

MINE DE LITHIUM BAIE-JAMES

ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

CHAPITRE 3 : VARIANTES DE RÉALISATION DU PROJET

JUILLET 2021 (VERSION 2)



TABLE DES MATIÈRES

3	VARIANTES DE RÉALISATION DU PROJET	3-1
3.1	HALDES À STÉRILES, RÉSIDUS ET MORT- TERRAIN.....	3-2
3.1.1	MÉTHODES DE DÉPOSITION	3-2
3.1.2	EMPLACEMENT DES HALDES À STÉRILES ET RÉSIDUS MINIERS	3-4
3.1.3	EMPLACEMENT DES HALDES À MORT-TERRAIN	3-15
3.2	TRAITEMENT DES EAUX USÉES DOMESTIQUES	3-19
3.2.1	CRITÈRES DE CONCEPTION.....	3-19
3.2.2	TECHNOLOGIES DE TRAITEMENT ENVISAGÉES	3-19
3.2.3	MÉTHODOLOGIE	3-24
3.2.4	RÉSULTATS	3-25
3.2.5	POINT DE REJET DE L'EFFLUENT SANITAIRE	3-26
3.3	GESTION DE L'EAU MINIÈRE ET POINTS DE REJET DE L'EFFLUENT FINAL	3-26
3.4	SOURCES D'ÉNERGIE DU SITE MINIER	3-27
3.4.1	ÉNERGIES SOLAIRE ET ÉOLIENNE	3-27
3.4.2	GAZ NATUREL LIQUÉFIÉ ET PROPANE	3-28
3.5	SOURCES D'ÉNERGIE DES ÉQUIPEMENTS MOBILES	3-28
3.5.1	DISPONIBILITÉ DES ÉQUIPEMENTS.....	3-29
3.5.2	PROJETS COMPARABLES.....	3-30
3.5.3	ÉVALUATION COÛT-BÉNÉFICE.....	3-30
3.5.4	RECOMMANDATION.....	3-32

TABLE DES MATIÈRES (suite)

TABLEAUX

TABLEAU 3-1	DÉTAILS DES OPTIONS DE HALDES ÉVALUÉES.....	3-4
TABLEAU 3-2	SOMMAIRE DU POINTAGE DE L'ANALYSE DES VARIANTES D'EMPLACEMENT DES HALDES À STÉRILES ET RÉSIDUS.....	3-5
TABLEAU 3-3A	ANALYSE MULTICRITÈRES POUR L'EMPLACEMENT DES HALDES.....	3-9
TABLEAU 3-3B	JUSTIFICATION DU POIDS DES INDICATEURS	3-13
TABLEAU 3-4	SYSTÈMES DE TRAITEMENT POUR LES EAUX DOMESTIQUES, SCÉNARIO SANS BASSIN	3-22
TABLEAU 3-5	SYSTÈMES DE TRAITEMENT POUR LES EAUX DOMESTIQUES, SCÉNARIO AVEC BASSIN	3-23
TABLEAU 3-6	SOMMAIRE DU POINTAGE DE L'ANALYSE DES VARIANTES DE TECHNOLOGIE DE TRAITEMENTS DES EAUX USÉES DOMESTIQUES.....	3-24
TABLEAU 3-7	ANALYSE MULTICRITÈRES POUR LA TECHNOLOGIE DE TRAITEMENT DES EAUX USÉES DOMESTIQUES.....	3-25
TABLEAU 3-8	ÉVALUATION COÛT-BÉNÉFICE DE PELLER MÉCANIQUES ÉLECTRIQUES ET AU DIESEL	3-31

CARTES

CARTE 3-1	OPTIONS D'EMPLACEMENT DE LA HALDE À STÉRILES	3-7
CARTE 3-2	OPTIONS D'EMPLACEMENT DES HALDES À MORT-TERRAIN	3-17

3 VARIANTES DE RÉALISATION DU PROJET

Pour répondre aux exigences des directives provinciales et fédérales, GLCI a procédé à l'analyse des variantes pour certaines composantes spécifiques de son projet.

D'abord, certains critères généraux ont été établis d'emblée, influençant par le fait même l'emplacement des infrastructures. Il a ensuite été déterminé que l'ensemble des composantes du projet serait positionné à l'ouest de la route Billy-Diamond, de façon à éviter toute interférence avec ces infrastructures, principalement pour des raisons de sécurité et de circulation. Ce choix permettait également de limiter les distances à parcourir sur le site et l'ampleur des infrastructures de transport à construire. De plus, puisque le site est essentiellement composé de milieux humides, l'effort a été axé sur la réduction de l'empreinte globale du projet plutôt que sur le positionnement de chacune de ses composantes. Enfin, des distances de sécurité **reliées aux activités de sautage** devaient également être considérées autour de la fosse, à savoir un rayon de 200 m d'exclusion totale (aucune construction) ainsi qu'un rayon de 500 m d'exclusion partielle (zone de construction restreinte).

Ainsi, considérant la nature et l'emplacement du gisement et à la lumière des critères généraux exposés précédemment, **les aspects suivants ont été exclus de l'étude de variantes :**

- **Méthode d'exploitation minière et d'extraction des matériaux :** L'exploitation de la ressource de façon partielle ou entière souterraine n'a pas été évaluée puisque le projet vise des pegmatites à spodumène qui se trouvent en surface. De plus, l'extraction à ciel ouvert constitue la méthode d'exploitation typiquement privilégiée de ce minerai pour des raisons **techniques et économiques**.
- **Emplacement du concentrateur pour le traitement :** Cette composante **était** positionnée **en 2018** dans le seul secteur **disponible** situé à proximité de la fosse. Les quelques petits secteurs sans milieu humide ont été privilégiés pour des considérations géotechniques. De fait, la portance du sol à cet endroit a été confirmée adéquate pour recevoir les équipements de production, sans excavation majeure des sols en place. **Dans le projet actuel (2021), le concentrateur a été déplacé adjacent à la route Billy-Diamond dans un secteur où la bonne portance du sol a été confirmée par des travaux géotechniques. Ce changement a permis de diminuer la quantité de tourbe et matériaux (silt) à excaver avant de débiter la construction, d'éliminer la route d'accès, de diminuer les distances de transport du minerai vers l'usine, mais également des stériles vers les haldes, réduisant ainsi les émissions de GES associées aux activités d'opération de la mine. Ces changements ont également permis de réduire les superficies affectées. Le repositionnement du concentrateur a permis de repositionner les haldes près de la fosse diminuant les distances de transport des stériles vers les haldes.**
- **Emplacement du campement :** **En 2018 comme en 2021**, le campement **des travailleurs** a été positionné à proximité des infrastructures principales, notamment le concentrateur et la fosse, de façon à minimiser le transport des travailleurs. De fait, le campement se situe à distance de marche des bâtiments, ce qui permettra de réduire la flotte de véhicules **et ainsi réduire les risques de bris mécaniques à impact environnemental (ex. : fuite d'huile) ainsi que les émissions de GES associées à ce volet.**
- **Tracé des routes :** Le site retenu **en 2018** pour le concentrateur **était à une distance de 750 m** de la route Billy-Diamond et à l'extérieur du rayon d'exclusion de la fosse. **Une route d'accès de 750 m devait donc être construite dans la tourbière, les autres** besoins se limitant à l'accès au site et aux différents chemins reliant les infrastructures (fosse, concentrateur, haldes à stérile et à mort-terrain, UTE, digue et entrepôts à explosifs) pour un total d'un peu plus de 8 km de chemins à construire. **Contrairement à 2018, la construction d'une route d'accès n'est pas nécessaire dans le projet actuel (2021), les besoins se limitant toujours à l'accès au site et aux différentes infrastructures. Les chemins à construire sont moins longs qu'en 2018 puisque les infrastructures ont été rapprochées les unes des autres. Les routes sont toujours prévues à deux voies pour assurer une sécurité routière accrue.**

Les principes de 2018 seront également respectés, soit privilégier le trajet le plus court avec quelques courbes pour respecter la topographie, limiter les accélérations et ainsi sécuriser la conduite; éloigner les chemins à une distance minimale de 60 m d'un cours d'eau, comme stipulé dans le Règlement sur l'aménagement durable des forêts du domaine de l'État.

- **Alimentation en eau potable :** Comme le site du projet est situé en milieu isolé, il y a seulement deux options viables pour l'alimentation en eau potable du site, soit l'aménagement d'un ou des puits ou l'acheminement de l'eau vers le site. Pour des considérations économiques et environnementales, le choix s'est arrêté sur l'aménagement de puits d'eau potable. **En fonction des caractéristiques hydrogéologiques du secteur, l'aquifère identifié comme exploitable serait l'aquifère rocheux. Selon les études réalisées, la perméabilité du roc est variable en fonction de sa nature et de son degré de fracturation. Une recherche en eau permettra au moment opportun de cibler des secteurs favorables à l'exploitation d'eau potable et ainsi d'aménager par la suite des puits ouverts au roc. Le diamètre sera à déterminer, mais variera fort probablement entre 6 et 8 po et la profondeur entre 30 et 100 m. Une pompe submersible, installée dans le puits, permettra de soustraire les débits d'eau requis pour le campement des travailleurs. Le nombre de puits à aménager dépendra de la capacité de l'aquifère à l'endroit des forages. Deux puits sont actuellement proposés. Leur emplacement devrait se situer à proximité du secteur administratif et industriel.**

Par ailleurs, les composantes pour lesquelles une étude de variantes technologiques ou d'emplacement a été réalisée sont les suivantes :

- haldes à stériles, résidus et mort-terrain (emplacement);
- traitement des eaux usées domestiques (technologie);
- gestion de l'eau minière et points de rejet des effluents finaux (emplacement).

L'analyse de variante réalisée dans le cadre de l'ÉIES 2018 pour ces composantes est présentée dans les sections qui suivent. L'analyse de variante n'a pas été refaite, mais les changements liés à l'optimisation du projet sont détaillés pour chacune des composantes de projet ayant fait l'objet de l'analyse.

Enfin, une évaluation des sources d'énergie possibles a été réalisée pour le site minier (procédé et bâtiments) et les équipements mobiles. **Les modifications liées au projet 2021 sont présentées, le cas échéant. Il convient de noter qu'au fur et à mesure que des options alternatives deviendront disponibles, GLCI les évaluera dans un effort de maximiser les pratiques minières nouvelles et innovantes sur le site, réduire les émissions et s'efforcer continuellement à adopter des pratiques durables.**

3.1 HALDES À STÉRILES, RÉSIDUS ET MORT-TERRAIN

La première étape de cette analyse de variantes consiste en une présélection des méthodes de déposition possibles. Par la suite, les techniques retenues font l'objet d'une analyse comparative selon différents emplacements.

3.1.1 MÉTHODES DE DÉPOSITION

ANALYSE DE VARIANTES (2018)

L'analyse de variantes réalisée en 2018 a considéré à haut niveau les techniques de déposition suivantes :

- le dépôt sous forme de mélange (résidus de procédé avec les stériles);
- l'utilisation de la fosse comme lieu de dépôt;
- le dépôt hydraulique de résidus (sous forme de boues) ainsi qu'une séparation des résidus fins et grossiers;
- la production de résidus **filtrés** pouvant être empilés;
- la production de résidus épaissis.

Les quantités considérées pour l'évaluation ont été de 233,4 Mt de stériles et 36,4 Mt de résidus¹. Puisque les données concernant la densité de ces matériaux n'étaient pas disponibles au moment de l'étude, des hypothèses ont été émises, à savoir 2,4 t/m³ pour les stériles et 1,7 t/m³ pour les résidus, leur conférant des volumes de 100 Mm³ et 20 Mm³ respectivement. De plus, considérant le potentiel de génération acide identifié dans les résultats préliminaires de l'étude spécialisée sur la géochimie, il a été assumé qu'une protection serait installée pour éviter des fuites vers l'environnement, qu'il s'agisse d'une halde ou d'un bassin de rétention.

Les valeurs qui ont été utilisées pour la conception des haldes en 2018 sont les suivantes :

STÉRILES

- **Densité du roc en place = 2,77 t/m³**
- **Granulométrie = 0-700 mm**
- **Facteur de foisonnement = 35 %**
- **Densité apparente = 2,05 t/m³**

RÉSIDUS MINIERS

- **Densité du roc en place = 2.77 t/m³**
- **Granulométrie = 0-15 mm**
- **Facteur de foisonnement = 65 %**
- **Densité apparente = 1.68 t/m³**

Le dépôt hydraulique a été rejeté d'emblée en raison de l'espace limité sur le site et de l'absence de caractéristiques topographiques favorables. De surcroît, cette option augmenterait les risques environnementaux en raison du bassin de boues, en plus d'augmenter l'empreinte au sol.

L'option de résidus épaissis n'a pas été retenue dans l'analyse, car la diminution du contenu en eau n'offre aucun avantage technique ou économique et ne contribue pas à réduire le risque environnemental associé au dépôt de résidus. En fait, étant donné la composition granulométrique des résidus miniers, leur contenu en eau est faible.

Enfin, considérant l'absence d'information disponible sur la viabilité économique d'extraire les ressources qui seront laissées dans le gisement une fois la phase d'exploitation terminée, l'option de dépôt dans la fosse n'a pas été évaluée.

Ainsi, les options de gestion restantes impliquent toutes un empilement de résidus asséchés, soit sous forme de dépôt en mélange (co-déposition) ou bien en aménageant un dépôt distinct pour les résidus (co-entreposage) à même la halde. À ce stade, les techniques de dépôt sont considérées comme équivalentes pour les besoins de l'analyse, le co-entreposage présentant peu de différences avec la co-déposition en ce qui concerne les superficies et les volumes requis.

OPTIMISATION DU PROJET (2021)

Suite à l'exercice d'optimisation du projet, il a été décidé que l'empilement des stériles et des résidus filtrés se ferait sous forme de co-déposition dans quatre haldes. La co-déposition offre notamment les avantages suivants :

- **une amélioration de la stabilité physique de la pente de la halde dans les zones de remblais des stériles;**
- **une consolidation accélérée et une meilleure résistance au cisaillement des résidus;**
- **une réduction du risque de rupture du remblai et de perte de confinement des résidus;**
- **une réduction de la production de poussière et de l'érosion des résidus;**
- **une amélioration des opportunités de fermeture progressive.**

1 Basé sur les données disponibles en date du 5 janvier 2018. L'écart entre les quantités considérées pour l'évaluation des méthodes de déposition des stériles et l'étude géochimique s'explique par la disponibilité des données lors de la rédaction des rapports. Les 233,4 Mt de stériles réfèrent à une capacité d'entreposage qui a servi à la conception de la halde en janvier 2018. Enfin, le plan minier de mai 2018, indique un total de 133,3 Mt de stériles (dont 5,9 Mt de mort-terrain) qui serait accumulé dans la halde à stériles.

Le dépôt de résidus miniers et de stériles dans des secteurs épuisés de la fosse a également été considéré et cette option a été retenue. De plus, suite aux essais cinétiques réalisés sur les stériles et les résidus par WSP entre 2018 et 2020 qui démontrent qu'ils sont non potentiellement générateurs d'acide, il a été déterminé qu'une protection pour éviter des fuites vers l'environnement ne serait pas nécessaire. Les détails sont présentés au chapitre 4.

3.1.2 EMBLACEMENT DES HALDES À STÉRILES ET RÉSIDUS MINIERES

ANALYSE DE VARIANTES (2018)

Au total, quatre scénarios ont été retenus pour l'analyse comparative **réalisée en 2018**. Pour les besoins de calculs, une pente de 2,5 H : 1 V a été retenue pour la halde à stériles et la halde de matériel mélangé, tandis qu'une pente de 5 H : 1 V est appliquée à la halde à résidus. Notons qu'aucun banc ou rampe d'accès n'a été considéré dans les calculs à cette étape.

La matrice de Pugh a été sélectionnée comme outil d'aide à la décision. L'analyse multicritères a été réalisée pour déterminer la meilleure option de localisation des haldes d'un point de vue environnemental, technique, économique et socioéconomique. Des critères ont ensuite été élaborés pour chacune de ces catégories avec le souci de différencier les options entre elles. Les critères ont été mesurés à l'aide d'indicateurs quantitatifs ou qualitatifs. Un poids² a été attribué à chacun d'eux en fonction de son importance relative à l'intérieur même de sa catégorie. Les catégories elles-mêmes sont également pondérées, l'environnement étant jugé le plus important. L'option 1 est définie comme scénario de référence avec un pointage de zéro pour chacun des indicateurs, excepté ceux qui étaient nettement favorables ou défavorables pour ce scénario dès le départ. Les trois autres options reçoivent des pointages de -2 (pire), 0 (neutre) ou +2 (mieux) en comparaison avec l'option 1.

Les quatre options sont résumées ci-après et les détails techniques pour chacune d'elles sont fournis au tableau 3-1. Leur localisation est présentée sur la carte 3-1.

Tableau 3-1 Détails des options de haldes évaluées

Paramètre	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4	
				Nord	Sud
Capacité de la halde (Mm ³)	120	77,5	120	20	100
Élévation de la halde (m)	300	330	280	255	290
Hauteur de la halde (m)	94	128	68	53	84
Capacité du bassin de rétention (Mm ³)	1,05	0,43	1,65	0,24	1,05
Capacité de l'UTE requise (estimation) (m ³ /s)	0,3	0,3	0,06	0,45	

- 2 Les facteurs de pondération peuvent être différents selon ce qui est analysé (dans ce cas-ci, l'emplacement des haldes et le système de traitement des eaux usées domestiques). La raison est que, pour une infrastructure par rapport à une autre, le coût (importance économique), la faisabilité technique et les conséquences environnementales diffèrent. Par exemple, le budget prévisionnel peut être plus restrictif ou l'envergure des répercussions sur l'environnement plus importante pour une infrastructure par rapport à une autre. Ainsi, afin d'établir une pondération, une matrice de définition de la pondération a été utilisée. L'importance des critères ou des catégories de critères a été déterminée en fonction de la description du projet (incluant les échéanciers dépendant de la faisabilité technique et des délais associés au processus environnemental) et des caractéristiques du milieu récepteur. L'analyse des variantes est un exercice qui s'est réalisé en période de préprojet en groupe, avec des professionnels expérimentés qui connaissent bien l'ensemble des composantes du projet et qui ont une expertise approfondie en analyse de variantes pour des projets miniers en milieu nordique au Québec et en étude d'impact. Le poids de chacun des indicateurs d'une même catégorie a été attribué arbitrairement par l'équipe de travail. Le poids de même que les pondérations obtenues ont nécessairement fait l'objet d'un consensus auprès des différents experts impliqués dans l'analyse des variantes et des représentants de Galaxy.**

Option 1

La première option est un dépôt de résidus et de stériles sous forme de mélange. La halde est située au sud de la fosse, près de la route Billy-Diamond et du relais routier. Deux fossés périphériques récoltent les eaux et une station de pompage auxiliaire est nécessaire pour les acheminer vers le bassin de rétention.

Option 2

L'option 2 est un dépôt de résidus et de stériles sous forme de mélange. La halde est située du côté nord de la fosse. Les deux plans d'eau et la limite de propriété minière constituent des contraintes qui réduisent la capacité de la halde. Un fossé périphérique récolte les eaux qui s'écoulent par gravité vers le bassin de rétention.

Option 3

L'option 3 est aussi un dépôt de résidus et de stériles sous forme de mélange. La halde est située du côté ouest de la fosse. La halde s'étend à l'extérieur de la limite de propriété et englobe un plan d'eau. Pour cette raison, le cours d'eau 3 et le lac Asini Kasachipet doivent être asséchés. Aucun fossé périphérique n'est requis et les eaux sont dirigées vers le bassin de rétention par gravité.

Option 4

La dernière option implique l'aménagement de deux haldes distinctes pour les résidus et les stériles. La halde à stériles est située au sud de la fosse, près de la route Billy-Diamond et du relais routier. La halde à résidus se trouve quant à elle du côté nord de la fosse. Chacune des haldes nécessite deux fossés périphériques. Une première station de pompage dirige les eaux des fossés de la halde nord vers son bassin de rétention, puis une deuxième station de pompage transfère les eaux du bassin nord vers le bassin sud.

Le tableau 3-2 présente le sommaire de l'analyse de variantes, alors que le tableau 3-3a présente la matrice décisionnelle par compte et le tableau 3-3B présente la justification du poids des indicateurs. Le pointage le plus élevé a été attribué à l'option 2 avec 746 points. Cette option offre également les meilleures performances des points de vue environnemental et socioéconomique. L'option 4 a été la meilleure au niveau technique tandis que l'option 1 était la plus économique.

Tableau 3-2 Sommaire du pointage de l'analyse des variantes d'emplacement des haldes à stériles et résidus

Compte	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4
Environnement	0	110	-90	-60
Technique	0	-65	-40	25
Économique	0	-3	-82	-102
Socioéconomique	-65	190	160	65
Total avant pondération	-65	232	-52	-72
Total pondéré	-130	746	-326	-391

Note : Les facteurs de pondération sont les suivants : environnement = 4, technique = 1, économique = 3, socioéconomique = 2.

- **Un facteur de 4 est donné pour le compte environnement à cause des impacts potentiels associés à l'emplacement des haldes. Le compte environnement est le plus important parmi les comptes considérés.**
- **Un facteur de 1 est donné pour le compte technique étant donné le peu de différences entre les options d'emplacement. Le compte technique est le moins important parmi les comptes considérés.**
- **Un facteur de 3 est donné pour le compte économique vu l'impact financier que chaque option d'emplacement peut avoir.**
- **Un facteur de 2 est donné pour le compte socioéconomique puisqu'il y a peu de variations entre les options.**

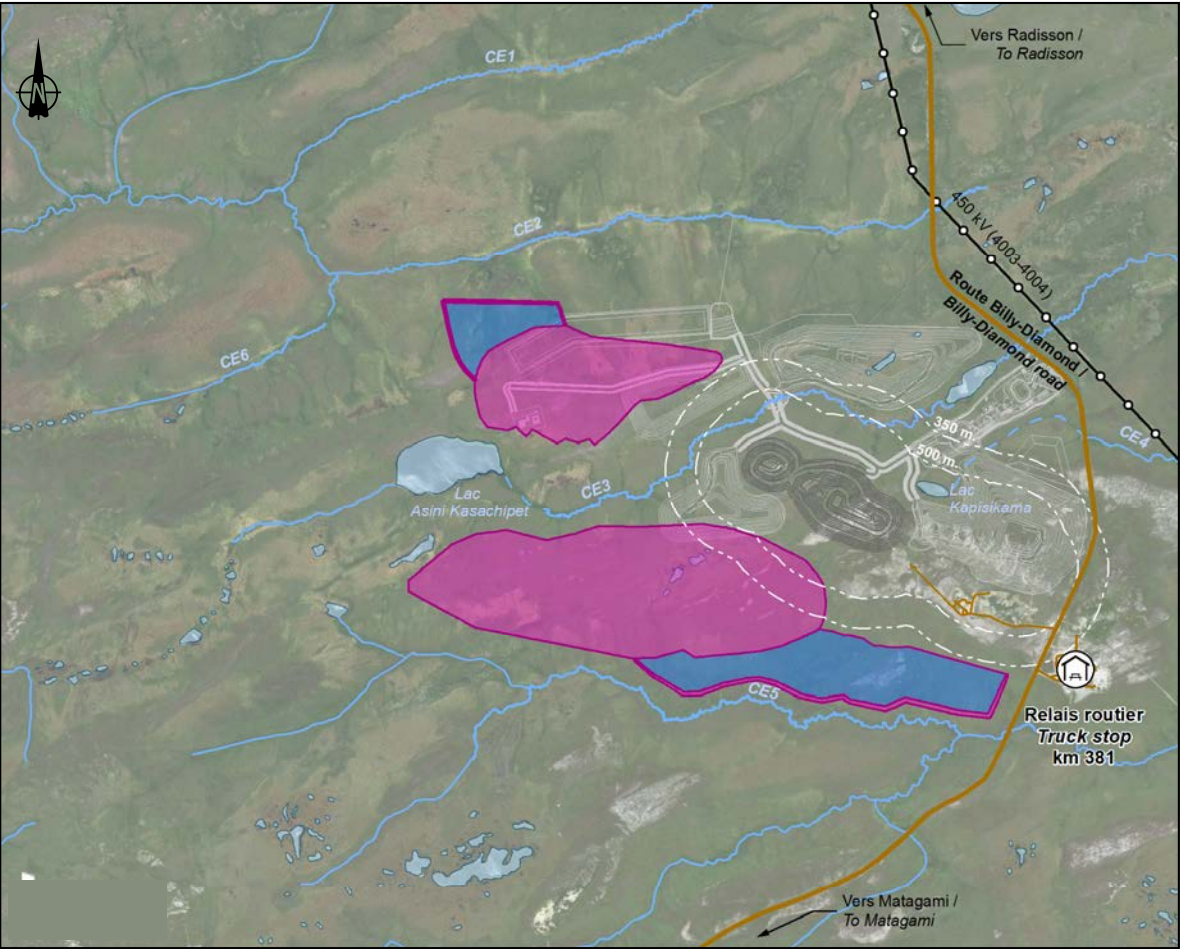
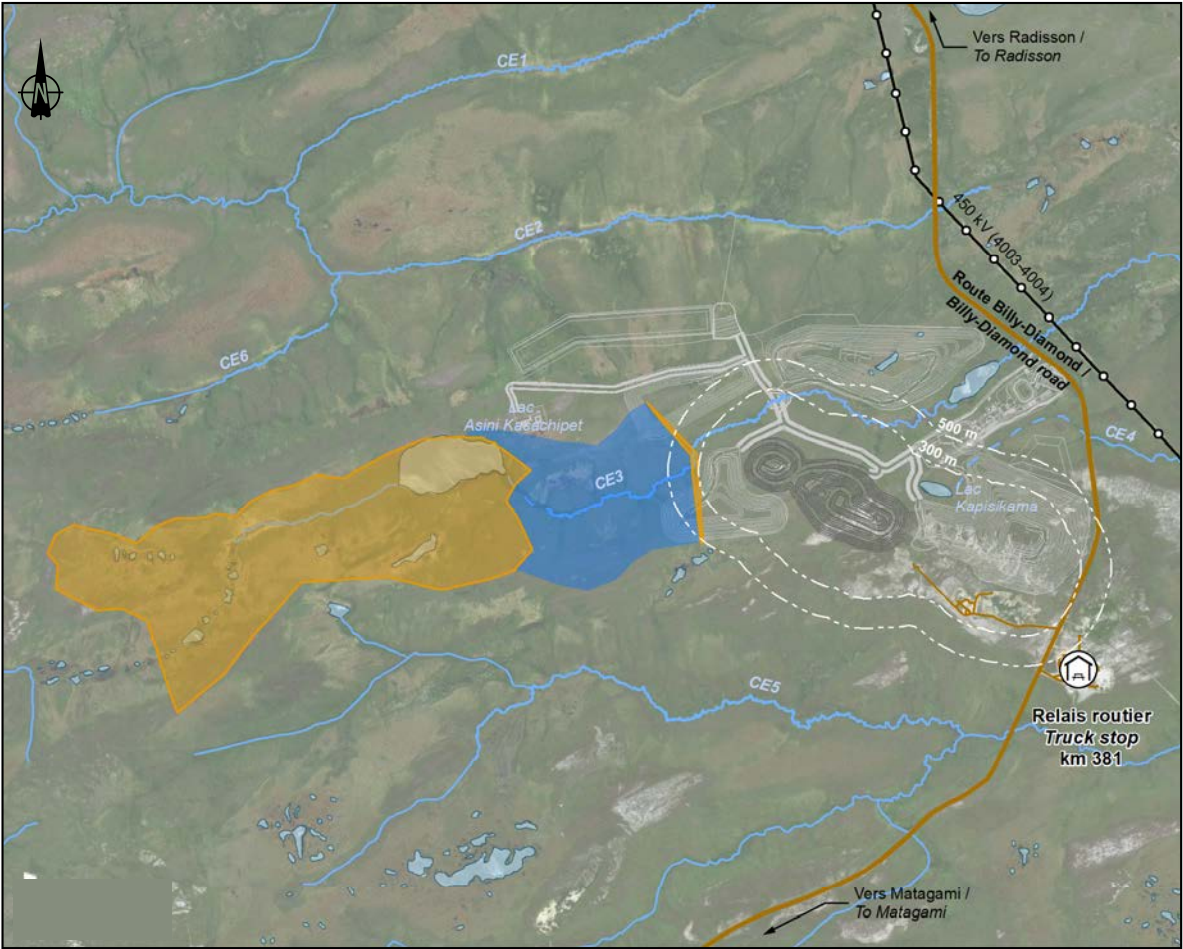
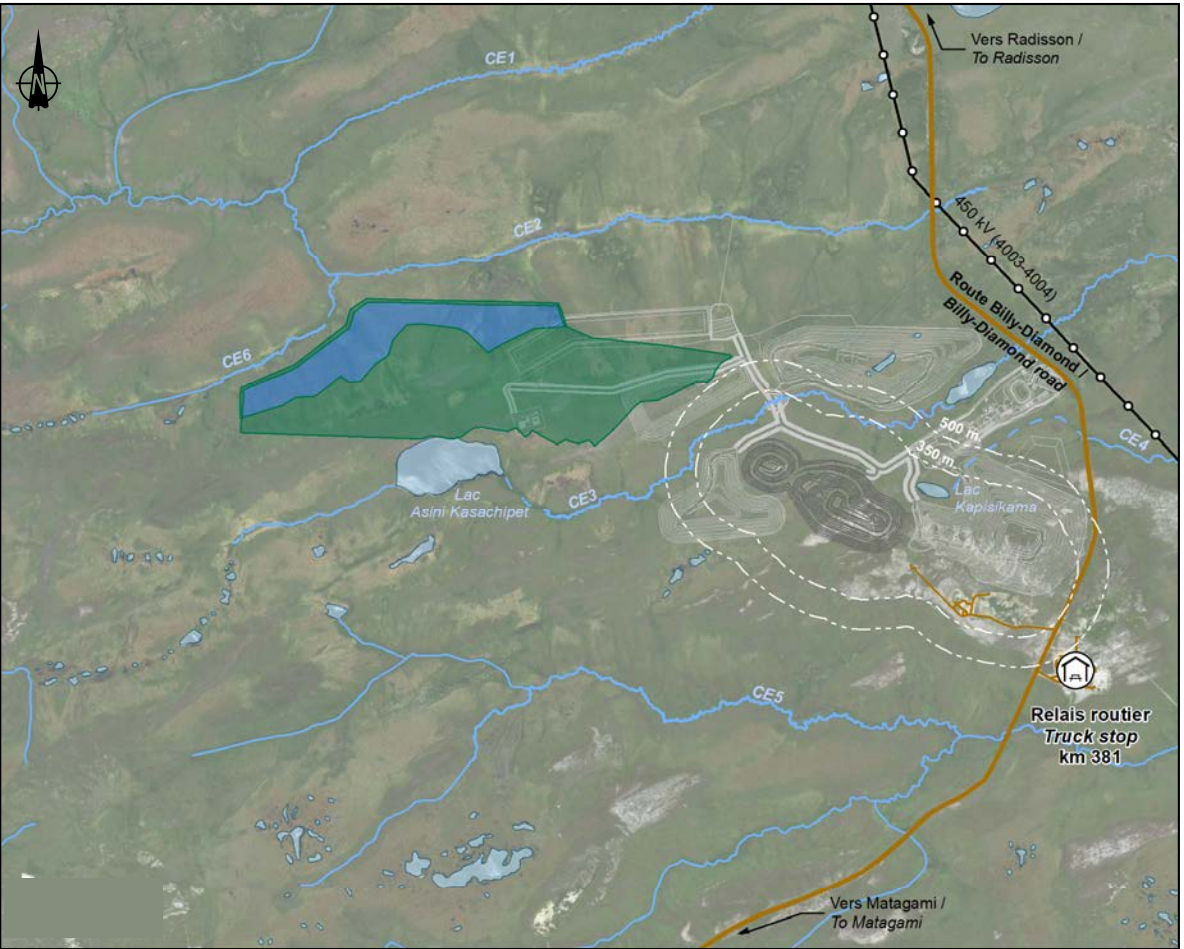
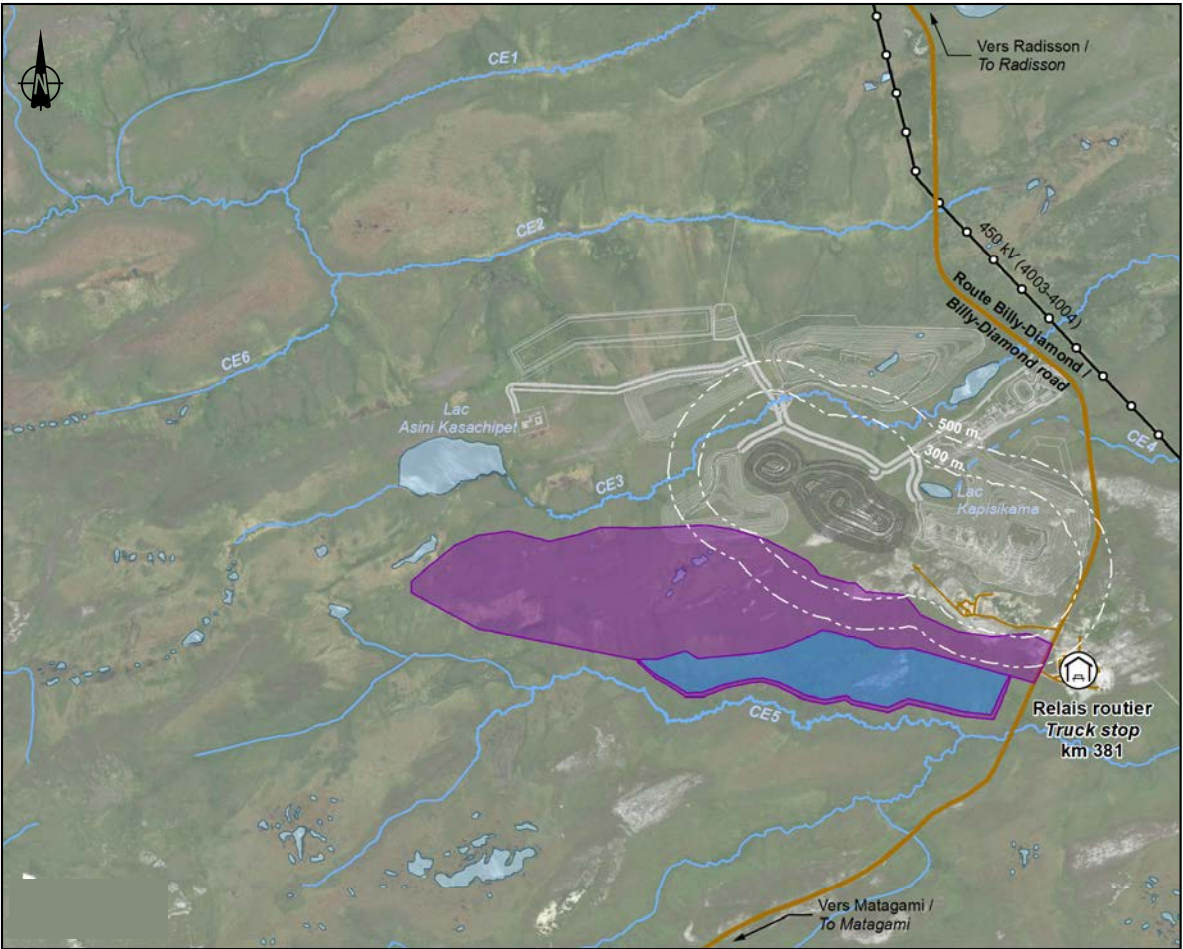
Puisque le volet environnemental représente la catégorie la plus importante de l'évaluation, les critères sur la faune et l'habitat aquatique désavantagent considérablement l'option 3, qui nécessite la destruction d'un habitat du poisson. De plus, un permis est requis pour cette option, ce qui engendre des retards dans l'échéancier du projet.

Le volet économique est également important, notamment les indicateurs ayant le plus de poids, soit l'installation de membranes étanches et la fermeture. Ces deux indicateurs sont défavorables aux options 3 et 4.

Considérant ce qui précède, les options 3 et 4 sont jugées les pires et sont abandonnées à ce stade.

L'option 2 est plus avantageuse que l'option 1 d'un point de vue environnemental et socioéconomique. En effet, l'option 1 est désavantagée du fait qu'elle affecte le cours d'eau CE5 en aval de la halde. De plus, certains indicateurs socioéconomiques (émissions atmosphériques, bruit, mode de vie traditionnel et paysage) sont défavorables à l'option 1 puisque la halde est située à proximité du relais routier et du cours d'eau CE5, en plus de présenter l'élévation finale la plus élevée.

Au moment de la préparation de la description de projet, l'emplacement de la halde était au sud de la fosse (option 1). Lors de consultations avec les Cris d'Eastmain, le maître de trappage du terrain RE2 a indiqué que parmi les cours d'eau de la zone d'étude, le CE5 était celui que sa famille valorisait. Les préoccupations de cet intervenant en plus des résultats de l'analyse ont guidé la sélection de l'option 2, malgré son manque par rapport à la capacité requise (78 vs 120 Mm³). L'option 2 a été jugée la meilleure et a été recommandée. Une optimisation du design de la halde à l'étape de l'ingénierie a permis de combler le manque à gagner en volume. **Afin d'augmenter la capacité, la superficie de la halde à stériles a été augmentée. La section ouest du bassin a été éliminée et la halde a été prolongée jusqu'à la limite nord de la propriété. Cela a aussi permis d'uniformiser l'élévation de la halde à 300 m.**



Variantes des haldes / Stockpile Alternative

- Option 1 / Option 1
- Option 2 / Option 2
- Option 3 / Option 3
- Option 4 / Option 4
- Bassin de rétention / Retention basin

Composantes du projet (2021) / Project Component (2021)

- Fosse / Pit
- Infrastructures minières / Mining infrastructure
- Zone tampon / Buffer zone

Infrastructures / Infrastructure

- Route principale / Main road
- Route d'accès / Access road
- Ligne de transport d'énergie / Transmission line
- Relais routier / Truck stop

Hydrographie / Hydrography

- CE3 Numéro de cours d'eau / Stream number
- Cours d'eau permanent / Permanent stream
- Cours d'eau à écoulement diffus ou intermittent / Intermittent or diffused flow stream
- Plan d'eau / Waterbody



Mine de lithium Baie-James / James Bay Lithium Mine

Carte / Map 3-1
Options d'emplacement de la halde à stériles /
Waste Rock Stockpile Location Options

Sources :
Orthoimage : Galaxy août / august 2017
Données du projet / Project data : Galaxy 2020

0 500 1 000 m
UTM, fuseau 18, NAD83

Juillet / July 2021

Dessin : A. Masson
Approbation : C. Martineau
201-12362-00_c3-1_wspT315_var_halde_210629.mxd



Tableau 3-3a Analyse multicritères pour l’emplacement des haldes¹

Critères			Indicateur			Poids ²			Option 1			Option 2			Option 3			Option 4		
									Halde sud (scénario de référence)			Halde nord			Halde ouest			2 haldes distinctes		
									Pointage ³	Résultat pondéré	Justification ⁴	Pointage	Résultat pondéré	Justification	Pointage	Résultat pondéré	Justification	Pointage	Résultat pondéré	Justification
1 Aspects environnementaux																				
1.1 : Hydrologie	Nombre de bassins versants touché	10	0	0	2 bassins versants	2	20	1 bassin versant	2	20	1 bassin versant	-2	-20	3 bassins versants						
1.2 : Empreinte totale au sol	Superficie	10	0	0	3 075 000 m²	0	0	3 097 745 m²	-1	-10	3 624 000 m²	-1	-10	3 822 500 m²						
1.3 : Faune et habitat aquatiques	Destruction d'habitats Impact du bilan d'eau sur les cours d'eau et les populations de poissons	50	0	0	Aucune destruction d'habitat Impact moyen du bilan d'eau sur CE5 Impact négligeable du bilan d'eau sur CE3 CE5 abrite la plus importante population de poissons parmi les cinq cours d'eau inventoriés	2	100	Aucune destruction d'habitat Impact faible du bilan d'eau sur CE2	-2	-100	Destruction d'habitat: 188 500 m² de lac et 2 830 m de cours d'eau Impact fort du bilan d'eau sur CE3	0	0	Effluent dans le CE5 Aucune destruction d'habitat Impact moyen à faible du bilan d'eau sur CE5 Impact très faible du bilan d'eau sur CE2 Impact négligeable du bilan d'eau sur CE3 CE5 abrite la plus importante population de poissons parmi les cinq cours d'eau inventoriés						
1.4 : Faune et habitats terrestres	Superficie de milieux humides	20	0	0	3 003 000 m²	0	0	3 023 960 m²	0	0	3 406 400 m²	-1	-20	3 673 500 m²						
1.5 : Espèces menacées ou vulnérables	Présence ou absence d'espèces menacées ou vulnérables	10	0	0	Aucune espèce de plante, mammifère, oiseau, reptile ou poisson à statut particulier.	-1	-10	Présence d'une plante susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable. Aucune espèce de mammifère, oiseau, reptile ou poisson à statut particulier.	0	0	Aucune espèce de plante, mammifère, oiseau, reptile ou poisson à statut particulier.	-1	-10	Présence d'une plante susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable. Aucune espèce de mammifère, oiseau, reptile ou poisson à statut particulier.						
Sous-total		100		0			110			-90			-60							

Tableau 3-3a Analyse multicritères pour l'emplacement des haldes (suite)¹

Critères			Option 1			Option 2			Option 3			Option 4		
			Halde sud (scénario de référence)			Halde nord			Halde ouest			2 haldes distinctes		
			Pointage ³	Résultat pondéré	Justification ⁴	Pointage	Résultat pondéré	Justification	Pointage	Résultat pondéré	Justification	Pointage	Résultat pondéré	Justification
2 Aspects techniques														
2.1 : Stabilité des ouvrages	Hauteur maximale de halde	5	0	0	94 m	-2	-10	128 m	2	10	69 m	1	5	53 m (nord) et 84 m (sud)
2.2 : Simplicité de conception et de construction	Longueur et hauteur des digues	5	0	0	h = 6,5 m l = 2,5 km	0	0	h = 5,5 m l = 2,7 km	2	10	h = 6,9 m 1,0 km	-2	-10	h = 6 m l = 5,2 km
2.3 : Conception du système de gestion des eaux	Nombre et capacité des installations	10	0	0	1 station de pompage 1 UTE Capacité: 0,3 m³/s	1	10	0 station de pompage 1 UTE Capacité: 0,3 m³/s	2	20	0 station de pompage 1 UTE Capacité: 0,06 m³/s	-2	-20	2 stations de pompage 1 UTE Capacité: 0,3 + 0,15 m³/s
2.4 : Conception des routes d'accès et de halage	Évaluation qualitative (pente maximale, nombre de traversées de plan d'eau)	5	0	0	1 traversée de cours d'eau (de l'usine à la halde), pente de 10 %, 90 m de relief vertical	-1	-5	1 traversée de cours d'eau (de la fosse à la halde), pente de 10 %, 120 m de relief vertical	0	0	1 traversée de cours d'eau (de la fosse à la halde), pente de 10 %, 65 m de relief vertical	-1	-5	1 traversée de cours d'eau (de la fosse à l'usine), pente de 10 %, 80 m de relief vertical
2.5 : Conception des haldes	Capacité des haldes	30	0	0	120 Mm³	-2	-60	78 Mm³	0	0	120 Mm³	2	60	120 Mm³ + capacité disponible
2.6 : Facilité d'aménagement des haldes	Évaluation qualitative	10	0	0	Accès : facile, près de la route Billy-Diamond Proximité de barrières physiques : 1 section près d'un cours d'eau, n'est pas collée sur les limites de propriété Surface : plane à pente faible, 1 section près d'un cours d'eau	-1	-10	Accès : entouré de milieux humides, loin de toute route Proximité de barrières physiques : contour de la halde à moitié sur la limite de propriété ou près d'un cours d'eau Surface : pente faible	-2	-20	Accès : entouré de milieux humides, loin de toute route, traversée de cours d'eau Proximité de barrières physiques : acquisition de terrain nécessaire et empiètement sur un lac et un cours d'eau Surface : pente faible, à l'intérieur d'une vallée	-1	-10	Accès : entouré de milieux humides, loin de toute route Proximité de barrières physiques : sections du contour de la halde à moitié sur la limite de propriété ou près d'un cours d'eau Surface : pente faible
2.7 : Propriété des terrains et permis	Évaluation qualitative	30	0	0	À l'intérieur des limites de propriété, pas de compensation d'habitat du poisson requise	0	0	À l'intérieur des limites de propriété, pas de compensation d'habitat du poisson requise	-2	-60	Acquisition de terrains et compensation d'habitat du poisson (lac et cours d'eau) requises	0	0	À l'intérieur des limites de propriété, pas de compensation d'habitat du poisson requise
2.8 : Gestion des risques associés aux sautages ⁵	Présence d'infrastructures à l'intérieur des zones d'exclusion	5	0	0	Halde en partie à l'intérieur de la zone de construction restreinte	2	10	Halde à l'extérieur de la zone de construction restreinte	0	0	Bassin de rétention et digues à l'intérieur de la zone de construction restreinte	1	5	Une des deux haldes en partie à l'intérieur de la zone de construction restreinte
Sous-total		100		0			-65			-40			25	
Pointage : -2 = pire, 0 = neutre, 2 = meilleur.														

Tableau 3-3a Analyse multicritères pour l'emplacement des haldes (suite)¹

Critères	Indicateur	Poids ²	Option 1			Option 2			Option 3			Option 4		
			Halde sud (scénario de référence)			Halde nord			Halde ouest			2 haldes distinctes		
			Pointage ³	Résultat pondéré	Justification ⁴	Pointage	Résultat pondéré	Justification	Pointage	Résultat pondéré	Justification	Pointage	Résultat pondéré	Justification
3 Aspects économiques														
3.1 Dépenses en capital														
3.1.1 : Fossés périphériques	Longueur des fossés	3	0	0	4 150 m (3,5 M\$)	1	3	1 150 m (1 M\$)	2	6	Aucun	-1	-3	5 700 m (4,8 M\$)
3.1.2 : Digues périphériques	Volume des digues	4	0	0	205 000 m³ (4,7 M\$)	1	4	116 000 m³ (2,7 M\$)	2	8	65 000 m³ (1,5 M\$)	-2	-8	290 000 m³ (6,7 M\$)
3.1.3 : Protection pour les haldes et les bassins	Superficie totale à étanchéifier	50	0	0	3 075 000 m² (67 M\$)	0	0	3 097 745 m² (68 M\$)	-1	-50	3 624 000 m² (80 M\$)	-1	-50	3 822 500 m² (84 M\$)
3.1.4 : Traitement des eaux	Capacité de l'UTE	2	0	0	0,30 m³/s (2 M\$)	0	0	0,30 m³/s (2 M\$)	2	4	0,06 m³/s (400 K\$)	-2	-4	0,45 m³/s (3 M\$)
3.1.5 : Gestion des eaux														
3.1.5.1 : Station de pompage	Nombre de stations de pompage auxiliaires	1	0	0	Une station de pompage pour diriger l'eau des fossés vers le bassin de rétention (100 000 \$)	2	2	Aucune station de pompage auxiliaire nécessaire	2	2	Aucune station de pompage auxiliaire nécessaire	-2	-2	Deux stations de pompage auxiliaires nécessaires (200 000 \$) : - une à partir des fossés de la halde nord jusqu'à son bassin de rétention - une pour transférer l'eau de la halde nord jusqu'aux installations de la halde sud
3.1.5.2 : Conduites	Distance de pompage	1	0	0	3 345 m de l'UTE à l'usine et 1 055 m entre les fossés	2	2	1 745 m de l'UTE à l'usine	2	2	1 165 m de l'UTE à l'usine	-1	-1	5 090 m de l'UTE à l'usine et 1 055 m entre les fossés
3.1.6 : Compensation de l'habitat du poisson et acquisition de terrain	Évaluation qualitative	1	0	0	Aucune compensation nécessaire Aucune acquisition nécessaire	0	0	Aucune compensation nécessaire Aucune acquisition nécessaire	-2	-2	Compensation de l'habitat du poisson requise Acquisition de terrain requise	0	0	Aucune compensation nécessaire Aucune acquisition nécessaire
3.1.7 : Coûts de fermeture	Superficie à restaurer	24	0	0	3 075 000 m² (37 M\$)	0	0	3 097 745 m² (37 M\$)	-1	-24	3 624 000 m² (43,5 M\$)	-2	-48	3 822 500 m² (46 M\$)
3.2 Dépenses d'exploitation														
3.2.1 : Transport des stériles	Distance de la fosse aux haldes	7	0	0	3,1 km de la fosse à la halde	-1	-7	4,0 km de la fosse à la halde	-2	-14	5,3 km de la fosse à la halde	0	0	3,1 km de la fosse à la halde à stériles
3.2.2 : Transport des résidus	Distance de l'usine aux haldes	7	0	0	2,7 km de l'usine à la halde	-1	-7	3,4 km de l'usine à la halde	-2	-14	4,5 km de l'usine à la halde	2	14	1,9 km de l'usine à la halde de résidus
Sous-total		100		0			-3			-82			-102	
Pointage : -2 = pire, 0 = neutre, 2 = meilleur.														

Tableau 3-3a Analyse multicritères pour l'emplacement des haldes (suite)¹

			Option 1			Option 2			Option 3			Option 4		
Critères	Indicateur	Poids ²	Halde sud (scénario de référence)			Halde nord			Halde ouest			2 haldes distinctes		
			Pointage ³	Résultat pondéré	Justification ⁴	Pointage	Résultat pondéré	Justification	Pointage	Résultat pondéré	Justification	Pointage	Résultat pondéré	Justification
4 Aspects socioéconomiques														
4.1 : Émissions atmosphériques	Évaluation qualitative au relais routier	40	-1	-40	Majorité du halage réalisé près du relais routier	2	80	Majorité du halage réalisé loin du relais routier	2	80	Majorité du halage réalisé loin du relais routier	1	40	Halage en partie réalisé près du relais routier
4.2 : Nuisance par le bruit	Évaluation qualitative au relais routier	25	-1	-25	Majorité du halage réalisé près du relais routier	2	50	Majorité du halage réalisé loin du relais routier	2	50	Majorité du halage réalisé loin du relais routier	1	25	Halage en partie réalisé près du relais routier
4.3 : Maintien du mode de vie traditionnel	Évaluation qualitative des pertes de zone de chasse, pêche ou cueillette, perte d'accès	20	0	0	Étang de chasse à l'oie actif et trappage du castor sur le cours d'eau CE5 en aval	2	40	Aucune activité traditionnelle répertoriée dans les environs	2	40	Aucune activité traditionnelle répertoriée dans les environs	0	0	Étang de chasse à l'oie actif et trappage du castor sur le cours d'eau CE5 en aval
4.4 : Paysage	Évaluation qualitative du point de vue et relief en comparaison avec la topographie existante	10	0	0	Élévation maximale de la halde : 300 m	2	20	Élévation maximale de la halde : 330 m	0	0	Résultat préliminaire, directement proportionnel à l'élévation maximale de la halde : 280 m	0	0	Résultat préliminaire, directement proportionnel à l'élévation maximale de la halde : 290 m
4.5 : Archéologie	Nombre de sites de potentiel archéologique	5	0	0	Aucun site	0	0	Aucun site	-2	-10	3 sites de potentiel à proximité des infrastructures	0	0	Aucun site
Sous-total		100		-65			190			160			65	

Pointage : -2 = pire, 0 = neutre, 2 = meilleur.

Notes :

1 Toutes les alternatives étudiées pour les haldes à stériles/résidus et mort-terrain sont situées sur des secteurs où les dépôts de surface sont comparables, soit des tourbières et du sable. Cet aspect n'a donc pas été inclus spécifiquement dans l'analyse technique parce qu'à valeur égale pour chacun des sites. La morphologie de la surface est toutefois considérée dans l'item 2.6 du tableau.

2 La colonne « Poids » présente une valeur qui est déterminée selon l'importance de l'indicateur. Ainsi, plus l'indicateur est important, plus la valeur dans la colonne « Poids » est élevée. L'importance des indicateurs (c.-à-d. le poids) est déterminée par les experts impliqués dans l'analyse de variantes qui comparent tous les indicateurs et qui discutent de l'importance de chacun des indicateurs. À la suite des discussions entre les experts, un consensus est obtenu et les valeurs dans la colonne « Poids » sont arrêtées.

3 La colonne « Pointage » se réfère à l'option évaluée (soit l'option 2, 3 ou 4) par rapport à l'option 1, qui est l'option de référence. Une valeur allant de -2 à 2 est attribuée pour chacune des options. Puisque l'option 1 est l'option de référence, un pointage de 0 est considéré. Les autres options sont comparées à l'option 1, les meilleures options obtiennent un pointage de 1 ou 2 alors que les pires options obtiennent un pointage de -1 ou -2.

4 La colonne « Justification » présente les éléments qui mènent à l'obtention de la valeur du pointage.

Tableau 3-3b Justification du poids des indicateurs

Critère	Indicateur	Poids	Justification
1. Aspects environnementaux			
1.1 : Hydrologie	Nombre de bassins versants touché	10	Indicateur ayant une faible valeur car peu de variations entre les options
1.2 : Empreinte totale au sol	Superficie	10	Indicateur ayant une faible valeur car peu de variations entre les options
1.3 : Faune et habitat aquatiques	Destruction d'habitats Impact du bilan d'eau sur les cours d'eau et les populations de poissons	50	Indicateur ayant le plus d'importance compte tenu de la réglementation visant la protection des cours d'eau et la protection de l'habitat du poisson, et des préoccupations des parties prenantes consultées
1.4 : Faune et habitats terrestres	Superficie de milieux humides	20	Indicateur ayant une grande valeur compte tenu du rôle des milieux humides au sein des écosystèmes, de leurs valeurs écologiques, de la réglementation visant leur protection et des préoccupations des parties prenantes consultées
1.5 : Espèces menacées ou vulnérables	Présence ou absence d'espèces menacées ou vulnérables	10	Indicateur ayant une faible valeur car peu de variations entre les options
Sous-total		100	Sous-total de 100 est obtenu pour les aspects environnementaux
2. Aspects techniques			
2.1 : Stabilité des ouvrages	Hauteur maximale de halde	5	Indicateur ayant la plus faible valeur car peu de variations entre les options et entraîne peu de conséquences comparativement aux autres indicateurs.
2.2 : Simplicité de conception et de construction	Longueur et hauteur des digues	5	Indicateur ayant la plus faible valeur car peu de variations entre les options et entraîne peu de conséquences comparativement aux autres indicateurs.
2.3 : Conception du système de gestion des eaux	Nombre et capacité des installations	10	Indicateur ayant une valeur intermédiaire compte tenu de sa complexité comparativement aux autres indicateurs.
2.4 : Conception des routes d'accès et de halage	Évaluation qualitative (pente maximale, nombre de traversées de plan d'eau)	5	Indicateur ayant la plus faible valeur car moins complexe que les autres indicateurs et entraîne peu de conséquences comparativement aux autres indicateurs.
2.5 : Conception des haldes	Capacité des haldes	30	Indicateur ayant le plus d'importance compte tenu des impacts qui y sont reliés qui sont plus importants comparativement aux autres indicateurs.
2. Aspects techniques (suite)			
2.6 : Facilité d'aménagement des haldes	Évaluation qualitative	10	Indicateur ayant une valeur intermédiaire compte tenu de sa complexité comparativement aux autres indicateurs.
2.7 : Propriété des terrains et permis	Évaluation qualitative	30	Indicateur ayant le plus d'importance compte tenu des impacts qui y sont reliés qui sont plus importants comparativement aux autres indicateurs.
2.8 : Gestion des risques associés aux sautages	Présence d'infrastructures à l'intérieur des zones d'exclusion	5	Indicateur ayant la plus faible valeur car entraîne peu de conséquences comparativement aux autres indicateurs.
Sous-total		100	Sous-total de 100 est obtenu pour les aspects techniques
3. Aspects économiques			
3.1 Dépenses en capital			
3.1.1 : Fossés périphériques	Longueur des fossés	3	Valeur déterminée selon les coûts comparativement aux autres indicateurs
3.1.2 : Digues périphériques	Volume des digues	4	Valeur déterminée selon les coûts comparativement aux autres indicateurs
3.1.3 : Protection pour les haldes et les bassins	Superficie totale à étanchéifier	50	Indicateur le plus élevé car le plus coûteux comparativement aux autres indicateurs
3.1.4 : Traitement des eaux	Capacité de l'UTE	2	Valeur déterminée selon les coûts comparativement aux autres indicateurs
3.1.5 Gestion des eaux			
3.1.5.1 : Station de pompage	Nombre de stations de pompage auxiliaires	1	Valeur déterminée selon les coûts comparativement aux autres indicateurs, indicateur le moins coûteux
3.1.5.2 : Conduites	Distance de pompage	1	Valeur déterminée selon les coûts comparativement aux autres indicateurs, indicateur le moins coûteux
3.1.6 : Compensation de l'habitat du poisson et acquisition de terrain	Évaluation qualitative	1	Valeur fixée à 1 car peu ou pas de compensation nécessaire selon les options considérées
3.1.7 : Coûts de fermeture	Superficie à restaurer	24	Indicateur parmi les plus coûteux comparativement aux autres indicateurs
3.2 Dépenses d'exploitation			
3.2.1 : Transport des stériles	Distance de la fosse aux haldes	7	Valeur déterminée selon les coûts par rapport aux autres indicateurs
3.2.2 : Transport des résidus	Distance de l'usine aux haldes	7	Valeur déterminée selon les coûts par rapport aux autres indicateurs
Sous-total		100	Sous-total de 100 est obtenu pour les aspects économiques
4. Aspects socioéconomiques			
4.1 : Émissions atmosphériques	Évaluation qualitative au relais routier	40	Valeur la plus élevée compte tenu de l'importance de la qualité de l'air pour la santé.
4.2 : Nuisance par le bruit	Évaluation qualitative au relais routier	25	Valeur élevée compte tenu de l'importance du relais routier et du nombre de personnes fréquentant cet endroit.
4.3 : Maintien du mode de vie traditionnel	Évaluation qualitative des pertes de zone de chasse, pêche ou cueillette, perte d'accès	20	Valeur basée sur les préoccupations soulevées par les parties prenantes. Cette valeur n'est pas la plus élevée puisque les zones les plus prisées pour pratiquer les activités traditionnelles ne se trouvent pas à proximité des infrastructures. Le maintien du mode de vie traditionnel demeure tout de même parmi les indicateurs les plus importants.
4.4 : Paysage	Évaluation qualitative du point de vue et relief en comparaison avec la topographie existante	10	Le paysage demeure important pour les populations car les gens se déplacent et se fient aux éléments du paysage comme points de repère.
4.5 : Archéologie	Nombre de sites de potentiel archéologique	5	Il y a peu de potentiel archéologique dans les secteurs considérés pour les infrastructures. Un potentiel est tout de même présent.
Sous-total		100	Sous-total de 100 est obtenu pour les aspects socioéconomiques

OPTIMISATION DU PROJET (2021)

Lors de l'exercice d'optimisation du projet, les quatre haldes à stériles ont été positionnées à proximité de la fosse de manière à réduire les distances de transport du matériel excavé. Également deux haldes situées près de la fosse s'étendront dans la fosse une fois l'exploitation du secteur terminée, permettant ainsi de diminuer les superficies des haldes de stériles au nord de la mine.

Il est à noter que l'analyse des variantes de l'emplacement des haldes à stériles et résidus n'a pas été révisée dans son ensemble comme le demandait le Comité conjoint d'évaluation en juillet 2020. Cependant, suite à l'exercice d'optimisation du projet, les caractérisations géochimiques sur les matériaux qui seront entreposés ainsi que les caractéristiques hydrogéologiques des sites d'entreposage, en particulier la conductivité hydraulique des unités stratigraphiques sous-jacentes, estimées à partir des essais réalisés sur le site, et le sens d'écoulement des eaux souterraines ont été considérés (voir chapitre 4).

Enfin, les haldes se situent maintenant en partie à l'intérieur des zones d'exclusion reliées aux activités de sautage. Or, étant donné que la circulation sur les haldes n'est pas continue sur les 4 haldes à la fois, il a été décidé de gérer la présence sur les haldes par une procédure spécifique. Ainsi, avant de procéder à un sautage, il faudra s'assurer qu'il n'y a personne dans la zone.

3.1.3 EMBLACEMENT DES HALDES À MORT-TERRAIN

ANALYSE DE VARIANTES (2018)

En 2018, avant les investigations géotechniques, un site avait été identifié comme préférable pour accueillir la halde à mort-terrain, soit un secteur au nord de la fosse. Les résultats de la campagne de terrain ont permis le calcul des volumes de dépôts meubles et de matière organique (principalement de la tourbe) qui allaient devoir être entreposés dans cette halde. Ces volumes étaient considérablement plus élevés qu'anticipés. Ainsi, l'empreinte au sol au nord a dû être augmentée et la halde à mort-terrain scindée en deux haldes, une pour la matière organique et l'autre pour les dépôts meubles.

À ce moment, il a été convenu qu'un second effluent minier devait être aménagé dans le secteur des haldes à matière organique et dépôts meubles, de par la délimitation des bassins versants sur le territoire. En effet, la superficie des haldes est suffisamment importante pour engendrer des changements dans les niveaux d'eau et débits des cours d'eau environnants, si les eaux de ruissellement avaient été pompées vers le bassin de rétention principal. De plus, la caractérisation géochimique des dépôts meubles montrait que ces derniers ne lixivieraient pas en métaux et n'avaient pas de potentiel de génération acide.

Une seconde option a été élaborée à l'ouest de la fosse. Une analyse comparative sommaire a été réalisée pour déterminer quelle option était la plus favorable pour le projet. La localisation des options est présentée à la carte 3-2. Les principaux constats étaient les suivants :

- L'option nord nécessitait un empilement de plusieurs mètres et ce à proximité de la route Billy-Diamond (inquiétude quant aux enjeux de visibilité sur la route).
- La présence du lac Kapisikama, du cours d'eau CE4 et d'une plante à statut dans le secteur nord limitait les possibilités en termes d'entreposage.
- L'option ouest se trouvait plus loin de la fosse (parcours plus long pour le décapage). Par contre, après revue, il a été déterminé que la majorité des matériaux entreposés sur les haldes allaient être la tourbe du secteur de la halde à stériles et le décapage provenant du secteur du concentrateur.
- L'option nord se trouvait en partie en milieu terrestre ce qui limitait les pertes en milieux humides.
- L'option ouest était entièrement contenue dans les limites d'un seul bassin versant, confinant ainsi les impacts sur un segment de cours d'eau.

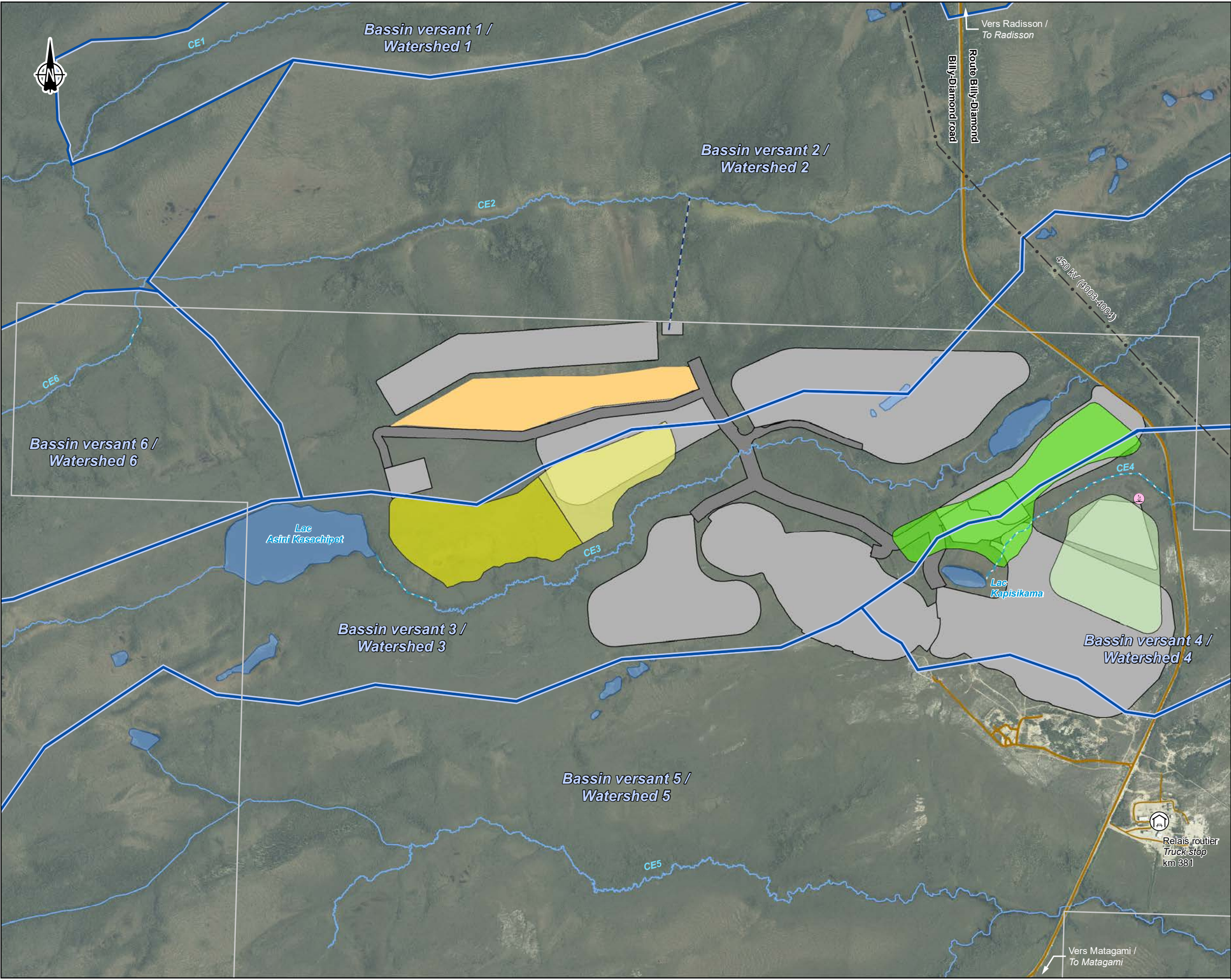
Ainsi, en considérant tous les énoncés précédents, l'option ouest a été retenue.

OPTIMISATION DU PROJET (2021)

Lors de l'exercice d'optimisation, il a été décidé d'empiler la matière organique et les dépôts meubles dans une seule halde. Cette dernière a été positionnée entre la halde à stériles et résidus miniers ouest et le bassin principal de gestion des eaux. L'emplacement de la halde à matière organique et dépôts meubles a été réalisé en tenant compte de la topographie du site afin de réduire les besoins d'excavation et de remblaiement nécessaire lors de la construction. Les détails sont présentés au chapitre 4.

Le repositionnement de la halde de matière organique et dépôts meubles a permis de rapprocher la halde de stériles plus près de la fosse, diminuant ainsi les distances de transport de stériles et permettant de réduire les émissions de GES.

Quant au second effluent minier qui était prévu en 2018, il a été retiré du plan d'aménagement. En effet, l'ensemble des eaux du site sont dirigées vers le bassin principal de gestion des eaux pour ensuite être rejetées dans l'effluent final localisé dans le CE2 (voir section 3.3).



Limite de propriété / Property limit

Variante des haldes / Stockpile Alternative

Option nord / North Option

Halde à matière organique / Organic matter stockpile

Halde à dépôts meubles / Unconsolidated deposit stockpile

Option ouest / West Option

Halde à matière organique / Organic matter stockpile

Halde à dépôts meubles / Unconsolidated deposit stockpile

Composantes du projet (2021) / Project Component (2021)

Route / Road

Effluent minier / Mine effluent

Infrastructures minières / Mining infrastructure

Halde à matière organique / Organic matter stockpile

Infrastructure / Infrastructure

Route principale / Main road

Route d'accès / Access road

Ligne de transport d'énergie / Transmission line

Relais routier / Truck stop

Espèce végétale susceptible d'être désignée / Plant Species Likely to be Designated

Carex sterilis

Hydrographie / Hydrography

CE3

Numéro de cours d'eau / Stream number

Cours d'eau permanent / Permanent stream

Cours d'eau à écoulement diffus ou intermittent / Intermittent or diffused flowstream

Plan d'eau / Waterbody

Bassin versant / Watershed

GALAXY
Mine de lithium Baie-James / James Bay Lithium Mine

Carte / Map 3-2
Options d'emplacement des haldes à mort-terrain / Overburden Stockpiles Location Options

Sources :
Orthoimage : Galaxy août / august 2017
Données du projet / Project data : Galaxy 2018

0 185 370 m
UTM, fuseau 18, NAD83

Juillet / July 2021

Dessin : A. Masson
Approbation : C. Martineau
201-12362-00_c3-2_wspT316_halde_depot_210629.mxd



3.2 TRAITEMENT DES EAUX USÉES DOMESTIQUES

3.2.1 CRITÈRES DE CONCEPTION

Le campement doit être pourvu d'un système de traitement des eaux usées domestiques pour desservir le personnel pendant les phases de construction et d'exploitation de la mine. Afin d'évaluer les différentes technologies de traitement possibles, des critères de conception ont été élaborés. Ces critères, basés sur le nombre de personnes à desservir et les exigences du *Guide pour l'étude des technologies conventionnelles de traitement des eaux usées d'origine domestique* (MDDELCC, 2017) sont les suivants :

Capacité du système

- Débit unitaire pour un campement : 200 L/pers./j
- Débit unitaire pour la cafétéria : 12 L/pers./j
- Nombre de repas servi à la cafétéria : déjeuner 100 %, dîner 20 %, souper 100 %
- Phase de construction :
 - nombre de personnes : 280
 - débit total à traiter : $280 \text{ pers} * 200 \text{ L/pers./j} = 56\,000 \text{ L/j}$
- Phase d'exploitation :
 - nombre de personnes : 150³
 - débit total à traiter : $150 \text{ pers} * 200 \text{ L/pers./j} = 30\,000 \text{ L/j}$

Terrain récepteur (dans le cas d'un champ d'épuration ou de polissage)

- Pente maximale : 10 %
- Profondeur du roc : $> 2,5 \text{ m}$
- Profondeur de la nappe phréatique : $> 2,5 \text{ m}$
- Perméabilité du site : très perméable et homogène sur un horizon jusqu'à $2,5 \text{ m}$
- Distance du site par rapport aux plans d'eau : $\geq 200 \text{ m}$ d'un lac et $\geq 100 \text{ m}$ d'un cours d'eau tributaire de ce lac
- Distance du site par rapport aux puits d'alimentation en eau potable : $\geq 100 \text{ m}$

3.2.2 TECHNOLOGIES DE TRAITEMENT ENVISAGÉES

D'emblée, l'infiltration des eaux traitées dans le sol a été privilégiée, même si certaines technologies offrent la possibilité d'un traitement tertiaire permettant de rejeter les eaux traitées directement dans un cours d'eau. Les exigences environnementales pour les eaux infiltrées dans le sol naturel sont beaucoup moins contraignantes qu'un rejet dans un cours d'eau, et ce, même avec un traitement tertiaire. Considérant que le débit à traiter est supérieur à $10\,000 \text{ L/j}$ ($10 \text{ m}^3/\text{j}$), les systèmes de traitement envisagés qui comportent une infiltration dans le sol requièrent une distribution sous faible pression.

Les quatre technologies suivantes ont été étudiées :

- champ d'épuration avec un élément épurateur modifié pour sol très perméable;
- champ d'épuration, technologie Enviro-Septic pour sol perméable à très perméable;

3 En 2021, le débit total à traiter a été calculé pour 180 personnes en phase d'exploitation, soit $36\,000 \text{ L/j}$.

- unités modulaires combinées à des unités mobiles (technologie Bionest SA-10000 et KODIAK) avec champ de polissage;
- unité modulaire de type réacteur biologique rotatif (ecoprocess, technologie MBBR).

Les trois premières technologies peuvent ou non être combinées avec un bassin de rétention décrit ci-après, dans le but de réduire l'ampleur du système de traitement retenu. Pour ce qui est de la technologie MBBR, le système ne peut être réduit, donc il n'y aurait pas avantage à ajouter un bassin.

Champ d'épuration avec élément épurateur modifié

Pour cette technologie conventionnelle, une épaisseur de 0,9 m de sol est nécessaire sous le champ d'épuration après remontée de la nappe phréatique. Il peut être requis d'augmenter cet espace jusqu'à 1,5 m en fonction de la proximité des lacs et cours d'eau. Le sable naturel sous le lit d'infiltration doit être très perméable. En amont, une fosse septique assure un traitement primaire. Ensuite, le champ d'épuration est alimenté avec un système de distribution sous faible pression (SDSFP) et une station de dosage (pompage). Le champ est composé de trois zones distinctes, chacune alimentée par une conduite de refoulement aménagée à la sortie de la station de dosage. À tour de rôle, chaque conduite est fermée pour mettre une section au repos. Un suivi environnemental doit être réalisé régulièrement durant l'année par la prise d'échantillons sous le lit d'infiltration.

Champ d'épuration, technologie Enviro-Septic

Ce champ d'épuration de type traitement secondaire avancé permet un taux d'infiltration jusqu'à 50 L/m². Une épaisseur de sol moindre, soit 0,3 m, est requise sous le champ d'épuration après remontée de la nappe phréatique. Le sable filtrant doit répondre à des spécifications précises et être certifié par un laboratoire. Tout comme l'élément épurateur modifié, une fosse septique assure un traitement primaire en amont, puis le champ d'épuration est alimenté avec un SDSFP et une station de dosage. Le champ d'épuration fonctionne de la même façon, c'est-à-dire à l'aide de trois zones distinctes, dont chacune est mise au repos à tour de rôle. Un suivi environnemental doit être réalisé régulièrement durant l'année par la prise d'échantillons sous le lit d'infiltration. Une visite annuelle du fournisseur Enviro-Septic doit être faite.

Unité fixe, technologie Bionest avec champ de polissage

Cette technologie est un traitement secondaire avancé dont les composantes de traitement Bionest sont insérées dans un réacteur en unités modulaires fixes (SA-10000) ou en unités mobiles (Kodiak). Les deux types d'unité peuvent être combinés selon l'ampleur et la durée du projet. Ainsi, le groupe d'unités modulaires serait installé en permanence, pour répondre aux besoins en phase d'exploitation (30 000 L/j), tandis que le groupe d'unités mobiles pourrait être utilisé temporairement pour combler les besoins additionnels en phase de construction (26 000 L/j). Les eaux traitées seraient rejetées dans un champ de polissage.

- Unités modulaires SA-10000 :
 - fosse septique surdimensionnée ($V = 2,3 * Q$) requise en amont, avec station de pompage;
 - 3 unités enfouies, de dimensions 6 m x 2 m x 2 m et d'une capacité de 10 000 L/j chacune;
 - biofilm fixé sur filament nécessitant une pompe de recirculation et une aération forcée;
 - suivi environnemental régulier, prise d'échantillons à la sortie du Bionest et visite annuelle du fournisseur.
- Unités mobiles Kodiak :
 - 3 unités hors-sol, montées dans des conteneurs isolés, d'une capacité de 11 000 L/j chacune;
 - fosse septique surdimensionnée ($V = 2,3 * Q$) incluse dans chacune des unités;
 - biofilms fixés sur filament nécessitant une pompe de recirculation et une aération forcée;
 - possibilité de revente des unités à la fin de la phase de construction;
 - Suivi environnemental régulier, prise d'échantillons à la sortie du Bionest et visite annuelle du fournisseur.
- Champ de polissage :
 - installation de type SDSFP;
 - utilisation de sols naturels qui se prêtent à l'infiltration;
 - épaisseur minimale de sols de 0,3 m sous le champ après remontée de la nappe phréatique.

Unité fixe, technologie Ecoprocess MBBR avec champ de polissage

Cette solution de traitement fonctionne avec un bioréacteur à lit mobile (*Moving Bed Biofilm Reactor* – MBBR). Le processus de traitement se déroule en quatre étapes : une décantation primaire permettant aussi de stocker les boues secondaires, un bassin-tampon, un traitement secondaire aérobique de type MBBR et une décantation secondaire. Le décanteur secondaire permet ensuite de séparer les boues formées dans le réacteur biologique et d'évacuer les eaux clarifiées vers une zone d'infiltration (dans le cas présent, un champ de polissage).

Le réacteur est conçu selon le débit et la charge à traiter. L'installation sur le terrain est fixe et permanente. Un suivi environnemental doit être réalisé régulièrement durant l'année par la prise d'échantillons à la sortie du réacteur et une visite du fournisseur est requise annuellement.

Bassin de rétention

Un bassin de rétention peut être aménagé pour stocker les eaux usées domestiques excédentaires en phase de construction en vue d'un traitement hors site. Ainsi, le bassin aurait une capacité de stockage pour répondre aux besoins de 130 personnes pendant un mois, soit un volume utile de 780 m³ en considérant un débit quotidien de 26 000 L/j. Les eaux accumulées seraient vidangées périodiquement à raison d'un à deux camions-citernes par jour. En phase d'exploitation, un système de traitement permanent serait installé pour desservir les 150 travailleurs prévus. Cette option nécessite une entente préalable entre la minière et le propriétaire du système de traitement sanitaire.

Les tableaux 3-4 et 3-5 résument les critères de conception et les caractéristiques des différents systèmes étudiés selon qu'ils seront combinés ou non avec un bassin de rétention.

Tableau 3-4 Systèmes de traitement pour les eaux domestiques, scénario sans bassin

Éléments de la chaîne de traitement	Champ d'épuration Élément épurateur modifié	Champ d'épuration Enviro-Septic	Bionest SA-10000 et Kodiak	Ecoprocess MBBR
Piège à matières grasses, cuisine (15 m³)	1	1	1	1
Fosse septique	84 m³	84 m³	3 X 23 m³	2 X 46 m³
Station de pompage	1	1	3	1
Traitement sanitaire	2 800 m² infiltration 3 700 m² total au sol (37 m x 100 m) Taux de charge de 30 L/m²/j pour sol très perméable	1 680 m² infiltration 2 200 m² total au sol (22 m x 100 m) Taux de charge de 50 L/m²/j pour sol très perméable	3 réacteurs biologiques SA-10000 (permanent) Débit traité : 30 000 L/j 3 réacteurs biologiques Kodiak (temporaire)	Ecoprocess MBBR, décanteur secondaire et 8 unités Ecoflo
Champ de polissage avec SDSFP	Non applicable	Non applicable	560 m² infiltration 725 m² total au sol (18 m x 40 m) Taux de charge de 100 L/m²/j pour sol très perméable	Inclus sous les unités Ecoflo
Matériaux spécifiques requis	840 m³ de pierre nette Conduites SDSFP	1 170 m³ de sable filtrant certifié en laboratoire (qualité du sable naturel au site à déterminer) Conduites Enviro-Septic	170 m³ de pierre nette Conduites SDSFP	30 m³ de pierre nette
Estimé budgétaire (achat et installation)	580 000 \$	785 000 \$	900 000 \$, incluant revente des unités kodiak	580 000 \$
Remarques	Hypothèse de sol très perméable disponible avec nappe phréatique à plus de 2,5 m profondeur Distance de moins de 400 m du campement Lac et cours d'eau à plus de 200 m	Hypothèse de sol très perméable disponible avec nappe phréatique à plus de 1,5 m profondeur Distance de moins de 400 m du campement Lac et cours d'eau à plus de 200 m	Hypothèse de sol très perméable disponible avec nappe phréatique à plus de 1,5 m profondeur Lac et cours d'eau à plus de 200 m. Les unités SA-10000 peuvent être remplacées par une unité construite sur place À la fin de la phase de construction, les unités kodiak peuvent être revendues	Hypothèse de sol très perméable disponible avec nappe phréatique à plus de 1,5 m profondeur Distance de moins de 400 m du campement Lac et cours d'eau à plus de 200 m

Tableau 3-5 Systèmes de traitement pour les eaux domestiques, scénario avec bassin

Éléments de la chaîne de traitement	Champ d'épuration Élément épurateur modifié	Champ d'épuration Enviro-Septic	Bionest SA-10000 et Kodiak
Piège à matières grasses, cuisine (24 m³)	1	1	1
Fosse septique	45 m³	45 m³	3 X 23 m³
Station de pompage	1	1	2
Traitement sanitaire	1 500 m² infiltration 2 000 m² total au sol (40 m x 50 m) Taux de charge de 30 L/m²/j pour sol très perméable Débit traité : 30 000 L/j	1 200 m² infiltration 1 500 m² total au sol (30 m x 50 m) Taux de charge de 40 L/m²/j pour sol perméable à très perméable Débit traité : 30 000 L/j	3 réacteurs biologiques SA-10000 (permanent - phase d'exploitation minière) Débit traité : 30 000 L/j
Champ de polissage avec SDSFP	Non applicable	Non applicable	300 m² infiltration 400 m² total au sol (20 m x 20 m) Taux de charge de 100 L/m²/j pour un sol très perméable
Bassin de rétention (1 500 m³)	1 (35 m x 15 m) Débit à traiter hors site : 26 000 L/j	1 (35 m x 15 m) Débit à traiter hors site : 26 000 L/j	1 (35 m x 15 m) Débit à traiter hors site : 26 000 L/j
Matériaux spécifiques requis	450 m³ de pierre nette Conduites SDSFP Géomembrane et sable pour l'assise du bassin Chemin d'accès pour camion-citerne au bassin	800 m³ de sable filtrant certifié en laboratoire (qualité du sable naturel au site à déterminer) Conduites Enviro-Septic Géomembrane et sable pour l'assise du bassin Chemin d'accès pour camion-citerne au bassin	90 m³ de pierre nette Conduites SDSFP Géomembrane et sable pour l'assise du bassin Chemin d'accès pour camion-citerne au bassin
Estimé budgétaire (achat et installation)	575 000 \$	735 000 \$	765 000 \$
Remarques	Hypothèse de sol très perméable disponible avec nappe phréatique à plus de 2,5 m de profondeur Distance de moins de 400 m du campement Lac et cours d'eau à plus de 200 m	Hypothèse de sol très perméable disponible avec nappe phréatique à plus de 1,5 m de profondeur Distance de moins de 400 m du campement Lac et cours d'eau à plus de 200 m	Hypothèse de sol très perméable disponible avec nappe phréatique à plus de 1,5 m de profondeur Lac et cours d'eau à plus de 200 m Les 3 unités SA-10000 peuvent être remplacées par une unité construite sur place

3.2.3 MÉTHODOLOGIE

Pour caractériser les variantes technologiques pour le traitement des eaux usées domestiques, des indicateurs ont été formulés dans les catégories jugées pertinentes en fonction du contexte et des enjeux du projet, soit les aspects économiques, techniques et environnementaux. Les pondérations suivantes ont été retenues pour ces catégories : économique (5), technique (3) et environnement (2). Les indicateurs ont ensuite été évalués, de façon qualitative ou quantitative, à l'aide d'une échelle variant de 1 (pire) à 5 (meilleur). **Il n'y a donc pas d'échelle quantitative reliée à ces pointages, car les options sont classées selon leur positionnement l'une par rapport aux autres. La justification de ces pondérations est liée à la différence de coût importante pour les options pour obtenir un résultat de traitement similaire au final, aux avantages et inconvénients techniques des options et en considérant un impact environnemental anticipé comme mineur puisque les technologies étudiées sont considérées efficaces et utilisées depuis longtemps. Ainsi, pour les différents critères de l'analyse, les pondérations ont été établies de la manière suivante (cote de 1 à 5 en ordre croissant d'importance) :**

- **Environnement : L'impact doit être considéré sur l'eau de surface et sur l'eau souterraine de manière équivalente et aussi importante.**
- **Technique : Le critère d'opérabilité a été considéré le plus important en raison de l'impact majeur d'un fonctionnement défaillant causé par une mauvaise opération. La complexité de l'opération de l'équipement, tout comme le temps et les efforts requis pour son entretien et la validation de son bon fonctionnement ont été considérés. L'effort et l'expertise requis pour la conception / spécification du système ont été jugés importants, tandis que ceux requis pour la conception du réseau de collecte sont moins significatifs. La simplicité de la validation et le processus d'approbation en lien avec le Règlement sur l'application de l'article 32 de la Loi sur la qualité de l'environnement ont été considérés comme ayant un impact moyen dans la sélection du système.**
- **Économique : Le coût d'achat initial a été considéré comme très important puisque le système est obligatoirement requis au tout début du projet, s'ajoutant à toutes les autres dépenses de construction et d'acquisition des équipements avant la mise en production. Les coûts reliés à l'exploitation et l'opération du système sont considérés plus faiblement puisque le promoteur sera alors en phase de production et générera donc des revenus.**

Une analyse quantitative a été réalisée pour les différentes technologies étudiées (scénario 1), mais n'a pas été complétée pour la combinaison de ces technologies avec un bassin de rétention (scénario 2), puisque les coûts de transport pour les vidanges du bassin n'étaient pas déterminés au moment de réaliser cette étude. Les résultats et l'analyse détaillée sont présentés aux tableaux 3-6 et 3-7.

Tableau 3-6 Sommaire du pointage de l'analyse des variantes de technologie de traitements des eaux usées domestiques

Compte	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4
Environnement	1,5	2,5	4,0	4,0
Technique	2,7	2,7	3,0	2,7
Économique	3,4	3,0	2,2	3,3
Total avant pondération	7,6	8,2	9,2	9,9
Total pondéré	28,2	28,2	28,1	32,3
Note : Les facteurs de pondération sont les suivants : environnement = 2, technique = 3, économique = 5.				

Les facteurs de pondération présentés au tableau 3-6 s'expliquent ainsi :

- Un facteur de 2 est donné pour le compte environnement, **puisque l'impact est le moins significatif entre les différentes options.**
- Un facteur de 3 est donné pour le compte technique, ce qui représente une valeur intermédiaire.

- Un facteur de 5 est donné pour le compte économique étant donné que c'est ce compte qui varie le plus entre les options et dont l'impact est le plus significatif.

Tableau 3-7 Analyse multicritères pour la technologie de traitement des eaux usées domestiques

Critères	Option 1			Option 2		Option 3		Option 4	
	Pondération	Pointage	Résultat pondéré	Pointage	Résultat pondéré	Pointage	Résultat pondéré	Pointage	Résultat pondéré
Aspects environnementaux									
Impact qualité eaux de surface	3	1,0	3,0	2,0	6,0	4,0	12,0	4,0	12,0
Impact qualité eaux souterraines	3	2,0	6,0	3,0	9,0	4,0	12,0	4,0	12,0
Sous-total	-	3,0	9,0	5,0	15,0	8,0	24,0	8,0	24,0
Sous-total compte environnemental	-	-	1,5	-	2,5	-	4,0	-	4,0
Aspects techniques									
Conception réseau de collecte	1	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,5	2,5
Conception système de traitement	3	1,4	4,1	1,9	5,8	3,4	10,1	3,0	9,0
Demande art. 32	2	1,7	3,3	2,3	4,7	4,0	8,0	4,0	8,0
Opération	5	3,8	19,0	3,3	16,5	2,4	12,0	2,0	10,0
Sous-total	-	-	29,4	-	30,0	-	33,1	-	29,5
Sous-total compte technique	-	-	2,7	-	2,7	-	3,0	-	2,7
Aspects économiques									
Coût d'investissement	5	3,1	15,6	3,0	15,0	2,3	11,7	4,0	20,0
Coût d'exploitation	3	4,0	12,0	3,0	9,0	2,0	6,0	2,0	6,0
Sous-total	-	-	27,6	-	24,0	-	17,7	-	26,0
Sous-total compte économique	-	-	3,4	-	3,0	-	2,2	-	3,3

3.2.4 RÉSULTATS

Le scénario avec bassin, qui consiste en l'ajout d'un bassin de rétention combiné à chacune des technologies étudiées, n'est pas considéré comme avantageux à cette étape d'un point de vue économique puisqu'il faut considérer les coûts de transport et du traitement des eaux hors site.

Ainsi, parmi les quatre variantes étudiées dans le scénario sans bassin, le réacteur biologique rotatif (technologie Ecoprocess MBBR) apparaît comme la meilleure alternative, tous critères confondus. Il s'agit également de la variante la plus économique.

Néanmoins, après vérification des informations disponibles à ce stade, il a été constaté que l'aménagement d'un champ d'épuration ou de polissage n'était pas possible dans l'environnement immédiat du campement. En effet, selon les résultats des études géotechniques menées sur le terrain, le sol en place n'est pas adéquat pour positionner un tel système à l'intérieur de la propriété minière. De façon générale, la nappe phréatique se situe à moins d'un mètre de la surface du sol et l'horizon de sable recherché se trouve invariablement sous une couche de tourbe entre 0,7 et 1,5 m d'épaisseur. Pour cette raison, le choix d'un traitement tertiaire a été retenu et ajouté à la variante sélectionnée.

Ainsi, le fournisseur pressenti pour le réacteur biologique rotatif pourrait également offrir l'unité de traitement tertiaire permettant de se conformer aux normes de désinfection et de phosphore requises pour un rejet directement dans un cours d'eau. Ce système nécessite un bâtiment de service (3 m x 4 m) pour accueillir les pompes doseuses pour l'enlèvement du phosphore ainsi que l'unité de désinfection (lampe UV) à la sortie de l'Ecoflo.

Les coûts additionnels pour l'ajout de ce traitement tertiaire sont évalués à 21 000 \$ pour l'équipement seulement, excluant la livraison, l'installation ainsi que les frais d'exploitation annuels.

3.2.5 POINT DE REJET DE L'EFFLUENT SANITAIRE

En 2018, le point de rejet **était prévu dans** le cours d'eau CE3, par le biais du bassin de sédimentation des haldes à mort-terrain ou directement dans le cours d'eau. Le choix **devait être** fixé à la suite de travaux subséquents sur la base de considérations techniques et environnementales (résultats de caractérisation, visite de terrain, demande d'objectifs environnementaux de rejet [OER] à venir, etc.).

En 2021, le point de rejet de l'effluent sanitaire a été positionné dans le CE4 afin d'être plus près du nouvel emplacement prévu pour le campement des travailleurs.

3.3 GESTION DE L'EAU MINIÈRE ET POINTS DE REJET DE L'EFFLUENT FINAL

En 2018, le positionnement des infrastructures du projet a été effectué de façon à minimiser les changements de bassins versants (quantités d'eau à rediriger) et aussi pour simplifier la gestion de l'eau sur le site. Ainsi, puisque les infrastructures minières ont été optimisées tout au long de la conception du projet, aucune analyse de variantes n'a été nécessaire sur la position des effluents miniers. Le site de l'effluent minier sur le cours d'eau CE2 a été sélectionné en ayant recours aux vidéos des cours d'eau prises à l'aide d'un drone afin de le positionner au meilleur endroit le long du cours d'eau, sur un segment de 200 m. L'effluent minier sur le cours d'eau CE3 a quant à lui été placé près de la traversée de la route de halage pour faciliter la prise d'échantillons et minimiser l'empreinte au sol.

Les points de rejets des effluents étaient positionnés dans ces cours d'eau afin de conserver les conditions de drainage actuelles, c'est-à-dire de respecter les délimitations des bassins versants des cours d'eau, tout en tenant compte des impératifs dus à l'aménagement d'un site minier (c.-à-d. toute l'eau, devant être traitée avant rejet est ramenée à un point unique sur le site). Le point de rejet sur CE3 avait été sélectionné parce qu'il était déjà touché par les aménagements du projet (chemin d'accès et traversée de cours d'eau) ainsi que pour des raisons d'efficacité lors des suivis (point situé au droit de la traverse de cours d'eau par le chemin).

Dans le projet actuel (2021), un seul effluent minier sera rejeté dans le CE2, au même endroit qu'il était prévu en 2018. Aucun effluent n'est maintenant prévu dans le CE3.

3.4 SOURCES D'ÉNERGIE DU SITE MINIER

Le projet, comme défini **en 2018, avait besoin de 8,3 MW** pour l'alimentation en énergie des infrastructures fixes **alors qu'en 2021, les besoins en énergie sont maintenant estimés à 8,01 MW**.

Dans les environs du projet, le réseau d'Hydro-Québec comprend trois lignes de transport d'énergie à 735 kV et une ligne à 450 kV en provenance des postes de La Grande-2 et de La Grande-2A qui descendent vers le sud du Québec de même qu'une ligne à 315 kV entre les postes de la Sarcelle et de l'Eastmain-1. Également, une ligne à 69 kV en provenance du poste Muskeg situé près de l'ancien aéroport Opinaca se dirige vers l'ouest pour alimenter la communauté d'Eastmain en passant à 7 km au sud du site minier. La possibilité d'alimenter le concentrateur et les autres infrastructures du projet par ce réseau d'énergie renouvelable a donc été la première option envisagée.

La construction d'un poste de transformation d'une tension de 75 kV ou plus et d'une ligne de transport d'énergie électrique à 75 kV ou plus exigerait une étude d'impact conformément aux exigences de l'annexe A de la LQE. La prise en charge de cette étude reviendrait à Hydro-Québec puisque le réseau lui appartient. Selon les représentants d'Hydro-Québec, le temps requis pour l'obtention des autorisations et la construction des infrastructures dans le cas de cette option qui implique un branchement sur la ligne à 315 kV est de quatre ans alors qu'un branchement sur la ligne à 69 kV serait de deux ans. Pour optimiser la gestion des études d'avant-projet et des demandes de permis, l'option d'un branchement sur la ligne à 69 kV a été priorisée. Avec cette option, Hydro-Québec **pourra** fournir un maximum de 7,6 MW.

En 2018, d'autres sources d'énergie ont été considérées pour combler la différence. Les choix potentiels **étaient** l'énergie solaire, l'énergie éolienne, le gaz naturel, le gaz naturel liquéfié (GNL) et le propane. Le gaz naturel **a été** éliminé d'emblée puisqu'il n'y a pas de réseau de distribution dans le secteur.

Les énergies renouvelables semblent, de prime abord, intéressantes parce qu'elles minimisent les émissions de GES et réduisent les dépenses d'exploitation. Ces dernières sont cependant des énergies directes, c'est-à-dire qu'elles doivent être utilisées dès leur production, à moins de les accumuler dans une batterie. Les batteries étant encore très coûteuses, elles augmentent les dépenses en capital.

3.4.1 ÉNERGIES SOLAIRE ET ÉOLIENNE

Une **analyse** préliminaire réalisée par une firme spécialisée (Tugliq) a révélé que l'installation de parcs solaire ou éolien nécessite d'abord des études de disponibilité locale, soit le temps d'ensoleillement, la force de rayonnement, la vitesse et la constance des vents. Il est aussi important de considérer que dans le cas d'un parc éolien, celui-ci peut créer des interférences avec les installations aéroportuaires et il nécessite l'acceptabilité sociale des communautés voisines, notamment en raison de son impact au niveau visuel. Une étude d'impact environnemental est requise. Enfin, les coûts d'installations des infrastructures éoliennes ou solaires, incluant les accumulateurs, sont trop élevés pour une mine d'une durée de vie d'environ **18** ans, même pour un ou deux mégawatts.

L'option d'alimenter quelques génératrices mobiles par des panneaux solaires avec accumulateurs a été évaluée rapidement. Or, la zone du projet donne une très faible irradiation solaire, soit à peine 4 kWh/m² selon les bases de données de Ressources naturelles Canada. En utilisant une efficacité de conversion de 35 % d'énergie solaire en électricité de courant continu (pour des panneaux photovoltaïques polycristallins), puis une conversion de 90 % de l'électricité de courant direct à courant alternatif, l'efficacité totale du système serait de 31,5 % versus 35 % et plus pour une génératrice. De plus, le coût d'investissement est beaucoup plus important pour un système solaire, soit près de 2,5 CAD par watt par rapport à 1 CAD par watt pour les génératrices. Ceci ne compte pas les coûts associés au stockage d'énergie. Il existe actuellement très peu, sinon aucune, installation solaire dans les communautés autochtones du nord, justement dû à la faisabilité économique médiocre de ce genre de projet en zone nordique.

3.4.2 GAZ NATUREL LIQUÉFIÉ ET PROPANE

Ces deux solutions nécessitent des réservoirs pressurisés sur place et pourraient être utilisées pour la flotte mobile. **Les coûts de conversion des véhicules ainsi que les coûts relatifs à la consommation de carburant sont à peu près équivalents. Comparativement au propane, le GNL émet moins de GES, mais son approvisionnement est plus difficile.**

GLCI a pris contact avec Energir en 2018, le fournisseur de gaz naturel et de GNL au Québec, pour discuter de la possibilité d'alimenter les camions de halage avec du GNL. Les informations transmises par Energir (2018) indiquent que pour un approvisionnement en énergie égal en MBTU, la proportion de diesel doit demeurer à 65 %, car il n'y a pas encore d'application existante pour alimenter des camions de cette grosseur au GNL et pour garder l'efficacité équivalente à celle du diesel. La portion en GNL ou en GNL-R (biométhane) produit effectivement une réduction des émissions de GES, de NOx et du bruit. La réduction des GES avec l'utilisation de 35 % de GNL est de 10 %, alors qu'avec l'utilisation de 35 % de GNL-R, la réduction des GES est de 35 %. Le coût en carburant est équivalent au diesel pour le mélange diesel-GNL-R et inférieur de 27 % pour le mélange diesel-GNL. La première problématique est le fait que ce scénario n'élimine pas le diesel ni son transport vers la région de la Baie-James, ni son entreposage. La seconde problématique est le transport et l'entreposage du GNL et du GNL-R sur le territoire de la Baie-James. Deux options sont présentées par Energir. L'option 1 est un transport par route seulement : du centre de transfert de Montréal, un trajet de 1 460 km aller-retour, une livraison aux trois jours pour alimenter une station à construire à Matagami. De Matagami au site de GLCI, les camions de transport du minerai seraient équipés de moteurs au GN avec une autonomie d'environ 1 000 km, donc capables de faire l'aller-retour GLCI-Matagami (765 km). Le scénario alimentant les camions de transport de minerai ainsi que les camions de halage impliquerait deux livraisons de Montréal à Matagami aux trois jours, la construction de la station à Matagami et la construction d'une station au site de GLCI.

Les émissions en GES du transport du GNL vers Matagami ne sont pas comptabilisées dans la présentation d'Energir. Les trajets aux trois jours représentent quelque 170 000 km ou 340 000 km par an, selon les options. Un chargement de GNL représente 30 000 m³ de GNL ou GNL-R, alors qu'un camion-citerne de diesel peut transporter jusqu'à 55 000 L, donc moins de trajets pour le volume économisé.

Ainsi, en considérant le cycle complet incluant le transport du GNL (et les pertes lors du transport et de l'entreposage), les réductions d'émissions de GES anticipées sont négligeables. Ces solutions augmenteront les coûts en capitaux du projet, sans avoir d'impact positif significatif sur l'environnement et sans oublier les risques technologiques et en santé et sécurité (accidents) additionnels. Basée sur ces évaluations, la décision d'aller vers les camions au GNL n'est donc pas si avantageuse qu'elle apparaît à première vue.

Pour l'approvisionnement auxiliaire à l'hydroélectricité fournie par Hydro-Québec afin de combler la demande pour les infrastructures fixes du site minier, le gaz propane a été choisi en raison de sa facilité d'approvisionnement par rapport au GNL. Il **devait être** utilisé pour le chauffage des bâtiments du secteur administratif et industriel, **demandant 1,2 MW. Le projet 2021 prévoit utiliser le propane seulement pour chauffer le campement des travailleurs en phases de construction et d'exploitation.**

3.5 SOURCES D'ÉNERGIE DES ÉQUIPEMENTS MOBILES

Pour les véhicules de halage, de transport routier et les équipements lourds (excavatrices, pelles, etc.), l'offre internationale en moteur électrique a été étudiée dans une optique de réduction des émissions de GES. **Les équipements mobiles (hors route et sur route) représentent 31% de la consommation de diesel du site, ce qui correspond à 80% des émissions de CO₂eq durant sa phase d'exploitation. Il convient de considérer que les équipements mobiles sont respectivement responsables de 46% et 42% des émissions de CO₂eq durant les phases de construction et de fermeture du site.**

Malgré la volonté de GLCI, deux principaux enjeux complexifient l'électrification des équipements mobiles du projet soit l'offre limitée pour les modèles d'équipement requis aux fins des activités du projet ainsi que l'indisponibilité de l'hydro électricité provenant d'Hydro-Québec nécessaire à l'alimentation des véhicules.

Considérant toutefois que GLCI compte parmi ses valeurs la décarbonisation des transports, et à titre de producteur de lithium, l'entreprise souhaite mettre en place une flotte de véhicules mobiles électriques pour son projet. Les sections qui suivent détaillent donc les défis à relever par GLCI pour y arriver.

3.5.1 DISPONIBILITÉ DES ÉQUIPEMENTS

La recherche d'options électriques pour les principaux équipements mobiles a été menée **avec comme premier critère de sélection leurs** capacités requises respectives, à savoir :

- tombereaux : camion de halage de 60 t à 100 t et camion articulé de 50 t;
- excavatrices : pelle hydraulique avec godet de 6 m³ à 11 m³ et excavatrice avec godet de 5 m³;
- foreuse à marteau fond de trou de 152 mm;
- **camions citernes articulés.**

Tombereaux

Il n'existe pas de camion de halage électrique de 100 t. Ceux actuellement disponibles sur le marché offrent tous une capacité de **300 t** ou plus (**ou 200 t pour les véhicules hybrides**). Un test de conversion a toutefois été réalisé sur un camion de 65 t utilisé dans une carrière en Suisse. Sur la base de ce prototype, le coût pour convertir un camion diesel en un camion électrique alimenté par une batterie ion-lithium de 600 kWh serait de 1 M\$.

Une autre option serait l'alimentation des camions à partir d'une ligne électrique sur le site. Ce système implique l'ajout d'un dispositif sur les camions pour qu'ils puissent se connecter directement à la ligne électrique, au même titre qu'un tramway. Ce type de système est habituellement installé sur les rampes, alors que les camions chargés consomment davantage pour remonter la pente. Cette option est rentable dans le cas de projet de grande envergure, et n'est donc pas applicable à l'échelle du présent projet. Les conditions climatiques représentent une autre contrainte majeure à l'implantation d'un tel système, puisque les événements de verglas pourraient mener à des pannes.

Niveleuses, excavatrices et chargeurs

La compagnie John Deere offre des niveleuses, bulldozers et chargeurs électriques ou hybrides présentant des godets aux capacités adéquates, mais leur robustesse est insuffisante pour l'utilisation qu'en fera GLCI (manutention de roches dures comme la pegmatite).

Les autres constructeurs n'offrent pas d'excavateurs et chargeurs de la taille requise par GLCI. Leur achat obligerait l'acquisition d'une plus grande flotte de ces véhicules pour suffire aux besoins de manutention, et conséquemment plus d'entretien ainsi qu'une équipe de maintenance plus importante, de même que des ateliers et une cour plus grande. Komatsu fabrique un appareil électrique équipé d'un godet de 10 m³ et Hitachi en offre un de 11 m³. Ceux-ci sont légèrement plus grands que ceux envisagés. Cette option est toujours à l'étude.

Foreuses

Des foreuses à câble électrique ont été considérées. Les recherches auprès des différents fournisseurs indiquent que seules des foreuses perforant des trous de **diamètres appropriés** pour obtenir les résultats escomptés dans le plan de sautage **pourraient être disponibles d'ici deux ans.**

Camions citernes

Les recherches menées pour des camions citernes articulés électriques n'ont pas permis d'en trouver sur le marché.

Véhicules auxiliaires

Après maintes recherches, il s'avère qu'un chariot élévateur, les bus (2) et les pick-up (9) sont disponibles en version électrique et seront ainsi acquis. Toutefois, les chariots télescopiques et le camion plateforme n'existent qu'en version plus petite que celle requise par GLCI. Les autres équipements (aux fins de déneigement et de gestion des ordures ainsi que les unités d'urgence) n'ont pas été trouvés sur le marché en version électrique, mais leur développement demeure surveillé pour leur intégration éventuelle.

3.5.2 PROJETS COMPARABLES

La majeure partie des équipements miniers électriques disponibles à l'heure actuelle sont utilisés dans des mines souterraines, principalement parce qu'ils permettent de réduire les coûts de ventilation.

À des fins de comparaison, citons le projet Lac-à-Paul, un gisement de phosphate prévu être opéré à ciel ouvert situé au Saguenay-Lac-Saint-Jean. L'échelle du projet n'est toutefois pas la même. La production de Lac-à-Paul est anticipée beaucoup plus importante que celle du projet de mine de lithium Baie-James, soit 37 Mt de matériel excavé en moyenne chaque année (avec des pointes entre 60 et 90 Mt), comparativement à 10 Mt pour GLCI. L'étude de faisabilité de Lac-à-Paul inclut des excavateurs hydrauliques Komatsu (modèle PC 5500-6 avec godet de 28 m³) combinés à des camions Caterpillar au diesel (modèle CAT 793F, 226 t). L'étude indique que l'utilisation de foreuses électriques (203,2 mm) est en cours d'évaluation.

3.5.3 ÉVALUATION COÛT-BÉNÉFICE

Une évaluation économique à haut niveau a été menée pour comparer l'utilisation des plus petites pelles électriques disponibles sur le marché (Komatsu PC 3000, 250-260 t, godet 10 m³) avec des pelles au diesel adaptées à l'échelle du projet (Komatsu PC-1250, 100 t, godet 5,75 m³). Les coûts considérés incluaient uniquement le capital initial et la consommation d'énergie. Les calculs sont présentés au tableau 3-8⁴.

-
- 4 Les équipements seront achetés sur une période 3 ans à partir du début de la construction de la mine. Le capital initial correspond à l'acquisition des pelles en période de démarrage. Le capital de maintien correspond quant à lui aux investissements en capitaux nécessaires au maintien des opérations de la mine. Dans cette évaluation, il est estimé que 3 pelles électriques et 5 pelles au diesel seront nécessaires pour la durée totale des opérations de la mine. Conséquemment, le capital initial, pour une pelle électrique, qui a le double de la capacité d'une pelle au diesel, correspond à l'achat d'une première pelle pour les trois premières années d'opération. Deux autres pelles électriques seront nécessaires pour mener le projet à terme (3 M\$ initial pour une pelle + 12 M\$ de maintien pour les 2 autres pelles). Dans le cas des pelles au diesel, une quantité de 1,6 pelle sera nécessaire pour la période initiale (3 ans). Ensuite, 3,3 pelles seront nécessaires pour maintenir les opérations jusqu'à la fin du projet pour un total de 5 pelles. Rappelons ici que la pelle électrique a une capacité 2 fois supérieure à celle au diesel, ce qui explique pourquoi 1 pelle électrique est nécessaire dans la période initiale tandis que 1,6 pelle diesel sera nécessaire dans la même période, en fonction des volumes à traiter. Bien qu'il soit vraisemblable que les différences entre les coûts des appareils au diesel et électriques aient changé dans un horizon de 10 ans, il n'existe pas de données assez solides pour estimer cette différence. Conséquemment, l'analyse a été réalisée en utilisant uniquement les données disponibles. Il est important de rappeler qu'Hydro-Québec limite la quantité d'énergie disponible donc le remplacement des équipements au diesel par des équipements électriques est difficilement envisageable.

Tableau 3-8 Évaluation coût-bénéfice de pelles mécaniques électriques et au diesel

Paramètre	PC 1250 Diesel	PC 3000 Électrique	Différence
Opérations (h)	288 000	166 000	122 000
Achat de pelles (qté)	5	3	2
Coût en énergie (\$)¹	21 500 000	7 000 000	14 500 000
Capital initial (\$)	2 000 000	6 000 000	-4 000 000
Capital de maintien (\$)²	3 900 000	12 000 000	-8 100 000
Aspects financiers			
Gain net non actualisé (\$)	2 400 000		
Délai de récupération (année)	15		
Gain net actualisé à 5 % (\$)	-1 500 000		
Taux de rentabilité interne (%)	2,62		
1 Sur la base des coûts unitaires suivants : diesel 0,940 \$/l et électricité 0,0475 \$/kWh.			
2 Signifie le coût de remplacement de l'équipement			

De façon générale, les résultats sont défavorables pour les équipements électriques. Les calculs démontrent un gain net non actualisé minimal avec un long délai de récupération. Les économies d'énergie seraient en quelque sorte annulées par les coûts additionnels.

Des notes techniques de Mining Plus (2018) présentent les recherches faites sur les équipements au GNL et sur les équipements électriques. Les équipements totalement électriques ou hybrides ne sont disponibles que pour les camions de 200 t et plus et pour des pelles de plus de 20 m³. Selon la forme et la dimension du gisement de GLCI, des camions de plus petite dimension seront utilisés.

Des essais pilotes ont été conduits sur des équipements de dimensions comparables par Teck Ressources dans l'Ouest canadien, avec un mélange GNL/diesel, lequel mélange est nécessaire pour assurer la puissance. Les résultats de ces essais sont demeurés confidentiels, mais il semblerait que les réductions en GES n'étaient pas significatives. Le comportement de ces équipements en conditions nordiques n'est pas certain non plus.

Il existe des « kits » de remplacement vers l'électrification et vers le GNL, lesquels sont de l'ordre du million de dollars pour chaque équipement. Cependant, les constructeurs d'équipements retirent leur garantie lorsque ces modifications sont faites. Le coût et la perte de garantie réduisent grandement les avantages d'opérer avec ces équipements modifiés. Certains projets miniers proposent un camion modifié dans leur étude de faisabilité. Ce camion est deux fois plus petit que ceux recommandés pour GLCI. Nous suivrons de près les performances de ces camions en fonction du climat rencontré à la Baie-James. Tout de même, parmi les options de conversion électrique à envisager, la technologie des *Supercapaciteurs* proposée par Effenco semble la plus adaptée en raison notamment de leur adaptabilité aux impératifs des équipements lourds, de leur robustesse, leur durée de vie et leur résistance aux fluctuations de température.

En supposant que GLCI utilise tous les équipements mobiles électriques disponibles sur le marché et actuellement adéquats aux besoins du projet, cela réduirait la consommation totale de diesel de 5,9 % par rapport à la consommation anticipée.

Considérant l'ensemble des contraintes exposées, le déploiement d'une flotte d'équipements mobiles électriques répondant aux besoins du projet permettrait une réduction limitée des GES correspondant à 1,8 % des GES totaux du site (1,127 téqCO₂ / 62 téqCO₂). Qui plus est, la conversion des mêmes véhicules afin qu'ils soient alimentés à partir de gaz naturel en provenance de Montréal (transport par camion) permettrait une réduction de 2 % des émissions de GES par rapport à leur alimentation en diesel.

3.5.4 RECOMMANDATION

Le marché actuel offre un choix limité d'équipements miniers électriques pour une mine à ciel ouvert comme celle de GLCI. La plupart des équipements électriques offerts s'adressent aux installations souterraines en raison des économies liées aux coûts de ventilation. Les camions électriques à batterie ne sont pas disponibles pour les fosses alors que les foreuses et les pelles mécaniques électriques sont disponibles uniquement pour des capacités supérieures aux besoins de GLCI. Les équipements plus petits ne sont plus sur le marché ou sont déconseillés par les fournisseurs en raison d'aspects financiers défavorables comparativement aux équipements diesel équivalents. Par conséquent, basés sur l'échelle de la mine de lithium Baie-James, **la plupart des équipements électriques actuellement disponibles sur le marché ne sont pas compatibles avec le projet et ne sont donc pas recommandés.**

En dépit des faibles réductions des émissions de GES que pourrait présenter l'électrification des équipements mobiles du site, GLCI demeure tout de même à l'affût de toute avancée technologique dans le domaine de l'énergie afin de diminuer sa dépendance aux énergies fossiles. Étant un producteur et un développeur de produit de lithium servant au développement des batteries pour les véhicules électriques, GLCI souhaite se positionner comme précurseur dans ce domaine et souhaite ainsi implanter ces nouvelles technologies lorsqu'elles seront disponibles. Ainsi, il est certain que GLCI cherchera les programmes d'aide disponibles et les équipements consommant le moins de diesel possible lorsque le temps viendra de faire l'acquisition de ses équipements.