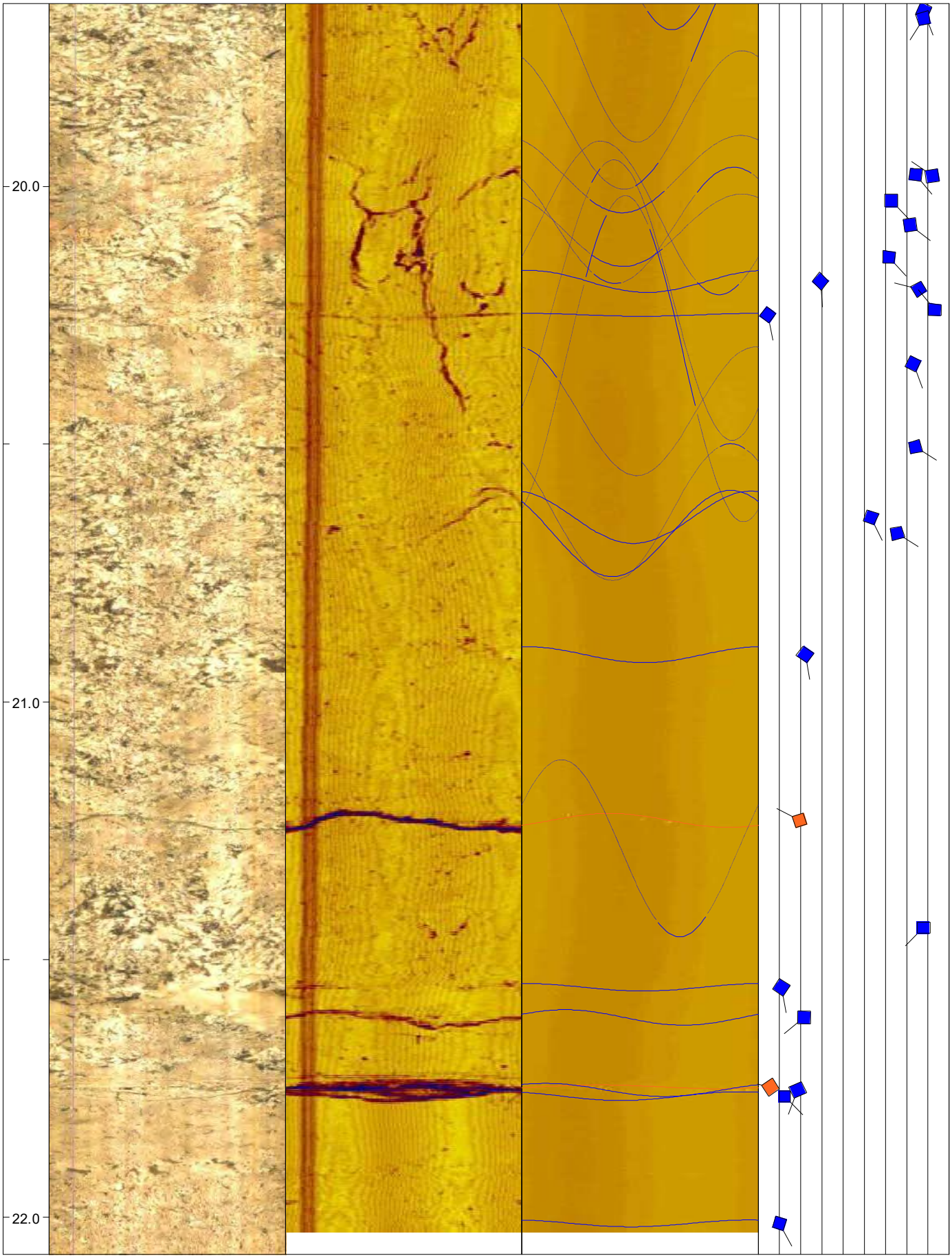



10.0
11.0
12.0


13.0
14.0


15.0
16.0
17.0


18.0
19.0


20.0
21.0
22.0

SNC·LAVALIN

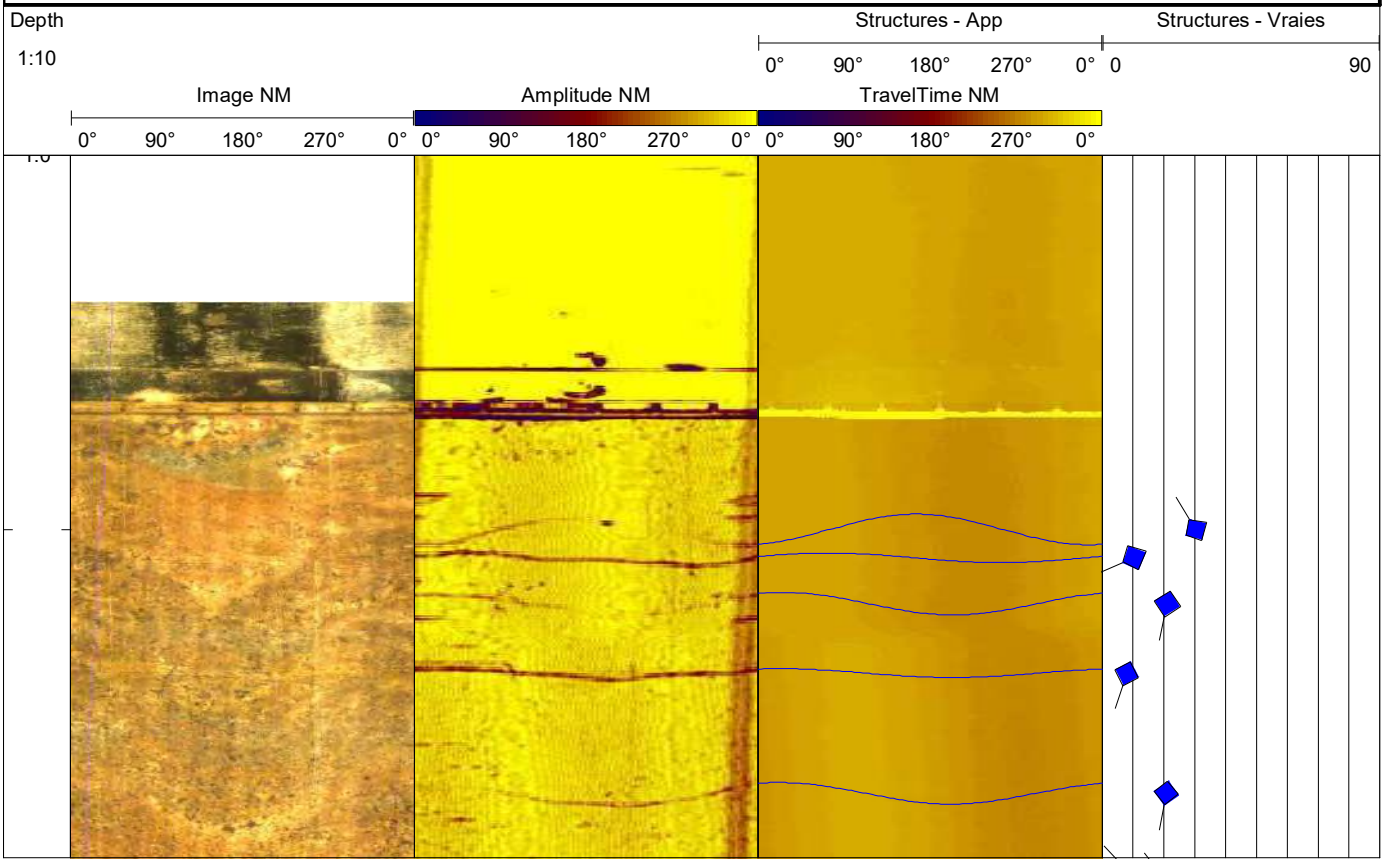
Relevé de géocaméras Acoustique et optique

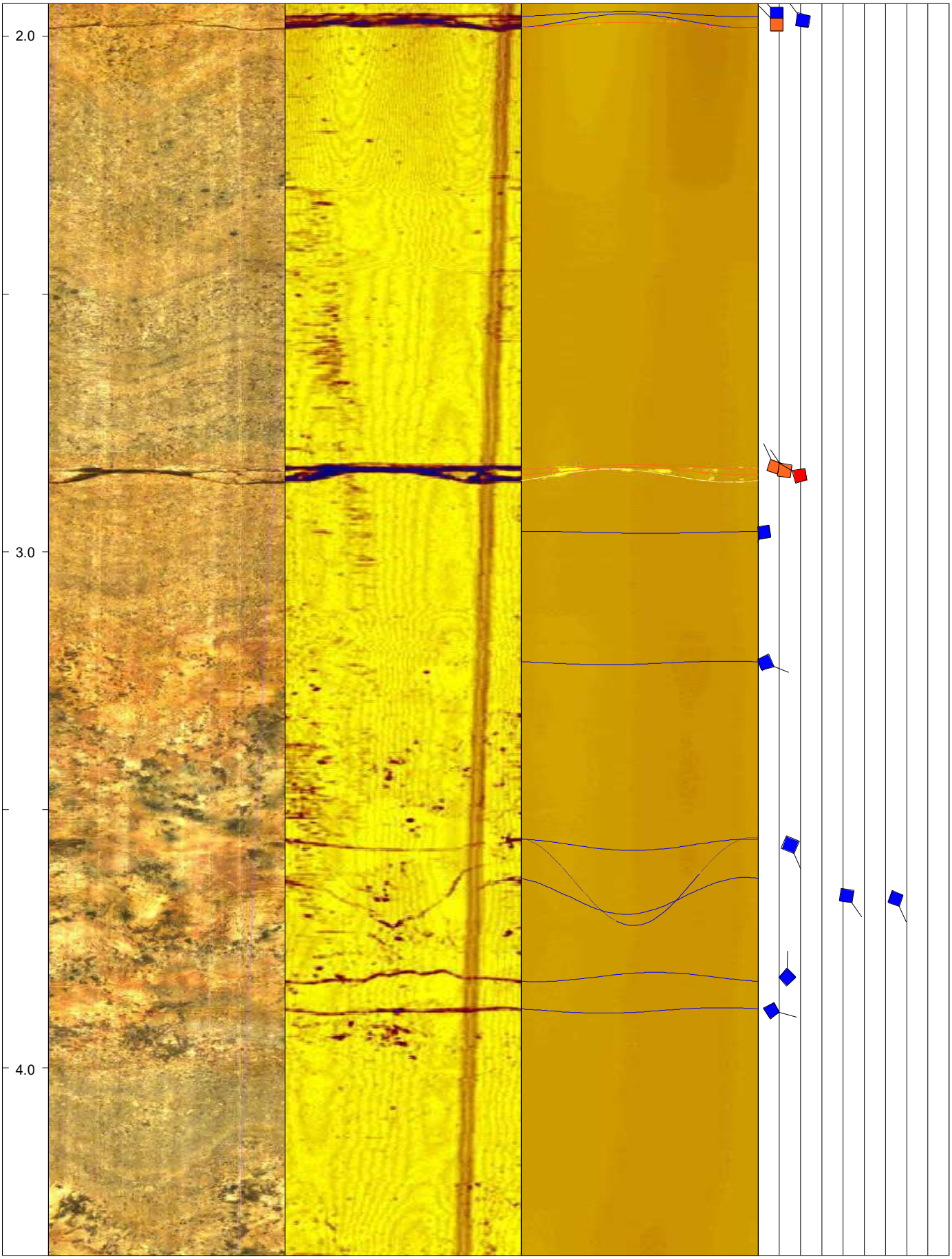
CLIENT :	**Newmont, Mine Éléonore**			FORAGE :	**F-22-P5-07**
PROJET :	**689718**			DIRECTION :	**- °** PLONGÉE : **90°**
TITRE DU PROJET :	**Investigation géotechnique phase 5, aires d'entreposage et Banc Bouchard**			PROFONDEUR	**24,59 m** DIAMÈTRE : **NQ (76 mm)**
				ESTANT :	**424 000,2 m**
LOCALISATION :	**Mine Éléonore**			NORDANT :	**5 841 305,6 m**
RELEVÉ PAR :	**S. Lamoureux**	DATE :	**24/10/2022**	NIVEAU :	**248,59 m** REPÈRE : **Géodésique**
INTERPRÉTÉ PAR :	**J.-A. Salazar, géo.**	DATE :	**04/11/2022**	GRILLE DE RÉFÉRENCE :	**Fuseau 9**
APPROUVÉ PAR :	**V. Leroux, ing., M.Ing.**	DATE :	**04/11/2022**	DÉCLINAISON MAGNÉTIQUE :	**16° Ouest**

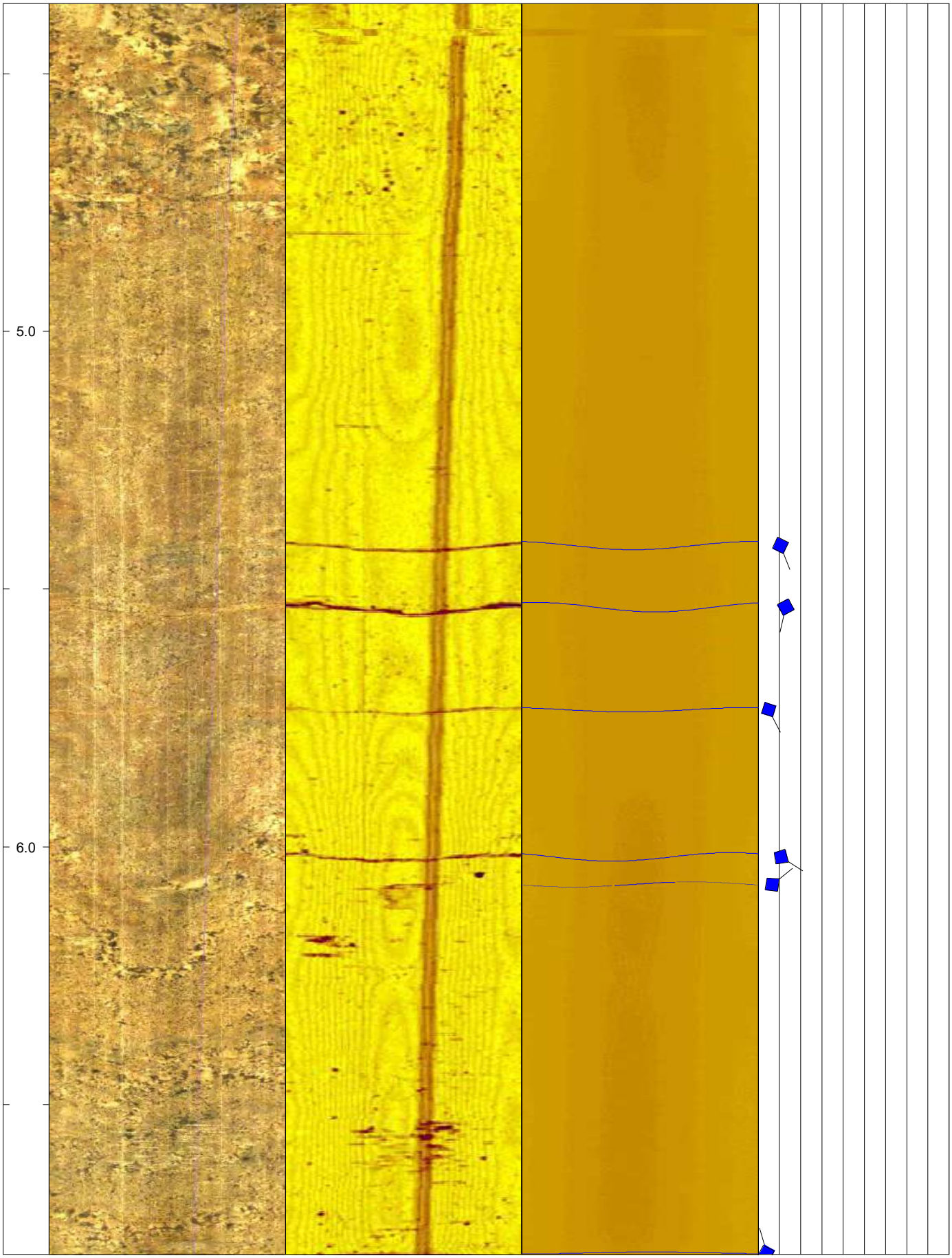
LÉGENDE STRUCTURALE :

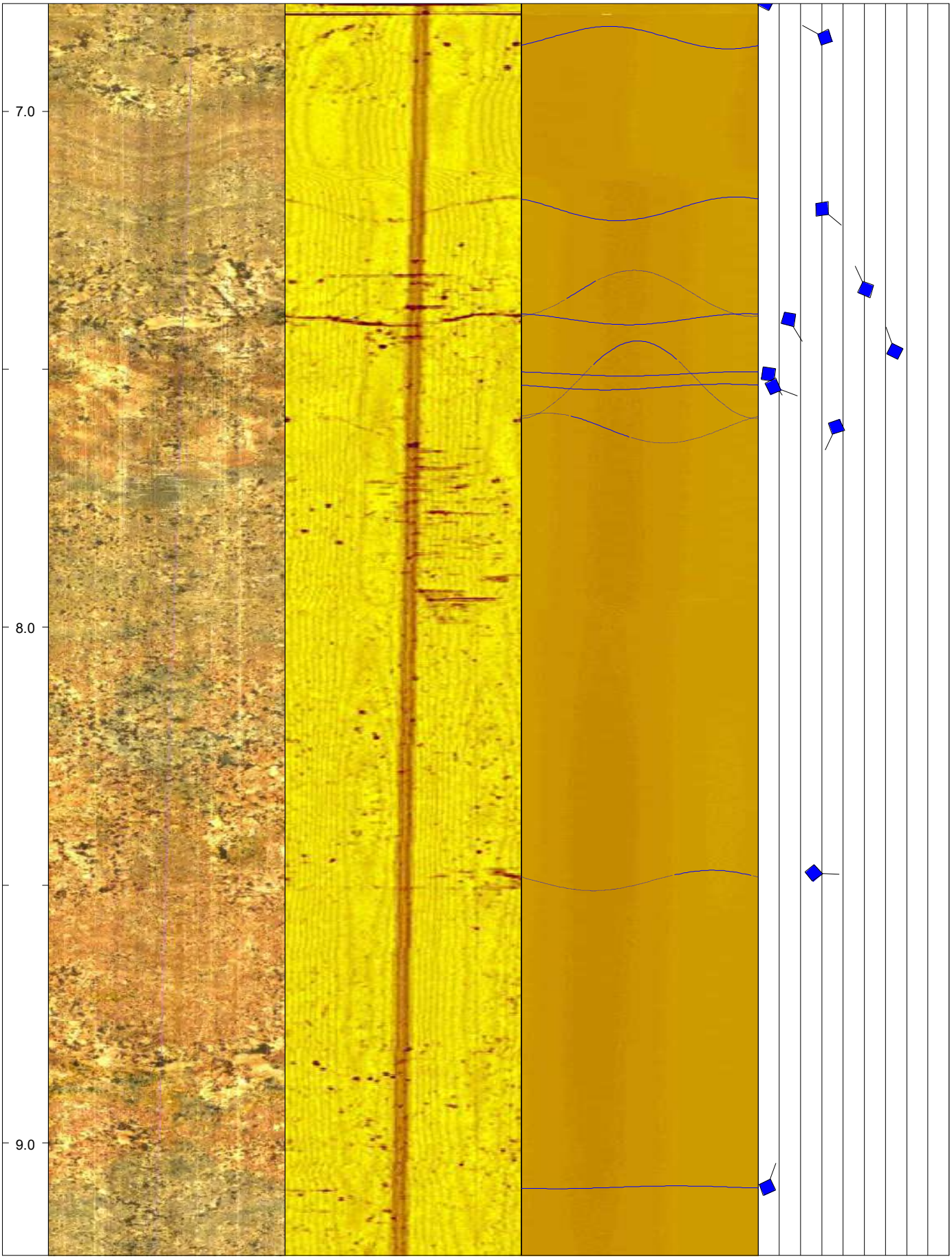
Joint ouvert Joint partiellement ouvert Joint fermé

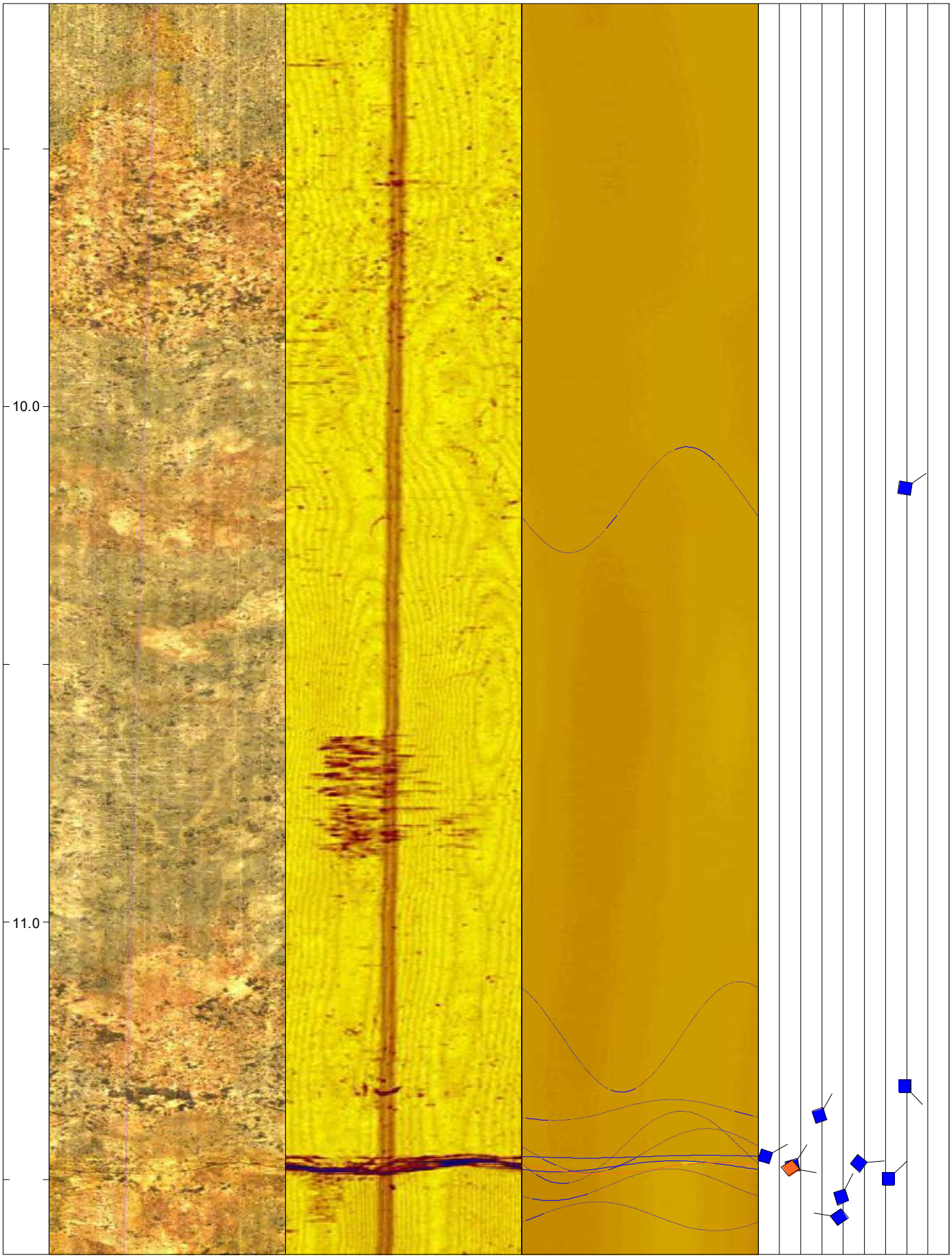
COMMENTAIRES :

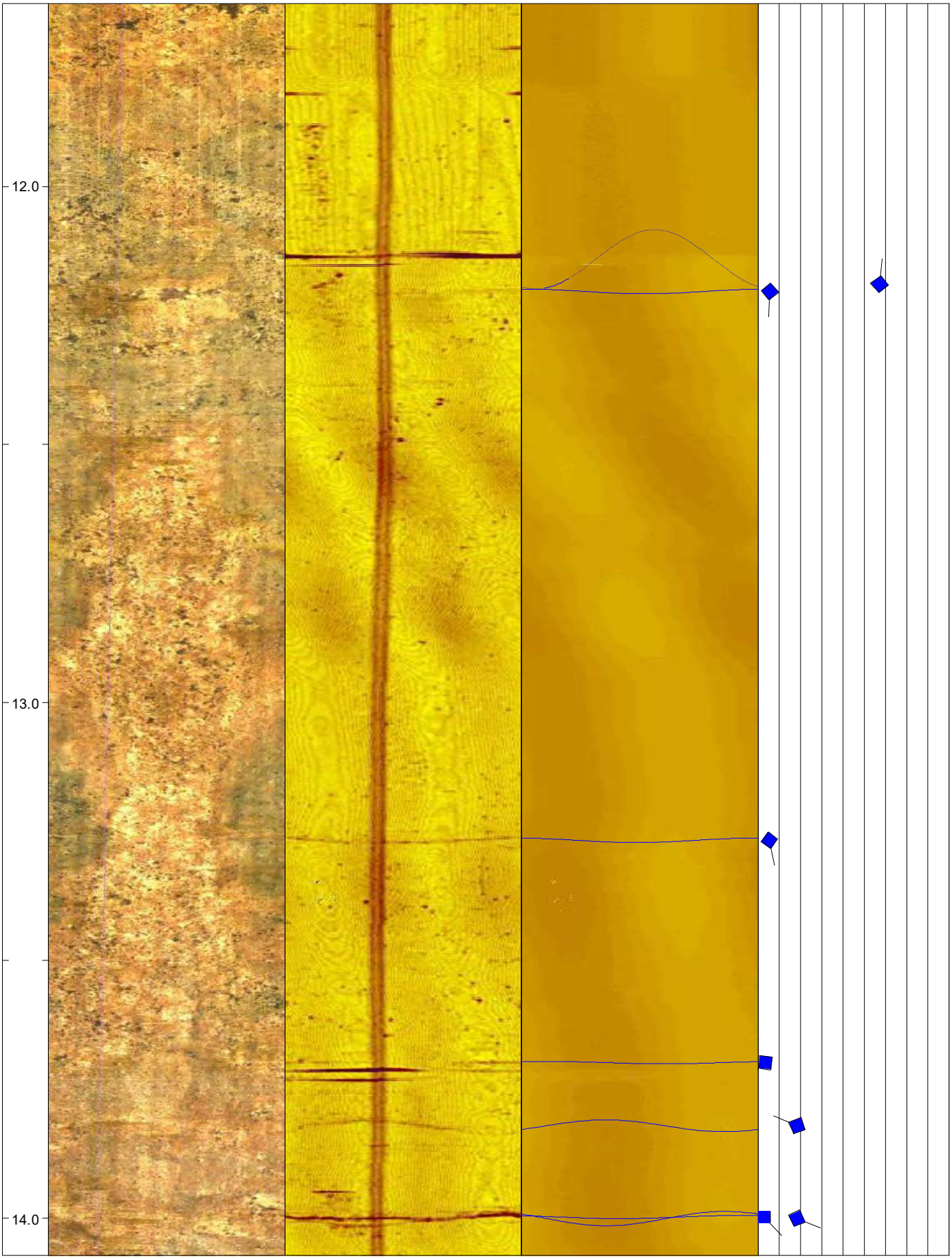


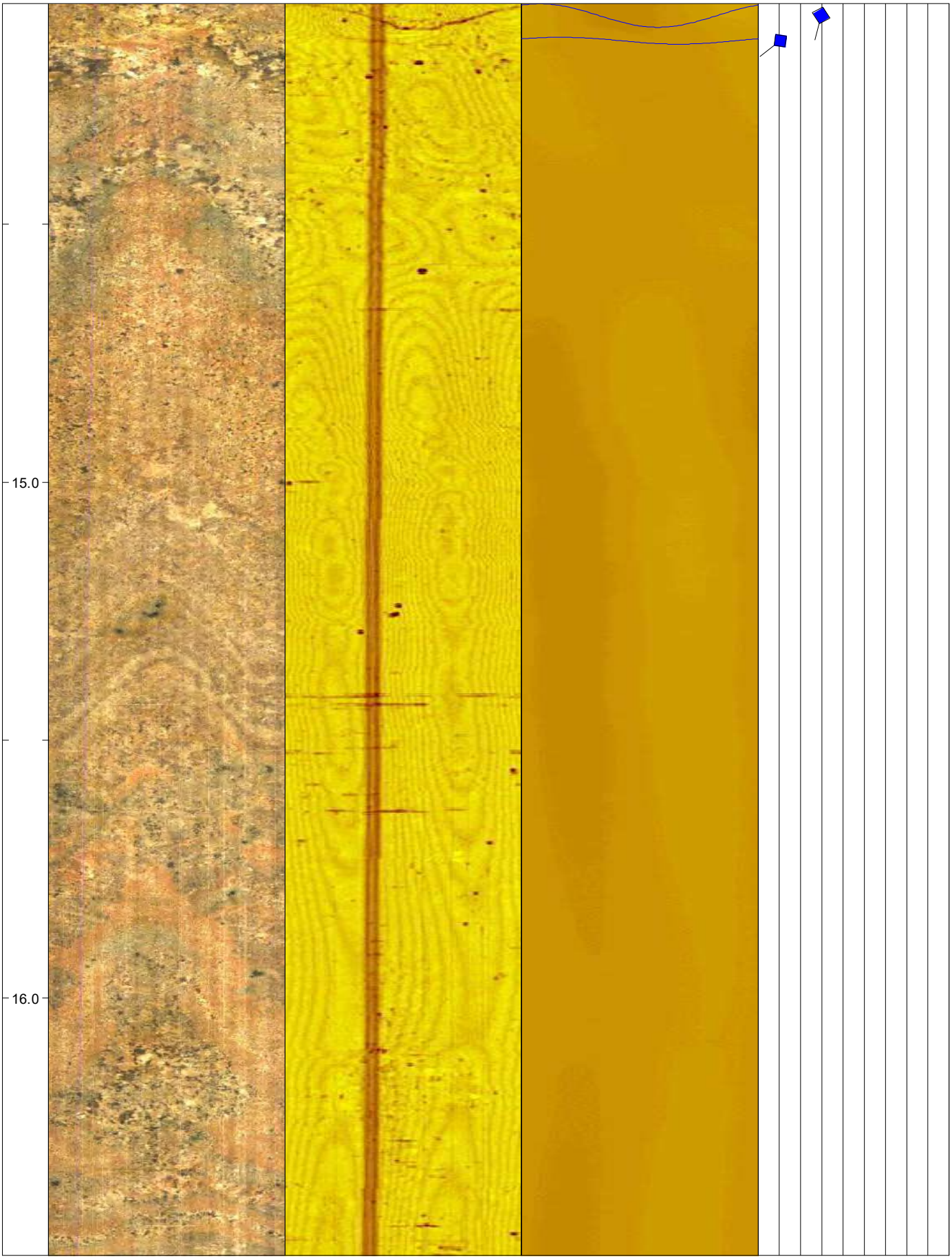

2.0
3.0
4.0

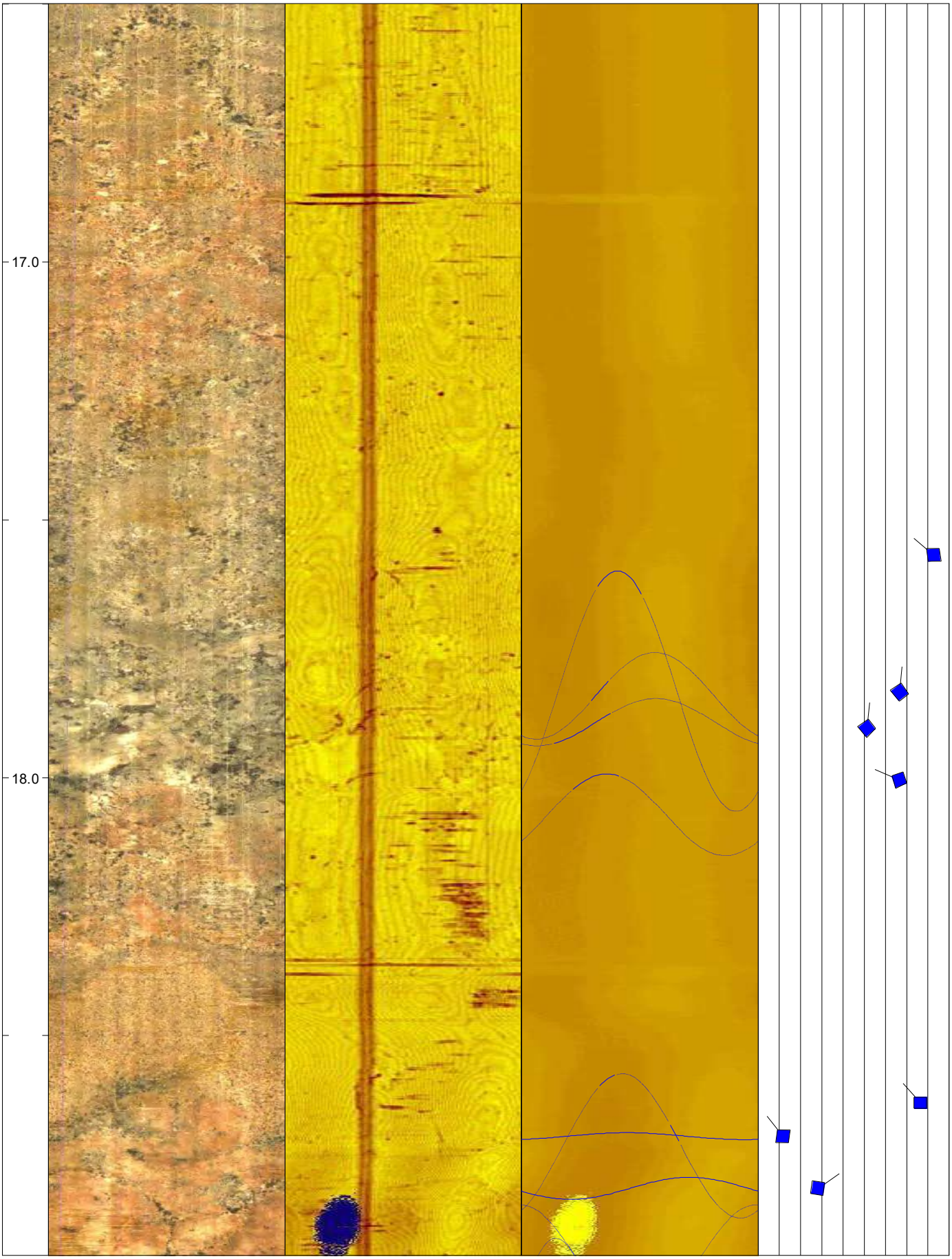

5.0
6.0

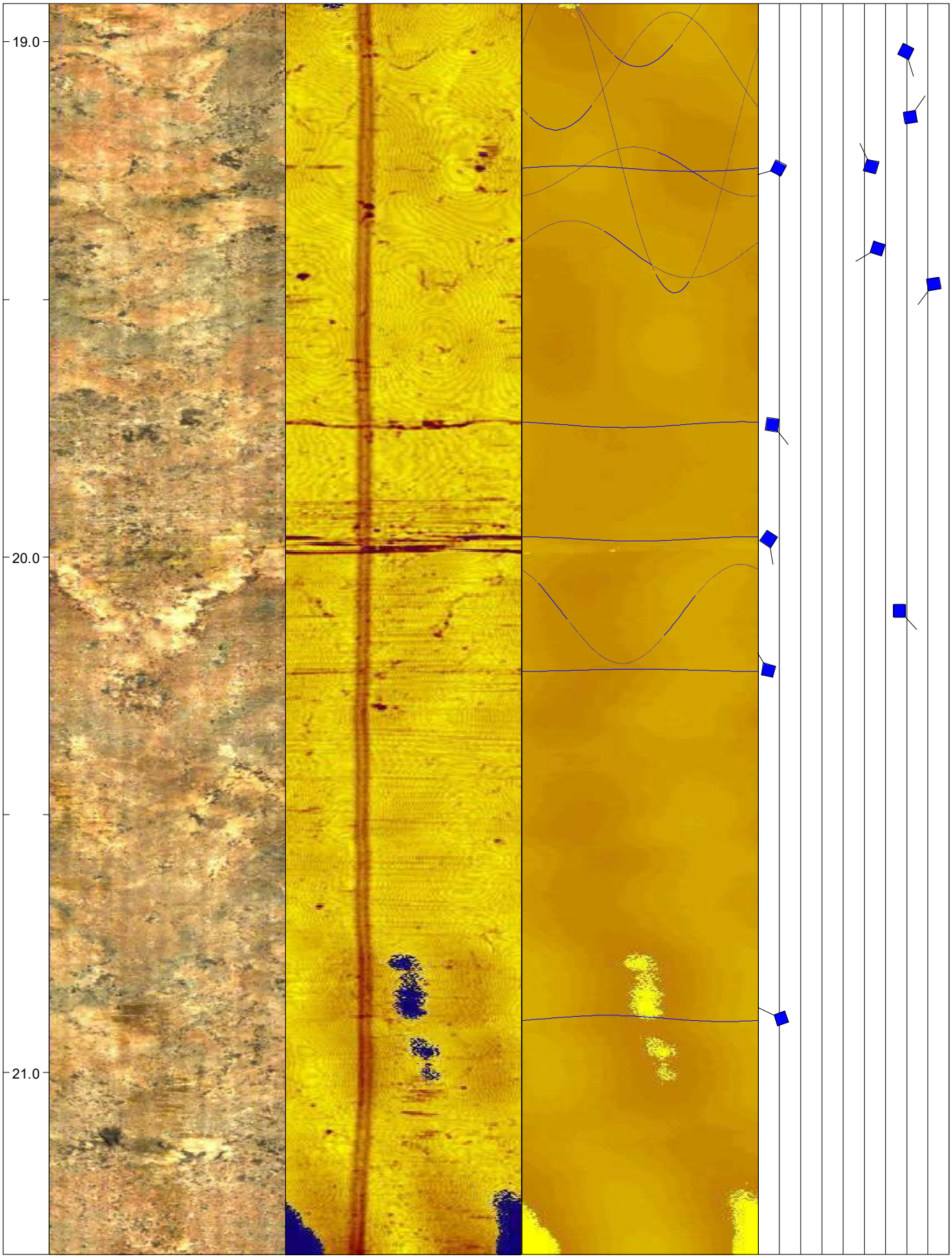

7.0
8.0
9.0

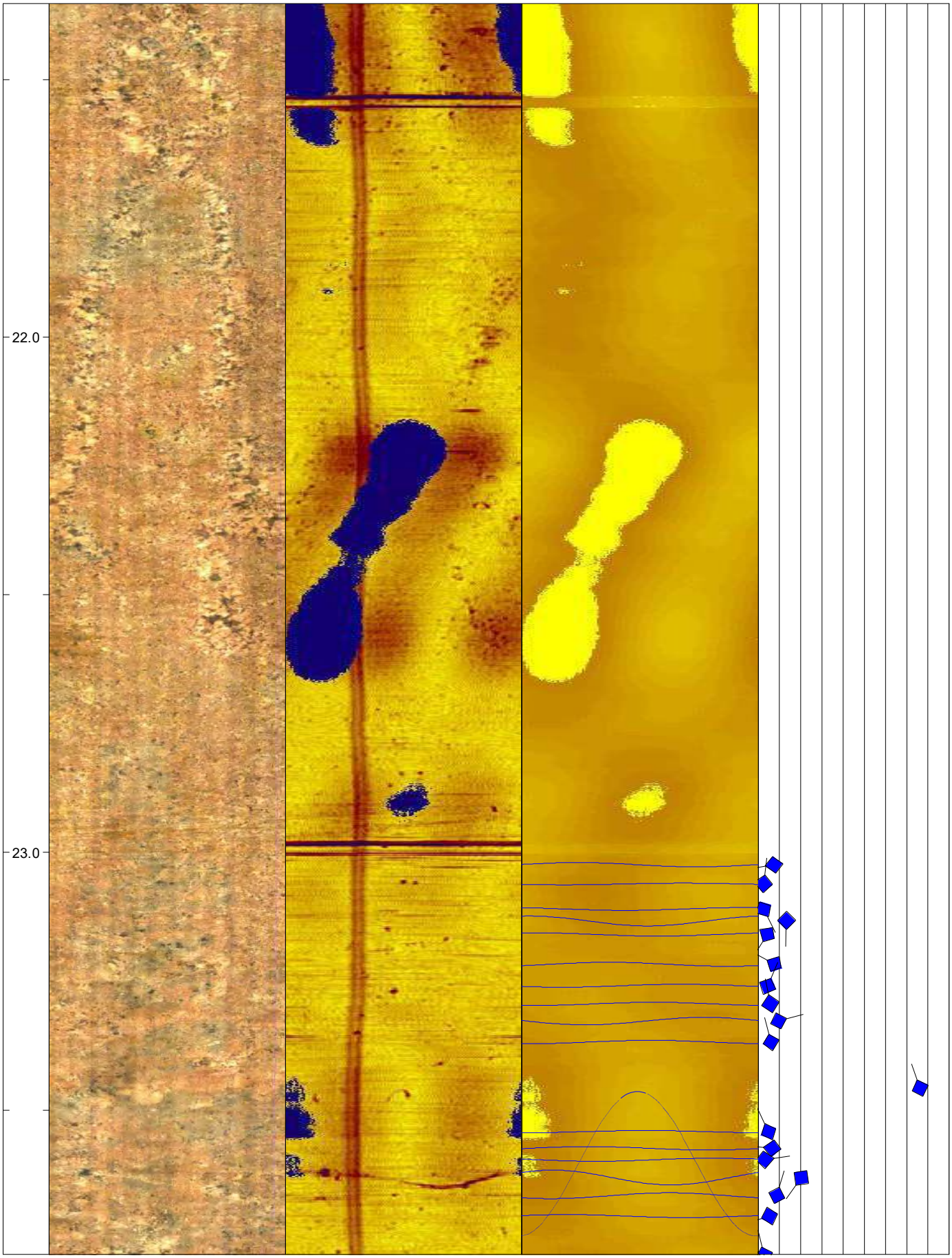

10.0
11.0

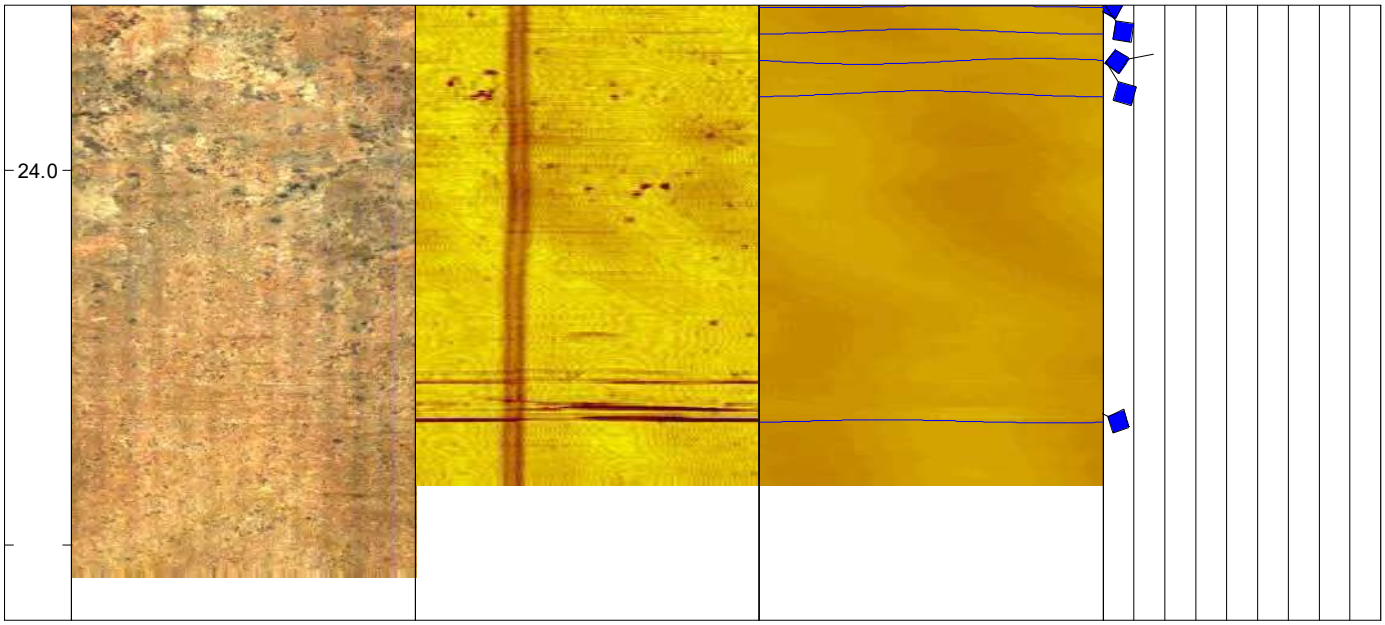

12.0
13.0
14.0


15.0
16.0


17.0
18.0


19.0
20.0
21.0


22.0
23.0


24.0

SNC·LAVALIN

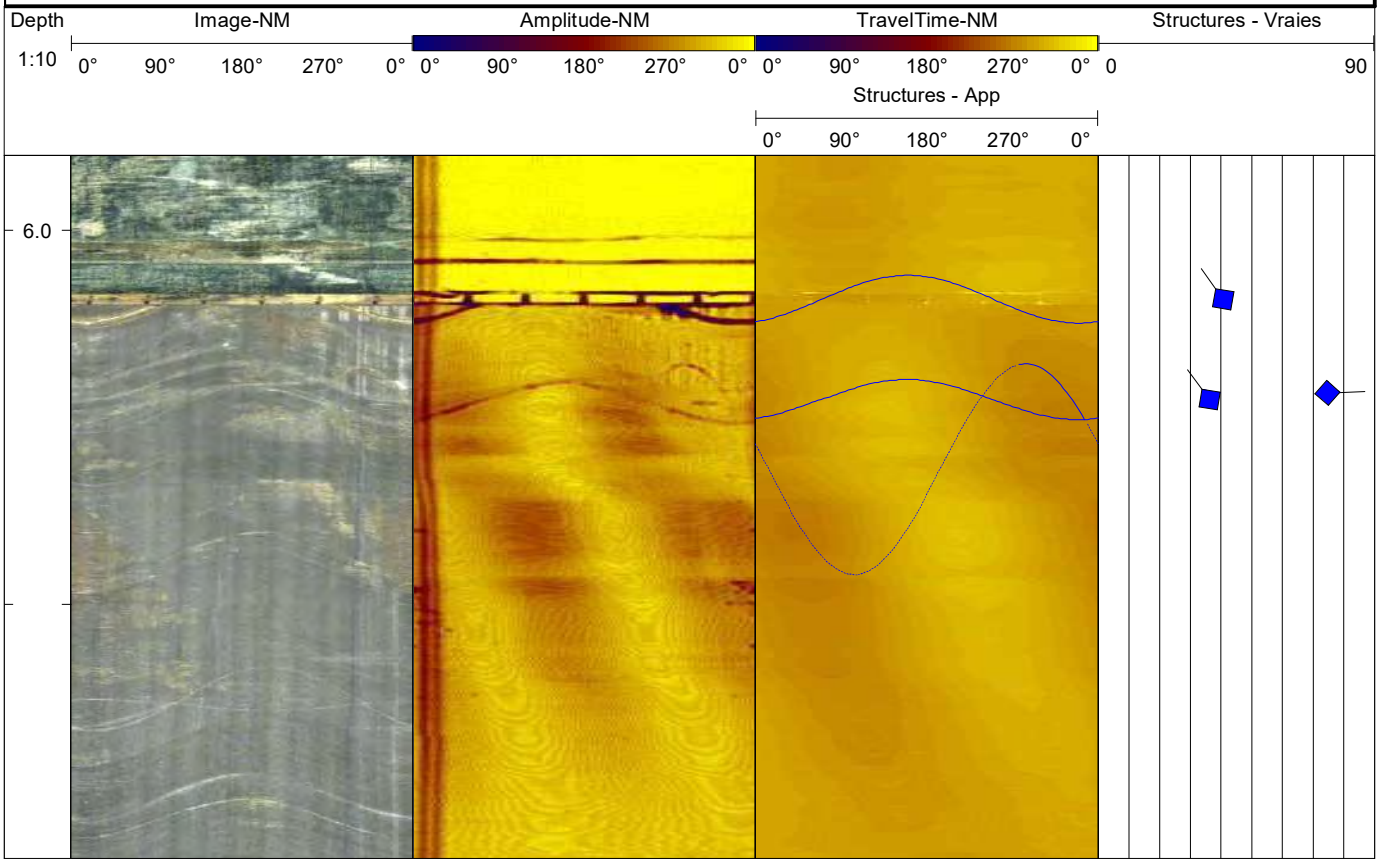
Relevé de géocaméras Acoustique et optique

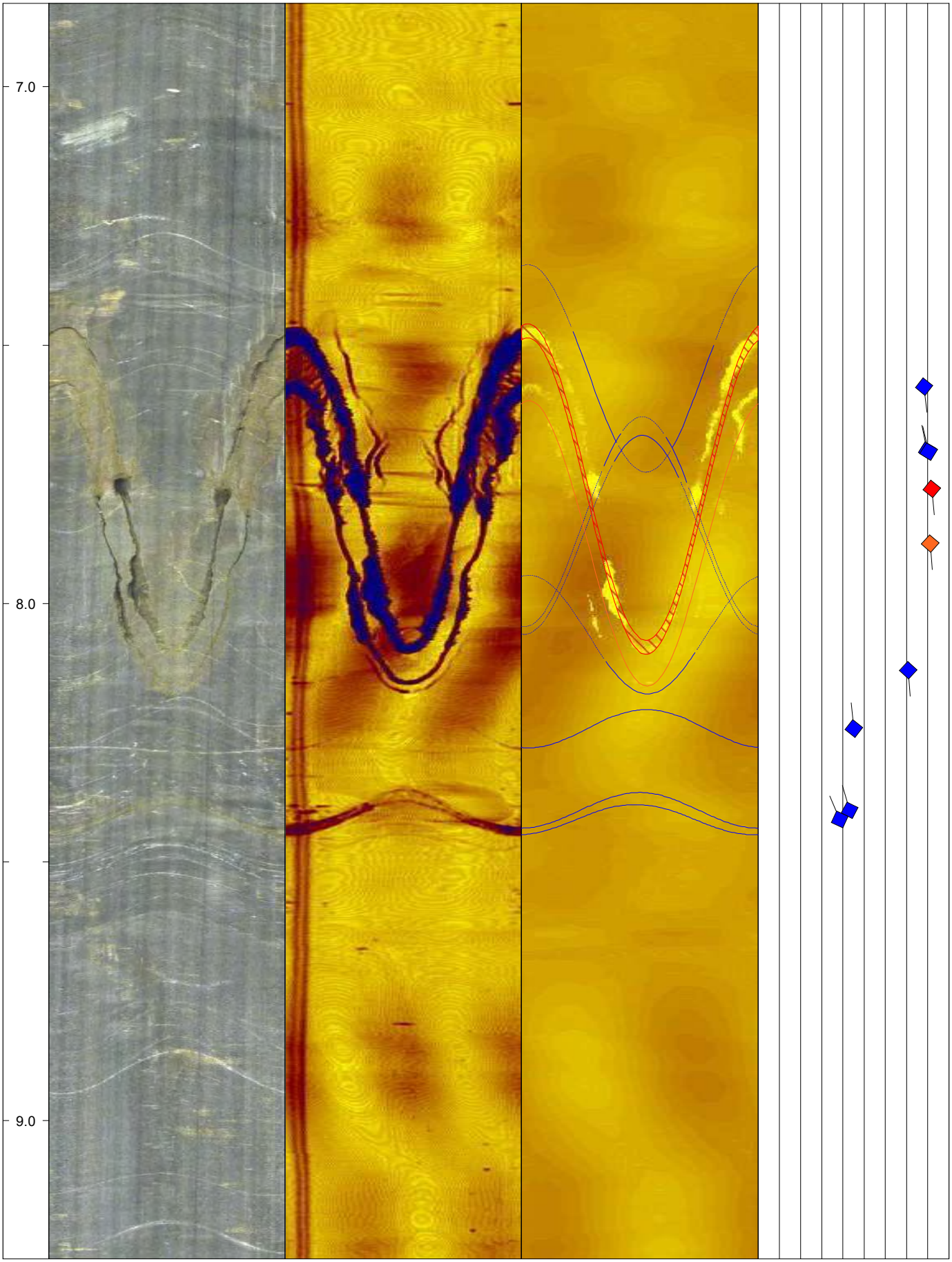
CLIENT :	**Newmont, Mine Éléonore**	FORAGE :	**F-23-P5-05**
PROJET :	**689718**	DIRECTION :	**- °** PLONGÉE : **90°**
TITRE DU PROJET :	**Investigation géotechnique phase 5, aires d'entreposage et Banc Bouchard**	PROFONDEUR	**23,09 m** DIAMÈTRE : **NQ (76 mm)**
		ESTANT :	**424 126,78m**
LOCALISATION :	**Mine Éléonore**	NORDANT :	**5 841 357,87m**
RELEVÉ PAR :	**N. Tremblay, B.SC. geol** DATE : **22/03/2023**	NIVEAU :	**249,03m** REPÈRE : **Géodésique**
INTERPRÉTÉ PAR :	**J.-A. Salazar, géo.** DATE : **11/08/2023**	GRILLE DE RÉFÉRENCE :	**Fuseau 9**
APPROUVÉ PAR :	**N. Masson, ing.** DATE : **11/08/2023**	DÉCLINAISON MAGNÉTIQUE :	**16° Ouest**

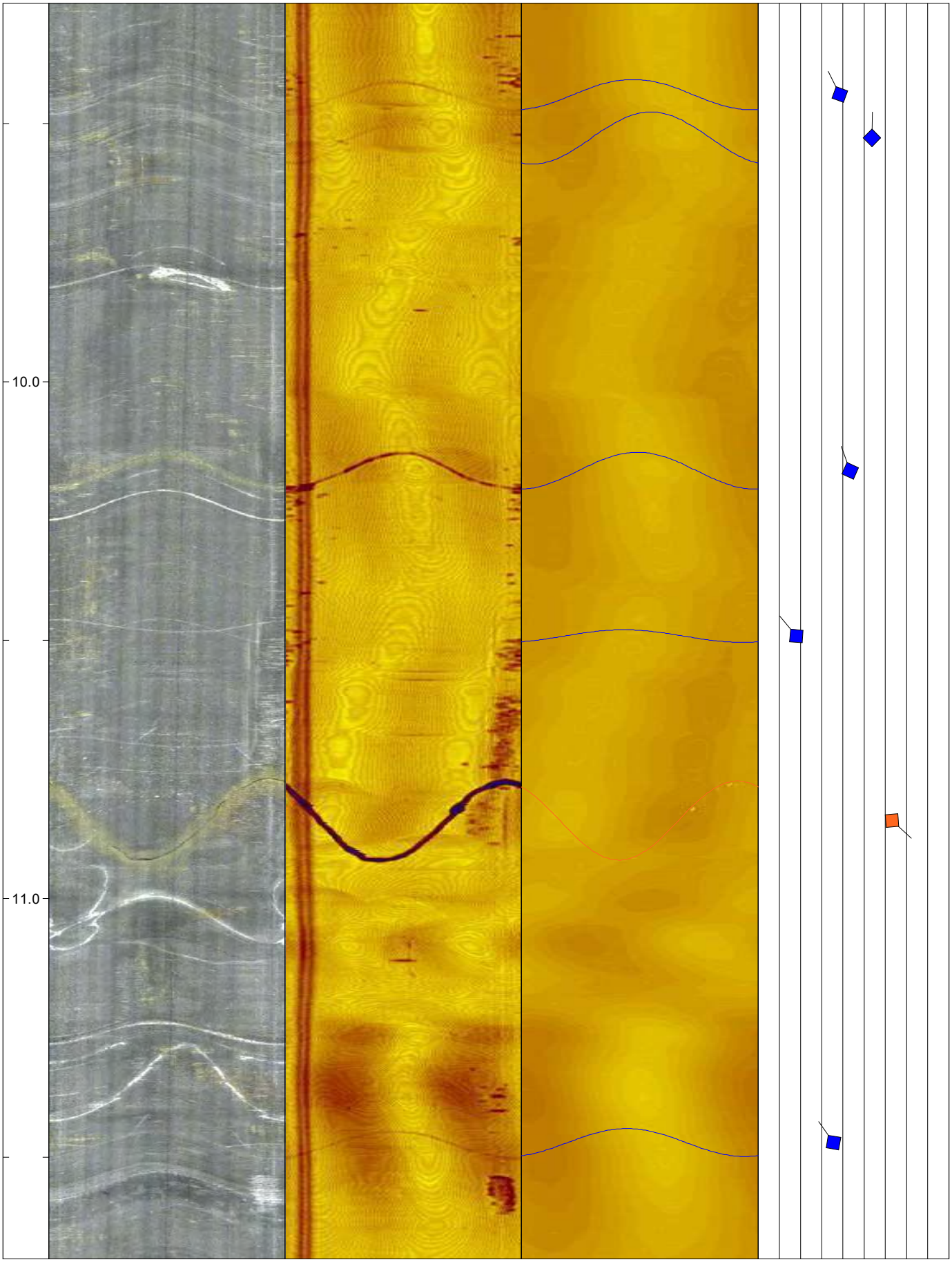
LÉGENDE STRUCTURALE :

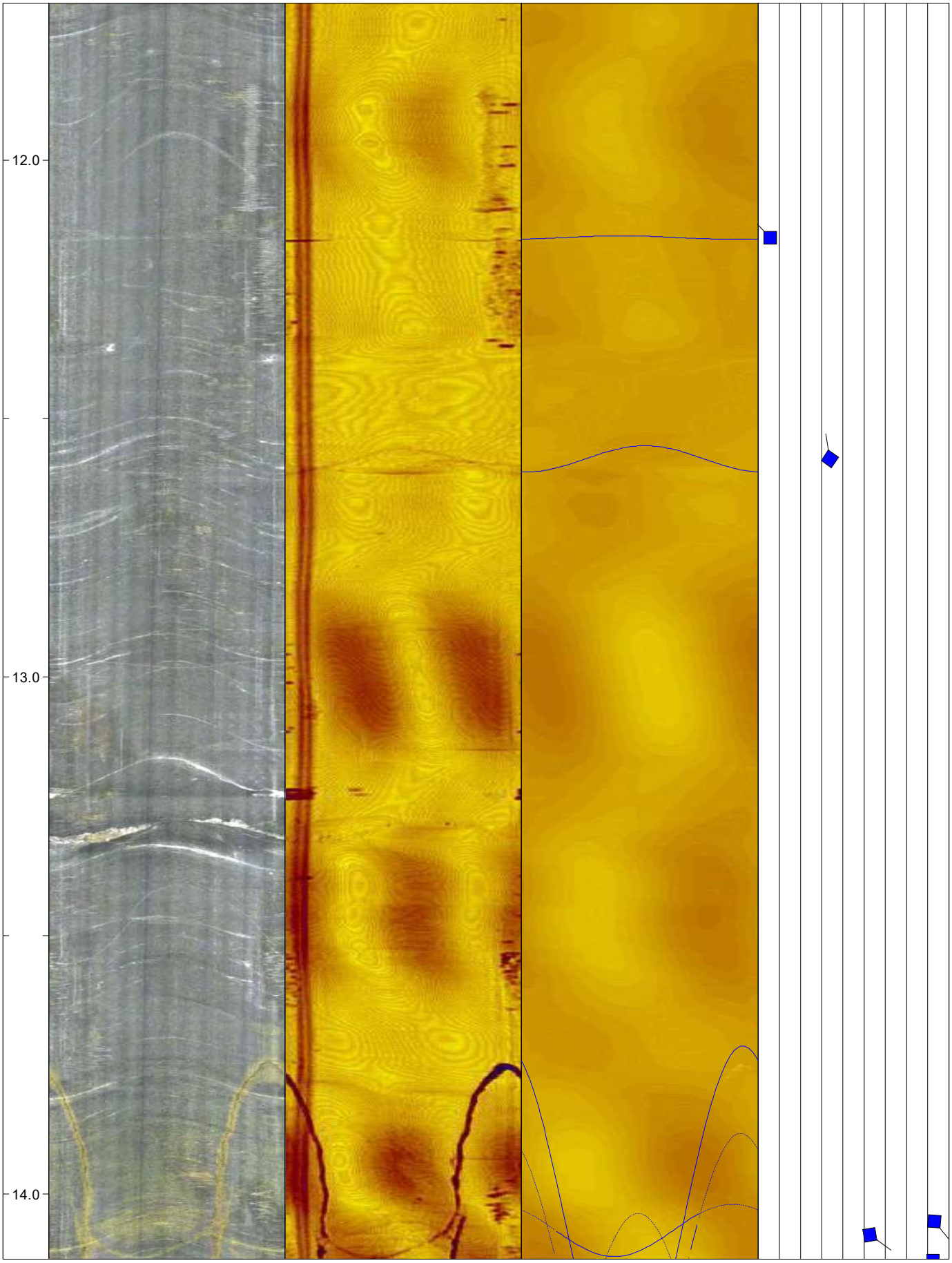
Joint ouvert Joint partiellement ouvert Joint fermé

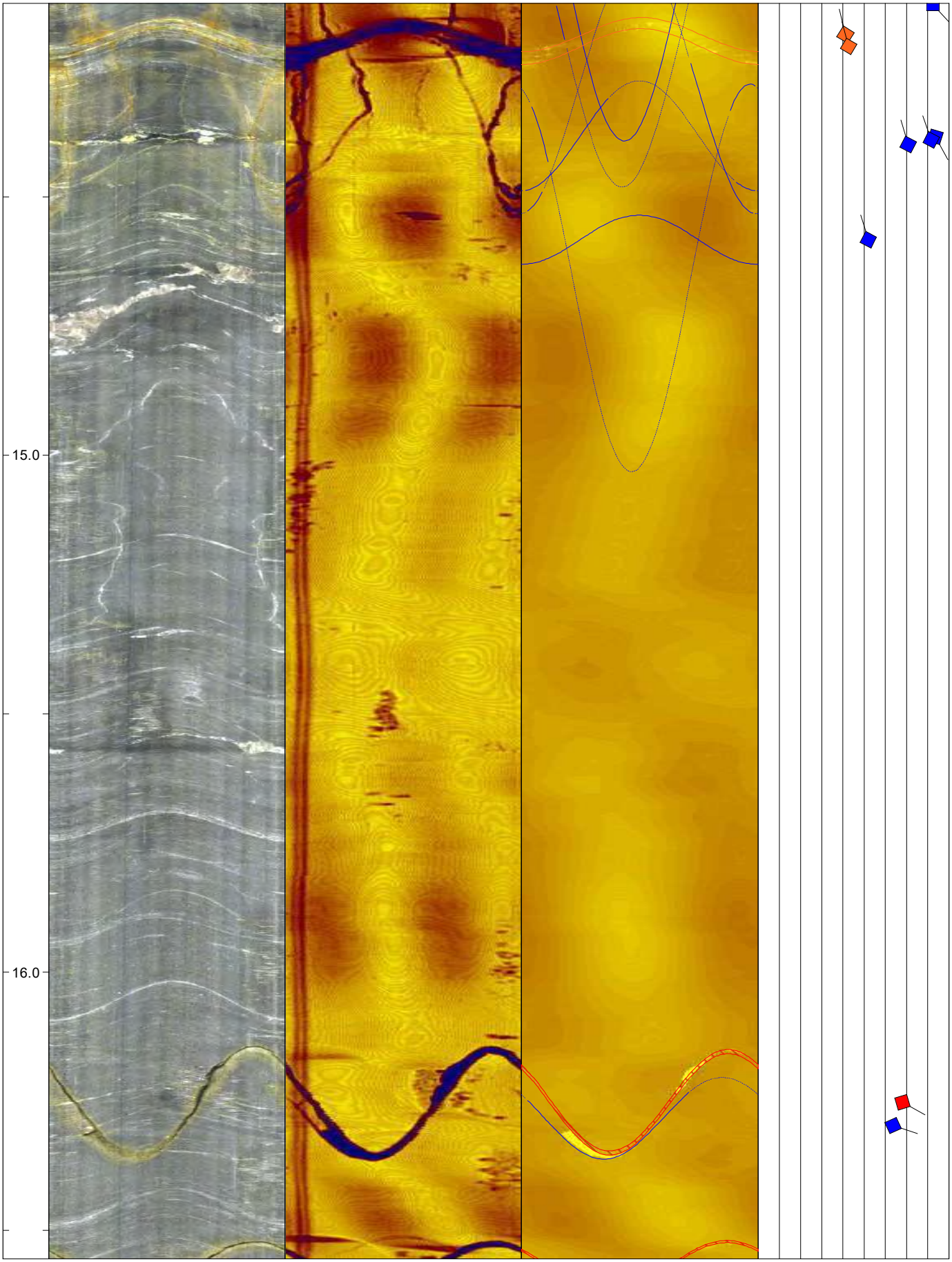
COMMENTAIRES :

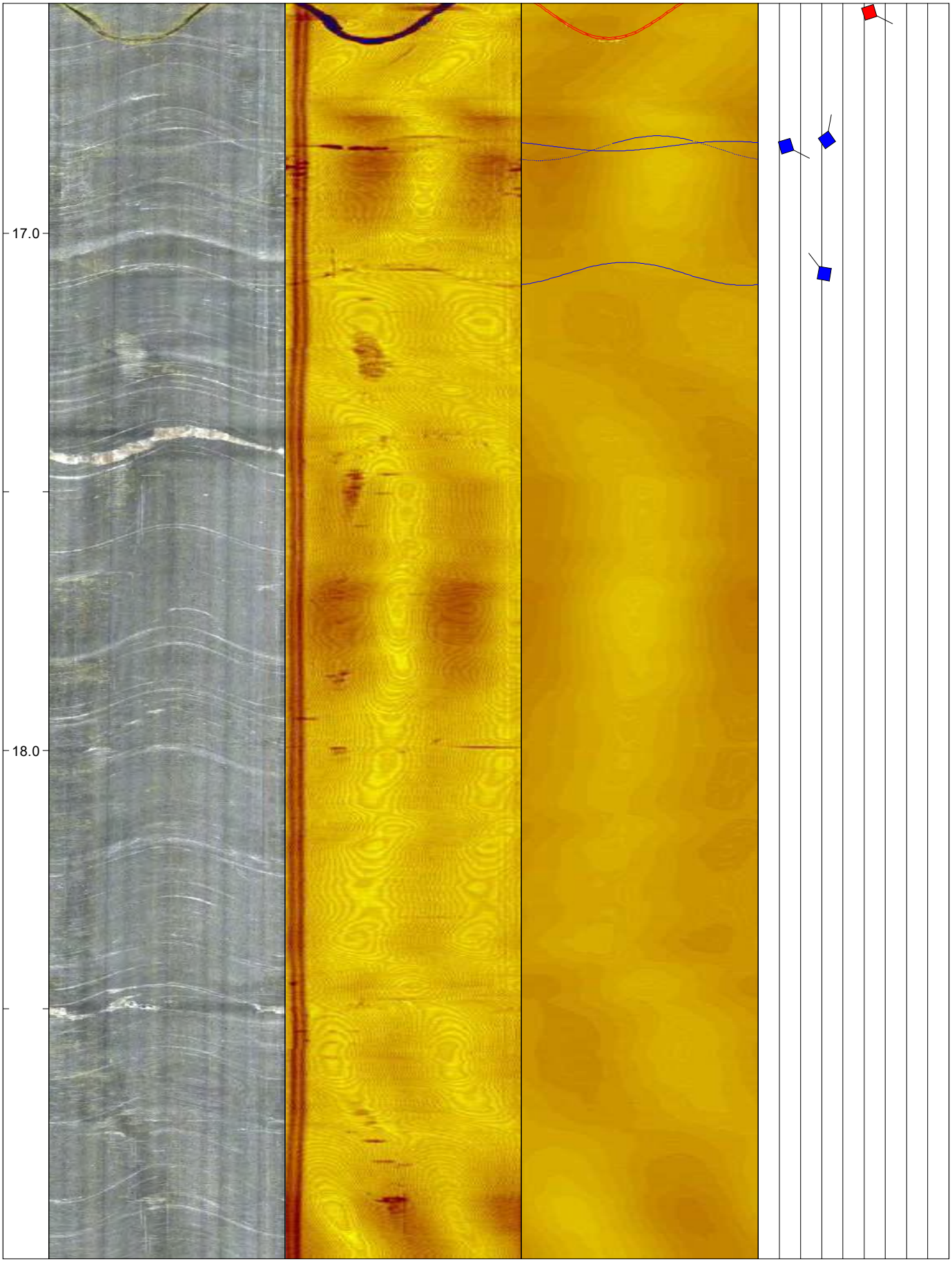


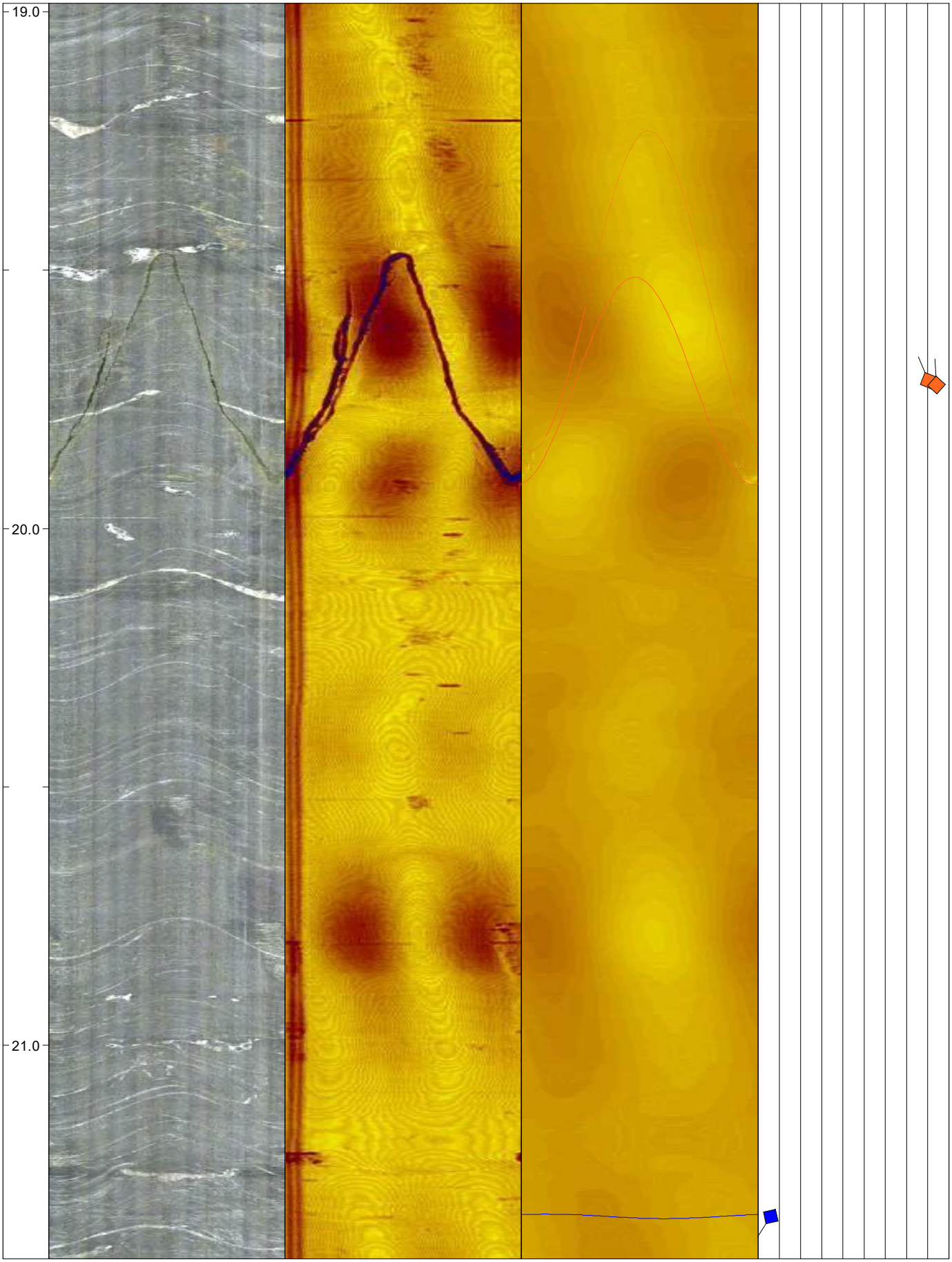

7.0
8.0
9.0

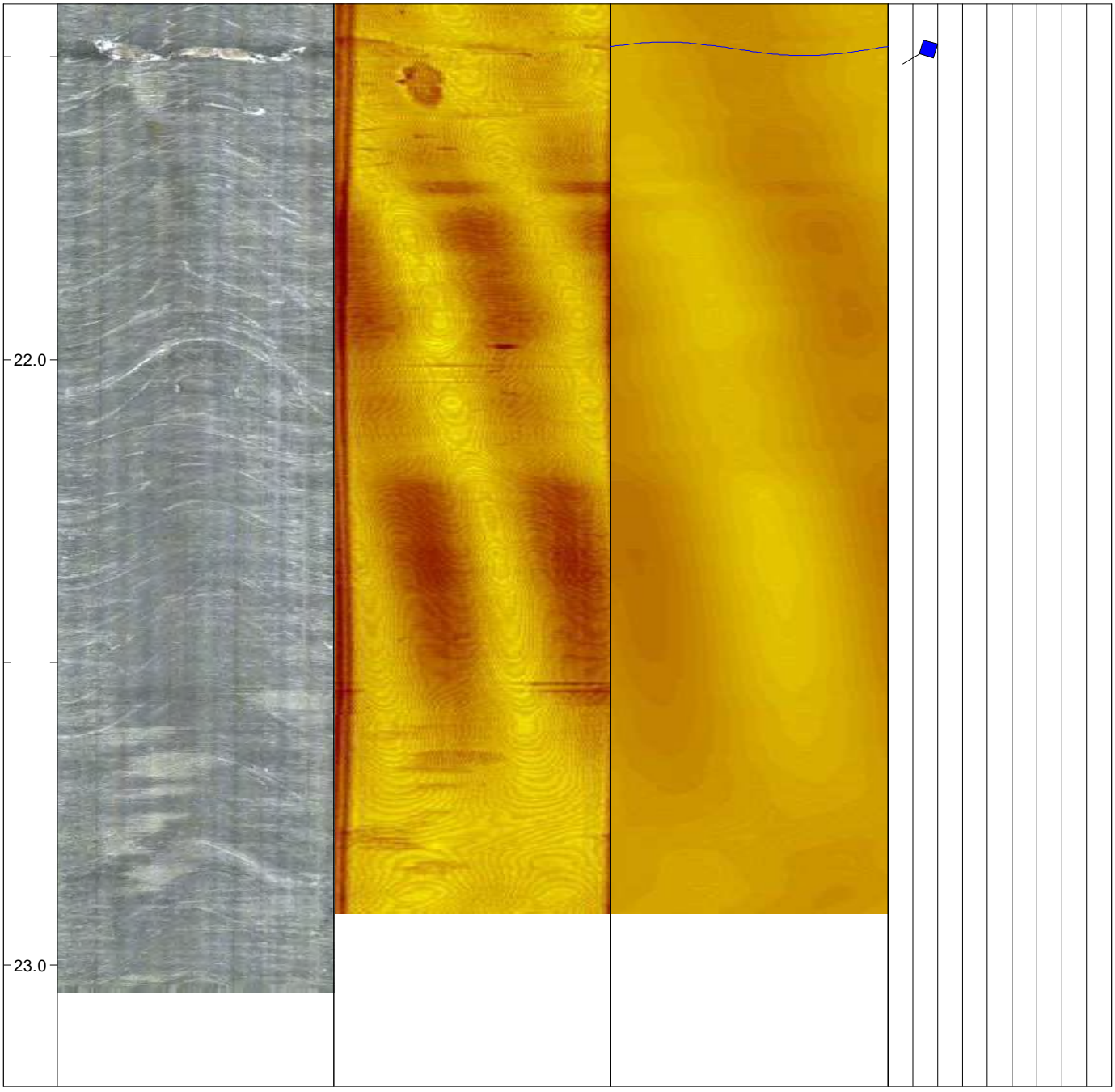

10.0
11.0


12.0
13.0
14.0


15.0
16.0


17.0
18.0


19.0
20.0
21.0


22.0
23.0

Annexe B. Newmont (2023). Note de service – Avis – Cartographie géologique et structurale – Phase 5

Newmont CANADA

ÉLÉONORE
1751 rue Davy
Rouyn-Noranda, Québec J9Y 0A8

P 819.764.6400
F 819.764.6543
newmont.com

NOTE DE SERVICE-AVIS / *MEMORANDUM-NOTICE*

À / *TO* : **Geneviève Marchand (AtkinsRéalis)**

DE / *FROM* : **William Fresser**

OBJET / *SUBJECT* : **Cartographie géologique et structurale – Phase 5**

DATE : **2023-11-01**

1. Contexte :

Dans le cadre de l'extension du parc à résidus de Mine Éléonore – Phase 5, un besoin de connaitre la géologie de surface a été évoqué par l'équipe de conception (Newmont et AtkinsRéalis) pour approfondir les connaissances et anticiper les contraintes liées à la fondation dans le secteur choisi lors de l'étude d'options.

Le secteur d'étude correspond à la zone définie par le scenario 1, c'est-à-dire au Nord de l'actuel PAR défini par la limite verte sur la carte ci-bas, La superficie couverte est de 20 ha. Ce secteur présentes des buttons de rocs fracturés et, entre ceux-ci, des dépôts sédimentaires (moraine et argile) et organiques (tourbière).

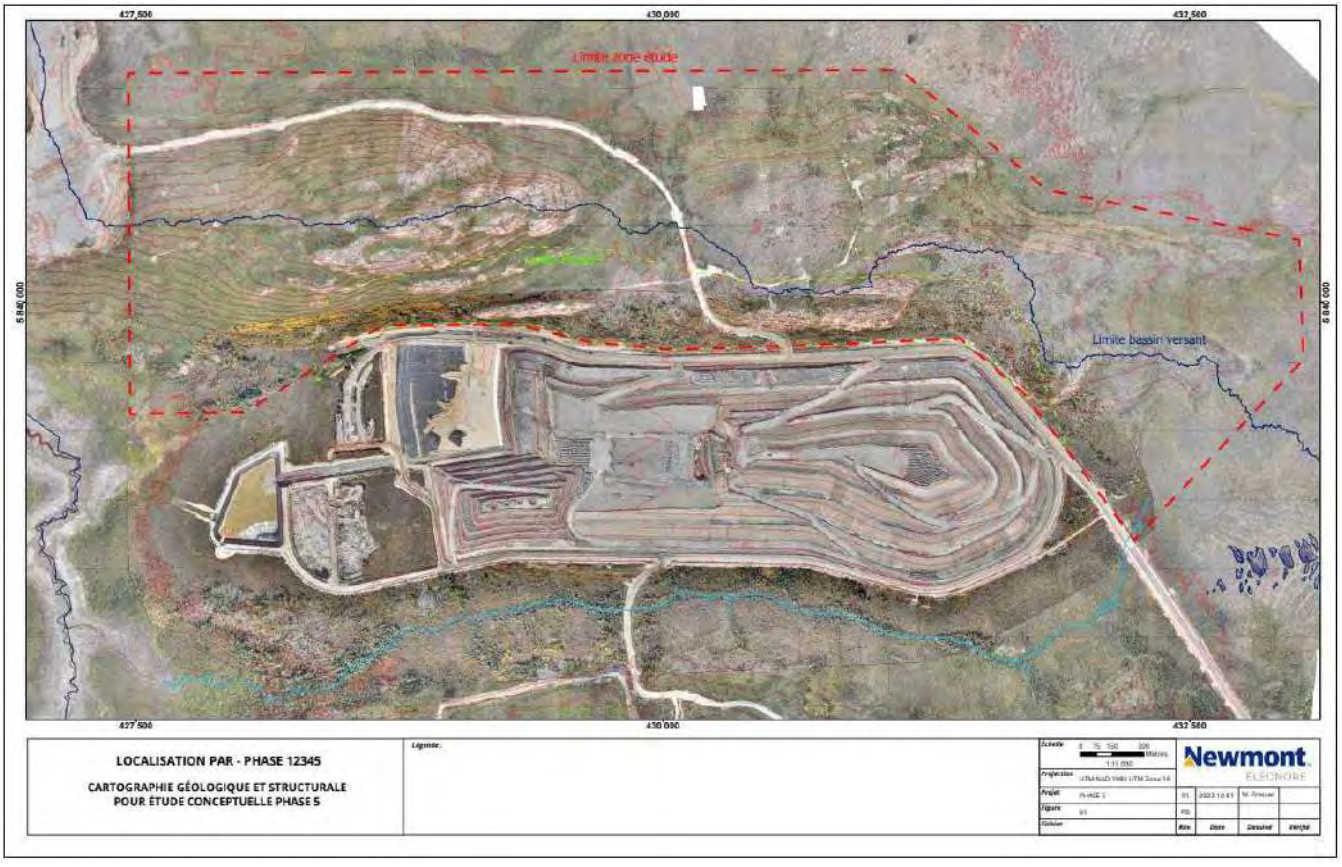


Figure 1 : Cartographie géologique et structurale pour étude conceptuelle – Phase 5.

Par suite, l'étude conceptuelle requiert une connaissance géologique approfondie dans ce secteur. Newmont Éléonore a ainsi entrepris de :

ÉLÉONORE
1751 rue Davy
Rouyn-Noranda, Québec J9Y 0A8

P 819.764.6400
F 819.764.6543
newmont.com

> Cartographier la géologie de surface
> Mesurer les structures visibles des affleurements rocheux

Les travaux de terrain, cartographie et mesures, ont été réalisés par Mario Joly (Géologue) pendant 4 jours. Des visites de reconnaissance ont été réalisées par William Fresser dans les secteurs non couverts.

2. Cartographie géologique

Les résultats de la cartographie sont présentés dans la figure ci-bas. La carte inclut les forages et sondages réalisés dans la phase 5, les puits d'observations, les différentes lithologies observées, les structures (terrain et photo-interprétation), les limites de bassins versants et les limites de permis d'autorisation.

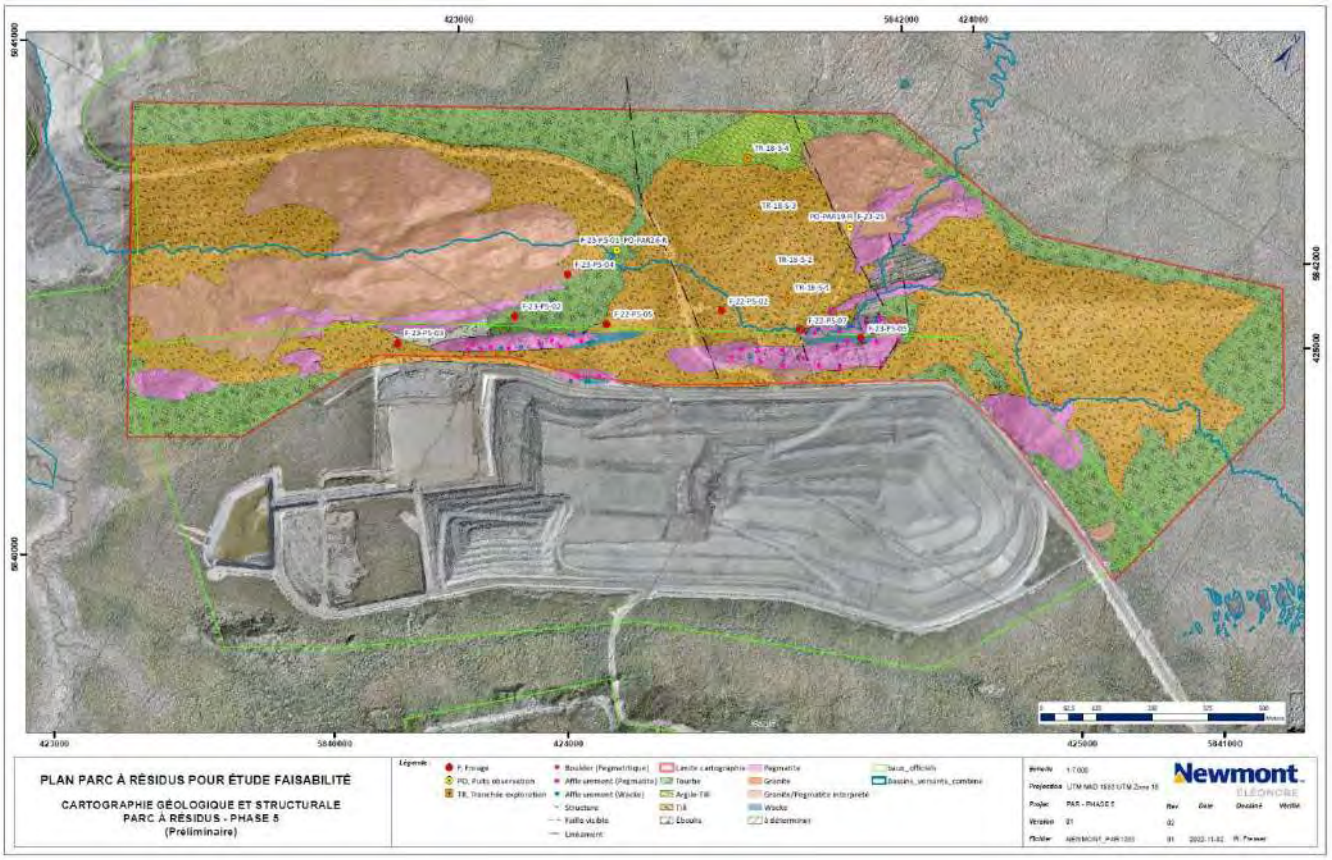


Figure 1 : Plan de la cartographie géologique

Tel que présenté sur la carte, les zones affleurantes se retrouvent le long de buttes (crêtes) allongées selon une direction ENE-OSO.

Ces buttes sont constituées principalement d'une roche granitique massive à grains grossiers de couleur rose pâle à moyen avec plusieurs (20-30%) phases ou injections (dykes) diffuses de pegmatite massive de couleur rose pâle.

Le granite et la pegmatite sont composés de 60% quartz et 40% feldspath potassique avec localement de la magnétite en trace disséminée.

Newmont CANADA
ÉLÉONORE
1751 rue Davy
Rouyn-Noranda, Québec J9Y 0A8
P 819.764.6400
F 819.764.6543
newmont.com



Figure 2 : Photographies de la pegmatite rose pâle massive et du granite à phénocristaux

Le granite et la pegmatite sont localement en contact avec un wacke massif à schisteux à grains fins principalement sur les flancs en bordure des buttes. La figure 3 illustre ceci.

Pour la cartographie du roc, il reste encore des travaux de cartographie à compléter dans le nord-ouest du secteur de la phase 5. Autour de ces roches massives, on retrouve des dépôts sédimentaires (moraine/till et argile) et organiques (tourbe). Ceux-ci on était cartographié grâce aux données Lidar, de drone et avec des reconnaissances terrain.

Newmont CANADA
ÉLÉONORE
1751 rue Davy
Rouyn-Noranda, Québec J9Y 0A8
P 819.764.6400
F 819.764.6543
newmont.com



Figure 3 : Photographies du Wacke en contact avec granite/pegmatite.

3. Mesures structurales

La roche est généralement massive mais localement recoupée par des systèmes de joints orthogonaux dont un système plus marqué subhorizontal avec une fréquence de 1-2 joints par mètres. L'autre système de joint moins fréquent est orienté généralement NO (300 à 320 degrés) à pendage subvertical avec une fréquence de 1 joint par 4-5m. D'autre part, de plus grandes structures ont été observées dans le secteur nord-est, présentant un décalage d'environ 2-4 m avec le terrain avoisinant.



Figure 4 : Photographies des structures observées.

Newmont CANADA
ÉLÉONORE
1751 rue Davy
Rouyn-Noranda, Québec J9Y 0A8
P 819.764.6400
F 819.764.6543
newmont.com

Au total, 87 mesures de joints ont été prises dans le roc. Avec ces données, il a été possible de les visualiser dans un stéréogramme (OpenStereo) et de dissocier 3 familles de joints.

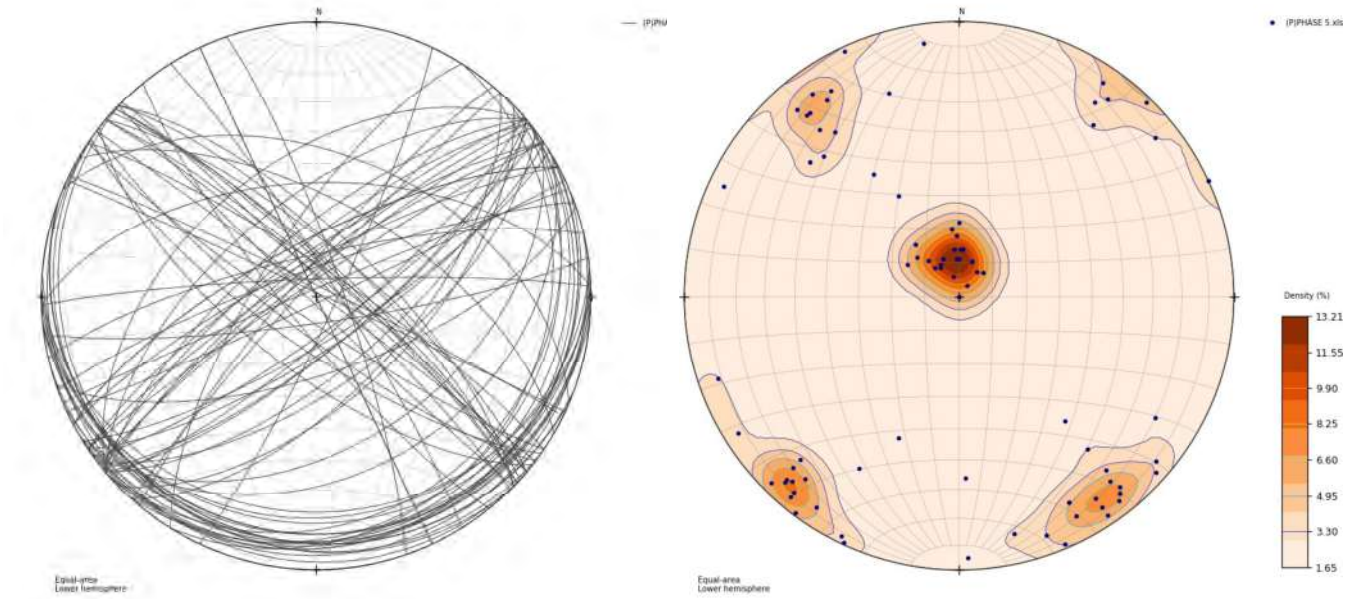




Figure 4 : Stéréogramme des joints mesurés (lower emisphere) en plans/polaires et photo d'un bloc fissuré avec les joints verticaux caractéristiques du secteur.

D'après les stéréogrammes, les trois systèmes sont les suivants :

1. Horizontal
2. Subvertical : 50 ou 230/80°
3. Subvertical : 310 ou 130/82°

Newmont CANADA
ÉLÉONORE
1751 rue Davy
Rouyn-Noranda, Québec J9Y 0A8
P 819.764.6400
F 819.764.6543
newmont.com

4. Sondages réalisés dans le secteur Nord

En 2018, des sondages ont été réalisés dans le secteur pour la recherche de moraine.

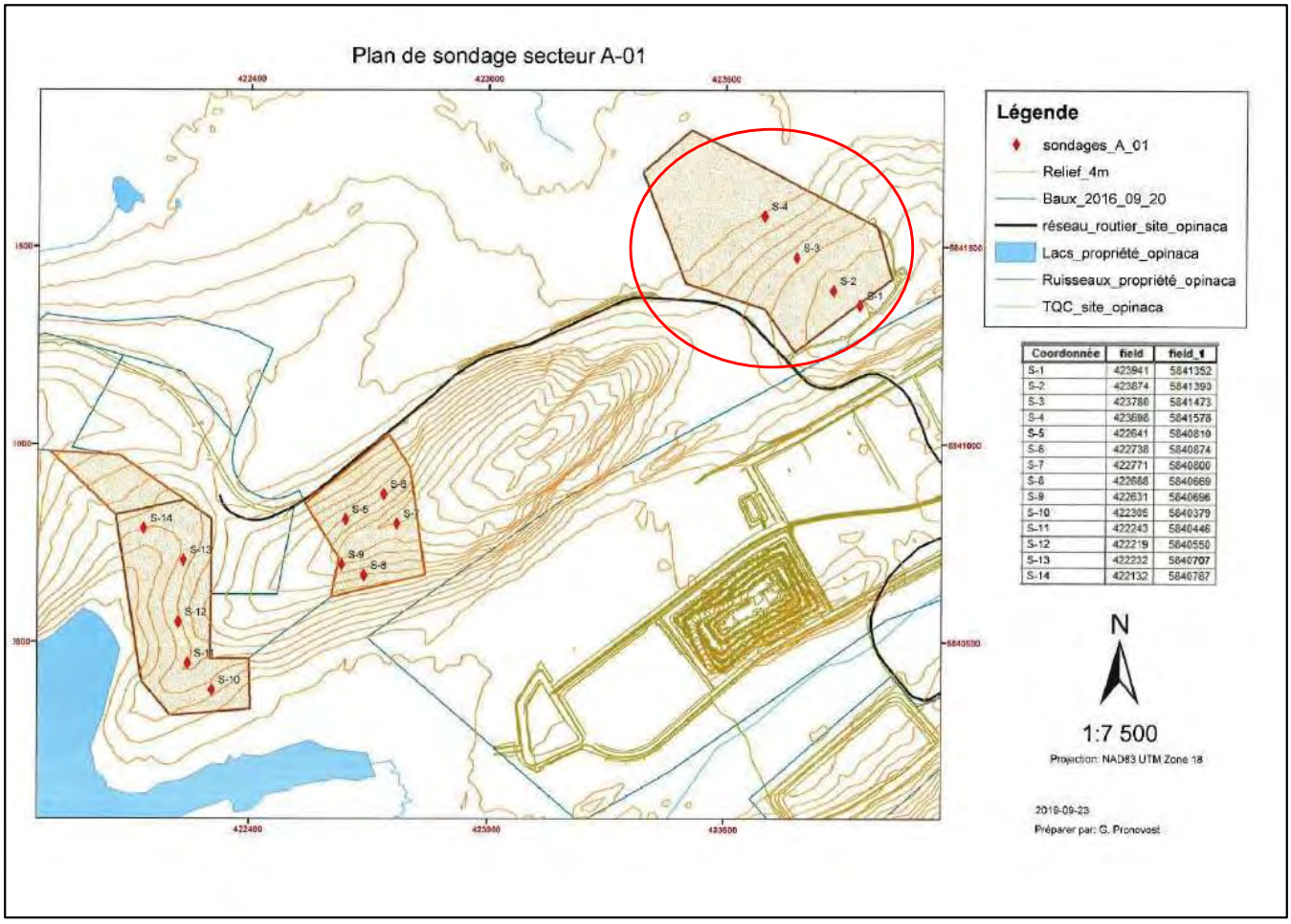


Figure 5 : Cartographie des sondages réalisés le 23 septembre 2018

Ci-bas la description des 4 sondages :

S-1

2018-09-13
Secteur ancienne poudrière du PAR
Coord. : 423941 – 5841352

Organique : 0.15 m
Sable grossier : 0.30 m
Moraine argileuse : 4.45 m

Atteint roc, présence d'un filet d'eau à 2.87 mètres de la surface.

Un échantillon recueilli.





ÉLÉONORE
1751 rue Davy
Rouyn-Noranda, Québec J9Y 0A8

P 819.764.6400
F 819.764.6543
newmont.com

S-2 2018-09-13 Secteur ancienne poudrière du PAR Coord. : 423874 – 5841390 Organique : 0.15 m Sable grossier : 0.70 m Moraine sableuse : 4.65 m Un échantillon recueilli.	
S-3 2018-09-13 Secteur ancienne poudrière du PAR Coord. : 423780 - 5841473 Organique : 0.05 m Sable grossier Cailloux 30%: 0.15 m Moraine sableuse : 2.70 m Moraine argileuse : 2.95 m Présence petit filet d'eau Un échantillon recueilli.	
S-4 2018-09-13 Secteur ancienne poudrière du PAR Coord. : 423698 - 5841578 Organique : 0.10 m Sable grossier : 0.83 m Argile : 2.22 m Sable morainique : 4.25 m Présence d'eau sous l'argile. Ce sondage était à ±25 m d'une tourbière boisée. Un échantillon recueilli.	

Figure 6 : Description des différents sondages.

Les résultats granulométriques des sondages S1, S2 et S3 sont disponibles.

Newmont CANADA
ÉLÉONORE
1751 rue Davy
Rouyn-Noranda, Québec J9Y 0A8
P 819.764.6400
F 819.764.6543
newmont.com

5. Images



Figure 7 : Photographies du secteur nord-est de la phase 5 (direction sud-est)

AtkinsRéalis
Minéraux et Métaux

© AtkinsRéalis sauf indication contraire

ATKINSREALIS - Sensible

Annexe E. Évaluation par modélisation hydrogéologique du débit en sous-drainage du PAR de Mine Éléonore – Phase 5

AtkinsRéalis	NOTE TECHNIQUE Évaluation par modélisation hydrogéologique du débit en sous-drainage du PAR de Mine Éléonore – Phase 5		
	No de document :	**Rév.**	**Date :**
	697431-4400-4HER-0001	00	16 février 2024

Titre du document : **ÉVALUATION PAR MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE DU DÉBIT EN SOUS-DRAINAGE DU PAR DE MINE ÉLÉONORE – PHASE 5**

Client : **NEWMONT CORPORATION, MINE ÉLÉONORE**

Projet : **INGÉNIERIE ET ÉTUDES POUR LA PHASE 5 DU PARC À RÉSIDUS DE LA MINE ÉLÉONORE**

Préparé par : Stéfan Foy, ing., M.Sc.
#OIQ : 124366

Révisé par : Luis Bayona, géo., M.Sc.
#OGQ : 1819

Approuvé par : Geneviève Marchand, ing., M.Sc.
#OIQ : 127590

Note au lecteur

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

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

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

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

Équipe de projet AtkinsRéalis

Directrice de projet	Geneviève Marchand, ing., M.Sc.
Directrice d'ingénierie	
Chargé de projet – Étude hydrogéologique	Stéfan Foy, ing., M.Sc.
Rédaction	Stéfan Foy, ing., M.Sc.
	Luis Bayona, géo., M.Sc.
Analyse des données hydrogéologiques	Stéfan Foy, ing., M.Sc.
Modélisation numérique	Stéfan Foy, ing., M.Sc.
	Luis Bayona, géo., M.Sc.
Traitement de texte et édition	Amélie Boutin-Fiset, adjointe administrative Martine Laferrière, adjointe administrative

Liste des révisions

#	Prép.	Rév.	App.	Date	Pages	Remarques
PA	SF	LB		2024-01-16		Révision interne
PB	SF	LB	GM	2024-01-30	Toutes	Émis pour commentaires du client
00	SF	LB	GM	2024-02-16	Toutes	Émission de la version finale

Table des matières

1. Introduction 1

1.1 Contexte et mandat 1

1.2 Objectifs et méthodologie 1

2. Description du secteur et des infrastructures en place 2

3. Sources des données disponibles 3

4. Contexte hydrogéologique 4

4.1 Physiographie, topographie et drainage 4

4.2 Climat et recharge 4

4.3 Géologie et hydrostratigraphie 6

4.3.1 Géologie des dépôts meubles 6

4.3.2 Géologie du socle rocheux 6

4.3.3 Hydrostratigraphie et propriétés hydrauliques 6

4.4 Données disponibles 8

4.4.1 Niveaux piézométriques 8

4.4.2 Niveau du réservoir Opinaca 10

4.4.3 Débit en sous-drainage du PAR et du bassin de collecte 10

5. Modèle conceptuel 11

5.1 Recharge 11

5.2 Conceptualisation du système hydrogéologique 12

5.2.1 Roc 12

5.2.2 Till 12

5.2.3 Unité argileuse 12

5.2.4 Tourbe 13

5.2.5 Résidus miniers 13

5.2.6 Stériles 13

5.2.7 Unité drainante sous la géomembrane 13

5.2.8 Géomembrane 14

5.2.9 Digues 14

5.2.10 Répartition spatiale des unités hydrostratigraphiques 14

6. Modélisation numérique 15

6.1 Modèle numérique d'écoulement de l'eau souterraine 15

6.1.1 Logiciel utilisé 15
6.1.2 Maillage et construction des modèles 15
6.1.3 Conditions aux limites 17
6.1.4 Calibration 18
6.1.5 Résultats des simulations numériques 18
6.1.6 Analyse de sensibilité 20
6.2 Limitations de la modélisation numérique 21
7. Analyse et discussion 23
8. Conclusions 23
9. Recommandations 24
10. Références 25

Les tableaux

Tableau 4-1 : Températures mensuelles moyennes (1974-2018) 5
Tableau 4-2 : Conductivités hydrauliques mesurées dans le secteur du PAR 8
Tableau 4-3 : Élévation de l'eau souterraine 9
Tableau 6-1 : Caractéristiques de la discrétisation latérale du modèle hydrogéologique 17
Tableau 6-2 : Bilan des flux d'eau du modèle d'écoulement au terme des phases 3A et 5 du PAR 20
Tableau 6-3 : Critères principaux de l'erreur de modélisation sur les charges simulées et débits simulés en sous-drainage pour chaque test de sensibilité 21

Les figures

Figure 4-1 : Précipitations mensuelles moyennes (1974-2018) 5

Les annexes

Annexe 1. Portée du rapport
Annexe 2. Figures

1. Introduction

1.1 Contexte et mandat

Depuis 2014, Newmont Corporation (Newmont) exploite le gisement aurifère de la mine Éléonore situé le long du réservoir Opinaca, dans le territoire d'Eeyou Istchee de la Baie-James, à environ 330 km au nord de Chibougamau.

Le parc à résidus (PAR) découlant de l'exploitation du minerai est divisé en quatre phases de déposition et atteindra sa capacité ultime à la fin de 2026 dans l'empreinte initialement prévue. Newmont prévoit continuer l'exploitation de la mine au-delà de 2026 et une capacité additionnelle de stockage des résidus est requise.

Conséquemment, les services professionnels de AtkinsRéalis ont été retenus par Newmont pour réaliser l'étude de préfaisabilité d'une 5^{e} phase de déposition du PAR. La présente note technique vise à évaluer l'incidence de l'agrandissement du PAR correspondant à la phase 5 sur les débits d'entrée d'eau souterraine sous la géomembrane du PAR.

Le mandat a été mené en accord avec les clauses de l'offre de services professionnels du 24 juillet 2023 (N/Référence : 697431-4400-4HER-0001).

La portée du rapport est présentée à l'Annexe 1.

1.2 Objectifs et méthodologie

L'objectif de l'étude consiste à estimer l'effet de l'agrandissement de la phase 5 du PAR sur les débits d'entrée d'eau souterraine en sous-drainage, ainsi que sur les niveaux des eaux souterraines.

Pour atteindre cette objectif, les activités suivantes ont été réalisées :

- Intégration des éléments de déposition et de drainage projetés au terme de la phase 5 du PAR dans le modèle hydrogéologique 3D existant développé avec Feflow;
- Estimation prédictive des débits en sous-drainage du PAR et du bassin de collecte.

2. Description du secteur et des infrastructures en place

L'emplacement du PAR se trouve à environ 2 km au sud de la rivière Opinaca et à environ 3 km au nord-ouest de la zone industrielle du site minier Éléonore. Cet emplacement se trouve dans une zone de tourbière entrecoupée par des buttons rocheux et recouverts d'arbres clairsemés. L'empreinte du PAR est délimitée au nord et au sud par deux crêtes montagneuses orientées est-ouest et son bassin versant est composé d'une vallée inclinée dans la direction sud-ouest vers le réservoir Opinaca. Un ruisseau orienté nord-est/sud-ouest s'écoule dans la partie sud de la vallée vers le réservoir Opinaca.

Tel que présenté à la Figure 1 de l'Annexe 2, le PAR comprend une pile de stockage de résidus en exploitation incluant des phases actives, soit les phases 1, 2 et 3A et deux phases en construction, soit les phases 3B et 4A. Le remplissage du PAR se fait de l'est vers l'ouest (phase 1 à l'est progressant vers la phase 4 à l'ouest). Les infrastructures existantes associées au PAR comprennent notamment le bassin de collecte existant et la halde à stériles. La Phase 5 de déposition du PAR s'ajoutera immédiatement au nord des phases existantes.

Au terme de la phase 3A de déposition des résidus, la superficie couverte par les résidus est de l'ordre de 54 hectares et le bassin de collecte des eaux en activité correspond à celui apparaissant en photo à la Figure 1 de l'Annexe 2. Au terme de la phase 5, l'empreinte des résidus couvrira une superficie d'environ 98 ha. Un agrandissement du bassin de collecte est prévu pour accommoder les phases de déposition ultérieures à la phase 3A. Dans le cadre de la présente étude, il est considéré que le bassin agrandi correspondra à celui indiqué à la Figure 1 de l'Annexe 2.

Les résidus miniers sont appuyés sur une digue d'amorce en enrochement qui ceinture le site. Pour des raisons de stabilité de l'ensemble de la pile de résidus miniers, le silt/argile présent sous la fondation de la digue a été excavé jusqu'au niveau du till sous-jacent. Une géomembrane est présente en fondation du PAR et est ancrée le long de la digue d'amorce. La géomembrane repose sur une couche drainante de sable et gravier placée directement sur le terrain naturel décapé et profilé (l'horizon de tourbe dans l'empreinte du PAR a été entièrement retiré). Un drain central est situé sous la géomembrane afin de dissiper les pressions d'eau souterraine et cette eau est acheminée au bassin de collecte. Le drain central est un drain français constitué de deux conduites perforées de 150 mm de diamètre et de pierre nette.

L'eau de ruissellement ayant été en contact avec les résidus miniers s'écoule vers le bassin de collecte via un fossé de transfert. Le ruissellement de l'eau de précipitation provenant des collines environnantes est dévié par un fossé de dérivation situé du côté nord du PAR. Le bassin de collecte et le fossé de transfert sont eux aussi étanchéisés par une géomembrane.

La conception de la phase 5 du PAR prévoit un système équivalent à celui déjà en place, soit une géomembrane sous la pile de résidus pour assurer l'étanchéité du matériel déposé. La géomembrane reposera sur une couche drainante de sable d'une épaisseur minimale de 0,5 m en connexion hydraulique avec un drain français. L'emplacement de la phase 5 nécessite l'excavation du roc pour atteindre le niveau requis d'élévation de la fondation.

3. Sources des données disponibles

Diverses sources d'information ont été consultées et utilisées dans le cadre de cette étude, notamment les rapports de campagnes d'investigation réalisées dans la zone du PAR entre 2007 et 2023. De manière non exhaustive, les données issues des documents suivants ont été consultées (en ordre chronologique) :

- Rapports concernant la stratigraphie et incluant des logs de forage :
  - Roche Ltée Groupe conseil (2007). Étude géotechnique préliminaire – Parc à résidus – Projet Éléonore. 4350-89-01-02, Québec, Canada, juillet 2007;
  - Golder Associés (2009). Rapport factuel d'investigation géotechnique pour le parc à résidus, 08-1221-0006- 5000, Québec, Canada, mars 2009;
  - Golder (2010). Factual Report on geotechnical and hydrogeological investigation, Tailings and waste rock Management facility (Site C). Draft Report. 002- 101221100-46RA, Québec, Canada, July 2010;
  - LVM (2013). Les mines Opinaca Projet Éléonore, sondages dans le banc Bouchard, Territoire de la Baie James, Québec. Rapport de reconnaissance des sols, réf. 033-P-0002144-0-01-500-GE-0002-00;
  - SNC-Lavalin (2011). Geotechnical Investigation Factual – Conceptual Engineering of Eleonore Project Mine Tailings Management Facility – Parc à résidus – Projet Éléonore. Mines Opinaca, 506324-1010-4GER-0001, Québec, Canada, May 2011;
  - Goldcorp – Éléonore (2018). Sondage secteur sablière A-01 – Recherche moraine;
  - SNC-Lavalin (2020). Rapport factuel – Investigation géotechnique – Phases 3 et 4 d'agrandissement du parc à résidus de la Mine Éléonore Opinaca, 664660-EG-L01-00, Québec, Canada, avril 2020;
  - SNC-Lavalin (2022). Rapport factuel – Investigation géotechnique 2022 – Phases 3 et 4 d'agrandissement du parc à résidus de la Mine Éléonore Opinaca, Baie James, Québec. 664666-3300-4GER-0001;
  - Golder Associés Ltée (2022). Caractérisation du banc d'emprunt A-01 de la halde à mort-terrain et de la halde mixte. Rapport factuel 010-20146751-2600-RF-RevA.

- Rapports concernant le climat, la topographie et l'hydrologie du secteur :
  - Newmont (2006-2023). Levés LIDAR du secteur;
  - SNC-Lavalin (2012). Rapport d'ingénierie, 507491-00-001-40ER-0001, révision 00, Étude hydrologique de base – Mine Éléonore, Les Mines Opinaca Ltée., Mine Éléonore, 2012;
  - SNC-Lavalin (2019 b). Hydrologie du bassin de collecte au PAR. Note technique 664660-1000-4HER-0004;
  - SNC-Lavalin (2022). Mise à jour de l'étude du système de sous-drainage du bassin de collecte du PAR – Ingénierie pour les phases 3B et 4 du PAR. Note technique 689718-7000-49ER-0001;
  - SNC-Lavalin (2023). Étude de gestion des eaux de surface du PAR Éléonore Phase 3A et 4A. Note technique 689718-4000-4HER-0002.

- Rapport concernant l'hydrogéologie et la modélisation hydrogéologique du site :
  - SNC-Lavalin (2012). Modélisation hydrogéologique au futur parc à résidus de la mine Éléonore. Note technique 517491-07-100-40ER-0001;
  - SNC-Lavalin (2016). Modèle numérique de l'écoulement de l'eau souterraine et du transport des contaminants au parc à résidus (PAR) de la mine Éléonore. Note technique 628178-4000- 4EER-0001;
  - SNC-Lavalin (2019). Modélisation hydrogéologique 3D du parc à résidus, Mine Éléonore, Newmont Goldcorp. Note technique 664660-1000-4HER-0008;
  - Richelieu Hydrogéologie inc (2023). Newmont Mine Éléonore – Étude hydrogéologique modélisation du parc à résidus miniers. Octobre 2023 (version préliminaire);
  - SNC-Lavalin (2024). Évaluation par modélisation hydrogéologique du débit en sous-drainage du PAR de Mine Éléonore. Rapport Technique no. 689718-4500-4HER-0001.

4. Contexte hydrogéologique

4.1 Physiographie, topographie et drainage

La zone d'étude, présentée à la Figure 1 de l'Annexe 2, se caractérise par un plateau érodé composé de collines et de vallées arrondies, typiques du Bouclier canadien. Deux crêtes rocheuses bordent une vallée orientée nord-sud dans laquelle le PAR actuel et le bassin de collecte sont situés. L'élévation du sol dans la vallée varie généralement entre 221 m dans sa partie nord-est et diminue à environ 214 m dans sa portion sud-ouest en bordure du réservoir Opinaca. La crête rocheuse située au sud de la vallée atteint une élévation maximale de 301 m alors que celle située au nord de la vallée atteint une élévation maximale de 291 m.

Le principal plan d'eau dans le secteur est le réservoir Opinaca, dont le niveau d'eau a varié de 212 m à 215,7 m entre 2016 et 2022. Un ruisseau est présent au sud du PAR et s'écoule vers le réservoir Opinaca. Les limites des sous-bassins versants sont illustrées à la Figure 1 de l'Annexe 2.

4.2 Climat et recharge

Les informations hydriques sont tirées de la note technique « Hydrologie du bassin de collecte au PAR » (SNC-Lavalin, 2019b). Ces informations ont été colligées à partir des données disponibles des stations Éléonore, La Grande Rivière A, Matagami et Matagami A.

Le **Tableau 4-1** affiche les séries de température reconstituée pour le site de la mine Éléonore. La **Figure 4-1** présente les précipitations mensuelles moyennes reconstituées pour la période allant de 1974 à 2018. Le mois de février est le plus sec (25 mm) et septembre est le mois le plus humide (107 mm). Les précipitations annuelles moyennes sur cette même période sont de 742 mm par an.

Tableau 4-1 : Températures mensuelles moyennes (1974-2018)

Mois	Température
	[ºC]
Janvier	-20,6
Février	-19,5
Mars	-12,6
Avril	-3,2
Mai	6,1
Juin	12,4
Juillet	15,4
Août	14,2
Septembre	9,1
Octobre	2,8
Novembre	-4,8
Décembre	-15,0
Année	**-1,3**

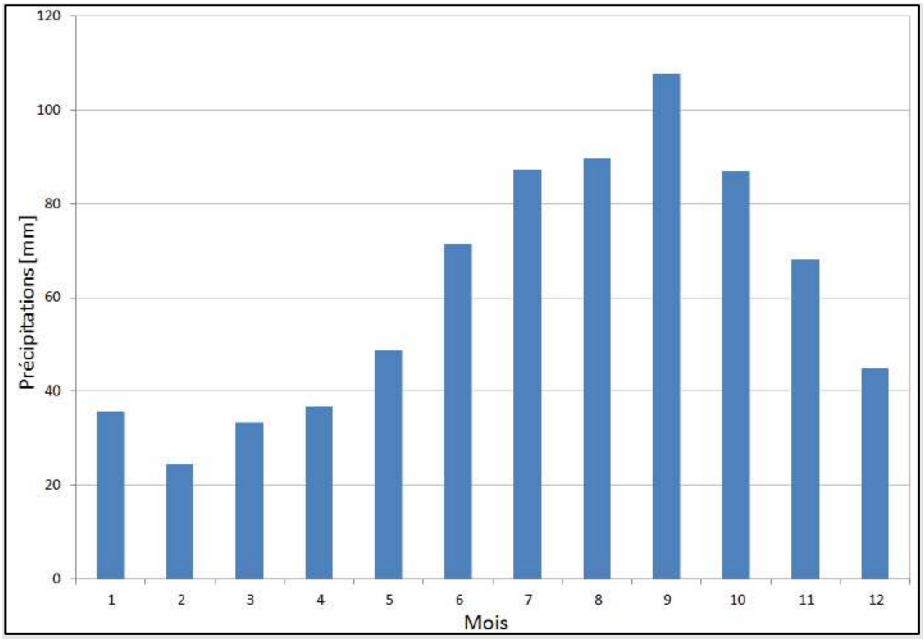


Figure 4-1 : Précipitations mensuelles moyennes (1974-2018)

4.3 Géologie et hydrostratigraphie

La géologie et l'hydrostratigraphie du site ont été abordées et décrites en détail dans plusieurs rapports géotechniques et hydrogéologiques. Cette section ne présente qu'un résumé des caractéristiques des unités présentes.

4.3.1 Géologie des dépôts meubles

La géologie des dépôts meubles du secteur se résume principalement, du sommet à la base, à un horizon de tourbe reposant sur un horizon de silt, d'argile silteuse ou de silt argileux, suivi d'un dépôt de till surmontant le socle rocheux. L'épaisseur de tourbe varie de nulle (au pourtour du site) à 5 m dans le centre de la vallée. L'horizon de tourbe est suivi d'une couche de silt, argile silteuse ou silt argileux gris, dont l'épaisseur varie de nulle à plus de 7 m. Dans la plupart des documents relatifs au PAR, cet horizon est décrit comme étant l'horizon de silt/argile ou l'horizon argileux.

Sous l'horizon argileux, on retrouve une unité de till dont l'épaisseur varie de nulle à 17 m. À proximité des affleurements rocheux, l'horizon de till est affleurant ou sub-affleurant sous la tourbe, sans la présence d'argile, alors que dans la vallée, l'horizon argileux recouvre le till. Le till peut être décrit comme un sable gris avec un peu de silt, des traces de cailloux et gravier. Des blocs ont été rencontrés dans quelques sondages. D'après les indices N relevés lors des forages, le till a une compacité qualifiée de moyenne à très dense.

4.3.2 Géologie du socle rocheux

La propriété de la mine Éléonore repose sur des formations de la province du Supérieur. Plus précisément, elle repose sur une intrusion distincte de tonalite-diorite d'un diamètre d'environ 10 km entre la sous-province métasédimentaire d'Opinaca et la sous-province volcano-plutonique archéenne de La Grande. La lithostratigraphie de la région peut être décrite comme une suite de quatre cycles volcaniques recouverts de roches sédimentaires, le tout composant la sous-province de La Grande. Par ailleurs, la formation Auclair, un cycle sédimentaire plus récent constitué principalement de paragneiss, forme la sous-province d'Opinaca. Dans la région, la roche supracrustale est injectée par une succession d'intrusions de tonalite-trondhjemite-granodiorite.

Les principales roches répertoriées dans les sondages effectués dans le secteur du PAR sont du grauwacke et des intrusions locales de pegmatite.

4.3.3 Hydrostratigraphie et propriétés hydrauliques

Les principaux horizons hydrostratigraphiques rencontrés dans le secteur du PAR de la mine Éléonore sont la tourbe, l'unité argileuse, le till et la roche en place. Les horizons sont généralement continus sur l'ensemble du site excepté dans les zones de roc affleurant et les crêtes rocheuses. Les sections suivantes présentent une description sommaire de chacune des unités. Le **Tableau 4-2** résume les données de conductivités hydrauliques mesurées sur le site.

4.3.3.1 Sol organique (tourbe)

Une couche de sol organique composée de terre végétale, d'une couche de tourbe ou d'une couche de terre végétale, suivie d'une couche de tourbe est observée sur une grande partie du site. Son épaisseur est comprise entre 0 m à proximité des buttons rocheux et près de 5 m au centre de la vallée. La conductivité hydraulique des sols organiques a été mesurée dans trois forages par Golder (2009). La moyenne géométrique obtenue pour cette unité de sol organique est de $7{,}1\times10^{-7}$ m/s.

4.3.3.2 Argile silteuse et silt

Une couche d'argile et silt décrite parfois comme du silt gris, du silt argileux et de l'argile silteuse ferme à raide avec des traces de sable est rencontrée sur la grande majorité du site, à l'exception des zones d'affleurement rocheux. Cette couche peut atteindre une épaisseur de 7 m. L'unité argileuse se subdivise localement en une croûte consolidée d'épaisseur inférieure à 3 m et d'une couche d'argile sensible. La conductivité hydraulique horizontale de l'unité d'argile et de silt a été mesurée au site par Golder (2009 et 2010). Des essais en laboratoire ont aussi été réalisés sur des échantillons de sol non remanié, afin de déterminer la conductivité hydraulique verticale de l'unité d'argile silteuse pour deux pressions de confinement différentes. Une pression représentant les conditions naturelles du site et une pression correspondant à la surcharge qui prévaudra à la suite de la mise en place des ouvrages de confinement. Les essais ont donné une conductivité hydraulique horizontale moyenne de $2{,}2\times10^{-7}$ m/s et verticale moyenne de $1{,}4\times10^{-9}$ m/s pour des conditions de préconsolidation normale et de $8{,}7\times10^{-10}$ m/s en condition surconsolidée (surcharge).

4.3.3.3 Till

La couche de till est généralement décrite comme un sable gris avec un peu de silt, des traces de gravier et des cailloux. Elle est rencontrée entre la couche d'argile silteuse et le socle rocheux. L'épaisseur de cette couche est comprise entre <1 m et 17 m. La conductivité hydraulique du till glaciaire a été mesurée sur le terrain par Golder (2009 et 2010). La conductivité hydraulique moyenne du till glaciaire est de $6{,}1\times10^{-7}$ m/s.

4.3.3.4 Roche en place

Le socle rocheux typiquement rencontré est composé de grauwacke lité à grains fins à moyens. Des intrusions localisées de pegmatite sont aussi rencontrées sur le site. La conductivité hydraulique de l'unité près de la surface, soit la zone la plus fracturée du socle rocheux, est comprise entre 5×10^{-8} m/s et 2×10^{-6} m/s. La conductivité du roc plus profond est comprise entre 2×10^{-9} m/s et 1×10^{-7} m/s avec une valeur maximale de $2{,}0\times10^{-5}$ m/s, laquelle reflète la présence de fractures dans l'intervalle investigué.

Tableau 4-2 : Conductivités hydrauliques mesurées dans le secteur du PAR

Lithologie	Valeurs de conductivité hydraulique (Kh) mesurées au site (m/s)		
	Minimum	Moyenne géométrique	Maximum
Résidus miniers	$6{,}6 \times 10^{-7}$	$5{,}4 \times 10^{-6}$	$2{,}0 \times 10^{-4}$
Sable de fondation	$2{,}7 \times 10^{-4}$	$2{,}8 \times 10^{-4}$	$2{,}9 \times 10^{-4}$
Tourbe	$5{,}8 \times 10^{-7}$	$7{,}1 \times 10^{-7}$	$8{,}7 \times 10^{-7}$
Unité argileuse	$1{,}4 \times 10^{-9}$	$2{,}2 \times 10^{-7}$	$6{,}5 \times 10^{-6}$
Till	$4{,}8 \times 10^{-8}$	$6{,}1 \times 10^{-7}$	$6{,}2 \times 10^{-6}$
Roc peu profond	$5{,}0 \times 10^{-8}$	$2{,}5 \times 10^{-7}$	$2{,}0 \times 10^{-6}$
Roc profond	$2{,}0 \times 10^{-9}$	$4{,}0 \times 10^{-8}$	$2{,}0 \times 10^{-5}$

4.4 Données disponibles

4.4.1 Niveaux piézométriques

Les niveaux piézométriques retenus pour cette étude correspondent à ceux relevés à l'automne 2023, à l'exception de deux puits dont le relevé date du mois de juin 2023. Le relevé piézométrique a été complété par une mesure du niveau d'eau dans le ruisseau nº 5, soit le ruisseau longeant le flanc sud du PAR. Pour la majorité des puits dont les niveaux sont suivis depuis quelques années, les niveaux mesurés à l'automne 2023 sont comparables aux niveaux moyens. Les niveaux mesurés sont présentés au **Tableau 4-3**. La localisation des puits et leurs niveaux mesurés sont affichés à la Figure 2 de l'Annexe 2.

Les niveaux piézométriques de cette chronique varient entre 213 et 232 m. Les niveaux suggèrent un écoulement qui convergent à partir des collines bordant le PAR vers la vallée. L'écoulement s'effectuerait en direction sud-ouest dans la vallée, en direction du réservoir Opinaca.

Tableau 4-3 : Élévation de l'eau souterraine

Puits d'observation	Coordonnée X (m)	Coordonnée Y (m)	Date du relevé	Élévation piézométrique (m)	Unité stratigraphique crépinée
PO-PAR01-R (F-08-01R)	424 640	5 841 417	2023-10-01	224,88	roc
PO-PAR01-T (F-08-01T)	424 638	5 841 418	2023-10-01	226,73	till
PO-PAR04-A (F-08-04A)	424 397	5 840 738	2023-10-15	217,29	argile
PO-PAR14-R (F-2-14)	423 078	5 840 363	2023-09-29	214,10	roc
PO-PAR14-T (F-08-14T)	423 072	5 840 365	2023-09-29	214,95	till
PO-PAR15-R (F-20R-14)	423 094	5 840 188	2023-09-29	213,21	roc
PO-PAR16-R	423 606	5 840 317	2023-09-29	215,97	roc
PO-PAR17-R	424 529	5 840 816	2023-10-01	218,35	roc
PO-PAR18-T	423 951	5 840 544	2023-09-29	217,48	till
PO-PAR19-R (F-23-25)	423 980	5 841 563	2023-10-17	230,01	roc
PO-PAR23-R (F-08-23R)	424 799	5 841 044	2023-10-01	217,72	tourbe et roc
PO-PAR24-R	423 273	5 840 173	2023-10-01	213,98	roc
PO-PAR24-T	423 271	5 840 172	2023-10-01	213,81	till
PO-PAR25-T	423 094	5 840 464	2023-10-01	214,65	till
PO-PAR26-R (F-23-P5-01)	423 552	5 841 254	2023-10-15	232,41	roc
F-08-04R	424 401	5 840 739	2023-10-15	217,20	roc
F-08-09A	423 521	5 840 135	2023-10-15	216,01	argile
F-08-09T	423 521	5 840 136	2023-10-15	215,98	till
F-10-78R	423 603	5 840 305	2023-10-15	216,75	roc
F-11-03R	423 638	5 841 007	2023-10-15	228,00	roc
F-22-11	423 040	5 840 440	2022-06-28	215,09	till
F-22-11A	423 041	5 840 438	2022-06-28	215,34	argile
F-23-10	423 780	5 840 204	2023-10-17	217,74	roc
Ruisseau n^{o} 5	423 988	5 840 495	2023-10-17	216,90	(ruisseau)

4.4.2 Niveau du réservoir Opinaca

Le réservoir Opinaca est le plan d'eau d'importance situé le plus près du PAR et du bassin de collecte et constitue l'élément le plus susceptible d'affecter le niveau piézométrique du secteur aval du PAR. Le niveau d'eau relevé à la station de mesure du réservoir Opinaca entre juillet 2016 et juin 2022 oscille entre des élévations minimum et maximum de 212,0 m et 215,7 m, respectivement. Le niveau moyen durant cette période était de 214,5 m.

4.4.3 Débit en sous-drainage du PAR et du bassin de collecte

La présence d'une couche de sable-gravier et d'un drain français central sous la géomembrane du PAR permet de dissiper les pressions hydrostatiques qui sont susceptibles d'engendrer un soulèvement de la géomembrane. L'eau rejoignant le drain sous la géomembrane s'écoule vers une station de pompage qui décharge les eaux collectées dans le bassin de collecte existant. Au bassin de collecte, un système de drainage constitué de drains français permettant de dissiper les pressions est également connecté à une station de pompage qui décharge les eaux dans le bassin de collecte.

Le débit de pompage combiné de ces deux intrants est comptabilisé depuis 2015. Le débit atteint des valeurs maximales au printemps (généralement en mai) et à l'automne (en octobre). Le débit moyen annuel combiné entre août 2019 et août 2022 varie entre 319 m^3/jour et 388 m^3/jour. Le débit moyen sur cette période est de 347 m^3/jour.

5. Modèle conceptuel

Le modèle conceptuel décrit dans cette section représente la compréhension conceptuelle et simplifiée du système hydrogéologique du site dans le but d'appuyer la construction des modèles numériques hydrogéologiques et la réalisation des simulations d'écoulement de l'eau souterraine destinées à répondre aux objectifs spécifiques du mandat. Sa construction s'appuie sur les données présentées à la section précédente, laquelle repose entre autres sur les études antérieures réalisées dans le cadre de mandats portant sur l'hydrogéologie, l'hydrologie et la géotechnique.

5.1 Recharge

Le processus de recharge d'un aquifère est le flux d'eau transitant depuis les eaux superficielles vers les systèmes aquifères. Le flux de recharge résulte des précipitations auxquelles sont déduites la proportion d'eau ruisselée et évapotranspirée et dépend donc de plusieurs facteurs tels que le climat, le type de végétation, la topographie et les paramètres hydrodynamiques du sol.

La région de la Baie-James, incluant le secteur de la mine Éléonore, étant voisine de celle de l'Abitibi-Témiscamingue, il apparaît opportun d'utiliser la définition de la recharge basée sur les différents types de géologie affleurante selon l'étude du PACES de l'Abitibi-Témiscamingue. Le site à l'étude présente une configuration comparable aux environnements décrits dans l'étude du PACES et par conséquent, la conceptualisation de la recharge s'appuie sur cette étude pour y définir la recharge. Chaque type de géologie affleurante est défini par une valeur de recharge comprise entre les valeurs minimum et maximum suivantes :

- < 100 et 399 mm/an pour le roc;
- < 100 et 350 mm/an pour le till;
- < 100 mm/an pour l'argile.

Dans le contexte du site à l'étude, les terrains situés à plus haute altitude, soit les zones affleurantes du roc et les buttes ou flancs recouverts de till (et localement de sable), constituent les zones de recharge principales du secteur. Les terrains plats situés dans la vallée contenant le PAR et le bassin de collecte, de même que la plaine située au nord-ouest de la butte longeant le flanc nord du PAR, sont réputés comme des zones à faible recharge, voir des zones de résurgence de l'eau souterraine. Ces terrains plats sont recouverts de tourbe surmontant une épaisseur variable d'argile et de silt, et peuvent constituer en partie des milieux humides. Ces terrains affichent un niveau de la nappe affleurant ou situé à faible profondeur.

Au droit du PAR et du bassin de collecte, la recharge est conceptualisée de manière différente. Le matériel situé sous la géomembrane du PAR et du bassin de collecte agit comme un drain. La recharge appliquée sur les résidus traversera ces derniers pour atteindre la géomembrane et éventuellement le drain ou le matériel drainant sous-jacent. Un taux de recharge ou un débit d'exfiltration au travers de la géomembrane avait déjà été calculé dans le cadre d'une note technique réalisée en 2019 (Modélisation hydrogéologique 3D du PAR). La valeur de 0,234 mm/an ($6{,}4 \times 10^{-4}$ L/m^2/an) avait alors été retenue, selon l'équation de Giroud inversée. Considérant qu'il s'agit d'une valeur calculée théorique et que cette valeur est très faible en comparaison aux taux de recharge à appliquer sur les autres

unités, une valeur arbitraire conceptuelle de 1 mm/an est retenue pour la recharge du PAR. Au droit du bassin de collecte, une représentation conceptuelle similaire est aussi applicable, cependant le taux d'infiltration à travers la géomembrane est considéré supérieur en raison d'une hauteur d'eau pouvant atteindre près de 4 m dans le bassin. Une valeur arbitraire conceptuelle de 10 mm/an est retenue pour la recharge à travers la géomembrane du bassin de collecte.

5.2 Conceptualisation du système hydrogéologique

5.2.1 Roc

Le roc dans le secteur à l'étude montre une conductivité hydraulique hétérogène avec des valeurs de conductivité mesurées entre 2×10^{-9} m/s et 2×10^{-6} m/s avec une variabilité en fonction de la profondeur et du niveau de fracturation et d'altération du roc. Pour atteindre les objectifs de l'étude, le roc fracturé peut être considéré comme un milieu poreux équivalent. Les valeurs de conductivité hydraulique généralement plus faibles dans le roc plus profond justifient l'assignation d'une conductivité hydraulique plus faible dans le modèle plus en profondeur.

Le roc affleurant représente, de manière conceptuelle, l'une des deux unités avec le till qui contribuent le plus à l'entrée d'eau dans le modèle via la recharge.

5.2.2 Till

Le till affleurant représente, de manière conceptuelle, l'unité contribuant le plus à l'entrée d'eau dans le modèle via la recharge. Cette recharge constitue un facteur clé pour obtenir des débits simulés en sous-drainage du PAR et du bassin de collecte qui s'apparentent au débit mesuré. En ce sens, il apparaît justifié d'assigner au till une valeur de conductivité hydraulique située dans la partie supérieure de l'intervalle des conductivités hydrauliques mesurées, afin d'accommoder une recharge suffisamment importante tout en maintenant des niveaux piézométriques simulés qui reflètent les niveaux observés. La conductivité hydraulique mesurée du till varie entre $4x10^{-8}$ et $6x10^{-6}$ m/s.

Il est important de souligner que localement, notamment près de la sablière située dans la partie nord-ouest du domaine du modèle, l'unité considérée au niveau conceptuel demeure un till alors que la perméabilité apparente du matériel pourrait être supérieure à l'intervalle des valeurs mesurées.

5.2.3 Unité argileuse

L'unité argileuse qui recouvre le till dans la vallée est retirée au droit de la digue ceinturant le PAR et le bassin de collecte. Par ailleurs, l'unité argileuse est absente au fond du bassin de collecte, autant dans sa configuration actuelle qu'au terme de la phase 5.

Aux endroits où l'argile est présente, soit dans la vallée contenant le PAR, au nord de la butte rocheuse et dans la portion nord-est du domaine modélisé, l'unité n'est généralement pas considérée affleurante. Pour fins de simplification dans le modèle, il a été considéré que l'unité argileuse était recouverte d'une couche de tourbe. Par

ailleurs, aucune distinction en termes de propriétés d'écoulement n'a été faite entre la croûte consolidée, lorsque présente, et la partie inférieure de l'unité argileuse.

La conductivité hydraulique de l'unité argileuse varie entre $1x10^{-9}$ m/s et $6x10^{-6}$ m/s, avec une moyenne géométrique de $2x10^{-7}$ m/s.

5.2.4 Tourbe

Comme mentionné ci-dessus, il a été considéré que l'unité de tourbe recouvrait l'unité argileuse dans la vallée, et pour fins de simplification dans le modèle, elle n'est pas présente au-dessus du till. Il y a peu de mesure de la conductivité hydraulique de la tourbe – la moyenne géométrique est de $7x10^{-7}$ m/s. L'unité de tourbe n'est présente qu'en terrain plat dans le modèle.

5.2.5 Résidus miniers

Conceptuellement, les résidus miniers ne participent pas à l'écoulement saturé comme tel puisqu'il est considéré dans ce modèle que les éléments de sous-drainage abaissent le niveau piézométrique sous la géomembrane. Par conséquent, même si une conductivité hydraulique de $2,7x10^{-8}$ m/s a été assignée aux résidus, leur propriété hydraulique a peu d'importance dans l'écoulement conceptuel de l'eau souterraine du site.

5.2.6 Stériles

Les stériles forment une zone enclavée dans les résidus. Comme pour les résidus miniers, ils ne participent pas à l'écoulement saturé puisqu'ils sont situés au-dessus de la géomembrane et qu'il est considéré dans ce modèle que les éléments de sous-drainage abaissent le niveau piézométrique sous la géomembrane. Par conséquent, même si une conductivité hydraulique de $5x10^{-4}$ m/s a été assignée aux stériles, leur propriété hydraulique a peu d'importance dans l'écoulement conceptuel de l'eau souterraine du site.

5.2.7 Unité drainante sous la géomembrane

La géomembrane installée sous les résidus miniers repose sur une couche de matériel granulaire drainant avec des propriétés hydrauliques similaires à un sable grossier. Cette unité drainante, d'une épaisseur minimale de 0,5 m, est présente sur la totalité de l'aire du PAR et sous la géomembrane installée au bassin de collecte. Des drains sont installés à l'intérieur de cette unité pour maintenir les charges hydrauliques au niveau du matériel drainant et afin de recueillir de potentielles fuites de lixiviat provenant du PAR et du bassin de collecte. La conductivité hydraulique du sable mesurée en laboratoire est de $2,8x10^{-4}$ m/s.

5.2.8 Géomembrane

La géomembrane n'est pas considérée dans le modèle numérique comme une unité hydrostratigraphique comme telle, le PAR étant considéré comme un système étanche. Par contre, la géomembrane est représentée dans le modèle comme une surface sur laquelle est appliquée une réduction de la recharge au droit du PAR et du bassin de collecte, en raison des perforations à travers celle-ci, tel que décrit à la **Section 5.1**.

5.2.9 Digues

Les digues ceinturant le PAR et le bassin de collecte reposent directement sur le till ou le roc. Elles sont représentées conceptuellement dans le modèle comme une unité de faible perméabilité reposant sur le roc ou le till, et visent à simuler la présence de la géomembrane.

5.2.10 Répartition spatiale des unités hydrostratigraphiques

Une répartition spatiale des différentes unités hydrostratigraphiques dans le secteur du PAR, ainsi qu'à l'intérieur d'une zone élargie accommodant l'élaboration d'un modèle d'écoulement plus étendu que la seule zone du PAR, a été réalisée. La géométrie appliquée à chaque entité hydrostratigraphique provient d'une interpolation par krigeage, réalisée à l'aide du logiciel Surfer (version 24), employant les élévations observées dans les sondages disponibles (récents et anciens), et les limites interprétées des zones affleurantes par photo-interprétation et levé LIDAR. À plus grande distance du PAR aux endroits situés aux limites du domaine modélisé, une estimation réaliste des épaisseurs type des unités a été assignée.

L'épaisseur interpolée des dépôts meubles est présentée à la Figure 3 de l'Annexe 2.

6. Modélisation numérique

6.1 Modèle numérique d'écoulement de l'eau souterraine

6.1.1 Logiciel utilisé

Le modèle numérique a été construit avec le logiciel FEFLOW version 7.5 (Finite Element Subsurface FLOW system) développé par DHI-WASY GmbH. Ce logiciel utilise l'analyse par éléments finis pour résoudre les équations d'écoulement souterrain en milieu saturé et non saturé, 2D ou 3D. Il s'agit d'un logiciel reconnu dans la communauté scientifique et fréquemment utilisé par les chercheurs et les firmes de génie-conseil pour simuler l'écoulement de l'eau souterraine dans les milieux poreux et fracturés.

6.1.2 Maillage et construction des modèles

Deux modèles distincts ont été construits dans le but d'atteindre les objectifs fixés dans le cadre du mandat de modélisation hydrogéologique :

- Le premier modèle (modèle de calibration) est basé sur l'état du site au terme de la phase 3A et comporte le bassin de collecte actuellement en place, le PAR et la zone imperméabilisée par la géomembrane, les éléments de sous-drainage actuellement en place et les digues. Cette configuration actuelle, combinée aux niveaux piézométriques relevés à l'automne 2023 et les débits moyens provenant du sous-drainage du PAR et du bassin de collecte, lesquels sont mesurés depuis plusieurs années, constituent la base pour la calibration des paramètres du premier modèle. Le maillage du modèle associé à la phase 3A est illustré à la Figure 4 de l'Annexe 2. Ce modèle est décrit en détail dans le rapport de modélisation visant à évaluer le débit en sous-drainage au terme de la phase 4A du PAR[1].
- Le second modèle intègre les éléments de déposition et de drainage projetés au terme de la phase 5 du PAR, soit un agrandissement vers le nord-ouest du PAR comprenant l'excavation d'une portion de la butte rocheuse située à cet endroit, l'achèvement des phases 3B et 4A du PAR en direction du bassin de collecte et l'agrandissement du bassin de collecte actuel. Le maillage du modèle associé à la phase 5 est illustré à la Figure 5 de l'Annexe 2.

Les deux modèles couvrent une superficie totale identique de 538 ha, et sont délimités suivant différentes entités hydrographiques et topographiques (lignes de partage des eaux, plan et cours d'eau, lignes présumées d'écoulement souterrain).

[1] SNC-Lavalin (2024). Évaluation par modélisation hydrogéologique du débit en sous-drainage du PAR de Mine Éléonore. Rapport Technique 689718-4500-4HER-0001.

Le maillage est constitué d'éléments prismatiques triangulaires de dimensions variables. Le maillage est raffiné au niveau du réseau hydrographique secondaire, des digues et des éléments de sous-drainage du PAR et du bassin de collecte afin de permettre une représentation plus précise des géométries locales (**Tableau 6-1**). Une vue détaillée du maillage en plan est présentée sur les Figures 4 et 5 de l'Annexe 2, pour les phases existantes (1 à 3A) et les phases existantes et futures (1 à 5), respectivement. Un maillage initial a été appliqué pour tenir compte des particularités du PAR et du bassin de collecte correspondant à l'état du site au terme de la phase 3A. Le maillage a été adapté localement dans un deuxième temps pour tenir compte des modifications du PAR et du bassin de collecte correspondant à l'état du site au terme de la phase 5.

L'ensemble hydrogéologique du site est conceptualisé suivant la description des entités hydrostratigraphiques présentées à la **Section 5.2**. Un jeu de paramètres est attribué à chacune de ces entités, à l'exception du roc, qui est séparé en deux ensembles : le roc fracturé (roc de surface) et le roc sain sous-jacent (roc profond), supposé moins perméable.

Ainsi, le modèle est conceptualisé comme suit :

- La surface du modèle, à l'extérieur du PAR et du bassin de collecte, est issue principalement des données topographiques découlant d'un levé LIDAR effectué pour le compte de Newmont en 2006;
- La base du modèle correspond à une élévation variable accommodant une épaisseur arbitraire pouvant atteindre près de 100 m, suffisamment profonde pour une prise en compte du roc superficiel et du roc profond sous-jacent;
- Les limites latérales du modèle sont suffisamment éloignées des zones d'intérêt pour répondre aux enjeux d'écoulement (digues, excavation pour aménagement du PAR, milieux récepteurs) et exclure tout effet de bord sur les processus modélisés;
- Chaque entité hydrostratigraphique est représentée par plusieurs couches d'éléments (24 couches au total) comme suit, du sommet à la base : les résidus miniers et les stériles sont discrétisés en quatre couches, le tapis drainant sous la géomembrane du PAR et du bassin de collecte en trois couches, la tourbe en trois couches, l'unité argileuse en quatre couches, le till en quatre couches, le roc superficiel en trois couches dont l'épaisseur combinée totalise 15 m, et le roc plus profond en trois couches, dont l'épaisseur combinée varie entre 15 m (au droit des plaines) et environ 80 m (au droit des crêtes rocheuses). Cette discrétisation verticale visait à mieux représenter les gradients verticaux au sein de l'ensemble des couches;
- L'extension latérale des unités, lorsqu'elles sont absentes, par exemple les résidus à l'extérieur du PAR ou les unités des dépôts meubles sur les zones affleurantes, est représentée par des couches continues d'épaisseur minimum, généralement de 0,10 m, dont les propriétés correspondent à celles des entités hydrostratigraphiques présentes à ces endroits.

La géométrie appliquée à chaque entité hydrostratigraphigue provient d'une interpolation par krigeage, réalisée à l'aide du logiciel Surfer (version 24), employant les élévations observées dans les sondages disponibles (récents et anciens), et les limites interprétées des zones affleurantes par photo-interprétation et levé LIDAR. À plus grande distance du PAR, aux endroits situés aux limites du domaine modélisé, une estimation réaliste des épaisseurs type des unités a été assignée.

L'écoulement sur le domaine incluant le PAR et le bassin de collecte est simulé en régime permanent, avec une recharge annuelle uniformément répartie durant l'année. Le régime permanent suppose donc que le système hydrogéologique a atteint l'équilibre. Ainsi, ces conditions représentent l'état hydrogéologique du site à la suite de la

fin de la déposition des résidus des phases simulées, notamment les phases 3A et 5, et la configuration correspondante du bassin de collecte au terme de ces phases.

Tableau 6-1 : Caractéristiques de la discrétisation latérale du modèle hydrogéologique

État du PAR et du bassin de collecte	Superficie du modèle (ha)	Nombre d'éléments	Nombre de couches	Dimension minimale des éléments (m)	Dimension maximale des éléments (m)
Fin phase 3A	538	367560	24	7	130
Fin phase 5	538	573768	24	2	130

6.1.3 Conditions aux limites

Afin de reproduire les conditions d'écoulement conceptuelles du site, les conditions aux limites suivantes ont été appliquées :

- Condition de flux nul aux limites latérales (lignes de crête et hauts topographiques ou ligne d'écoulement souterrain présumée) ainsi qu'à la base du modèle. Cette condition a été appliquée aux bordures est et sud-est du domaine, qui coïncident à la limite de sous-bassins versants, et à proximité de la sablière;
- Charge imposée (Type 1, Dirichlet) pour représenter l'élément majeur du réseau hydrographique inclus dans le domaine modélisé, soit le réservoir Opinaca. La valeur imposée à cet élément correspond à une élévation représentative du niveau du réservoir, soit 215 m, cette condition ayant été imposée uniquement aux couches des dépôts meubles;
- Charge imposée (Type 1, Dirichlet) pour représenter l'élévation moyenne présumée du niveau piézométrique à la bordure du modèle et afin de contrôler l'élévation piézométrique à ces endroits. La valeur du niveau piézométrique imposée à la bordure nord du domaine sur une distance d'environ 3 300 m (élévation de la surface du sol moins 1 m) a été assignée à l'ensemble des couches (dépôts meubles et roc). La valeur du niveau piézométrique imposée à la bordure est du domaine sur environ 500 m (élévation de la surface du sol moins 3 m) a été assignée aux couches des dépôts meubles;
- Condition de drainage de surface (« seepage » qui correspond à une charge imposée égale à l'élévation de la surface, avec une contrainte de flux entrant nul) appliquée au réseau hydrographique secondaire et intermittent, pour représenter les zones d'exfiltration de l'aquifère superficiel. Cette condition a été appliquée au droit du ruisseau et du milieu humide longeant le flanc sud du PAR et rejoignant le réservoir Opinaca, au droit des ruisseaux mineurs et des milieux humides situés dans la zone nord du domaine, et à la base du talus des collines formées par la remontée de la roche en place;
- Condition de drainage (« seepage » qui correspond à une charge imposée égale à une élévation spécifiée avec une contrainte de flux entrant nul). Cette condition a été appliquée au droit des drains du PAR situés sous la géomembrane, et au tapis drainant situé sous la géomembrane du bassin de collecte;
- Flux entrant par la première couche du modèle, pour représenter la recharge, estimé puis calibré suivant la géologie de surface, la position topographique et les précipitations annuelles moyennes;