

301

DA3

Projet d'ouverture et d'exploitation d'une mine
d'apatite à Sept-Îles

6211-08-009

Annexe 6

Analyse des solutions de recharge



PROJET MINIER ARNAUD

RAPPORT SECTORIEL

ANALYSE DES SOLUTIONS DE RECHANGE
POUR L'ENTREPOSAGE DES DÉCHETS MINIERES



PROJET MINIER ARNAUD

RAPPORT SECTORIEL

ANALYSE DES SOLUTIONS DE RECHARGE POUR
L'ENTREPOSAGE DES DÉCHETS MINIERES

Présenté à

Mine Arnaud

Par

GENIVAR inc.

Approuvé par :



2012-12-13

Simon Latulippe, ing

Chargé de projet

No de membre OIQ, 121692

DÉCEMBRE 2012

121-17926-00

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Mine Arnaud

Ingénieur de projet : Hugo Latulippe

GENIVAR inc.

Directeur de projet : Bernard Massicotte, Biologiste, M.Sc.

Directeur de projet adjoint : Mathieu Cyr, Géographe, M. Env.

Chargés de projet : Nathalie Chevé, ing.
Normand Grégoire, ing.
Simon Latulippe, ing.

Cartographe : Ludovic Lévesque

Collaborateurs : Marc Gagné, Biologiste, Ph.D.
Marie-Hélène Brisson, biologiste
Carl Gauthier, ing.

Traitement de texte et édition : Linette Poulin

Référence à citer :

GENIVAR. 2012. *Projet minier Arnaud. Rapport sectoriel. Analyse des solutions de rechange pour l'entreposage des déchets miniers.* Rapport de GENIVAR à Mine Arnaud inc. 78 p. et annexes.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Équipe de réalisation	i
Table des matières	iii
Liste des tableaux.....	v
Liste des cartes.....	v
Liste des figures.....	v
Sommaire exécutif	vii
1. INTRODUCTION	1
2. DESCRIPTION DU PROJET	3
2.1 Caractéristiques générales.....	3
2.2 Caractéristiques des déchets miniers.....	4
3. SOLUTIONS DE RECHANGE POUR LES MÉTHODES D'AMÉNAGEMENT ET D'EXPLOITATION	7
3.1. Procédé de traitement du minerai	7
3.2 Entreposage des déchets miniers	7
3.2.1 Description des méthodes d'entreposage	7
3.2.2 Présélection des méthodes et sites d'entreposage.....	9
3.3 Mode de déposition rejets de concentrateur	10
3.3.1 Description des méthodes de déposition	10
3.3.2 Présélection des modes de déposition.....	14
3.4 Méthodes de construction des digues du parc à résidus	16
3.4.1 Description des méthodes de construction des digues	16
3.4.2 Présélection des méthodes de construction.....	18
4. SOLUTIONS DE RECHANGE POUR LES SITES DE DÉPÔT.....	25
4.1 Limites régionales de sélection des solutions de rechange	25
4.2. Cas des résidus magnétiques	25
4.3 Cas des stériles miniers	29
4.4 Identification et description des solutions.....	30

TABLE DES MATIÈRES (suite)

	Page
5. PRÉSÉLECTION DES SOLUTIONS DE RECHANGE	37
5.1 Critères de présélection	37
5.2 Présélection des solutions de rechange	38
6. CARACTÉRISATION DES SOLUTIONS DE RECHANGE.....	41
6.1 Sélection des sous-comptes et des indicateurs d'analyse détaillée	41
6.2 Évaluation de la pondération des indicateurs	43
7. REGISTRE DES COMPTES MULTIPLES (CRITÈRES D'ÉVALUATION)	51
7.1 Registre des comptes	51
8. PROCESSUS DÉCISIONNEL FONDÉ SUR LA VALEUR	61
8.1 Analyse quantitative des comptes.....	61
8.2 Résultat de l'analyse des comptes.....	61
9. ANALYSE DE SENSIBILITÉ	73
9.1 Sommaire des résultats	73
9.2 Tous les sous-comptes mis à un poids de 1	73
9.3 Variations de poids par comptes.....	73
9.4 Variations des poids de sous-comptes sélectionnés	75
10. RÉFÉRENCES.....	77

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 3.1	Sommaire des méthodes d'entreposage des déchets miniers..... 8
Tableau 3.2	Présélection des méthodes d'entreposage de déchets miniers 11
Tableau 3.3	Sommaire des méthodes de déposition..... 12
Tableau 3.4	Présélection des méthodes de déposition..... 15
Tableau 4.1	Critère d'exclusion..... 26
Tableau 4.2	Identification et description des solutions de rechange potentielles..... 33
Tableau 4.3	Solutions de rechange, sommaire des quantités 35
Tableau 5.1	Présélection des méthodes de disposition 39
Tableau 6.1	Sélection et pondération des indicateurs de l'analyse détaillée 45
Tableau 7.1	Sélection et justification des indicateurs de l'analyse détaillée 53
Tableau 8.1	Analyse quantitative des indicateurs 63
Tableau 8.2	Résultats de l'analyse quantitative des comptes..... 69
Tableau 9.1	Résultats de l'analyse de sensibilité des solutions..... 74

LISTE DES CARTES

	Page
Carte 1	Critères de base 27
Carte 2	Solutions de rechange possibles..... 31
Carte 3	Solutions de rechange présélectionnées et caractéristiques biologiques 47
Carte 4	Solutions de rechange présélectionnées et caractéristiques socioéconomiques..... 49
Carte 5	Solutions retenues..... 71

LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 5.3.2	Coupe type des digues du parc à résidus – type 1, fondation argileuse..... 19
Figure 5.3.3	Coupe type des digues du parc à résidus – type 2, fondation rocheuse..... 21

SOMMAIRE EXÉCUTIF

Une analyse de diverses solutions de rechange pour l'entreposage des déchets miniers a été réalisée selon les directives d'un Guide sur l'évaluation des solutions de rechange pour l'entreposage des déchets miniers, publié par Environnement Canada en 2011.

Étant donné que la conception proposée du projet Arnaud se traduirait par une utilisation de plans d'eau naturels comme sites de dépôt de résidus miniers (DRM), le projet est visé par cette analyse multicritère.

Sommaire du projet

Les principaux faits saillants du projet minier Arnaud sont :

- l'exploitation à ciel ouvert, sur une période de 23 ans, d'un gisement d'apatite. Le traitement du minerai par un processus de séparation magnétique et de flottation générera deux résidus :
 - un rejet de flottation (169,9 Mt), dont la phase phosphatée a été enlevée pour devenir le concentré commercial d'apatite;
 - un rejet de magnétite titanifère (54 Mt), qui présente un potentiel de commercialisation future suffisant pour que cette phase minérale soit entreposée de façon séparée du rejet de flottation; cet entreposage séparé permettrait, le cas échéant, la reprise de la fraction magnétique pour commercialisation;
- l'extraction d'environ 251 Mt de minerai demandera également l'excavation de 50 Mt de dépôts meubles (mort-terrain) et de 255 Mt de roches stériles; une partie de ces matériaux pourra être utilisée pour des fins de construction, notamment de digues de parc à résidus et travaux de restauration, mais une bonne partie devra être accumulée dans des haldes;
- du minerai de basse teneur sera aussi temporairement accumulé dans une aire dédiée en attendant sa reprise pour traitement au concentrateur;
- une partie des dépôts meubles sera accumulée au sud de la fosse et mise en forme de manière à créer une butte-écran (mur d'atténuation de bruit et écran visuel);
- les emplacements de la fosse, des aires d'accumulation temporaires du minerai, du concentrateur et de la butte-écran ont fait l'objet d'analyses et de consultations auprès de la population. Leurs emplacements sont considérés comme étant fixes et ne varieront pas d'une solution de rechange à l'autre pour la sélection d'emplacements pour les DRM.

Caractérisation des rejets et de l'effluent

Les déchets miniers considérés dans l'analyse sont les roches stériles et les résidus de traitement, incluant la fraction magnétique.

Des analyses chimiques, des tests de potentiel de génération d'acide ainsi que des essais de lixiviation statiques ont été réalisés sur les stériles. Les résultats indiquent une absence de potentiel de génération d'acide. Le lixiviat produit lors d'essais de lixiviation statiques présente cependant une concentration en certains métaux supérieure à certains critères. Les stériles sont donc caractérisés comme lixiviables (réglementation provinciale) et nocifs (Guide). Leur site d'accumulation fait donc partie de la présente analyse des solutions de rechange.

Les mêmes conclusions s'appliquent aux résidus de traitement, suite à la conduite des mêmes essais sur cette phase des rejets. Les analyses chimiques conduites sur des échantillons de surnageant de pulpe de résidus de flottation indiquent aussi des dépassements possibles de certains critères au point de rejet d'un effluent final, de sorte qu'un traitement de l'eau de procédé sera nécessaire avant son rejet à l'environnement.

Solutions de rechange – Traitement du minerai

Le seul procédé utilisé dans le monde pour la concentration de minerai d'apatite d'origine ignée est la flottation. Une séparation magnétique peut être réalisée pour isoler une phase de magnétite, comme c'est le cas dans le gisement de Mine Arnaud.

Hormis des détails relatifs aux équipements de flottation, il n'y a pas de solution de rechange possible pour le traitement du minerai.

Solutions de rechange – Entreposage des résidus de traitement

Des résidus miniers fins peuvent être entreposés, selon le cas, sous l'eau (entreposage subaquatique), à la surface du sol (entreposage subaérien), sous le sol ou dans une fosse à ciel ouvert.

L'analyse de l'applicabilité de ces modes d'entreposage a conclu que seul l'entreposage en surface, dans des cellules confinées par des digues, est possible pour le projet Arnaud.

Solutions de rechange – Modes de déposition des résidus de traitement

Les rejets de flottation déposés en surface peuvent prendre la forme de résidus en suspension (*slurried tailings*), de résidus épaissis, de résidus en pâte ou de résidus filtrés. Ils se distinguent principalement par leur densité de pulpe massique et leurs propriétés mécaniques au moment de leur déposition.

L'analyse du potentiel d'utilisation de ces modes de déposition a rejeté les options de résidus en pâte et de résidus filtrés. La possibilité de rejeter des résidus en suspension, quoique réalisable au plan technique, a aussi été exclue parce qu'elle implique l'accumulation et la gestion d'une grande quantité d'eau dans le parc à résidus miniers pendant la phase d'exploitation.

La déposition de résidus épaissis est la méthode sélectionnée. Elle est adéquate pour le taux de production, la nature des rejets de concentrateur et elle permet la gestion d'une quantité d'eau modérée dans le DRM, étant donné qu'une proportion élevée de l'eau est récupérée immédiatement à l'usine, par épaissement.

Solutions de rechange – Méthodes de construction de digues de retenue

Les trois principales méthodes de construction de digues de retenue ont été considérées pour leur utilisation dans les conditions de mode de déposition de résidus épaissis, et en fonction de la nature des sites potentiels (topographie, sols de fondation) :

- la méthode de construction amont
- la méthode de construction aval
- la méthode de construction par l'axe central

L'applicabilité de ces trois modes de construction, qui sont toutes utilisables, a été analysée. La topographie et la nature des dépôts de surface du secteur à l'étude étant fortement variables, chacune des méthodes présente des avantages pour un secteur donné.

Solutions de rechange – Méthodes de dépôt des roches stériles

La seule méthode de dépôt possible est d'accumuler la portion non utilisée à des fins de construction (construction de chemins, utilisation pour la construction de digues du parc à résidus). Cette accumulation prend la forme de haldes où les stériles sont déversés par les camions et nivelés/compactés dans des structures reposant sur le sol.

Il n'y a aucune solution de rechange, excepté la possibilité de commercialiser cette roche comme matériau de construction, ce qui n'offre, pour le moment, aucune perspective significative dans la région de Sept-Îles.

Toutefois, il serait possible d'entreposer un certain volume de stériles dans la fosse vers la fin de l'exploitation. L'entreposage d'une fraction des stériles pendant la période d'exploitation est considérée fixe pour l'ensemble des solutions de rechange analysées.

Sites de DRM

Plusieurs sites différents ont été considérés, dans une zone d'analyse régionale d'un peu plus de 300 km², autant pour le dépôt des résidus de traitement (sept sites) que celui des roches stériles (quatre sites). Dans le cas de sites de DRM éloignés du concentrateur, les solutions de rechange considérées ont retenu un entreposage séparé de la fraction magnétique, pour garder celle-ci à proximité du concentrateur, à cause du potentiel de reprise ultérieure de ce matériel pour commercialisation.

Une première analyse d'exclusion de certains sites a été réalisée pour retenir ceux des DRM considérés qui ont ensuite été soumis à l'analyse multicritère détaillée prescrite par le Guide.

Présélection de solutions de rechange

L'analyse de présélection est réalisée pour écarter certaines de ces solutions, sur la base de critères établis pour en valider la viabilité.

Le processus de présélection a résulté en l'identification de deux solutions de rechange pour les résidus de traitement, et trois alternatives pour les stériles, qui ont été retenues pour l'analyse multicritère détaillée selon la procédure du Guide.

Les deux solutions retenues pour les résidus de traitement sont :

- un site identifié A, situé immédiatement à l'ouest et au nord-ouest du concentrateur (à partir d'une distance d'environ 500 m); il comprendrait plusieurs cellules successives d'accumulation des résidus, dont deux seraient réservées à l'accumulation des rejets magnétiques;
- un site identifié E+A2, situé à environ 4 km à l'ouest du concentrateur, en rive Est de la rivière Hall; le site retenu évite une importante zone de milieu humide près de la rivière.

Dans le cas des haldes de stériles, trois sites ont été retenus :

- un site S2, immédiatement au nord de la fosse et du concentrateur (environ 300 m du concentrateur);
- un site S3, situé à environ 2,2 km au nord du concentrateur, s'étendant jusqu'à proximité du lac Hall;
- un site S4, situé à environ 3 km à l'est du concentrateur, et environ 700 m au nord du corridor de lignes électriques à haute tension.

Analyse multicritère

L'analyse multicritère est basée sur une série de sous-comptes regroupés en quatre comptes soit les comptes Environnement, Technique, Économique et Socioéconomique.

Outre une pondération de chacun des 42 indicateurs retenus, une échelle d'évaluation a été définie pour chacun.

Le résultat de la détermination de ces paramètres permet de constituer un registre de comptes multiples décrivant toutes les solutions retenues.

Des pointages de mérite ont été calculés pour chacune des solutions de rechange analysées.

Les résultats de cette analyse multicritère sont présentés au tableau ci-dessous:

Résultats de l'analyse quantitative des comptes	Solution de rechange					
	Poids du compte	A	E et A2	S2	S3	S4
Coefficient d'évaluation du mérite du compte Environnement	48	2,33	3,85	5,04	3,88	4,31
Coefficient d'évaluation du mérite du compte Technique	20	3,15	2,00	3,60	2,95	3,25
Coefficient d'évaluation du mérite du compte Économique	14	3,86	1,64	5,00	2,36	3,36
Coefficient d'évaluation du mérite du compte Socioéconomique	46	3,22	1,89	2,50	2,37	1,57
Coefficient d'évaluation du mérite de la solution *		2,95	2,62	3,90	3,02	3,05
Rang final du scénario de rechange - DRM pour résidus de traitement		1	2			
Rang final du scénario de rechange - DRM pour halde de stériles				1	3	2

Une analyse de sensibilité a également été réalisée afin de vérifier la robustesse de la démarche d'analyse des solutions de rechange.

Lorsque les 42 indicateurs de sous-comptes sont tous fixés à une même pondération de 1, le classement des solutions de DRM pour les résidus et les stériles n'est pas modifié par rapport aux résultats du tableau ci-dessus.

Neuf simulations de variations de poids total de comptes montrent les mêmes conclusions de meilleurs pointages pour les solutions de rechange A et S2. Dans tous les cas, le scénario S2 pour le dépôt des stériles est celui qui obtient la meilleure évaluation, et dans la plupart des cas, la solution de rechange A obtient la meilleure évaluation pour les résidus de flottation.

Des variations individuelles de pondération de différents indicateurs ont aussi été simulées. Les variables modifiées sont l'habitat du poisson, l'utilisation du territoire, les nuisances (bruit et poussières) et les critères d'acceptabilité sociale.

Dans tous les cas sauf un, les solutions A (résidus) et S2 (stériles) obtiennent à nouveau les meilleurs pointages. L'exception est une simulation où le pointage de la solution (E+A2) obtient une évaluation légèrement supérieure lorsque le poids accordé au sous compte ENV 1.1 (Superficie d'habitat du poisson) est multiplié par trois fois (15 points plutôt que 5).

Conclusion

L'analyse de diverses solutions de rechange pour l'entreposage des déchets miniers a été réalisée et les solutions retenues sont :

- La solution A pour la gestion des résidus de traitement incluant l'entreposage en cellules dédiées d'une fraction de rejets magnétiques qui présentent un potentiel de valorisation commerciale future.
- La solution S2 dans le cas des stériles à accumuler en halde.

1. INTRODUCTION

Le Guide sur l'évaluation des solutions de recharge pour l'entreposage des déchets miniers (le Guide) [Environnement Canada, 2011] décrit une démarche d'analyse multicritère qu'un promoteur de projet minier doit entreprendre dans le cas où un plan d'eau pourrait être utilisé en tant que dépôt de résidus miniers (DRM). Il est à noter que la notion de plan d'eau inclut les rivières et ruisseaux, en plus des lacs.

Une telle utilisation de plan d'eau demande une modification au Règlement sur les effluents des mines de métaux (REMM; DORS/2002-222) sous forme d'inclusion des plans d'eau désignés comme DRM dans une annexe du règlement.

Le projet minier Arnaud est visé par cette analyse, étant donné que sa conception proposée se traduira par une utilisation d'habitats du poisson en tant que DRM.

Mine Arnaud inc. (Mine Arnaud a retenu les services professionnels de GENIVAR inc. (GENIVAR) pour l'évaluation des solutions de recharge pour l'entreposage des déchets miniers. Une évaluation succincte des solutions de recharge avait été réalisée dans l'étude d'impact du projet (Roche ltée, 2012). Cette évaluation ne respectait cependant pas la démarche proposée dans le Guide. Conséquemment, l'évaluation est reprise dans le présent document selon la démarche proposée dans le Guide.

2. DESCRIPTION DU PROJET

Le projet minier Arnaud est décrit en détail dans l'étude d'impact sur l'environnement (Roche ltée, 2012) et dans les réponses aux questions des autorités provinciales et fédérales. Les paragraphes qui suivent résument les principales données servant à l'élaboration des solutions de rechange pour l'entreposage des déchets miniers.

Il est à noter que dans le cadre de la présente analyse, les termes suivants sont définis comme suit :

- résidus miniers: substance solide et/ou liquide rejetée par le concentrateur;
- stériles : roche extraite de la fosse, mais ne contenant pas de minéraux en quantité suffisante pour en permettre une exploitation économiquement rentable;
- déchets miniers : résidus miniers et stériles.

2.1 Caractéristiques générales

Mine Arnaud prévoit exploiter un gisement d'apatite dans la municipalité de Sept-Îles. Lors du procédé de concentration de l'apatite, un sous-produit sera généré, soit la magnétite titanifère. Bien que commercialisable, aucun marché n'a été identifié jusqu'à présent afin de valoriser cette dernière. Dans le cadre de la présente analyse, la magnétite titanifère sera donc considérée comme un déchet minier qui sera cependant entreposé de façon séparée des résidus de flottation, afin de permettre sa reprise ultérieure si des débouchés commerciaux sont identifiés.

La zone considérée comme étant actuellement exploitable économiquement implique l'aménagement d'une fosse de 800 m de large par 3 500 m de long, et ayant une profondeur maximale de 240 m par rapport à la surface la plus élevée, soit 100 m au-dessus du niveau de la mer. L'exploitation de cette fosse entraînera l'extraction de 251 Mt de minerai, 255 Mt de stériles et 50 Mt de mort-terrain, pour un total de 556 Mt de matériaux.

Le minerai sera acheminé vers deux aires d'accumulation temporaires situées à proximité du concasseur et de la fosse. Ces aires auront respectivement des dimensions d'environ 145 m de long par 150 m de large, et de 1 550 m de long par 250 m de large. L'aire d'accumulation du minerai basse teneur, soit la plus grande des deux aires d'accumulation, sera vide à partir de l'an 17. À partir de cette année, des stériles seront accumulés à cet endroit. La plus petite des deux aires sera vide à la cessation des activités d'exploitation et cette aire sera alors revégétalisée.

Le traitement du minerai sera effectué dans un concentrateur situé au nord des lignes de transport d'énergie de 735 kV et à l'est du ruisseau Clet. Ce site de traitement a été retenu suite à des discussions avec les résidents du secteur, qui ont exprimé le désir de ne pas voir et entendre les activités industrielles à partir de leur résidence, ainsi que pour sa bonne capacité portante, considérant la masse élevée des équipements utilisés. Le traitement des 251 Mt de minerai générera 169,9 Mt de résidus de flottation et 54 Mt de résidus magnétiques. Considérant des densités sèches en place de 1,68 t/m³ et de 2,29 t/m³ respectivement, 101,1 Mm³ de résidus de flottation et 23,6 Mm³ de résidus magnétiques devront être entreposés.

Une partie des dépôts meubles excavés pour accéder au gisement sera accumulée de manière temporaire afin d'être utilisée lors de la restauration du site minier. La balance des dépôts meubles sera mise en forme de manière à créer une butte-écran pour atténuer les impacts sonores et visuels. Cet aménagement permettra, entre autres, de répondre au désir des citoyens du secteur de ne pas voir et entendre, à partir de leur résidence, le bruit généré par les activités de la mine. Les dépôts meubles seront réutilisés en partie pour la restauration des aires d'accumulation. Toutefois, le volume de dépôts meubles requis pour atteindre les pleines dimensions de la butte-écran n'étant pas suffisant, des stériles seront donc utilisés conjointement avec les dépôts meubles comme matériau de construction de la butte-écran.

Les emplacements de la fosse, des aires d'accumulation temporaires du minerai, du concentrateur et de la butte-écran ont fait l'objet d'analyses et de consultations auprès de la population. Ils sont considérés comme étant fixes et ne varieront pas d'une solution de rechange à l'autre lors de la présélection d'emplacements pour les DRM. De plus, il est à noter que l'endroit où est accumulé du minerai de basse teneur ainsi que de dépôts meubles ne correspondent pas à la définition de DRM.

2.2 Caractéristiques des déchets miniers

Des analyses chimiques, des tests de potentiel de génération d'acide ainsi que des essais de lixiviation statiques ont été réalisés sur les stériles (Roche Itée, 2012). Les résultats indiquent que ces derniers ne présentent pas de potentiel de génération d'acide. Toutefois, le lixiviat produit lors des essais de lixiviation statiques présente une concentration en certains métaux supérieure aux critères RESIE¹, mais toujours inférieure aux valeurs du tableau 1 de l'annexe II de la Directive 019 sur l'industrie minière (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs

¹ RESIE : résurgence dans les eaux de surface ou infiltration dans les égouts

[MDDEP]², 2012). Les stériles du projet minier Arnaud sont donc caractérisés lixiviables au niveau provincial et nocifs au sens du Guide. Leur site d'accumulation fera donc partie de l'analyse des solutions de recharge.

Des analyses chimiques, des tests de potentiel de génération d'acide ainsi que des essais de lixiviation statiques ont également été réalisés sur les résidus de traitement. Les conclusions sont les mêmes que pour les stériles, soit qu'ils sont non potentiellement acidogènes, mais lixiviables au sens de la réglementation provinciale, et nocifs au sens du Guide.

Selon le Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses de source industrielle comme matériau de construction (MDDEP, 2002), les stériles miniers sont des matières résiduelles de Catégorie III. Cette classification définit certaines catégories d'utilisation autorisées pour la valorisation des stériles à des fins de matériaux de construction. Il n'est pas prévu actuellement de valoriser ces matériaux hors site comme matériaux de construction. Ils seront cependant utilisés sur le site minier, dans un environnement contrôlé, pour la construction de certains ouvrages.

Trois échantillons de surnageant de la pulpe des résidus produits lors d'essais en usine pilote ont fait l'objet d'analyses chimiques. Les résultats moyens obtenus indiquent, entre autres, un pH de 10,6 et une concentration en matière en suspension de 21 mg/l (en conditions de laboratoire). Ces valeurs étant supérieures aux exigences au point de rejet de l'effluent final prescrites par la Directive 019, un traitement de l'eau de procédé sera nécessaire avant son rejet à l'environnement.

² Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) depuis septembre 2012.

3. SOLUTIONS DE RECHANGE POUR LES MÉTHODES D'AMÉNAGEMENT ET D'EXPLOITATION

3.1. Procédé de traitement du minerai

Le seul procédé utilisé dans le monde pour le traitement du minerai d'apatite d'origine ignée est la flottation. Une séparation magnétique peut être réalisée en présence d'une phase de magnétite, comme c'est le cas dans le gisement de Mine Arnaud.

Les solutions de rechange possibles au niveau du procédé de traitement se situent donc au niveau des réactifs et de l'équipement de flottation utilisés, après un broyage du minerai à une finesse suffisante. La sélection des équipements de broyage a été l'objet de nombreux essais et simulations, mais l'arrangement final retenu, pour des raisons d'efficacité, n'a aucune influence sur les caractéristiques des déchets miniers.

Plusieurs essais en usine pilote ont été réalisés depuis 2009. Diverses combinaisons de réactifs ont été testées, et il s'avère que l'utilisation d'amidon de blé, d'huile de soya et d'hydroxyde de sodium (soude caustique) permet une bonne récupération de l'apatite (COREM, 2011). Cette solution est la seule retenue, puisqu'elle présente de nets avantages sur les autres solutions de rechange considérées, tant aux niveaux environnemental, technique et socio-économique.

Le circuit de flottation peut être réalisé à l'aide de cellules mécaniques ou dans des colonnes de flottation. Les tests effectués dans les laboratoires SGS ont utilisé des cellules mécaniques, tandis que ceux effectués chez COREM ont utilisé des colonnes de flottation. Les résultats indiquent que pour le minerai exploité par Mine Arnaud, l'utilisation des colonnes permet une meilleure concentration de l'apatite; la séparation est plus efficace et les impuretés dans le concentré sont moindres. Considérant que l'utilisation de colonnes de flottation présente des avantages techniques et économiques par rapport aux cellules mécaniques, tout en ayant un impact environnemental et social comparable, seule cette solution de rechange est retenue.

3.2 Entreposage des déchets miniers

3.2.1 Description des méthodes d'entreposage

Les déchets miniers peuvent être entreposés sous l'eau, à la surface du sol, sous le sol ou dans une fosse à ciel ouvert (tableau 3.1).

L'entreposage subaquatique consiste à déposer des déchets miniers dans un plan d'eau naturel ou artificiel, où ils sont maintenus immergés. Cette méthode s'avère avantageuse pour des déchets potentiellement générateurs d'acide où l'objectif est de couper le contact entre les résidus et l'oxygène.

L'entreposage en surface consiste à accumuler les déchets miniers et l'eau pouvant y être associée à la surface du sol. Pour y parvenir, des ouvrages de retenue sont généralement nécessaires.

Les déchets entreposés sous la surface du sol sont généralement envoyés dans des chantiers de mines souterraines, afin de les remplir une fois leur exploitation complétée. Cette méthode est utilisée afin de procurer un plancher de travail ainsi que du support latéral aux excavations souterraines, permettant de maximiser la récupération du minerai et de contribuer à la stabilité des ouvrages.

Les déchets miniers peuvent également être entreposés dans une fosse à ciel ouvert. À moins que la séquence d'extraction ne le permette, les déchets miniers ne peuvent généralement être envoyés que lorsque l'exploitation de la fosse est complétée. La méthode peut s'avérer intéressante lorsque la mine exploite plusieurs gisements à ciel ouvert, mais elle est rarement applicable lorsqu'une seule fosse est exploitée. Le fait d'accumuler des déchets en surface pour ensuite les transporter dans la fosse à la fin de son exploitation implique des coûts élevés reliés à une double manutention de ces derniers. Cette double manipulation est d'ailleurs parfois impossible pour les résidus miniers de par leur nature tel un sable fin consolidé et saturé.

Tableau 3.1 Sommaire des méthodes d'entreposage des déchets miniers

Entreposage subaquatique	Entreposage des déchets miniers dans un plan d'eau naturel ou artificiel
	Résidus immergés en tout temps
	Méthode généralement considérée en présence de déchets miniers acidogènes
Entreposage en surface	Entreposage des déchets miniers à la surface du sol
	Des ouvrages de confinement sont souvent nécessaires à la mise en place de cette méthode pour les déchets miniers
	Entreposage des stériles en halde
Entreposage souterrain	Entreposage des déchets miniers dans les chantiers souterrains
Entreposage dans la fosse	Entreposage des déchets miniers dans une fosse à ciel ouvert

3.2.2 Présélection des méthodes et sites d'entreposage

Quatre critères de présélection ont été retenus afin de déterminer les méthodes d'entreposage possibles pour les résidus miniers:

- *la méthode ne s'applique pas au projet minier Arnaud?* Une méthode non applicable est exclue automatiquement;
- *la méthode n'est pas avantageuse dans le contexte d'implantation du projet?* Chaque méthode possède des avantages majeurs dans un certain contexte. La méthode doit présenter un avantage tangible pour le projet minier Arnaud, soit aux niveaux technique, économique, social ou environnemental;
- *la méthode ne respecte pas la philosophie du Guide?* Le Guide indique, à la section 1.1, que « *il est entendu qu'on devrait éviter le plus possible d'utiliser des plans d'eau naturels où vivent des poissons pour l'entreposage à long terme des déchets miniers* ». Une méthode d'entreposage allant à l'encontre de ce principe devrait être exclue, à moins qu'il soit impossible de le respecter par absence de solution ne touchant pas un plan d'eau;
- *la méthode empêche l'exploration ou l'exploitation d'une ressource potentielle?* La tendance régionale permet de supposer la présence d'une zone où se trouvent des indices de minéralisation au sud de la fosse. Les ressources potentielles ne doivent pas être neutralisées par l'entreposage de résidus.

L'entreposage subaquatique n'a pas été retenu pour les raisons suivantes :

- le principal avantage de la déposition subaquatique est de maintenir les résidus immergés et d'ainsi prévenir le drainage minier acide. Les résidus du projet minier Arnaud n'étant pas potentiellement générateurs d'acide, la mise en place de la méthode ne présente aucun avantage dans le contexte d'implantation du projet;
- l'entreposage subaquatique dans un plan d'eau naturel va à l'encontre de la philosophie du Guide, qui cherche des solutions de rechange à l'utilisation de plan d'eau comme DRM.

L'entreposage souterrain n'est pas possible dans ce projet, puisque la mine sera entièrement exploitée par méthode à ciel ouvert et qu'aucun aménagement souterrain ne sera effectué.

L'entreposage de stériles dans la fosse serait réalisable sous certaines conditions.

Dans un premier temps, selon l'orientation du gisement, la lentille d'apatite se prolongerait en profondeur, soit en direction de la baie des Sept Îles. Quoiqu'aucun forage n'ait été réalisé à ce jour dans ce secteur, il peut être supposé que des ressources viables sur le plan économique se poursuivent vers le sud en profondeur (vers le mur sud de la fosse).

D'autre part, le plan minier prévoit que la fosse sera constituée de deux paliers principaux : un à l'ouest, situé à une élévation de -130 m et un à l'est situé à une élévation de -150 m, soit à la profondeur maximale de la fosse. Considérant que pendant les dernières années de la phase d'exploitation minière, les opérations de forage, sautage, chargement et halage, s'effectuent dans les parties les plus profondes de la fosse (jusqu'à -150 m), soit dans le secteur est, il serait techniquement possible d'entreposer des stériles miniers dans la partie ouest pendant que l'exploitation se poursuivrait dans le secteur est.

Considérant le caractère stable des stériles (empilement stable de roche anguleuse sans contenu en eau significatif) ceux-ci pourraient être entreposés sans nuire aux opérations ni nécessiter de double manutention. En contrepartie, dû au fait qu'ils soient entreposés sous forme de pulpe (voir section 3.3), il sera difficile, sinon impossible, d'entreposer des rejets du concentrateur sur le plateau ouest de manière sécuritaire et sans empêcher la réalisation des activités d'exploitation.

Ainsi, seul l'entreposage de stériles miniers sur le plateau ouest de la fosse peut être considéré comme une solution à retenir vers la fin des opérations minières.

Le sommaire de la présélection des méthodes d'entreposage est présenté au tableau 3.2.

3.3 Mode de déposition rejets de concentrateur

3.3.1 Description des méthodes de déposition

Les rejets de concentrateur déposés en surface se distinguent principalement par leur densité de pulpe massique (masse de solide * 100 / masse totale de la pulpe) ainsi que leurs propriétés mécaniques. Ils peuvent prendre la forme de résidus en suspension (*slurried tailings*), résidus épaissis, résidus en pâte ou résidus filtrés (Aubertin et al, 2011). Les diverses méthodes de déposition sont présentées aux paragraphes qui suivent et résumées au tableau 3.3.

Tableau 3.2 Présélection des méthodes d'entreposage de déchets miniers

Critère	Justification	Entreposage subaquatique	Entreposage en surface	Entreposage souterrain	Entreposage dans la fosse
La méthode n'est pas applicable au projet minier Arnaud	Une méthode non applicable est automatiquement exclue	Non	Non	Oui	Non
La méthode n'est pas avantageuse dans le contexte d'implantation du projet	Les avantages de la méthode doivent pouvoir s'appliquer au projet minier Arnaud.	Oui	Non	Oui	Non
La méthode ne respecte pas la philosophie du Guide	La mise en contexte du guide (section 1.1) indique que " <i>Il est entendu qu'on devrait éviter le plus possible d'utiliser des plans d'eau naturels où vivent des poissons pour l'entreposage à long terme des déchets miniers.</i> "	Oui	Non	Non	Non
La méthode neutralise une ressource potentiellement économique	Les ressources potentielles ne doivent pas être neutralisées par l'entreposage de résidus	Non	Non	Non	Non, pour les stériles. Oui pour les résidus miniers
Exclusion de la méthode ?		Oui	Non	Oui	Non

Tableau 3.3 Sommaire des méthodes de déposition

Méthode de déposition	Description
Résidus en suspension	Densité de pulpe de 30 % à 45 %
	Vitesse d'écoulement critique (ségrégation et sédimentation des résidus)
	Pente de déposition de 1 % à 2 %, parfois moins lorsque la proportion de fines est élevée
	Formation d'un étang à la surface : l'eau y étant accumulée peut être recyclée vers l'usine de traitement
	Besoin de digues de retenue
Résidus épaissis	Densité de pulpe de 45 % à 70 %
	Vitesse d'écoulement critique (ségrégation et sédimentation des résidus)
	Pente de déposition de 1 à 3 %
	Formation d'un étang à la surface : l'eau y étant accumulée peut être recyclée vers l'usine de traitement
	Besoin de digues de retenue
Résidus en pâte	Densité de pulpe de 70 % à 85 %
	Pas de vitesse d'écoulement critique : matériel de distribution granulométrique homogène après déposition (aucune ségrégation granulométrique après décharge dans le parc à résidus)
	Pente de déposition supérieure aux résidus épaissis
	Besoin de particules fines afin d'atteindre les propriétés désirées ; peut requérir du rebroyage des résidus
	Peu ou pas de ressuage : pas d'étang en surface ou peu d'eau accumulée dans l'étang
	Peu ou pas d'eau disponible pour recyclage vers l'usine de traitement ; l'eau récupérée lors de la densification de la pâte est la seule disponible
	Besoin de digues de retenue
Résidus filtrés	Densité de pulpe de plus de 85 %
	Pas d'écoulement : le matériel est transporté par camions ou convoyeurs
	Pas besoin de digues de retenue

Résidus en suspension et épaissis

Les résidus en suspension et les résidus épaissis possèdent habituellement des densités respectives de 30 % à 45 % et de 45 % à 70 % solides. Ils possèdent une vitesse d'écoulement critique en dessous de laquelle les particules solides sédimentent dans les conduites de transport.

Ces types de résidus sont habituellement déposés à partir d'un ou plusieurs points de décharge situés sur la crête de leurs digues de retenue. Les particules grossières ont tendance à se déposer près du point de décharge, formant une plage du côté interne des digues, tandis que les particules fines sont transportées plus loin, vers le centre de l'aire d'accumulation. Il y a donc ségrégation des matériaux dans le parc à résidus, et un étang a tendance à se former aux points bas, habituellement vers le centre du DRM, à l'endroit où les résidus les plus fins sont accumulés (Martin et al, 2005).

Une partie de l'eau contenue dans les résidus en suspension et dans les résidus épaissis est donc disponible afin d'être recyclée vers l'usine de traitement de minerai. L'angle de déposition des résidus en suspension est de l'ordre de 1 à 2 %, tandis que celui des résidus épaissis peut atteindre 3 % (Aubertin et al. 2011).

Résidus en pâte

L'atteinte de la consistance de pâte des résidus est étroitement liée à leur contenu en eau et en particules fines. En effet, les particules fines viennent créer un maillage qui permet le maintien en suspension des particules (Biesinger, 2011).

Ainsi, les résidus en pâte sont caractérisés par l'absence de vitesse critique de sédimentation ou de ségrégation. Ils ressentent donc peu ou pas lors de leur déposition ou lors d'un essai d'affaissement (Newman et al, 2001). Leur angle de déposition est plus élevé que celui des résidus en suspension ou épaissis. Des digues de retenues demeurent toutefois nécessaires.

Les rejets de concentrateur devraient avoir au moins 15 % de particules mesurant moins de 2 μm (Watson, 2010) afin de développer un comportement en pâte. Une telle distribution n'est souvent pas disponible aux finesses de broyage typiques des procédés de flottation, et peut nécessiter du broyage additionnel pour atteindre ces conditions de pâte. Les rejets ayant un contenu élevé en particules argileuses peuvent présenter des caractéristiques d'une pâte à une densité de pulpe aussi faible que 45 %, tandis que ces mêmes propriétés apparaissent habituellement à une densité de pulpe de 70 à 85 % pour les résidus de mines de métaux de base et précieux (Newmann et al. 2001, Martin et al., 2005).

Les résidus en pâte sont avantageusement utilisés pour le remblayage souterrain depuis plusieurs années. L'idée d'entreposer ce genre de résidus en surface est toutefois récente. La plupart des connaissances à ce sujet sont extrapolées des études portant sur les résidus en pâte cimentés utilisés en souterrain. Les mines utilisant ce procédé sont encore peu nombreuses, et plusieurs inconnues demeurent pour ce qui est de leur développement optimisé. De plus, les principaux exemples documentés d'entreposage en surface de résidus dans le cadre d'exploitation de mines souterraines (Kidd Creek Mine en Ontario et Bulyanhulu en Tanzanie) utilisent déjà des résidus miniers en pâte cimentée pour le remblayage des galeries souterraines.

La production de résidus en pâte est complexe et nécessite un suivi rigoureux lors de l'opération : contrôle des propriétés des matériaux à mettre en pâte, risque élevé de ne pas atteindre la consistance désirée et l'angle de déposition voulu,

déplacements fréquents du point de déversement pour limiter l'épaisseur des couches de pâtes, risque de gel de la pâte dans les conduites lors d'un bris de pompe, etc. Les résidus en pâte sont surtout convenables pour une mine ayant un faible taux de production (Watson, 2010), ou lorsque la recirculation d'eau à partir d'un parc à résidus s'avérerait problématique.

Résidus filtrés

Les résidus filtrés ont généralement une densité de pulpe supérieure à 85 % solides (Martin et al., 2005). À ce faible contenu en eau, ils ne peuvent être pompés; ils sont donc acheminés à l'aide de convoyeurs ou de camions vers leur site de disposition. Les résidus sont alors mis en place et compactés par de la machinerie afin de créer des amoncellements non saturés, denses et stables (Davies and Rice, 2004). Aucun ouvrage de retenue n'est nécessaire pour ce type de résidus.

3.3.2 Présélection des modes de déposition

Trois critères de présélection ont été retenus afin de sélectionner les méthodes de déposition potentielles des rejets de concentrateur:

- *le taux d'exploitation de la mine n'est pas adéquat pour la méthode ?* Le taux de production du projet minier Arnaud est élevé (30 000 t/j). La méthode doit s'être avérée éprouvée pour un tel taux de production, autrement elle est exclue;
- *les rejets de concentrateur n'ont pas les propriétés adéquates ?* Certaines propriétés, en particulier une distribution granulométrique adéquate, sont nécessaires afin de mettre en pâte les résidus ou les filtrer avec succès. Le fait de ne pas respecter ces propriétés exclut la méthode;
- *la méthode ne permet pas de limiter la quantité d'eau contenue dans le parc à résidus ?* L'accumulation d'une grande quantité d'eau dans le parc à résidus miniers présente de nombreux désavantages : augmentation des risques de liquéfaction des résidus, du risque de bris de digue et dimensions plus élevées des parcs à résidus. De plus, Mine Arnaud s'est engagé à traiter toute eau ayant transité par le site minier avant son rejet à l'environnement. Une méthode limitant la quantité d'eau présente dans les parcs permettrait de limiter les coûts de pompage vers l'usine de traitement, la capacité de traitement de cette dernière ainsi que la durée et du coût du suivi postfermeture.

La déposition des résidus miniers en pâte n'a pas été retenue (tableau 3.4), puisqu'elle ne respecte pas certains critères de présélection :

- la production de résidus en pâte est complexe et nécessite un suivi rigoureux lors de l'opération. Les résidus en pâte sont donc convenables pour une mine ayant un faible taux de production (Watson, 2010), ce qui n'est pas le cas du projet minier Arnaud avec une production journalière d'environ 30 000 t;
- les analyses granulométriques réalisées sur les résidus miniers du projet minier Arnaud ne précisent pas le contenu en particules mesurant moins de 2 µm, mais indiquent qu'environ 25 % de la masse seulement passe le tamis 400 (mailles de 38 µm) (COREM, 2012). Il est donc peu probable que la granulométrie des résidus soit adéquate à la production de résidus en pâte.

La filtration des rejets de concentrateur été exclue parce qu'elle n'a pas été éprouvée pour un taux de production comparable à celui du projet minier Arnaud. Elle est utilisée avec succès dans des mines ayant un taux de production de moins de 10 000 tpj ou moins. Le taux maximum auquel cette technique a été utilisée est de 20 000 tpj (Amec, 2008; Davies et al. 2011).

Tableau 3.4 Présélection des méthodes de déposition

Critère	Justification	Résidus en suspension	Résidus épaissis	Résidus en pâte	Résidus filtrés
Le taux d'exploitation de la mine n'est pas adéquat pour la méthode	Le taux de production du projet minier Arnaud est élevé (30 000 tpj). La méthode doit être avérée éprouvée pour un tel taux de production.	Non	Non	Oui	Oui
Les rejets de concentrateur n'ont pas les propriétés adéquates afin de mettre en place la méthode	La production de résidus en pâte et de résidus filtrés est réalisable lorsque les résidus miniers respectent certaines propriétés.	Non	Non	Oui	Non
La méthode ne limite pas la quantité d'eau contenue dans le parc à résidus miniers	L'accumulation d'une grande quantité d'eau dans le parc à résidus minier augmente les risques de liquéfaction, de bris de digue et les coûts de pompage en plus de nécessiter des aires d'accumulation d'une plus grande capacité et un suivi postfermeture plus long	Oui	Non	Non	Non
Exclusion de la méthode ?		Oui	Non	Oui	Oui

Bien qu'il ne s'agisse pas d'un critère de présélection, il est à noter que les résidus miniers filtrés sont en général économiquement et techniquement avantageux dans des zones de sismicité élevée, ou situées en climat aride ou arctique, où la disponibilité d'eau peut être problématique, ce qui n'est pas le cas du projet minier Arnaud.

Les résidus en suspension ont également été exclus des solutions de recharge, puisqu'ils impliquent l'accumulation et la gestion d'une grande quantité d'eau dans le parc à résidus, tant lors de la phase d'exploitation que lors de la phase postfermeture.

La déposition de résidus épaissis est donc la méthode sélectionnée. Elle est adéquate pour le taux de production, pour la nature des rejets de concentrateur, et elle permet la gestion d'une quantité d'eau modérée dans le DRM, une proportion élevée de l'eau ayant été récupérée immédiatement à l'usine, lors de l'épaississage.

Les résidus magnétiques et de filtration seront produits sous forme d'une pulpe ayant une teneur en solide de l'ordre de 60 % - 62 % à la sortie des épaisseurs. Les quantités de résidus qui seront générés par le traitement de 251 Mt de minerai sont de 169,9 Mt pour les résidus de flottation et 54,0 Mt pour les résidus magnétiques. Considérant une densité sèche en place de 1,68 t/m³ (résidus de flottation) et de 2,29 t/m³ (résidus magnétiques), les résidus représentent des volumes respectifs de matériaux à disposer de l'ordre de 101 Mm³ pour les résidus de flottation et de 24 Mm³ pour la fraction magnétique.

3.4 Méthodes de construction des digues du parc à résidus

3.4.1 Description des méthodes de construction des digues

Méthode amont

La méthode de construction amont est utilisée traditionnellement lorsque le mode de déposition des résidus se fait à l'aide de lances à robinets (spigot). Elle consiste à utiliser la plage s'étant formée près du point de décharge des lances à robinets comme fondation pour le prochain étage de digue périphérique. Les digues périphériques sont ainsi plus éloignées du centre du parc à la base de celui-ci, et plus proche au sommet du parc.

Les caractéristiques physiques et mécaniques des résidus doivent être adéquates afin d'utiliser cette méthode. Entre autres, la granulométrie des résidus doit comprendre entre 40 % et 60 % de sable (Vick, 1990).

Cette méthode est adéquate pour les régions à faible risque sismique et permet typiquement une hauteur de digue de 20 à 30 m (Aubertin, 1998).

La méthode présente des limites au niveau de la construction. En effet, le rehaussement des digues doit s'effectuer à une vitesse permettant la consolidation des matériaux du niveau sous-jacent. Selon Vick, une vitesse de rehaussement de 5 m à 10 m par an est adéquate.

La méthode de construction amont nécessite des coûts de construction faible, principalement dû au fait que les matériaux de construction sont les résidus eux-mêmes. Un enrochement de protection sur la face externe de la digue peut être ajouté afin d'augmenter la stabilité et minimiser l'érosion par l'eau et le vent.

Cette méthode est appropriée pour des parcs à résidus où une faible quantité d'eau est accumulée.

Méthode aval

La méthode de construction aval consiste à construire une digue triangulaire, plus large en sa base qu'en son sommet, et où le centre de la digue se déplace vers l'extérieur au fur et à mesure que la digue s'élève. Cette méthode nécessite un grand volume de matériaux grossiers. Ces derniers peuvent être des résidus miniers grossiers déposés par des hydrocyclones (Aubertin, 1998), mais sont souvent faits de matériaux d'emprunts granulaires ou même de stériles sur l'ensemble de la section. Cette méthode a l'avantage de générer un bilan d'accumulation positif puisque le volume disponible dans l'aire d'accumulation augmente avec la hauteur de la digue.

Cette méthode, qui requiert une grande quantité de matériel compétent pour sa construction, est conséquemment la plus coûteuse, mais la plus sécuritaire. Elle est privilégiée dans les secteurs à haut risque sismique (Vick, 1990).

Méthode de l'axe central

La méthode de construction par l'axe central constitue un compromis entre les deux méthodes précédentes. Chaque rehaussement de digue se fait à partir d'un même axe central, d'où le nom de la méthode.

Cette méthode peut réutiliser une partie des résidus si leur mode de déposition permet la création de plage. Elle offre une meilleure stabilité que la méthode amont et demande moins de matériel grossier que la méthode aval. Les digues peuvent être rehaussées à une vitesse plus élevée que la méthode amont, mais présentent toutefois des limitations (Vick, 1990)

3.4.2 Présélection des méthodes de construction

Aucun critère discriminant n'a pu être appliqué aux méthodes de construction des digues des parcs à rejets de concentrateur pour l'ensemble du territoire couvert par le projet minier Arnaud.

Dans un premier temps, il a été établi que les résidus sont caractérisés comme des résidus lixiviables, mais qui ne génèrent pas d'acide. L'aire d'accumulation requiert par conséquent une mesure de protection de l'eau souterraine de niveau A. Ainsi, les digues de retenues ne nécessitent pas de zones imperméables selon la réglementation provinciale. Toutes les méthodes de construction sont donc applicables.

Ensuite, la topographie et les dépôts de surface du secteur à l'étude étant fortement variables, chacune des méthodes présente des avantages pour un secteur donné :

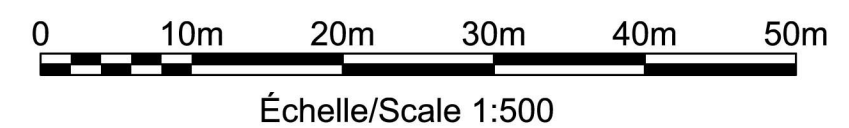
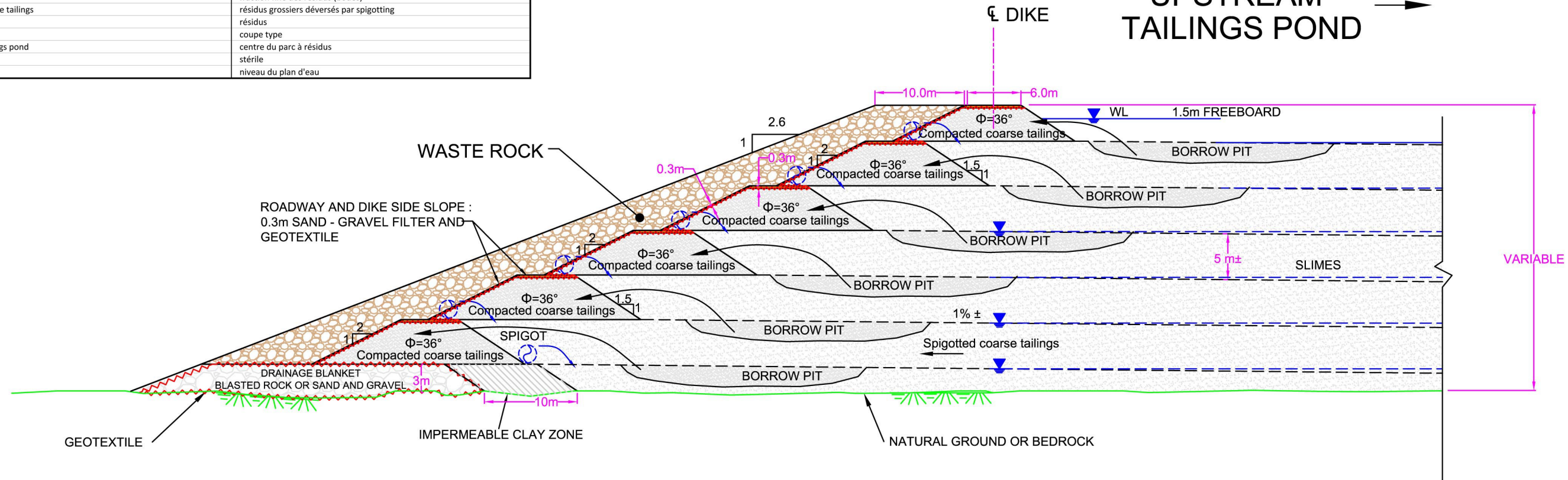
- la méthode aval s'avère intéressante pour de hautes digues, considérant sa stabilité lorsque les fondations sont compétentes. Ainsi, il serait possible de construire des aires d'accumulation de résidus miniers dans des secteurs fortement encavés ou accidentés, tel que sur le plateau Laurentien, au nord du lac Hall;
- la méthode amont limite l'empreinte au sol de la digue considérant la faible largeur de la base de celle-ci. Cette méthode s'avèrerait appropriée dans des secteurs peu accidentés tel qu'au sud du lac Hall;
- la méthode de l'axe centrale pourrait être un bon compromis dans des secteurs où la surface disponible est limitée, où des digues de plus de 30 m seraient nécessaires afin d'accumuler les résidus où la géométrie des cellules entraîne une vitesse de remplissage trop élevée pour la méthode amont.

Afin de s'assurer de la possibilité de réaliser des digues de type amont dans le secteur au sud du lac Hall, une analyse de stabilité a été réalisée par Journeaux et Ass. dans le cadre de l'étude d'impact et de l'analyse de faisabilité. Un cas critique, soit la construction d'une digue de 30 m sur un dépôt argileux tel que celui rencontré dans le secteur du ruisseau Clet, a conduit à des facteurs de sécurité satisfaisants. La méthode prévoit toutefois un enrochement en stériles miniers à la surface des résidus utilisés afin de limiter l'érosion et augmenter la stabilité de la digue. La pente extérieure de l'enrochement en stérile est plus faible pour des fondations argileuses (1 V : 4 H) et plus élevée pour des fondations compétentes (1V : 2.6 H). Les coupes types d'une construction amont de 30 m conduisant à des facteurs de sécurité satisfaisants sont illustrées aux figures 5.3.2 et 5.3.3. Ces figures sont tirées de la section 5.3 de l'étude d'impact (Roche ltée, 2012).

Terme en anglais	Terme correspondant en français
1.5 m freeboard	revanche de 1,5 m
bedrock	substratum rocheux
blasted rock or sand and gravel	roc dynamité ou sable et gravier
borrow pit	zone d'emprunt
CL dike	axe médian de la digue
compacted coarse tailings	résidus grossiers compactés
dike type 1	digue de type 1 (sur fondation argileuse)
dike type 2	digue de type 2 (sur fondation rocheuse)
dike type 3	digue de type 3 (digue perméable)
drainage blanket	tapis drainant
drainage wicks to bottom of clay at 1.5 m spacing	réseau de tubes drainants enfoncés jusqu'au bas de la couche argileuse et espacés de 1,5 m
drainage wicks zone	zone du réseau de tubes drainants
geotextile	géotextile
impermeable clay zone	zone imperméable argileuse
natural ground	terrain naturel
Note: unless otherwise specified, all dimensions are in meters	Note: toutes les dimensions sont en mètres, à moins d'indications
pervious dike	digue perméable
roadway and dike side slope: 0.3 m sand-gravel filter and geotextile	chaussée et talus de digue: 0,3 m d'un filtre de sable et graviers et géotextile
slimes	fraction fine des résidus (boues)
spigotted coarse tailings	résidus grossiers déversés par spigotting
tailings	résidus
typical section	coupe type
upstream tailings pond	centre du parc à résidus
waste rock	stérile
WL	niveau du plan d'eau

DIKE - TYPE 2 TYPICAL SECTION

UPSTREAM
TAILINGS POND →



NOTE: UNLESS OTHERWISE SPECIFIED, ALL DIMENSIONS ARE IN METERS.

CLIENT : ROCHE Sandwell	PROJECT : DIKE - TYPE 2 TYPICAL SECTION FEASIBILITY STUDY ARNAUD MINE SEPT-ILES, QUEBEC	SCALE : 1 : 500	JOURNEAUX ASSOC. <small>DIVISION LAB JOURNEAUX INC.</small> 801, Bancroft, Pointe-Claire, QC H9R 4L6 T 514.630.4997 • F 514.630.8937 info@journeauxassoc.com		
		DRAWN BY : SE			
DATE : 30-11-2011	PROJECT No. : L-10-1411	PROJECTED BY : NS		DRAWING No. : L1411-13	FIGURE No. : ---

PRINTED DATE: 20111130154026

S:\1-LAB2-Projects\14001411 - Ausenco-Sandwell - Geotechnical Investigation, Mine Arnaud\Drawings - series\Rev BL1411-13 Rev B.dwg

Figure 5.3.3 Coupe type des digues du parc à résidus (type 2: fondation rocheuse)

Considérant la quantité de roche stérile produite dans le cadre du projet minier Arnaud, il a été envisagé que les digues à proximité d'éléments sensibles puissent être construites selon la méthode aval. Cette stratégie permet d'augmenter davantage les facteurs de sécurité de ces dernières, quoique des facteurs de sécurité adéquats aient été atteints avec la méthode de construction amont. Cela permettrait par le fait même de minimiser l'envergure de la halde à stérile. Ainsi, des digues de types aval sont considérées le long de la route 138, des chemins carrossables, des lignes de transport d'énergie et des composantes de l'environnement sensibles.

4. SOLUTIONS DE RECHANGE POUR LES SITES DE DÉPÔT

4.1 Limites régionales de sélection des solutions de rechange

Les limites régionales de sélection des solutions de rechange ont été déterminées suite à l'élaboration d'une zone d'analyse et de critères d'exclusion à l'intérieur de cette zone d'analyse. Ces éléments sont illustrés à la carte 1.

La zone d'analyse a été établie à une zone d'un rayon de 10 km autour du concentrateur. Cette valeur correspond au rayon devant être inventorié pour le choix de l'emplacement de l'aire d'accumulation de résidus miniers dans le cadre de la Directive 019. Des sites se trouvant au-delà de ce rayon auraient pu être considérés s'ils présentaient des avantages majeurs, tels des carrières pouvant être remblayées ou des parcs à résidus miniers abandonnés. Aucun site de ce genre n'a été identifié à une distance intéressante du site minier Arnaud. Une zone d'analyse de 314 km² centrée sur le concentrateur a donc été définie.

Les critères d'exclusion ainsi que leur justification sont présentés au tableau 4.1 et à la carte 1. Il s'agit principalement d'éléments du milieu considérés comme ne pouvant pas être affectés par les DRM du projet minier Arnaud.

Les engagements corporatifs suivants de Mine Arnaud constituent également des critères d'exclusion, mais ne sont pas illustrés :

- n'effectuer aucun rejet d'effluent dans le ruisseau Gamache;
- avoir qu'un seul effluent minier et traiter toutes les eaux circulant sur les composantes du projet avant leur rejet à l'environnement.

4.2. Cas des résidus magnétiques

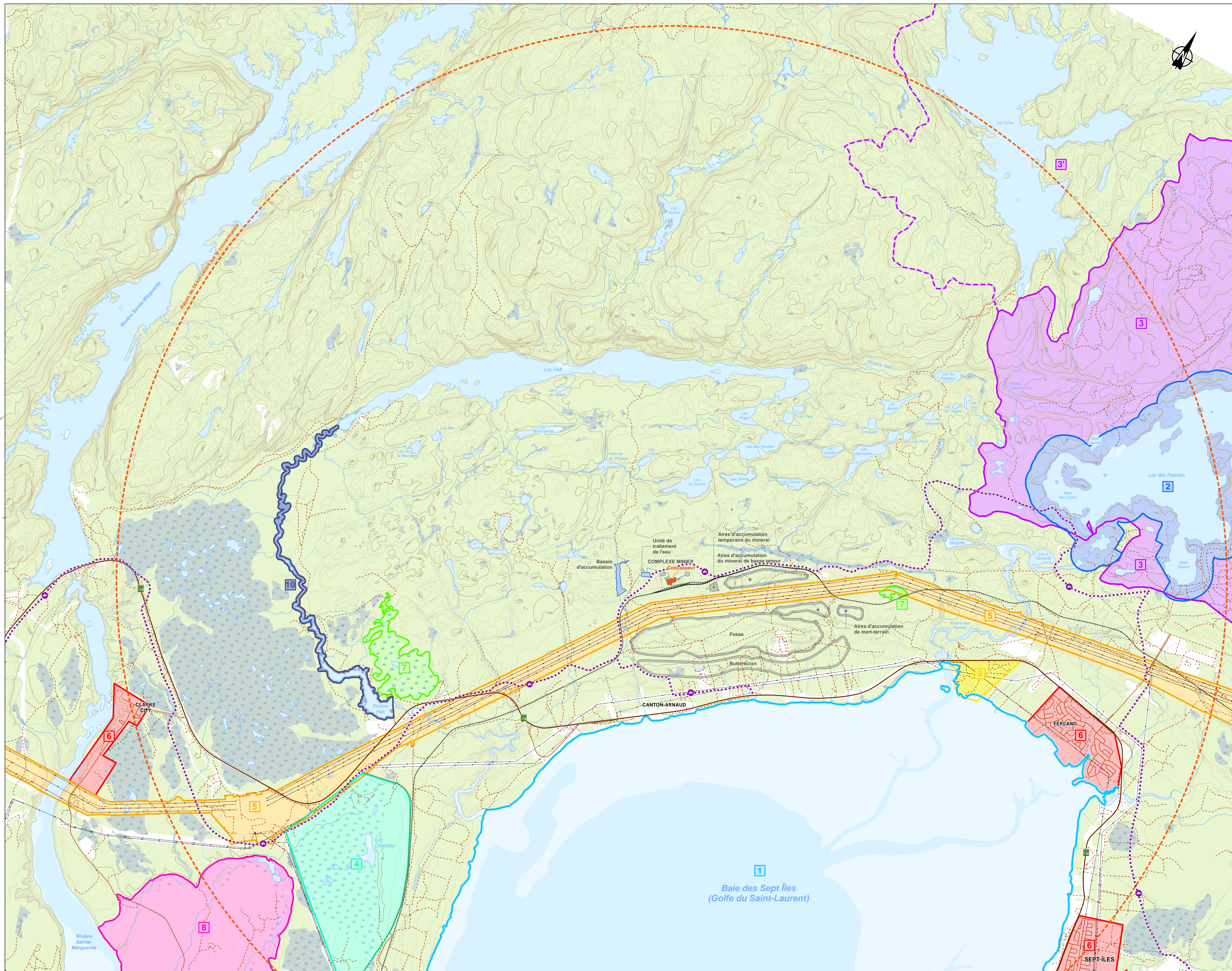
Il est attendu et espéré que les résidus magnétiques seront vendus sans aucun traitement additionnel et que, par conséquent, seul le stockage temporaire et séparé de cette fraction minérale serait nécessaire.

Considérant qu'aucun acheteur des résidus magnétiques n'a été identifié jusqu'à présent, le parc à résidus doit être conçu de manière à permettre l'accumulation de la totalité de ces deux types de résidus à être produits au cours des 23 années d'exploitation. Toutefois, l'accumulation de ces résidus magnétiques au voisinage du complexe industriel a été considérée comme nécessaire dans tous les cas. L'objectif est multiple :

- pouvoir récupérer la fraction magnétique sans contamination par d'autres résidus; un entreposage mixte de tous les résidus demanderait un nouveau traitement de l'ensemble de ces résidus pour en extraire la portion magnétique;

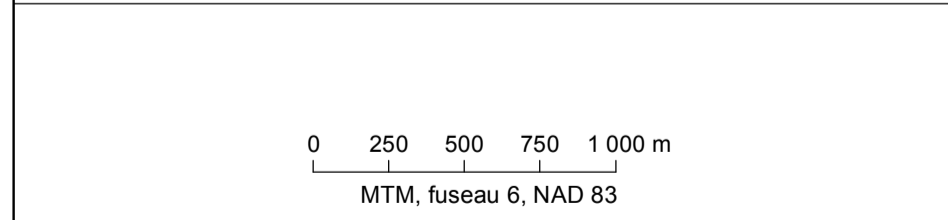
Tableau 4.1 Critère d'exclusion

ID	Exclusion	Justification
1	Baie des Sept Îles	Aire protégée (bande aquatique) désignée comme étant une aire de concentration d'oiseaux aquatiques. Environnement Canada se prononce contre le dépôt des résidus miniers non confinés en mer. La Baie elle-même a donc été exclue comme site potentiel de DRM à l'intérieur de la zone d'analyse.
2	Lac des Rapides	Le lac constitue la prise d'eau de surface de la ville de Sept-Îles. Une bande de protection de 300 m est prescrite par la MRC de Sept Rivières et la ville de Sept-Îles. Le lac et cette bande de protection ont été exclus des sites potentiels pour utilisation comme DRM.
3	Bassin versant du lac des Rapides	La qualité des eaux du lac dépend de son alimentation en eau de surface via son bassin versant. Celui-ci a été exclu des sites potentiels, dans le but de préserver la qualité et la quantité d'eau du lac, et pour des raisons d'acceptabilité sociale.
4	Plaine de Checkley	Aire protégée (tourbière représentative de la région comprenant des mares et un lac à proximité du milieu marin), désignée comme étant une réserve naturelle reconnue, elle a aussi été exclue comme site potentiel de DRM.
5	Emprise de la ligne de transport d'énergie à 735 kV	Interdiction d'accumuler des matériaux dans l'emprise d'une ligne électrique. Les lignes à haute tension situées juste au nord du gisement Arnaud représentent une infrastructure d'envergure dont le déplacement ne peut être considéré.
6	Secteurs résidentiels de forte densité	La zone comprend, à l'est, un parc de maisons mobiles connu sous le nom de Parc Ferland, et à l'ouest un quartier résidentiel connu comme Clarke City.
7	Tourbières	Tourbières de grandes valeurs écologiques : une tourbière ouverte minérotrophe et une tourbière boisée ombrotrophe.
8	Lien hydraulique probable avec un aquifère de classe I	La directive 019 interdit d'installer un aménagement à risque sur un aquifère de classe 1 ou en lien hydraulique avec un tel aquifère. Le secteur de Val-Marguerite est alimenté par un aquifère de surface de classe 1 et la zone identifiée correspond au prolongement du dépôt de surface formant cet aquifère.
9	Parc Aylmer-Whittom	Le Parc Aylmer-Whittom, qui fait partie du réseau des parcs de la Ville de Sept-Îles et représente un territoire d'intérêt esthétique considéré comme une composante sensible par la population.
10	Réservoir Wabush	Le réservoir Wabush, situé à environ 5 km à l'ouest du concentrateur, constitue une prise d'eau industrielle pour les activités de Cliffs Natural Resources (usine de bouletage) au site industriel dans le secteur « Pointe-Noire ». Un impact sur la qualité de l'eau du réservoir ne pourrait être accepté par Cliffs.



- Concasseur
- Rayon de 10 km centre sur le concasseur
- Contraintes**
- 1- Baie des Sept îles
- 2- Lac des Rapides et périmètre (300 m) de protection
- 3- Bassin versant du lac des Rapides
- 3- Bassin versant du lac Curtot
- 4- Plage de Checkley
- 5- Emprise de la ligne de transport d'énergie
- 6- Secteur résidentiel de forte densité
- 7- Tourbière de grande valeur écologique
- 8- Lien hydraulique probable avec un aquifère de classe I
- 9- Parc Aylmer-Whitton
- 10- Réservoir Wabush
- Infrastructures minières projetées (Mine Arnaud)**
- Infrastructure minière
- Bâtiment ou équipement
- Équipement
- Bassin
- Route d'accès au site
- Chemin minier
- Infrastructures existantes**
- Route principale
- Route secondaire
- Chemin
- Voie ferrée
- Ligne de transport d'énergie
- Sentier de motoneige
- Milieu physique**
- Cours d'eau
- Cours d'eau intermittent
- Dépôts fluviaux
- Courbe de niveau maitresse
- Courbe de niveau intermédiaire

Carte 1
Critères de base



Sources :
 Base : BDTC, 1:20 000, feuilles 22301-200-0201, 22302-200-0202, 22307-200-0102 et 22308-200-0101, MRNF, 2007
 Infrastructures minières : EIE, NRMF, 058958-900-061, ROCHE, mars 2012
 Milieux humides : 1:20 000, Canards limités Canada, 2009 et GENIVAR, 2012
 Sentiers de motoneige : FCMA, 2012
 Données de projet : GENIVAR, octobre 2012
 Fichier GENIVAR : 121_17926_RSASR_c1_criteres_base_121210.mxd

	Date	
Dessiné par	LD	2012-12-12
Vérifié par	NC	2012-12-12
Approuvé par	SL	2012-12-12
DÉCEMBRE 2012		



- récupérer la fraction magnétique à proximité des installations ferroviaires contigües au complexe industriel, afin de minimiser un éventuel transport jusqu'à un point de chargement;
- permettre ainsi, au besoin, d'appliquer un contrôle de qualité, lequel pourrait être un tamisage pour enlever d'éventuels débris, et/ou, par exemple, un séchage pour éliminer l'eau résiduelle dans la fraction sédimentée au fond des cellules d'accumulation.

Pour certaines des solutions de rechange décrites ci-après, le lieu d'entreposage des résidus magnétiques sera donc séparé du lieu de dépôt des résidus de flottation.

La gestion des résidus magnétiques pour les différentes solutions de rechange se résume donc comme suit et détaillée à la section 4.4 :

- pour la solution de rechange A, tous les résidus miniers se trouvent dans un même parc, les cellules de résidus magnétiques et de flottations sont contigües. Les cellules de résidus magnétiques se trouvent en périphérie du parc à résidus;
- pour toutes les autres solutions de rechange, la localisation du parc à résidus de flottation varie. Cependant, l'aire d'accumulation A2 permettant d'y accumuler les résidus magnétiques est fixe. L'objectif étant de conserver les résidus magnétiques à proximité des infrastructures de transport et de chargement situées dans le secteur du concentrateur dans le cas d'une valorisation économique potentielle des matériaux, à l'extérieur du site.

4.3 Cas des stériles miniers

Tel qu'indiqué à la section 2.1, une butte-écran est prévue dans le projet. Cette dernière nécessitera un volume de roches stériles pour sa construction évalué à 15 Mm³. Cette butte-écran sera recouverte d'environ 5 Mm³ de mort-terrain permettant un revégétation adéquate dès la première phase d'exploitation. Cette butte-écran est également considérée fixe pour chaque solution de rechange étudiée.

Une halde de minerai basse teneur est prévue au nord de la fosse et des lignes électriques d'Hydro-Québec, à l'est du chemin d'accès de la fosse. Cette halde de minerai basse teneur est utilisée pour calibrer les intrants au concentrateur. Ainsi, elle est dite vivante puisqu'elle est utilisée au besoin tout au long des seize premières années d'exploitation. Le plan minier prévoit que cette halde ne sera graduellement plus utilisée à partir de l'année 17 permettant alors d'y accumuler des

stériles. Compte tenu que la superficie de la halde de minerai basse teneur aura été perturbée pendant les 16 premières années d'exploitation, l'apport de stériles n'aura pas d'effet additionnel sur l'environnement (notamment la flore) et l'aire d'accumulation sera utilisée pour accumuler environ 8,5 Mm³ de stériles. Cette halde est également considérée fixe pour chaque solution de rechange étudiée.

Enfin, des stériles seront utilisés pour la construction des digues dans toutes les solutions de rechange prévues pour les aires d'accumulation de rejets de concentrateur. Les digues de séparation centrale seront également construites à l'aide de stériles miniers.

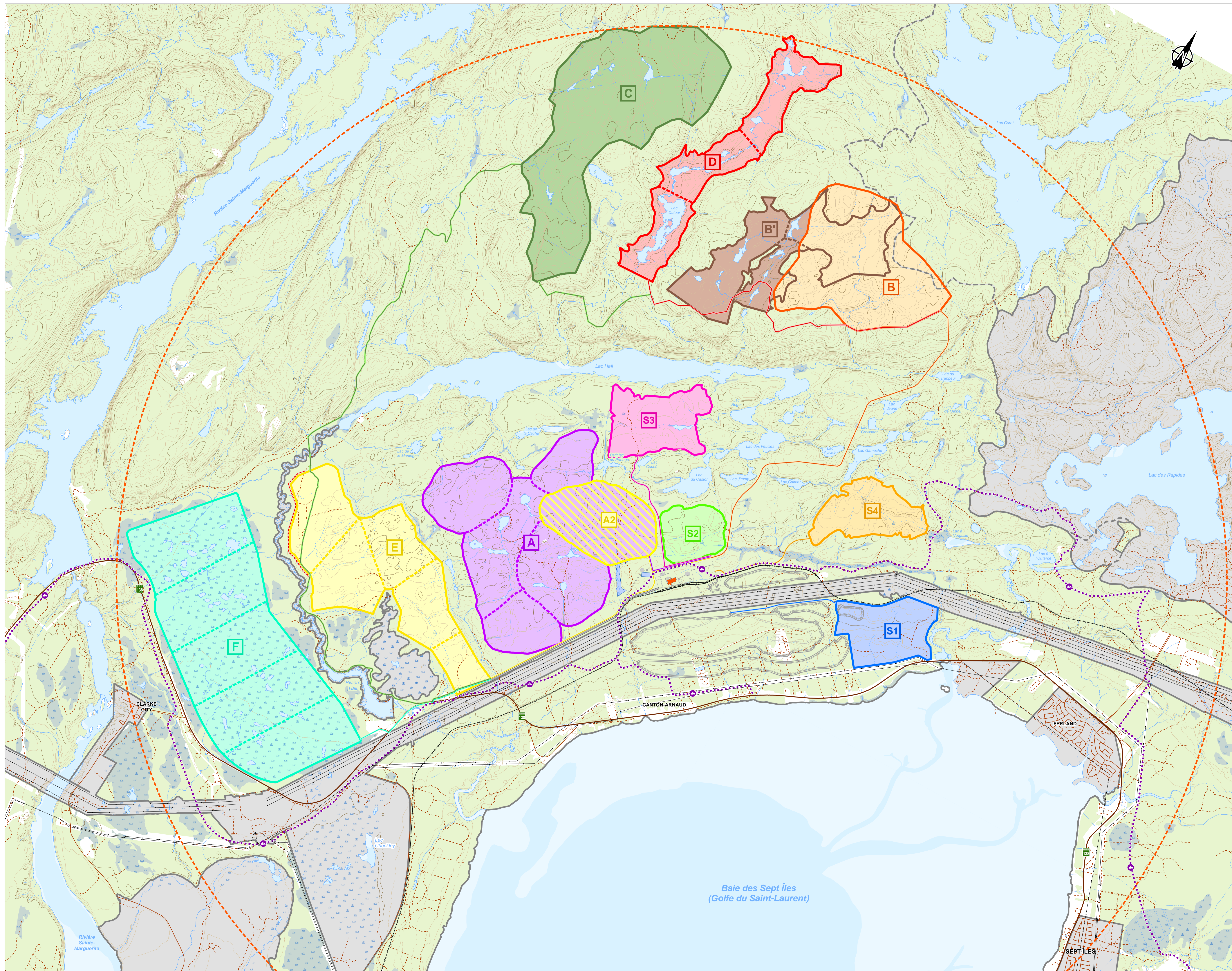
Tel qu'indiqué à la section 3.2, des stériles pourront être entreposés dans la fosse vers la fin de l'exploitation de la mine. Considérant que l'utilisation de la fosse pour l'accumulation des stériles n'entraîne aucun impact supplémentaire au niveau environnemental, aucune différence technique avec des accumulations hors de la fosse, et un net avantage économique vu la distance réduite de transport des résidus, cette solution est automatiquement retenue et considérée fixe pour chaque solution de rechange étudiée. Toutefois, le secteur disponible pour l'accumulation des stériles étant limité pendant l'exploitation, la totalité des stériles miniers ne peut y être accumulée.

Le volume résiduel de stériles miniers sera accumulée dans une halde à stérile en surface. Pour toutes les solutions de rechange considérées :

- un seul site d'accumulation est prévu;
- les caractéristiques physiques et chimiques des stériles sont identiques dans toutes les solutions de rechange considérées;
- les quantités à accumuler dans les quatre alternatives de dépôt sont les mêmes;
- l'accumulation par déchargement des camions avec des pentes extérieures moyennes de 1,7H : 1V pour faciliter le contrôle de l'érosion. cette valeur suppose une roche stérile ayant un angle de repos de 45°. Cette valeur devra être validée ultérieurement dans le cadre de l'ingénierie détaillée du projet.

4.4 Identification et description des solutions

Onze (11) solutions de rechange ont été identifiées comme sites potentiels de DRM. La carte 2 les localise. Elles ont été identifiées par des lettres, A, A2, B, B', C, D, E, F, pour les solutions visant les résidus miniers et S1, S2, S3 et S4 pour les haldes à stériles. Ces solutions sont décrites aux tableaux 4.2 et 4.3.



Concasseur

- Concasseur
- Rayon de 10 km centré sur le concasseur
- Zone couverte par une contrainte (voir carte 1)

Solutions

- Solution A (982,1 ha)
- Solution B (520,8 ha)
- Solution B' (417,7 ha)
- Solution C (782,3 ha)
- Solution D (349,0 ha)
- Solution E (590,1 ha)
- Solution A2 (224,2 ha)
- Solution F (1 099,4 ha)
- Solution S1 (171,3 ha)
- Solution S2 (100,8 ha)
- Solution S3 (180,5 ha)
- Solution S4 (156,8 ha)

Chemins d'accès

- Solution A
- Solution B
- Solution C
- Solution D
- Solution E et A2
- Solution F
- Solution S1
- Solution S3
- Solution S4
- Zac Matimek (relocalisé)

Infrastructures minières projetées (Mine Arnaud)

- Infrastructure minière
- Équipement
- Bâtiment ou équipement
- Basin
- Route d'accès au site
- Chemin minier

Infrastructures existantes

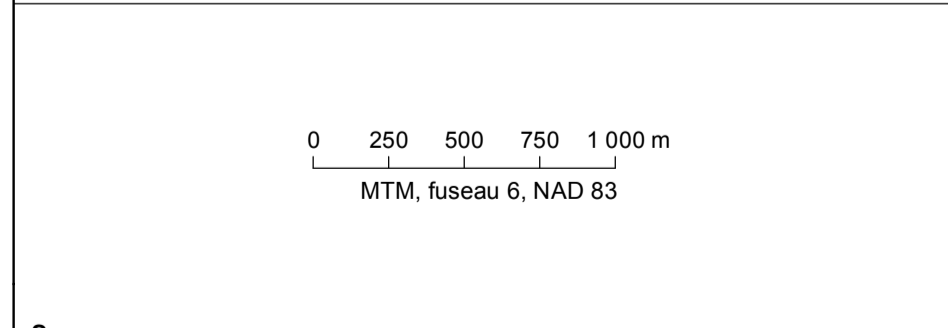
- Route principale
- Route secondaire
- Chemin
- Voie ferrée
- Ligne de transport d'énergie
- Sentier de motoneige

Milieu physique

- Cours d'eau
- Cours d'eau intermittent
- Dépôts fluviaux
- Courbe de niveau maitresse
- Courbe de niveau intermédiaire

Projet minier Arnaud
Rapport sectoriel
Analyse des solutions de recharge

Carte 2
Solutions de recharge possibles



Sources :
 Base : BDTO, 1:20 000, feuilles 22,01-200-0201, 22,02-200-0202, 22,07-200-0102 et 22,08-200-0101, MRNF, 2007
 Infrastructures minières : EIE, N°RNF : 559856-600-661, ROCHE, mars 2012
 Milieux humides : 1:20 000, Canards limités Canada, 2009 et GENIVAR, 2012
 Sentiers de motoneige : FCMD, 2012
 Données de projet : GENIVAR, octobre 2012
 Fichier GENIVAR : 121_17926_RSASR_c2_solutions_possibles_121210.mxd

Dessiné par	LD	Date	2012-12-13
Vérifié par	NC	2012-12-13	
Approuvé par	SL	2012-12-13	

DÉCEMBRE 2012



Tableau 4.2 Identification et description des solutions de rechange potentielles

Solution	Description sommaire	Solution	Description sommaire
A	Arrangement de l'étude de faisabilité - Dépôt de résidus de traitement Sept cellules de résidus au nord-ouest de la fosse, dont 2 prévues pour les résidus magnétiques Deux haldes de dépôts meubles principales au nord-est de la fosse Une butte écran au sud de la fosse Une halde de minerai de basse teneur au nord-est de la fosse, soit à l'est du concentrateur Les composantes sont situées dans quatre bassins versants soit ceux du ruisseau Clet, du la Hall, du ruisseau sans nom et de la baie des Sept-îles Usine de mélange des explosifs au nord-est de la haldes de stériles Accès routier et ferroviaire par l'ouest L'élévation du concentrateur est à 85 m d'altitude Effluent rejeté dans le ruisseau Clet Superficie globale de l'aire d'accumulation de résidus de 9,82 km ² et circonférence de 14,9 km Élévation du terrain naturel secteur de l'aire d'accumulation: 100 m Épaisseur de résidus moyenne de 12 m La hauteur maximale des digues est évaluée à 37 m Volume de digues: 9,85 Mm ³	S2	Arrangement de l'étude de faisabilité - Dépôt de stériles Dans le bassin versant du ruisseau sans nom Élévation du terrain naturel dans le secteur de la halde: 90 m Hauteur de stérile maximale de 100 m L'accès à cette cellule nécessite un chemin de 1,1 km. Superficie globale de l'aire d'accumulation de résidus de 1 km ² et circonférence de 3,96 km
A2	Résidus Magnétiques pour toutes les variantes à l'exception de la solution A (réf étude d'impact) Localisation à proximité du concentrateur et voie ferrée pour valorisation hors site éventuelle 2 cellules dans le bassin versant du ruisseau Clet Élévation du terrain naturel dans le secteur de l'aire d'accumulation: 100 m L'accès à cette cellule nécessite un chemin de plus de 0,8 km. Effluent rejeté dans le ruisseau Clet Superficie globale de l'aire d'accumulation de résidus de 2,24 km ² et circonférence de 5,85 km Élévation du terrain naturel secteur de l'aire d'accumulation: 100 m Épaisseur de résidus moyenne de 10 m La hauteur maximale des digues est évaluée à 37 m Volume de digues: 2,91 Mm ³	S1	Stériles déplacés à l'est de la fosse, au sud du corridor de lignes haute tension Dans le bassin versant de la Baie de Sept-Îles et de la rivière des Rapides Élévation du terrain naturel dans le secteur de la halde: 35 m Hauteur de stérile maximale de 60 m L'accès à cette cellule nécessite un chemin de 2 km. Superficie globale de l'aire d'accumulation de résidus de 1,7 km ² et circonférence de 5,8 km
B	Résidus déplacés vers le nord-nord-est, du côté nord du lac Hall Variante présentée dans l'étude d'impact Une seule cellule de résidus déplacée plus au nord, dans le bassin versant du lac Hall et près du bassin versant du Lac des Rapides Élévation du terrain naturel secteur de l'aire d'accumulation: 325 m Pour cet aménagement, les cellules A2 sont utilisées pour l'accumulation des résidus magnétiques pour lesquels une valorisation est envisagée donc doivent être conservées près de la voie ferrée. L'accès à cette cellule (variante B) nécessite un chemin de plus de 7 km. La hauteur maximale des digues est évaluée à 150 m Effluent rejeté dans le ruisseau Clet Épaisseur de résidus moyenne de 20 m Superficie globale de l'aire d'accumulation de résidus de 5,21 km ² et circonférence de 9,38 km	S3	Stériles déplacés au nord, en rive sud du lac Hall Dans le bassin versant du lac Hall Élévation du terrain naturel dans le secteur de la halde: 110 m Hauteur de stérile maximale de 40 m L'accès à cette cellule nécessite un chemin de 4,3 km. Superficie globale de l'aire d'accumulation de résidus de 1,8 km ² et circonférence de 6,73 km
B'	Résidus déplacés vers le nord-nord-est, du côté nord du lac Hall Modification de la variante B présentée dans l'étude d'impact Trois cellules de résidus déplacées au nord du lac Hall, dans le bassin versant du Lac Hall Élévation du terrain naturel secteur de l'aire d'accumulation: 320 m Pour cet aménagement, les cellules A2 sont utilisées pour l'accumulation des résidus magnétiques pour lesquels une valorisation est envisagée donc doivent être conservées près de la voie ferrée. L'accès à cette cellule (variante B) nécessite un chemin de 11 km. La hauteur maximale des digues est évaluée à 55 m Épaisseur de résidus moyenne de 15 m Superficie globale de l'aire d'accumulation de résidus de 4,18 km ² et circonférence de 18,6 km	S4	Stériles déplacés au nord-est, au nord du corridor de lignes haute tension Dans le bassin versant du ruisseau sans nom et rivière des Rapides L'aménagement est en moyenne à 110 m d'élévation topographique Hauteur de stérile maximale de 85 m L'accès à cette cellule nécessite un chemin de 2,8 km. Superficie globale de l'aire d'accumulation de résidus de 1,56 km ² et circonférence de 6,55 km
C	Résidus déplacés vers le nord, du côté nord du lac Hall Variante de l'étude d'impact Une seule cellule est prévue au nord du lac Hall, dans le bassin versant du lac Hall et celui de la Rivière Sainte-Marguerite Élévation du terrain naturel secteur de l'aire d'accumulation: 360 m La hauteur maximale des digues est évaluée à 95 m L'accès à ce site nécessite une route de plus de 15 km (du côté ouest par variante E) Pour cet aménagement, les cellules A2 sont utilisées pour l'accumulation des résidus magnétiques Épaisseur de résidus moyenne de 15 m Superficie globale de l'aire d'accumulation de résidus de 7,82 km ² et circonférence de 14,9 km		
D	Résidus déplacés vers le nord, du côté nord du lac Hall L'aire d'accumulation est située dans une vallée afin de profiter de la topographie, Cette localisation a pour effet d'empiéter sur des cours d'eau et un lac (lac Dufour) de superficie importante Située dans le bassin versant du lac Hall Trois cellules seraient réalisées séparées par des digues. Une digue aval de 60 m est requise pour permettre l'accumulation des résidus L'accès à ce site nécessite une route de plus de 14 km (du côté est par variante B) Élévation du terrain naturel secteur de l'aire d'accumulation: 220 m Pour cet aménagement, les cellules A2 sont utilisées pour l'accumulation des résidus magnétiques Épaisseur de résidus moyenne de 32 m Superficie globale de l'aire d'accumulation de résidus de 3,49 km ² et circonférence de 14,9 km		
E	Résidus déplacés vers l'ouest, entre la rivière Hall et la rivière Ste-Marguerite Variante considérée sans cours d'eau (intermittant seulement) à l'est et au nord d'une tourbière valorisée Située à l'est de la rivière Hall Cinq cellules de résidus au nord de la route 138, dans le bassin versant de la rivière Hall Élévation du terrain naturel secteur de l'aire d'accumulation: 83 m Pour cet aménagement, les cellules A2 sont utilisées pour l'accumulation des résidus magnétiques L'accès à cette cellule nécessite un chemin de près de 4 km. La hauteur maximale des digues est évaluée à 47 m Épaisseur de résidus moyenne de 29 m Superficie globale de l'aire d'accumulation de résidus de 5,9 km ² et circonférence de 13,7 km Volume de digues: 28,75 Mm ³ Effluent pompé vers l'usine de traitement des eaux prévue à proximité du concentrateur et rejet au ruisseau Clet		
F	Résidus déplacés vers l'ouest, entre la rivière Hall et la rivière Ste-Marguerite Construction sur un milieu humide Nécessite préparation de la fondation au niveau capacité géotechnique Cinq cellules de résidus déplacées à l'est de la route 138 et à l'ouest de la rivière Hall, dans le bassin versant des rivières Hall et Sainte-Marguerite Élévation du terrain naturel secteur de l'aire d'accumulation: 75 m Pour cet aménagement, les cellules A2 sont utilisées pour l'accumulation des résidus magnétiques L'accès à cette cellule nécessite un chemin de plus de 6 km. La hauteur maximale des digues est évaluée à 11 m Effluent rejeté dans un ruisseau tributaire de la rivière Hall Épaisseur de résidus moyenne de 9 m Superficie globale de l'aire d'accumulation de résidus de 10,7 km ² et circonférence de 14,4 km Effluent pompé vers l'usine de traitement des eaux prévue à proximité du concentrateur et rejet au ruisseau Clet		

Tableau 4.3 Solutions de rechange, sommaire des quantités

	Solutions de rechange							
	A	A2	B	B'	C	D	E	F
Superficie (m ²)	9 821 408	2 242 375	5 207 541	4 177 381	7 822 509	3 490 336	5 900 571	10 694 154
Circonférence (m)	14 913	5 858	9380	18 563	14 983	14 896	13 735	14 400
Élévation TN moyen (m)	100	100	325	320	360	220	83	75
Épaisseur de résidus moyenne (m)	12	10	20	15	15	32	29	9
Élévation moyenne des résidus (m)	112	110	345	335	375	252	112	84
Capacité du parc (M/m ³)	125	24	101	61	113	101	104	104
Longueur de chemin d'accès (km)	2,0	0,8	7,8	10,8	15,6	14,8	3,9	6,2
Hauteur de digue maximale (m)	37	37	150	55	95	60	47	11
Nombre de cellule	7	2	1	3	1	3	5	5
Volume de digue (Mm ³)	9,85	2,91					28,75	
Volume de digue (Mt)	26,40	7,79					77,05	
Ratio Capacité / volume de digue	12,69	8,25					3,62	
Distance du plus proche résident	1,40	2,60					0,10	
Indice NG (Mt x km de transport)/km Éloignement du récepteur	37,71	2,40					3 004,95	
Nombre de traversées de cours d'eau	1,00	1,00					3,00	
	S1	S2	S3	S4				
Superficie (m ²)	1 713 313	1 008 441	1 804 675	1 567 754				
Circonférence (m)	5 834	3 964	6 730	6 550				
Élévation TN moyen (m)	35	90	110	110				
Épaisseur de résidus moyenne (m)	40	90	30	55				
Élévation moyenne des résidus (m)	75	180	140	165				
Capacité du parc (M/m ³)	50	50	50	50				
Capacité du parc (Mt)	134	134	134	134				
Longueur de chemin d'accès (km)	2,0	1,1	4,3					
Hauteur de digue maximale (m)	60	100	40	85				
Nombre de cellule	1	1	1	1				
Distance du plus proche résident principale	0,4	2,5	4,5	2,7				
Indice NG (Mt x km de transport)/km Éloignement du récepteur	670,00	58,96	127,75	138,02				
Nombre de traversées de cours d'eau	1,00	1,00	2,00	3,00				

Distance pour les parcs à résidus : à partir du concentrateur. Distances pour les haldes à stériles : à partir de la fosse

Pour toutes les solutions de recharge développées pour les résidus de flottation et magnétique, un mode de transport des résidus par pompage à partir du concentrateur a été considéré. Ces résidus sont acheminés dans une conduite. En contrepartie, la construction des digues ou l'aménagement des haldes à stériles considèrent le transport des stériles par camion.

Le Guide prévoit l'élaboration d'une solution de recharge n'ayant pas pour conséquence l'accumulation de déchets miniers dans un plan d'eau. Compte tenu de la densité importante de cours d'eau dans le secteur de Sept-Îles, il n'a pas été possible d'identifier une superficie suffisante pour accueillir le volume de résidus de flottation, qui ne se superposait pas à cours ou plan d'eau. En ce sens, le meilleur compromis s'est avéré être la solution de recharge E, dont l'empreinte affecte uniquement des cours d'eau intermittents.

Une autre variable est uniforme pour l'ensemble, soit la présence d'un seul effluent. Mine Arnaud s'est engagée à traiter toute l'eau qui serait rejetée dans l'environnement et à n'avoir qu'un seul effluent. Cette stratégie, qui implique le recours à une usine de traitement des eaux, serait appliquée de façon semblable, quelle que soit la solution de recharge. Toute eau de ruissellement ou exfiltration du parc à résidus sera captée par un réseau de fossés périphériques, et repompée à l'intérieur de la cellule active. Cette eau sera ainsi disponible pour recirculation via une barge flottante et acheminée selon le cas, au concentrateur, au bassin d'accumulation ou à l'usine de traitement des eaux, avant d'être rejeté au ruisseau Clet.

5. PRÉSÉLECTION DES SOLUTIONS DE RECHANGE

5.1 Critères de présélection

Certaines des solutions de rechange peuvent ne pas respecter un ou plusieurs critères opérationnels ou économiques qui entraîneraient une disqualification de la solution. Une analyse de présélection a été réalisée pour écarter certaines de ces solutions, sur la base de critères établis pour en valider la viabilité.

Les critères retenus sont les suivants :

- un DRM pour les résidus de traitement doit permettre d'entreposer le total des résidus anticipés. Idéalement, l'accumulation devrait se faire en une seule aire. Toutefois, pour les raisons décrites aux sections 4.2 et 4.3, le fait de multiplier les aires d'accumulation peut être acceptable;
- un DRM offre la possibilité d'une augmentation de sa capacité d'entreposage. Une telle expansion peut être obtenue par agrandissement de la superficie du DRM et/ou par rehaussement;
- un DRM, de par sa configuration et son emplacement, ne présente pas de risque de défaillance qui présenterait un risque inacceptable pour l'environnement, les infrastructures publiques ou les gens;
- dans la même optique, un DRM n'entre pas en conflit majeur avec des enjeux environnementaux ou sociaux du milieu récepteur. Les inventaires et consultations publiques ont identifié de tels enjeux, par exemple sous forme de préoccupations pour la préservation de milieux d'intérêt;
- le DRM présente une contrainte technique majeure ne pouvant être compensée par un avantage économique, environnemental ou social. La construction de digues de grandes hauteurs ou le pompage des résidus sur une grande distance et à une grande surélévation par rapport au concentrateur peuvent constituer de telles contraintes techniques majeures;
- le DRM entraîne des effets économiques néfastes au projet ne pouvant être compensée par un avantage technique, environnemental ou social ou mettant en péril la viabilité du projet.

Un critère a été considéré, mais n'a pas été retenu puisqu'il est uniforme pour toutes les solutions de rechange. En effet, le Guide vise la protection des plans d'eau naturels où vivent des poissons en proposant une méthode d'analyse pour la sélection de sites pour l'entreposage à long terme de résidus miniers. Le Guide

spécifie qu'il devrait y avoir, de façon générale, au moins une solution qui n'a pas de répercussion sur un tel plan d'eau. Une ou des solutions n'affectant pas de tels plans d'eau sont souhaitables, et cette variable peut constituer un critère de présélection. Toutefois, pour les raisons présentées à la section 4.4, aucune solution n'affecte aucun plan d'eau tel que défini à la section 1.

La section suivante résume les critères et présente une analyse de présélection de solutions de rechange.

5.2 Présélection des solutions de rechange

Le tableau 5.1 présente une analyse de présélection des 11 solutions considérées comme possibles, en les confrontant aux critères retenus. Le tableau contient des informations applicables aux résidus de traitement et aux roches stériles, selon le cas.

Tableau 5.1 Présélection des méthodes de disposition

Critère	Justification	Résidus de traitement							Roches stériles				
		A	B	B'	C	D	E et A2	F	S1	S2	S3	S4	
Solution de rechange:		Arrangement de l'étude de faisabilité - au nord-ouest du concentrateur	Résidus déplacés vers le nord-nord-est, du côté nord du lac Hall	Résidus déplacés vers le nord-nord-est, du côté nord du lac Hall	Résidus déplacés vers le nord, du côté nord du lac Hall	Résidus déplacés vers le nord, du côté nord du lac Hall	Résidus de flottation déplacés vers l'ouest, en rive est de la rivière Hall et résidus magnétiques accumulés dans une zone séparée près du concentrateur	Résidus déplacés vers l'ouest, entre la rivière Hall et la rivière Ste-Marguerite		Stériles déplacés à l'est de la fosse, au sud du corridor de lignes haute tension	Arrangement de l'étude de faisabilité - Dépôt de stériles	Stériles déplacés au nord, en rive sud du lac Hall	Stériles déplacés au nord-est, au nord du corridor de lignes haute tension
Le DRM a-t-il une capacité d'entreposage trop faible pour contenir tous les déchets miniers prévus?	Éviter d'affecter plus d'un site pour le dépôt de la totalité des déchets miniers prévus (résidus de flottation ou stériles, selon le cas)	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non <i>Demanderà note au texte pour expliquer qu'une partie des stériles, dans tous les scénarios, sera accumulée à d'autres endroits que la halde</i>	Non <i>Demanderà note au texte pour expliquer qu'une partie des stériles, dans tous les scénarios, sera accumulée à d'autres endroits que la halde</i>	Non <i>Demanderà note au texte pour expliquer qu'une partie des stériles, dans tous les scénarios, sera accumulée à d'autres endroits que la halde</i>	Non <i>Demanderà note au texte pour expliquer qu'une partie des stériles, dans tous les scénarios, sera accumulée à d'autres endroits que la halde</i>
Le DRM empêcherait-il d'augmenter la capacité d'entreposage en cas de besoin additionnel?	Éviter d'affecter plus d'un site pour le dépôt de la totalité des résidus prévus en cas d'expansion du projet	Non	Oui, les digues considérées ont déjà une hauteur pouvant atteindre 150 m	Oui	Non	Non	Non	Non <i>Non, mais beaucoup d'inconnues sur l'épaisseur et les propriétés de la tourbe. La vitesse de remplissage en cas de besoin additionnel pourrait être fortement limitée selon les propriétés de la tourbière</i>	Non	Non	Non	Non	
Le DRM (entreposage à long terme de résidus miniers) a-t-il une répercussion sur un plan d'eau naturel où vivent des poissons?	Le Guide vise la protection des plans d'eau naturels où vivent des poissons, en proposant la méthode d'analyse pour la sélection de sites	Oui, comme toutes les alternatives potentielles identifiées	Oui, comme toutes les alternatives potentielles identifiées	Oui, comme toutes les alternatives potentielles identifiées	Oui, comme toutes les alternatives potentielles identifiées	Oui, comme toutes les alternatives potentielles identifiées	Oui, comme toutes les alternatives potentielles identifiées	Oui, comme toutes les alternatives potentielles identifiées	Oui, comme toutes les alternatives potentielles identifiées	Oui, comme toutes les alternatives potentielles identifiées	Oui, comme toutes les alternatives potentielles identifiées	Oui, comme toutes les alternatives potentielles identifiées	Oui, comme toutes les alternatives potentielles identifiées
Le DRM présente-t-il une ou des contraintes techniques majeures ne pouvant être compensées par un avantage économique, environnemental ou social?	Une solution qui représente des défis techniques ou opérationnels qui rendent incertaine la viabilité technique du projet peut être écartée	Non	Oui. Construction d'une digue de 150 m de hauteur. Besoin de pompes très puissantes et/ou multiplication des postes de relèvement afin d'amener les résidus d'une élévation de 85 m à 345 m, sur une distance de plus de 7 km	Oui. Besoin de pompes très puissantes et/ou multiplication des postes de relèvement afin d'amener les résidus d'une élévation de 85 m à 340 m, sur une distance de plus de 8 km	Oui. Besoin de pompes très puissantes et/ou multiplication des postes de relèvement afin d'amener les résidus d'une élévation de 85 m à 375 m, sur une distance de plus de 15 km	Oui. Besoin de pompes très puissantes et/ou multiplication des postes de relèvement afin d'amener les résidus d'une élévation de 85 m à 260 m, sur une distance de plus de 14 km	Non	Oui. Construction sur une tourbière implique de nombreuses incertitudes et difficultés techniques	Non	Non	Non	Non	
Le DRM entraîne-t-il des effets néfastes sur l'économie du projet?	Une solution qui représente des défis techniques ou opérationnels qui rendent incertaine la viabilité économique du projet peut être écartée	Non	Oui, système de pompage des résidus coûteux à acheter et à exploiter; probablement non faisable sur le plan des technologies existantes pour le pompage de résidus épaissis	Oui, système de pompage des résidus coûteux à acheter et à exploiter; probablement non faisable sur le plan des technologies existantes pour le pompage de résidus épaissis	Oui, système de pompage des résidus coûteux à acheter et à exploiter; probablement non faisable sur le plan des technologies existantes pour le pompage de résidus épaissis	Oui, système de pompage des résidus coûteux à acheter et à exploiter; probablement non faisable sur le plan des technologies existantes pour le pompage de résidus épaissis	Non	Oui, demanderait des travaux majeurs de préparation du terrain des fondations	Non	Non	Non	Non	
Le DRM est-il cause d'un effet néfaste majeur sur l'environnement?	Un site pour DRM qui aurait un impact important sur d'autres composantes du milieu biophysique (autre qu'un habitat du poisson) peut être écarté	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui, destruction d'un milieu humide d'importance	Non	Non	Non	Non	
Le DRM entraîne-t-il un effet néfaste majeur au niveau social?	Un site pour DRM qui est en conflit avec des enjeux environnementaux ou sociaux régionaux peut être écarté. La notion de sécurité ou d'impact reliée à une défaillance d'un DRM peut être un motif pour ne pas le retenir comme solution de rechange pour une analyse comparative détaillée	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui, les résidents du secteur ont exprimé à de multiples reprises leur désir de ne pas voir les opérations minière à partir de leur résidence, et ce DRM serait à proximité immédiate du parc Aylmer-Whitton	Non	Non	Non	
LA SOLUTION DOIT-ELLE ÊTRE EXCLUE ?		Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non	

6. CARACTÉRISATION DES SOLUTIONS DE RECHANGE

6.1 Sélection des sous-comptes et des indicateurs d'analyse détaillée

L'analyse multicritère est divisée en quatre comptes principaux, divisés en une série de sous-comptes (aussi appelés comptes auxiliaires):

- compte Environnement (identification des sous-comptes par ENV suivie d'un numéro);
- compte Technique (identification TECH suivie d'un numéro);
- compte Économique (identification ÉCO suivie d'un numéro);
- compte Socioéconomique (identification SÉ suivie d'un numéro).

Les principaux éléments considérés pour caractériser et établir une liste de sous-compte sont :

- diverses contraintes qui définissent les espaces disponibles, en particulier :
 - les plans d'eau et les cours d'eau (habitats du poisson);
 - la nature des sols et diverses caractéristiques du milieu biophysique;
 - les infrastructures publiques et privées : routes, voie ferrée, lignes électriques;
 - les milieux bâtis et agricoles;
 - les zones de villégiature;
 - la flore et les milieux humides;
- les superficies des DRM;
- le déboisement requis;
- la longueur des accès et le volume de digue à construire; ce volume est fonction de la hauteur et du périmètre des arrangements étudiés pour différents sites. Pour les accès, des particularités comme les traverses de cours d'eau et/ou d'infrastructures publiques, ont notamment été considérées;
- les distances de pompage des résidus et de l'eau recirculée;
- les coûts.

Plusieurs sous-comptes ont été considérés, mais n'ont pas été retenus puisqu'ils ne permettraient pas de distinguer une solution de rechange d'une autre lors de son évaluation. Il s'agit de :

- le climat qui est assez uniforme sur l'ensemble du territoire;
- la possibilité de restaurer progressivement les aires d'accumulation, puisque toutes les solutions présélectionnées ont une approche et un calendrier de restauration similaire;
- la provenance des matériaux de construction puisque la majorité de ces matériaux proviennent des travaux de pré-production et d'exploitation. Tout matériel granulaire requis pour la construction, par exemple, de chemins ou de couches drainantes, sera produit sur place par concassage de roches stériles. Une fraction de sable peut être obtenue par tamisage de matériel des dépôts meubles recouvrant le gisement. Une fois la production de résidus de flottation débutée, une fraction grossière de la granulométrie d'un sable peut aussi être obtenue par spigotting, et être utilisée, au besoin comme matériel présentant les propriétés d'un sable;
- le fait de toucher un seul ou plusieurs bassins versants puisque dans tous les cas, de nombreux bassins versants de faible superficie sont affectés;
- la complexité des ouvrages de dérivation puisque la topographie en périphérie des emplacements étudiés est similaire d'une solution à l'autre;
- la valeur écoforestière des peuplements à déboiser qui est similaire pour toutes les solutions présélectionnées;
- la tenure des terres puisque toutes les solutions sont situées sur des terres publiques. Le seul cas de tenure, documenté dans l'analyse, est l'existence d'un titre de terrain industriel appartenant à Cliffs Natural Resources (mines Wabush au moment de la désignation), pour un système de réservoir et prise d'eau industrielle, dans la rivière Hall, du côté ouest de la zone d'analyse. Ce terrain est l'objet d'une interdiction d'exploration minérale. Deux solutions de rechange de DRM pour résidus de flottation, identifiées comme E et F, empiètent légèrement sur cette zone, et pourraient demander des négociations pour confirmer la possibilité effective d'y accumuler des résidus.

De plus, les phases de construction, préproduction et de fermeture des solutions présélectionnées ne présentent pas de différences significatives. La caractérisation des solutions a donc été limitée à un seul examen global qui intègre dans une même analyse les paramètres liés aux diverses phases du projet minier.

Le tableau 6.1 présente les sous-comptes retenus pour la caractérisation et l'évaluation comparative des DRM. Chaque sous-compte est accompagné, pour fins d'analyse, d'un ou de plusieurs indicateurs qui sont mesurables ou quantifiables sous forme d'un critère permettant une évaluation. Les sous-comptes et les indicateurs retenus sont listés au tableau 6.1, et décrits plus en détail à la section 7. Les principales caractéristiques environnementales des diverses solutions de rechange sont présentées à la carte 3 tandis que plusieurs caractéristiques socioéconomiques sont illustrées à la carte 4.

6.2 Évaluation de la pondération des indicateurs

Un facteur de pondération a été attribué à chaque indicateur afin de prendre en considération l'importance des indicateurs les uns par rapport aux autres. Les facteurs de pondération ont des valeurs de 1 à 5 et un facteur de pondération de 2 indique que l'indicateur a une importance deux fois plus élevée que celui ayant un facteur de pondération de 1.

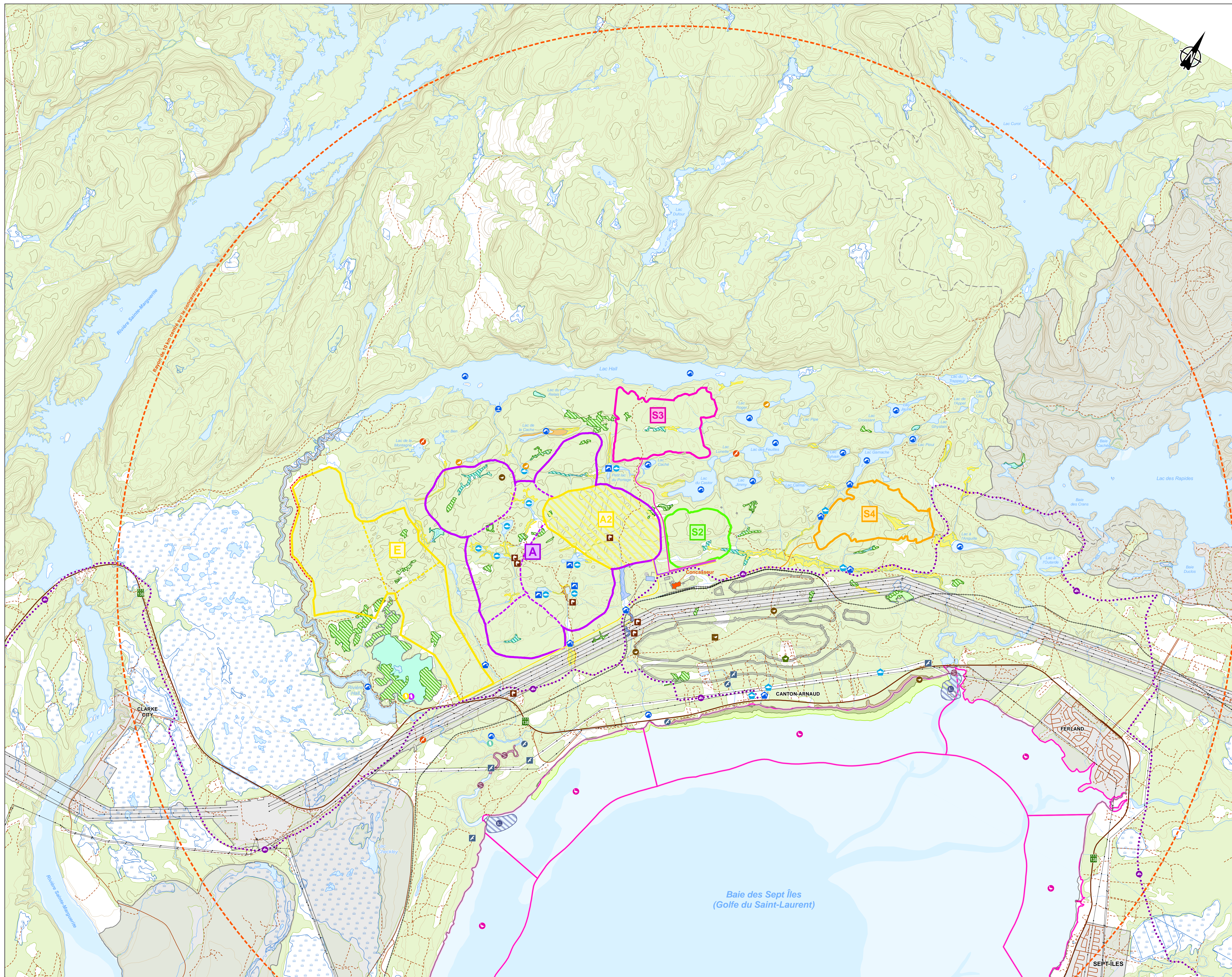
L'estimation des pondérations relatives a été établie par une équipe multidisciplinaire familière avec les divers aspects analysés. Elle comporte un total de 42 indicateurs, dont

- 14 dans le compte Environnement, pour un total de 48 points sur 128 (37,5 %);
- 7 dans le compte Socioéconomique (20 points – 15,6 %);
- 7 dans le compte Technique (14 points – 10,9 %); et
- 14 dans le compte Économique (46 points – 35,9 %).

Le facteur de pondération de chaque indicateur est présenté au tableau 6.1

Tableau 6.1 Sélection et pondération des indicateurs de l'analyse détaillée

ID	Sous-compte	Indicateur	Poids	% Compte	% Analyse
Compte: Environnement					
ENV 1	Importance d'habitat du poisson affecté par le DRM				
ENV 1.1	Superficie d'habitat estimée (dépôts de résidus de traitement et de stériles)		5	10,4%	3,9%
ENV 2	Effets potentiels sur le milieu aquatique				
ENV 2.1	Nombre de bassins ou sous-bassins versants recevant des installations		5	10,4%	3,9%
ENV 2.2	Proportion du BV affectée par l'implantation		4	8,3%	3,1%
ENV 2.3	Longueur des cours d'eau en aval (i.e. la partie qui serait potentiellement impactée)		3	6,3%	2,3%
ENV 3	Milieux humides				
ENV 3.1	Superficie des milieux humides touchés		4	8,3%	3,1%
ENV 3.3	Présence d'un milieu humide en aval du DRM		2	4,2%	1,6%
ENV 4	Vie et habitat faunique				
ENV 4.1	Superficie terrestre de la variante		3	6,3%	2,3%
ENV 4.2	Longueur de cours et plans d'eau dans l'empreinte de la variante		3	6,3%	2,3%
ENV 4.3	Présence d'espèces à statut particulier		5	10,4%	3,9%
ENV 5	Plantes à statut particuliers				
ENV 5.1	Nombre de colonies perturbées ou détruites		5	10,4%	3,9%
ENV 6	Risques environnementaux				
ENV 6.1	Distance de pompage des résidus (km) ou de transport des stériles dans le cas de mise en haldes. <i>IMPORTANT: Si des cours d'eau sont traversés, le scénario perd 1 point dans sa pondération</i>		2	4,2%	1,6%
ENV 6.2	Distance minimale entre une digue de retenue de résidus et une aire protégée, soit une aire de concentration d'oiseaux aquatiques (ACOA)		3	6,3%	2,3%
ENV 7	Déboisement requis				
ENV 7.1	Superficie de peuplement arborescent à déboiser		2	4,2%	1,6%
ENV 8	Qualité de l'air et ambiance sonore (nuisance par le bruit et les poussières)				
ENV 8.1	Nuisance pour le milieu biophysique - transport de roches par camions (construction des digues du parc à résidus ou la mise en halde des stériles) Indice : (tonnage x distance [km]) pour le déplacement de la roche		2	4,2%	1,6%
Pondération du compte Environnement			48	100,0%	37,5%
Compte: Technique					
TECH 1	Nature et complexité des digues et des haldes				
TECH 1.1	Longueur des digues		2	10,0%	1,6%
TECH 1.2	Ratio capacité cellules : volume digues		1	5,0%	0,8%
TECH 1.3	Capacité d'augmentation de la capacité d'accumulation de résidus (années d'opération additionnelle obtenues par chaque rehaussement de 1 m de la hauteur)		2	10,0%	1,6%
TECH 1.4	Capacité d'augmentation de la capacité d'accumulation de stériles en rehaussant la halde (meilleur cas) ou en augmentant la superficie sur un terrain disponible à proximité (cas moins désirable)		2	10,0%	1,6%
TECH 2	Opération et gestion de l'eau				
TECH 2.1	Distance de l'usine (DRM de résidus et stériles)		5	25,0%	3,9%
TECH 2.2	Superficie des DRM		5	25,0%	3,9%
TECH 3	Conditions géotechniques (nature des sols)				
TECH 3.1	Nature des sols		3	15,0%	2,3%
Pondération du compte Technique			20	100,0%	15,6%
Compte: Économique					
ÉCO 1	CAPEX (coûts en immobilisation)				
ÉCO 1.1	Écart de coûts d'investissement (M\$) - DRM pour résidus		2	14,3%	1,6%
ÉCO 1.2	Écart de coûts d'investissement (M\$) - DRM pour stériles		2	14,3%	1,6%
ÉCO 2	OPEX (coûts d'opération)				
ÉCO 2.1	Écart de coût d'opération, sur la durée de vie du projet - 23 ans d'opération plus la période de construction, par rapport aux solutions A ou S2 (cas de base de l'étude de faisabilité)		4	28,6%	3,1%
ÉCO 3	Coûts de restauration				
ÉCO 3.1	Coût de restauration		2	14,3%	1,6%
ÉCO 4	Plan de compensation de l'habitat du poisson				
ÉCO 4.1	Superficie d'habitat à compenser		1	7,1%	0,8%
ÉCO 5	Plan de compensation de milieux humides				
ÉCO 5.1	Superficie		1	7,1%	0,8%
ÉCO 6	Incertitudes financières				
ÉCO 6.1	Degré d'incertitude lors de la caractérisation des sites en phase de faisabilité		2	14,3%	1,6%
Pondération du compte Économique			14	100,0%	10,9%
Compte: Socioéconomique					
SÉ 1	Intégrité du paysage				
	Distance d'un récepteur sensible (route 138, camping du lac Hall)		3	6,5%	2,3%
SÉ 2	Utilisation du territoire				
SÉ 2.1	Utilisation commerciale et industrielle		2	4,3%	1,6%
SÉ 2.2	Nombre d'unités impactées (chalets, abris sommaires, camping)		2	4,3%	1,6%
SÉ 2.3	Récrétotourisme: Sentiers de quad et motoneige - Longueur de sentiers touchés		2	4,3%	1,6%
SÉ 3	Impact sur la prise d'eau de la ville				
	Distance entre le DRM et le lac des Rapides		5	10,9%	3,9%
SÉ 4	Nuisances par les poussières				
SÉ 4.1	Indice de nuisance par les poussières associée à la construction du DRM comme tel (digues de résidus) Indicateur: "(Mt x km de transport)/km Éloignement du récepteur"		4	8,7%	3,1%
SÉ 4.2	Indice de nuisance par les poussières pour inclure l'impact additionnel associé à la mise en halde des stériles, dont l'emplacement est différent entre les différentes solutions Indicateur: "(Mt x km de transport)/km Éloignement du récepteur"		4	8,7%	3,1%
SÉ 5	Nuisances par le bruit				
SÉ 5.1	Indice de nuisance par le bruit associé à la construction du DRM comme tel (digues de résidus) Indicateur: "(Mt x km de transport)/km Éloignement du récepteur"		4	8,7%	3,1%
SÉ 7.2	Indice de nuisance par le bruit pour inclure l'impact additionnel associé à la mise en halde des stériles, dont l'emplacement est significativement différent entre les différentes solutions Indicateur: "(Mt x km de transport)/km Éloignement du récepteur"		4	8,7%	3,1%
SÉ 6	Risques - Sécurité - ruptures de digues de retenue				
SÉ 6.1	Nombre et proximité de résidences qui pourraient être impactées par un bris de digues. Le nombre de maison est estimé pour un corridor de 500 m de large à l'aval d'une digue. La largeur du corridor est inspirée de la simulation du scénario de rupture réalisée dans l'étude d'impact		5	10,9%	3,9%
SÉ 6.2	Sécurité - Présence ou non de route qui serait impactée par un bris de digue		5	10,9%	3,9%
SÉ 7	Acceptabilité sociale				
SÉ 7.1	Proximité d'une composante valorisée du milieu - Pour les DRM résidus, proximité de la rivière Hall ou du lac Hall		1	2,2%	0,8%
SÉ 7.2	Proximité d'une composante valorisée du milieu - Pour les DRM de stériles, proximité du lac des Rapides		2	4,3%	1,6%
SÉ 7.3	Proximité d'une composante valorisée du milieu - Pour les résidences, proximité de la plus proche résidence par rapport aux deux solutions de parc à résidus		3	6,5%	2,3%
Pondération du compte Économique			46	100,0%	35,9%
Pondération totale			128		100%



Concasseur

- Rayon de 10 km centré sur le concasseur
- Zone couverte par une contrainte (voir carte 1)

Solutions

- Solution A (862,1 ha)
- Solution E (590,1 ha)
- Solution A2 (224,2 ha)
- Solution S2 (100,9 ha)
- Solution S3 (180,5 ha)
- Solution S4 (156,8 ha)

Chemins d'accès

- Solution A
- Solution E et A2
- Solution S3
- Solution S4
- Zec Matimek (relocalisé)

Faune aquatique

- Ombre de fontaine (GENIVAR, 2012)
- Ombre de fontaine (ROCHE, 2010-2012)
- Ombre de fontaine (MRNF et Zec Matimek, 2011-2012)
- Frayère - Ombre de fontaine (Genivar, 2012)
- Épinoche à neuf épines (GENIVAR, 2012)
- Épinoche à neuf épines (ROCHE, 2010-2012)
- Éperlan arc-en-ciel (Caldron et Brassard, 1995 et ROCHE, 2012)
- Frayère - Éperlan arc-en-ciel (Caldron et Brassard, 1995)
- Zone de pêche blanche (Caldron et Brassard, 1995 et ROCHE, 2012)

Faune aviaire

- Babouard pêcheur (GENIVAR, 2012)
- Nid - Babouard pêcheur (GENIVAR, 2012)
- Boite à queue rouge (GENIVAR, 2012)
- Crécerelle d'Amérique (GENIVAR, 2012)
- Engoulevent d'Amérique (GENIVAR, 2012)
- Nid - Engoulevent d'Amérique (GENIVAR, 2011)
- Faucon émerillon (GENIVAR, 2012)
- Faucon pèlerin (GENIVAR, 2012)
- Moucheron à têtes olive (ROCHE, 2011)
- Grand-duc d'Amérique (GENIVAR, 2012)

Autres

- Aire de concentration des oiseaux aquatiques
- Barrage de castor

Végétation

- Peuplement arborescent

Milieux humides (GENIVAR, 2012)

- Étang de castor
- Herbier aquatique
- Marécage arbustif
- Marécage arbustif bas marais
- Marécage arbustif littoral
- Marécage arbustif haut marais
- Tourbière boisée minitrotrophe
- Tourbière boisée ombrotrophe
- Tourbière ouverte minitrotrophe
- Tourbière ouverte ombrotrophe

Infrastructures minières projetées (Mine Arnaud)

- Infrastructure minière
- Équipement
- Bâtiment ou équipement
- Bassin
- Route d'accès au site
- Chemin minier

Infrastructures existantes

- Route principale
- Route secondaire
- Chemin
- Vie fermée
- Ligne de transport d'énergie
- Sentier de motoneige

Milieu physique

- Cours d'eau
- Cours d'eau intermittent
- Dépôts fluviaux
- Milieu humide (BDTQ)
- Courbe de niveau maitresse
- Courbe de niveau intermédiaire

Projet minier Arnaud
Rapport sectoriel
Analyse des solutions de rechange

Carte 3
Solutions de rechange présélectionnées
et caractéristiques biologiques

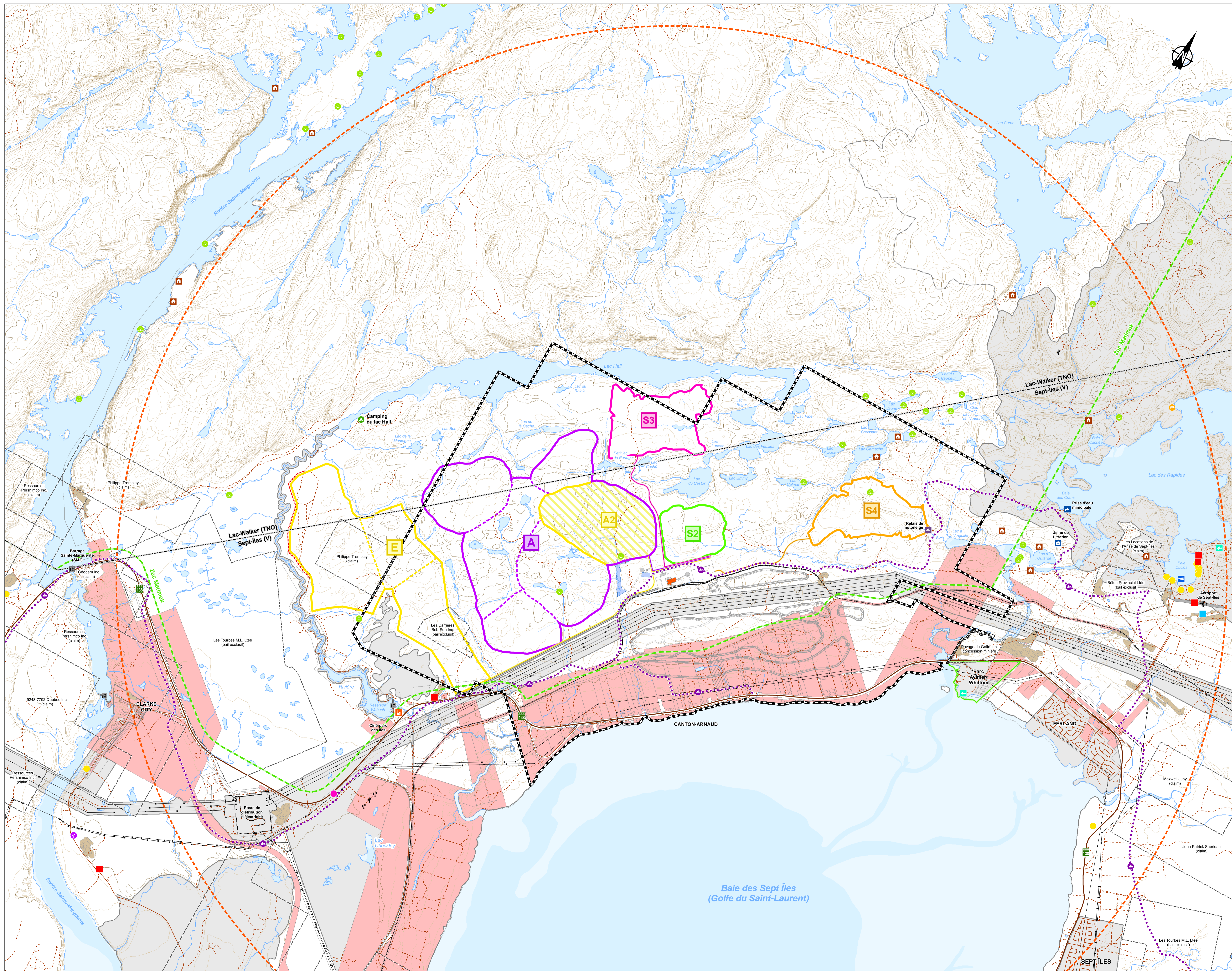
0 250 500 750 1000 m
MTM, fuseau 6, NAD 83

Sources :
Base : BDTQ, 1:20 000, feuillets 22J01-200-0201, 22J02-200-0202, 22J07-200-0102 et 22J08-200-0101, MRNF, 2007
Faune aquatique : GENIVAR, 2012 et ROCHE, 2010-2012
Faune aviaire : GENIVAR, 2012 et ROCHE, 2011
Habitats fauniques : MRNF, 2011
Infrastructures minières : EIE, NAD 83 : 059858-600-661, ROCHE, mars 2012
Milieux humides : 1:20 000, Canards illustrés Canada, 2009 et GENIVAR, 2012
Sentiers de motoneige : FCMQ, 2012
Données de projet : GENIVAR, décembre 2012
Fichier GENIVAR : 121_17926_RSASR_c3_sfr_carac_bio_121205.mxd

Dessiné par	LD	Date
		2012-12-13
Vérifié par	NC	2012-12-13
Approuvé par	SL	2012-12-13

DÉCEMBRE 2012

GENIVAR



- Concasseur
- Rayon de 10 km centré sur le concasseur
- Zone couverte par une contrainte (voir carte 1)
- Solutions**
- Solution A (862,1 ha)
- Solution E (590,1 ha)
- Solution A2 (224,2 ha)
- Solution S2 (100,8 ha)
- Solution S3 (180,5 ha)
- Solution S4 (156,8 ha)
- Chemins d'accès**
- Solution A
- Solution E et A2
- Solution S3
- Solution S4
- Zac Matimek (vicariat)
- Cadastre**
- Lot
- Tenure privée
- Titres miniers**
- Titre appartenant à Mine Arnaud (dam)
- Autre titre minier
- P. Tremblay**
- Propriétaire du titre (dam)
- Nature du titre minier
- Baux de villégiature**
- Fins commerciales
- Fins communales de colonie de vacances
- Fins d'abri sommaire en forêt (plancher de 20 mètres carrés)
- Fins d'activités pour un usage communautaire sans but lucratif
- Fins d'activités récréatives, sportives ou éducatives pour un usage communautaire sans but lucratif
- Fins d'intérêt public
- Fins d'intérêts privés
- Fins d'une tour de télécommunication
- Fins de panneau-réclame
- Fins de villégiature
- Fins industrielles
- Infrastructures minières propres (Mine Arnaud)**
- Infrastructure minière
- Équipement
- Bâtiment ou équipement
- Bassin
- Routes d'accès au site
- Chemin minier
- Infrastructures existantes**
- Route principale
- Route secondaire
- Chemin
- Voie forestière
- Ligne de transport d'énergie
- Sentier de motoneige
- Aéroport
- Hydrobase
- Tour de télécommunication
- Camping
- Prise d'eau municipale
- Usine de filtration
- Barrage
- Carrière
- Banc d'emport
- Milieu physique**
- Cours d'eau
- Cours d'eau intermittent
- Dépôts fluviaux
- Courbe de niveau mâtresse
- Courbe de niveau intermédiaire
- Limites**
- Municipalité de Sept-Îles
- Zac Matimek
- Parc Aymer-Whitton

Projet minier Arnaud
Rapport sectoriel
Analyse des solutions de rechange

Carte 4
Solutions de rechange présélectionnées
et caractéristiques socioéconomiques

0 250 500 750 1000 m
MTM, fuseau 6, NAD 83

Sources :
Base : BDTO, 1:20 000, feuilles 22J01-200-0201, 22J02-200-0202, 22J07-200-0102 et 22J08-200-0101, MRNF, 2007
Baux de villégiature : SIGT, MRNF (DGGTP), septembre 2010
Infrastructures minières : EIE, NVRNF, 059858-600-661, ROCHE, mars 2012
Sentiers de motoneige : FCMO, 2012
Titres miniers : GESTM, MRN, 10 décembre 2012
Données de projet : GENIVAR, octobre 2012
Fichier GENIVAR : 121_17926_RSASR_r4_sh_carac_socioeco_121205.mxd

Dessiné par	LD	Date	2012-12-13
Vérifié par	NC	2012-12-13	
Approuvé par	SL	2012-12-13	

GENIVAR

DÉCEMBRE 2012

7 REGISTRE DES COMPTES MULTIPLES (CRITÈRES D'ÉVALUATION)

7.1 Registre des comptes

L'analyse détaillée des solutions retenues repose sur une pondération des comptes et sous-comptes; cette pondération associée aux évaluations des sous-comptes est indiquée au tableau 6.1. La pondération de chaque sous-compte permettra, à l'aide d'une échelle d'évaluation propre à chaque sous-compte, d'effectuer un calcul d'un pointage de mérite de chaque indicateur d'un compte, pour supporter ensuite le calcul de la valeur (pointage) de chacun des comptes.

L'échelle d'évaluation, définie au tableau 7.1 pour chaque sous-compte, est basée sur une échelle de 1 (pire scénario) à 6 (meilleur scénario). Le tableau présente la liste des sous-comptes et l'échelle d'évaluation associée à chacun de leurs indicateurs.

Dans quelques cas, la nature de l'information disponible ne permet pas le développement d'une échelle d'évaluation complète de 1 à 6. Des exemples sont :

- le nombre de colonies de plantes à statut particulier (sous-compte ENV 5.1), où une seule colonie connue pourrait être affectée par la solution A;
- la capacité d'augmenter la capacité d'accumulation des différentes solutions (sous-compte TECH 1.4), pour laquelle les données d'ingénierie disponibles sont insuffisantes pour l'établissement d'une échelle numérique;
- le degré d'incertitude lors de la caractérisation des sites en phase de faisabilité; les risques et incertitudes sur le plan des coûts sont importants. De tels risques peuvent être associés à des incertitudes sur la nature des sols de fondations (capacité portante) et la complexité des digues, ou sur le contexte hydrogéologique dans le secteur de la solution considérée. Les solutions de recharge analysées ne comportent pas toutes le même degré de définition des conditions initiales du milieu et des sols, et l'échelle d'évaluation de ce critère ne peut être que subjective. Il en est de même pour le critère des incertitudes financières (sous-compte ÉCO 6.1), qui ne peut être l'objet d'une échelle basée sur des valeurs numériques;
- la tenure des terres, sous forme de leur utilisation commerciale et industrielle (sous-compte SÉ 2.1); il n'y a qu'une seule situation identifiée dans toute la zone d'analyse (interdiction d'exploration minérale et titres miniers touchés par une seule des solutions de recharge), de sorte qu'une échelle d'évaluation à six paliers ne peut être élaborée. Toutes les solutions analysées sont situées sur des terres publiques, aucune propriété privée n'étant touchée;
- le nombre d'unités impactées (chalets, abris sommaires, camping) pour des activités de chasse, pêche, et villégiature (sous-compte SÉ 2.2); le nombre maximal d'unités identifiées pour l'ensemble des solutions étudiées est de deux, ce qui empêche également l'élaboration d'une échelle à six paliers.

Dans les cas où une échelle complète est possible, les valeurs maximales d'un indicateur dans l'ensemble des solutions, par exemple en superficie ou distance, ont servi à définir les limites de ces échelles d'évaluation. Dans certains cas, comme l'estimation de la valeur écologique de milieux humides (sous-compte ENV 3.1), un jugement subjectif n'a pu être porté sur la base des informations disponibles suite aux inventaires de terrain et autres sources documentaires. La superficie des milieux affectés a été retenue comme indicateur.

Dans quelques cas, la valeur d'un indicateur dépend de plus d'une variable. Celles-ci interagissent pour définir l'impact d'une solution. Des exemples sont la génération de poussières ou de bruit associée au transport par camions des roches stériles pour la construction des digues ou la mise en halde du DRM sous considération. L'impact est fonction à la fois de la quantité transportée et de la distance de transport. En l'absence de modélisations pour chacun des cas, un transport de 1 000 t sur 1 km a été jugé équivalent au transport de 500 t sur 2 km, ou 250 t sur 4 km. Un indice sous forme de produit ($t \times km$) a donc été retenu pour l'évaluation des solutions.

Un indice composé a aussi été utilisé pour préparer une échelle de six paliers pour l'évaluation des nuisances et dangers pour la santé publique associés à la génération de poussières et de bruit (sous-comptes SÉ 4 et SÉ 5). L'intensité de l'impact est fonction de trois paramètres, soit le tonnage transporté et la distance de transport (le produit [$t \times km$] ci-dessus), mais aussi de la distance entre la source de la nuisance et un récepteur (personnes). En l'absence de modélisations, l'indicateur retenu a été le produit ($t \times km$) divisé par la distance du plus proche récepteur, pour tenir compte de l'atténuation de la nuisance avec l'éloignement. Sans que cet indicateur ait la valeur d'une modélisation, il permet la construction d'une échelle d'évaluation à six paliers qui supporte une comparaison satisfaisante des solutions analysées.

Pour les critères économiques, les éléments de coûts d'investissement (Capex) et d'opération (Opex) ont été évalués en collaboration avec Mine Arnaud. Les coûts des solutions de rechange A (résidus de traitement) ou S2 (arrangement de faisabilité pour la mise en halde des stériles) ont servi à établir une comparaison des autres solutions, en estimant un différentiel de coûts (surplus ou diminution, le cas échéant). Ce différentiel constitue la valeur retenue pour la définition de l'échelle d'évaluation.

Le tableau 7.1 présente une justification des indicateurs pour en expliquer la raison et la portée et les échelles de valeurs utilisées dans l'analyse quantitative basée sur ces valeurs de pondération.

Tableau 7.1 Sélection et justification des indicateurs de l'analyse détaillée

Compte	ID	Sous-compte	Indicateur	Justification	Évaluation							
					Meilleur 6	5	4	3	2	Pire 1		
Compte: Environnement												
Environnement	ENV 1	Importance d'habitat du poisson affecté par le DRM		Une plus grande superficie d'un DRM qui repose sur un habitat du poisson entraîne une plus grande perte d'habitat aquatique et peut aussi affecter davantage d'habitat terrestre en lien avec cet habitat du poisson. La quantification de l'habitat du poisson peut aussi être sous forme de distance linéaire de cours d'eau. L'utilisation de grands plans d'eau, ou leur proximité d'un DRM, a généralement plus d'impact (plus de poissons, plus d'espèces) que l'utilisation de plans d'eau plus petits (valeur relative de la vie aquatique). Les variantes avec un potentiel d'affecter de grands plans d'eau ou d'affecter la qualité de l'eau en cas de déversement ou infiltration sont moins désirables car l'effet sur la vie aquatique sera plus prononcé. La superficie d'habitat totale est considérée pour chaque variante. La rivière et le lac Hall, ainsi que la rivière et le lac Gamache, sont jugés cours d'eau et lacs importants.								
		ENV 1.1	Superficie d'habitat estimée (dépôts de résidus de traitement et de stériles)			0 à 4 ha	4,01 à 8 ha	8,01 à 12 ha	12,01 à 16 ha	16,01 à 20 ha	> 20 ha	
		ENV 2	Effets potentiels sur le milieu aquatique		Les variantes qui demandent de transférer les résidus sur plus d'un bassin versant font en sorte que des contaminants peuvent être dispersés sur un plus vaste territoire. À l'intérieur d'un même bassin versant, l'importance du sous-bassin affecté par un DRM peut varier selon les alternatives considérées.							
			ENV 2.1	Nombre de bassins ou sous-bassins versants recevant des installations		Une solution affectant un seul sous-bassin est préférable et obtient une meilleure évaluation, en limitant les impacts potentiels à un seul sous-réseau hydrographique. Aménager les installations dans un seul bassin ou sous-bassin versant permet de limiter les impacts potentiels à un seul réseau hydrographique.	1 sous-bassin	2 sous-bassins	3 sous-bassins	4 sous-bassins	5 sous-bassins	6 sous-bassins et plus
			ENV 2.2	Proportion du BV affectée par l'implantation		Une plus petite proportion du bassin empiété signifie moins de modifications hydrologiques dans les sous-bassins affectés, ce qui est préférable.	<10% d'empiètement	10-20%	20-30%	30-40%	40-50%	>50%
			ENV 2.3	Longueur des cours d'eau en aval (i.e. la partie qui serait potentiellement impactée). Les longueurs de cours d'eau, permanents ou intermittents, ont été évaluées sur la base de la cartographie de la BDTQ 1 : 20 000.		La longueur de cours d'eau en aval des ouvrages indique l'importance des effets potentiels sur le milieu aquatique et riverain. Une plus courte distance est avantageuse. Étant donné la topographie du secteur, des cours d'eau en aval de chacun des DRM sont présents dans toutes les directions en périphérie des divers DRM considérés.	0-10 km	10-20 km	20-30 km	30-40 km	40-50 km	>50 km
		ENV 3	Milieus humides		Une plus grande superficie d'un DRM qui repose sur un milieu humide entraîne une plus grande perte d'habitat. Un DRM qui perturbe ou détruit une tourbière de valeur écologique très élevée a un impact plus important que si le milieu humide touché a une valeur écologique faible. La présence d'un parc à résidus près d'une tourbière de grande taille est une variable importante à cause du risque de déversement si la digue se brise. Dans le cas d'un DRM de stériles, les impacts principaux seraient associés à la génération de poussières.							
			ENV 3.1	Superficie des milieux humides touchés		Les milieux humides sont de plus en plus considérés avec attention dans les projets d'exploitation forestière et minière, en particulier à cause de leur importance, qui est aussi de plus en plus reconnue pour la flore et la faune. Une colonie de plantes est présente dans le lac PE-7 sous A. Une tourbière boisée ombrotrophe est potentiellement présente en quelques endroits sous A, ainsi que sous une partie du site E et la partie NW de S3. Un maérçage arbustif pourrait être présent sous le site analysé S4. En l'absence de données exhaustives sur chacun de ces sites, la superficie du milieu humide touché est l'indicateur retenu	0 à 2,5 ha	2,51 à 5 ha	5,01 à 7,5 ha	7,51 à 10 ha	10,01 à 12,5 ha	12,5 ha et plus
			ENV 3.2	Présence d'un milieu humide en aval du DRM		Un milieu humide situé en aval d'un DRM subit une modification de son régime hydrique, soit une diminution de son apport d'eau, lequel est essentiel à la préservation de sa nature et de son activité. L'indicateur retenu est une estimation qualitative de la valeur écologique du milieu humide en aval	Aucune valeur écologique	Valeur écologique faible	Valeur écologique faible et moyenne	Valeur écologique moyenne	Valeur écologique moyenne et élevée	Valeur écologique élevée
		ENV 4	Vie et habitat faunique		Un habitat faunique est un milieu dans lequel une espèce animale donnée trouve, en quantité suffisante, les éléments biologiques et physiques nécessaires à sa survie (abris et alimentation) et à sa reproduction. L'habitat terrestre abrite les oiseaux, mammifères, batraciens. La rive et le littoral de plans d'eau et cours d'eau dans l'habitat sont souvent utilisés par plusieurs espèces animales et végétales, ce qui en fait des milieux essentiels pour le maintien de la biodiversité. La superficie et la présence d'espèces à statut particulier sont à considérer.							
			ENV 4.1	Superficie terrestre de la variante			0 à 1000 ha	1000 à 2000 ha	2000 à 4000 ha	7000 à 9000 ha	9000 à 10 000 ha	10 000 ha et plus
			ENV 4.2	Longueur de cours et plans d'eau dans l'empreinte de la variante (km)			0 à 1 km	1 à 2 km	2 à 3 km	3 à 4 km	4 à 5 km	5 à 6 km
			ENV 4.3	Présence d'espèces à statut particulier		Des espèces fauniques à statut particulier peuvent être présentes dans l'aire qui serait occupé par un DRM. Cette situation est moins désirable que l'absence d'impact sur la vie faunique	Aucune espèce faunique		Inconnu	1 espèce	2 espèces	3 espèces
		ENV 5	Plantes à statut particuliers		Un DRM de grande superficie risque davantage de perturber des plantes à statut particulier. Un DRM ayant un empiètement confirmé dans une colonie de plantes à statut particulier sera jugé comme le pire scénario.							
			ENV 5.1	Nombre de colonies perturbées ou détruites			Aucune colonie	-	-	Manque d'information	Présence de colonies en périphérie du DRM	Empiètement dans une colonie confirmé
		ENV 6	Risques environnementaux		Une plus grande distance de l'usine, en plus de poser des désavantages techniques et opérationnels, se traduit par des risques accrus de gel ou de déversement par bris de pipeline dans le cas d'un dépôt de résidus; l'importance du risque est accentuée à proximité de milieu bâti ou d'infrastructures publiques, ou lorsque le pipeline traverse un ou des cours d'eau. Des digues de retenue de résidus de plus grande hauteur présentent un risque accru de bris. Dans le cas du halage de stériles, pour la construction de digues ou l'accumulation en halde, au-delà de la génération de poussières et de la génération de GES, une plus grande distance de transport augmente le risque d'accidents; ce risque est accentué dans les cas où le transport peut interférer avec des infrastructures publiques.							
			ENV 6.1	Distance de pompage des résidus (km) ou de transport des stériles dans le cas de mise en halde IMPORTANT: Si des cours d'eau sont traversés, le scénario perd 1 point dans sa pondération			0-1 km	1 à 2 km	2 à 3 km	3 à 4 km	4 à 5 km	5 à 6 km
			ENV 6.2	Distance minimale entre une digue de retenue de résidus et une aire protégée, soit une aire de concentration d'oiseaux aquatiques (ACOA)		En cas de bris de digue, une plus grande distance par rapport à une aire protégée permettra de diminuer les risques que celle-ci soit affectée par un afflux d'eau non traité.	1,68 à 2 km	1,34 à 1,67	1,01 à 1,33	0,68 à 1	0,34 à 0,67	0 à 0,33
		ENV 7	Déboisement requis		La superficie de terrain à déboiser peut varier grandement d'un site à un autre considéré pour le dépôt de résidus miniers. Les variantes qui requièrent un plus grand déboisement sont considérées comme ayant un impact supérieur sur l'habitat terrestre présent dans la zone d'étude. Ces habitats sont normalement utilisés comme habitat de refuge et d'alimentation par la faune.							
			ENV 7.1	Superficie de peuplement arborescent à déboiser		Les données de la carte écoforestière ont été utilisées afin de vérifier la présence de forêt à déboiser vis-à-vis les dépôts de résidus et de stériles. Ces données par ailleurs, indiquent une uniformité dans la nature des peuplements, qui sont de faible valeur commerciale, de sorte que la valeur écoforestière relative de ces peuplements ne serait pas un indicateur discriminant dans l'analyse	0 à 170 ha	170 à 340 ha	340 à 510 ha	510 à 680 ha	680 à 850 ha	850 et plus ha
	ENV 8	Qualité de l'air et ambiance sonore (nuisance par le bruit et les poussières)										
		ENV 8.1	Une nuisance pour le milieu biophysique peut être considérée proportionnelle aux quantités de roche transportées par camions, et de la distance de transport, que ce soit pour la construction des digues du parc à résidus ou la mise en halde des stériles. Indice (tonnage x distance [km]) pour le déplacement de la roche		Les différences entre solutions de rechange sont principalement liées à la distance de transport et les quantités pour mise en halde (stériles) ou construction de digues de retenue de résidus. Plus une solution de rechange est éloignée, ou plus il y a de matériaux à transporter, plus il y aura émission de gaz d'échappement, et de génération de poussières et de bruit. Note: dans le cas des résidus déposés par pompage dans les cellules, ceux-ci seront arrosés tant que la cellule active ne sera pas restaurée. La génération de poussières fugitives par les parcs à résidus analysés est considérée comme une variable contrôlée, et dont l'importance serait d'ailleurs similaire, étant donnée les superficies de cellules actives à un moment donné. Ces émissions fugitives, incluant celles qui pourraient être générées aux sites des haldes de stériles, ont été considérées comme un facteur non discriminant entre les diverses solutions	0 à 100 Mt x km	100 à 200 Mt x km	200 à 300 Mt x km	300 à 400 Mt x km	400 à 500 Mt x km	500 à 600 Mt x km	

Compte	ID	Sous-compte	Indicateur	Justification	Évaluation						
					Meilleur 6	5	4	3	2	Pire 1	
Compte: Technique											
Technique	TECH 1	Nature et complexité des digues et des haldes		Les variantes requérant d'importantes longueurs ou hauteurs de digues présentent un plus grand risque de défaillance. Les structures longues et complexes qui doivent durer à perpétuité présentent un plus grand risque environnemental ou financier.							
		TECH 1.1	Longueur des digues (km)	Les conditions topographiques peuvent être favorables ou défavorables à un emplacement de recharge pour un DRM. Ces dernières, ainsi que les hauteurs de digues, sont cependant considérées semblables pour les deux scénarios de DRM pour résidus analysés. La longueur de digues est l'indicateur retenu.	6 à 9 km	9 à 12 km	12 à 15 km	15 à 18 km	18-21 km	21 à 24 km	
		TECH 1.2	Ratio capacité cellules : volume digues	Le volume de résidus confiné par unité de volume de digue de retenue est une considération importante, en lien avec la nature et la complexité des digues. Elle est exprimée par un ratio basé sur les volumes de résidus par unité de volume de digue	12,5-15 m3/m3	10-12,5	7,5-10	5-7,5	2,5-5	0-2,5	
		TECH 1.3	La hauteur typique de résidus accumulée dans les diverses cellules des deux parcs à résidus est de l'ordre de 11 m à 14 m. Les deux scénarios de DRM analysés se prêtent à un rehaussement sans augmentation d'empreinte, pour quelques années additionnelles d'opération. L'indicateur retenu est exprimé en années d'opération additionnelle obtenues par chaque rehaussement de 1 m de la hauteur des résidus entreposés.	La capacité d'augmenter la contenance d'un DRM est une considération importante. Elle n'entraîne pas de perturbation additionnelle d'un autre habitat, en cas d'expansion. Une alternative qui présente un tel potentiel à l'intérieur d'une même empreinte est encore plus avantageuse aux plans environnemental, socio-économique et économique. La capacité d'augmenter la contenance d'une alternative ne doit cependant pas interférer avec une expansion possible de la fosse.	1,68 à 2 années/m de rehaussement	1,34 à 1,67	1,01 à 1,33	0,68 à 1	0,34 à 0,67	0 à 0,33 année/m de rehaussement	
		TECH 1.4	Potentiel de hausse de capacité (superficie et/ou hauteur): il consiste en la faisabilité d'augmenter la capacité du DRM dans la même empreinte (hauteur de digues dans le cas sans avoir un impact majeur sur une composante du milieu naturel ou humain ni multiplier le nombre de sites affectés. Dans le cas des haldes de stériles, l'indicateur qualitatif est basé sur la capacité d'augmenter la capacité en rehaussant la halde (meilleur cas) ou en devant en augmenter la superficie sur un terrain disponible à proximité (cas moins désirable)	La capacité d'augmenter la contenance d'un DRM est une considération importante. Elle n'entraîne pas de perturbation additionnelle d'un autre habitat, en cas d'expansion. Une alternative qui présente un tel potentiel à l'intérieur d'une même empreinte est encore plus avantageuse aux plans environnemental, socio-économique et économique. La capacité d'augmenter la contenance d'une alternative ne doit cependant pas interférer avec une expansion possible de la fosse.	Possibilité d'augmenter la capacité en augmentant la hauteur et la superficie	Possibilité d'augmenter la capacité en augmentant la hauteur seulement	Possibilité d'augmenter la capacité en augmentant la superficie seulement	Rehaussement possible mais nécessitant étude et validation	Augmentation possible de la superficie avec impact sur les cours d'eau	Impossibilité d'augmenter la capacité de l'aire d'accumulation	
		TECH 2	Opération et gestion de l'eau								
			TECH 2.1	Distance de l'usine (DRM de résidus et stériles)	Une plus grande distance de l'usine de traitement de l'eau peut poser des défis techniques: 1) de construction, si des cours d'eau ou des voies de circulation doivent être traversés pour la construction des chemins d'accès, pipelines ou lignes électriques; 2) opérationnels, à cause des risques accrus de gel ou déversement par bris de pipeline, ou besoin de multiplier et coordonner les opérations de stations de pompage; 3) de surveillance et de contrôle du pompage des résidus et la recirculation de l'eau (cette contrainte peut se perpétuer en phase de post-fermeture si une gestion de l'eau est nécessaire). Au-delà de la distance, la facilité d'opération peut être liée à des facteurs comme le personnel requis, l'énergie nécessaire (électricité, carburants pour les véhicules), le nombre de points de décharge de résidus, ou le nombre de composants mécaniques comme des stations de pompage de résidus ou d'eau. L'eau de ruissellement et d'exfiltration des aires d'accumulation de stériles sera captée et transférée vers l'effluent minier pour utilisation ou, en situation d'excès d'eau, pour contrôle et traitement si nécessaire avant rejet. La distance de pompage des eaux récupérées autour des haldes influence également les aspects de pompage, risques de gel, surveillance. Dans le cas du parc à résidus, les eaux de ruissellement et exfiltration sont captées et recirculées dans la cellule active, et peuvent ainsi être recirculées vers le procédé ou l'usine de traitement, selon le cas.	0 à 1 km	1,01 à 2 km	2,01 à 3 km	3,01 à 4 km	4,01 à 5 km	Plus de 5 km
		TECH 2.2	Superficie des DRM	Toutes les eaux s'écoulant sur un DRM doivent être captées afin d'être contrôlées avant leur rejet à l'environnement. Une plus grande superficie des cellules augmente le captage des précipitations et augmente le volume d'eau à traiter et rejeter au ruisseau Clet. Les besoins en eaux de recirculation du projet étant relativement faible (17 000 m3/jr). Il est souhaitable de réduire la superficie des parcs à résidus et des haldes de stériles au minimum. L'eau de ruissellement et d'exfiltration des aires d'accumulation de stériles sera captée et transférée vers l'effluent minier pour utilisation ou, en situation d'excès d'eau, pour contrôle et traitement si nécessaire avant rejet. La distance de pompage des eaux récupérées autour des haldes influence également les aspects de pompage, risques de gel, surveillance, etc. Dans le cas du parc à résidus, les eaux de ruissellement et exfiltration sont captées et recirculées dans la cellule active, et peuvent ainsi être recirculées vers le procédé ou l'usine de traitement, selon le cas. Ce critère de superficie est également important parce que la quantité d'eau à traiter influence la capacité requise de l'usine de traitement.	0 à 1,5 km ²	1,51 à 3	3,01 à 4,5	4,51 à 6	6,01 à 7,5	>7,5	
	TECH 3	Conditions géotechniques (nature des sols)		L'élévation maximale et la géométrie des digues ainsi que les méthodes de construction utilisées dépendent des conditions géotechniques. Ces conditions peuvent varier grandement d'un site de DRM à un autre, selon la nature des sols de fondation.							
		TECH 3.1	Nature des sols	Une digue construite sur du roc est préférable. Dans le cas de dépôts meubles, un till est typiquement plus adéquat qu'un dépôt marin.	Roc	Dépôts glaciaires	Dépôts marins et roc confirmé	Dépôts marins et roc probable	Dépôts marins	Dépôts organiques	

Compte	ID	Sous-compte	Indicateur	Justification	Évaluation							
					Meilleur 6	5	4	3	2	Pire 1		
Compte: Économique												
Économique	ÉCO 1	CAPEX (coûts en immobilisation)		Plusieurs facteurs liés à un site de DRM peuvent influencer les coûts en immobilisation à encourir pour son implantation. Par exemple, afin de réduire l'envergure des équipements de pompage des résidus et, le cas échéant, le nombre de station de relais, la distance de déplacement des résidus doit être considérée. De plus, l'élévation (altitude des parcs) constitue un enjeu quant à la sélection des pompes, leur nombre, leur puissance et leur coût. Une plus grande distance pour la construction des digues peut aussi augmenter le CAPEX par besoin d'acheter davantage de camions et de construire davantage de chemins d'accès; le CAPEX est aussi influencé par le tonnage de roche pour construire les digues, tonnage qui variera selon l'emplacement analysé. Une courte distance et un faible différentiel d'élévation sont privilégiés. La distance de corridor à construire est un autre élément de CAPEX pour l'aménagement des DRM.								
		ÉCO 1.1	Écart de coûts d'investissement (M\$) - DRM pour résidus		Le coût d'implantation des DRM considérés comme solutions de rechange ont été évalués par Mine Arnaud comme des suppléments de dépenses à encourir par rapport aux variantes proposées en étude de faisabilité, soit A pour le dépôt des résidus et S2 pour l'accumulation des stériles	0 à 5 M\$	5,01 à 10 M\$	10,01 à 15 M\$	15,01 à 20 M\$	20,01 à 25 M\$	>25 M\$	
		ÉCO 1.2	Écart de coûts d'investissement (M\$) - DRM pour stériles		Le coût d'implantation des DRM considérés comme solutions de rechange ont été évalués par Mine Arnaud comme des suppléments de dépenses à encourir par rapport aux variantes proposées en étude de faisabilité, soit A pour le dépôt des résidus et S2 pour l'accumulation des stériles	0 à 5 M\$	5,01 à 10 M\$	10,01 à 15 M\$	15,01 à 20 M\$	20,01 à 25 M\$	>25 M\$	
		ÉCO 2	OPEX (coûts d'opération)		Résidus: le coût d'opération (besoin en énergie et surveillance) sera fonction de la distance de pompage des résidus et de recirculation d'eau. Le coût d'opération sera aussi fonction de la distance de transport des matériaux et du volume de matériaux utilisés selon les solutions de rechange pour les digues. Stériles: Le coût d'opération sera aussi fonction de la distance de transport des stériles à déposer en halde (coûts de transport et entretien des chemins). Les coûts sont exprimés comme un coût supplémentaire, estimé par Mine Arnaud, par rapport aux solutions A ou S2, considérées comme le cas de base pour la comparaison des autres solutions. Une valeur négative indiquerait donc une économie par rapport à ces variantes A ou S2.							
		ÉCO 2.1	Écart de coût d'opération, sur la durée de vie du projet - 23 ans d'opération plus la période de construction pendant laquelle de la roche stérile est excavée et transportée vers un DRM de résidus et une halde de stériles. Les coûts sont exprimés comme un coût supplémentaire, estimé par Mine Arnaud, par rapport aux solutions A ou S2, considérées comme le cas de base pour la comparaison des autres solutions. Une valeur négative indiquerait donc une économie par rapport à ces variantes A ou S2.			0 à 7,5 M\$	7,51 à 15 M\$	15,01 à 22,5 M\$	22,51 à 30 M\$	30,01 à 37,5 M\$	37,51 à 55 M\$	
		ÉCO 3	Coûts de restauration		Le coût des opérations de restauration des aires d'accumulation sera fonction de la distance de transport des matériaux utilisés pour cette fin, des quantités (selon la superficie des composantes à restaurer) et des frais de déconstruction (pipelines, stations de pompage, lignes électriques, restauration des corridors) Les coûts de surveillance et suivi sont également affectés par l'éloignement des dépôts, et le nombre de bassins versants affectés.							
		ÉCO 3.1	Coût de restauration			0 à 3 M\$	3,01 à 6 M\$	6,01 à 9 M\$	9,01 à 12 M\$	12,01 à 15 M\$	>15 M\$	
		ÉCO 4	Plan de compensation de l'habitat du poisson		Le degré de compensation de l'habitat du poisson dépend non seulement de la dimension d'un DRM, qui peut créer la perte directe d'une partie de l'habitat, mais aussi d'un effet indirect en réduisant la fonction d'un habitat, par exemple en réduisant l'apport d'eau par son bassin versant à cause du remblaiement, en réduisant son régime hydrique, ou encore en créant un apport de sédiment par ruissellement ou par la poussière au niveau de l'habitat. La superficie d'habitat du poisson impactée est nécessaire pour connaître le degré de compensation ainsi que le programme qui en découle.							
		ÉCO 4.1	Superficie d'habitat à compenser			0 à 4 ha	4,01 à 8 ha	8,01 à 12 ha	12,01 à 16 ha	16,01 à 20 ha	> 20 ha	
		ÉCO 5	Plan de compensation de milieux humides		Les milieux humides sont de plus en plus considérés avec attention dans les projets d'exploitation forestière et minière, en particulier à cause de leur importance, qui est aussi de plus en plus reconnue pour la flore et la faune. Les milieux humides sont classifiés en 5 grands groupes, soit les bogs (tourbière), les fens (tourbière), les marécages, les marais et les eaux peu profondes.							
	ÉCO 5.1	Superficie (ha)		L'impact des variantes sur les coûts de restauration des milieux humides est calculé en terme d'hectares de superficie à restaurer, les coûts de restauration par hectare étant considérés être du même ordre de grandeur chacun des types de milieux humides présents aux sites de DRM considérés	0 à 2,5 ha	2,51 à 5 ha	5,01 à 7,5 ha	7,51 à 10 ha	10,01 à 12,5 ha	> 12,5		
	ÉCO 6	Incertitudes financières		Les risques et incertitudes sur le plan des coûts sont importants, car d'importantes différences entre des alternatives peuvent affecter la viabilité économique du projet. Une alternative qui présente un risque au niveau du calendrier (autorisation, construction) présente un risque financier accru. Les risques peuvent ainsi être associés à des incertitudes sur la nature des sols de fondations (capacité portante) et la complexité des digues, ou sur l'hydrogéologie de la solution considérée.								
	ÉCO 6.1	Degré d'incertitude lors de la caractérisation des sites en phase de faisabilité			Très faible	Faible	Moyen	Grand	Pas assez de données pour pouvoir se prononcer sur le niveau d'incertitude	Très grand		

Compte	ID	Sous-compte	Indicateur	Justification	Évaluation						
					Meilleur 6	5	4	3	2	Pire 1	
Compte: Socioéconomique											
Socioéconomique	SÉ 1	Intégrité du paysage		L'impact visuel d'un DRM est fonction de la hauteur, de la forme, de la nature du matériau (contraste avec le terrain environnant), ainsi que de la proximité des observateurs. Une composante plus basse ou plus éloignée obtiendra une meilleure évaluation qu'une plus haute ou située en terrain élevé ou proche. La possibilité d'occulter une composante (butte-écran, plantation d'arbres) améliorera son évaluation. Dans le cas présent, les seuls DRM auxquels ce sous-compte s'applique sont les solutions A et E pour les résidus, à cause de leur proximité avec la route 138. Les DRM pour les stériles sont à près de 2 km au nord des points d'observation potentiels, et souvent occultés par la présence de la butte-écran.							
			Distance d'un récepteur sensible (route 138, camping du lac Hall). Somme de la distance route et camping.		>10 000 m	8000 - 10 000 m	6000 - 8 000 m	4000 - 6 000 m	2000 - 4 000 m	<2 000 m	
	SÉ 2	Utilisation du territoire									
		SÉ 2.1	Utilisation commerciale et industrielle	Aucune propriété privée n'est directement affectée par les DRM considérés; tous les terrains affectés sont des terres publiques dans tous les cas. Une interférence est possible dans le scénario E avec un terrain détenu par Cliffs Resources (Mine Wabush). Le même site est l'objet d'un permis d'exploitation de carrière appartenant à l'entreprise Bon-Son de Baie-Comeau et de titres miniers au nom de Philippe Tremblay.	Absence	-	-	-	-	-	Présence
		SÉ 2.2	Nombre d'unités impactées (chalets, abris sommaires, camping)	La protection des territoires de chasse et pêche est d'une très grande importance pour les communautés locales, ce qui rend plus acceptables les arrangements qui minimisent les pertes de territoire. L'intensité de ces usages traditionnels peut donc varier selon l'emplacement considéré pour une solution de rechange, et les alternatives qui minimisent ces impacts sont mieux acceptées.	-	-	-	1	2	2	
		SÉ 2.3	Récréotourisme: Sentiers de quad et motoneige - Distance minimale entre un DRM et un élément de sentier	La protection des sentiers de quad et motoneige est d'une très grande importance pour les communautés locales, ce qui rend plus acceptables les arrangements qui minimisent les pertes ou relocation des sentiers. Le sentier de motoneige Trans-Quebec 3 ne touche à aucune des variantes. Même chose pour le chemin d'Accès aux lacs de villégiature utilisés par les 4 roues l'été. La distance minimale entre une de ces composantes et un DRM a été retenue comme indicateur du sous-compte	1668 à 2000 m	1334 à 1667 m	1001 à 1333 m	668 à 1000 m	334 à 667 m	0 à 333 m	
	SÉ 3	Impact sur la prise d'eau de la ville		Lors des rencontres sectorielles, une préoccupation mentionnée à plusieurs reprises est l'impact probable du projet minier sur la prise d'eau de la ville de Sept-Îles, soit le lac des Rapides. Peu importe les impacts et mesures de mitigations prévues, plus les infrastructures minières sont proches du lac des Rapides, plus la perception du projet est négative.							
			Distance (km) entre le DRM et le lac des Rapides		8751 à 10 500 m	7001 à 8750 m	5251 à 7000 m	3501 à 5250 m	1751 à 3500 m	0 à 1750 m	
	SÉ 4	Nuisances par les poussières		Les émissions fugitives, liées au transport terrestre, sont fonction des quantités de matériaux transportés, de la distance de transport, en plus de la proximité des récepteurs par rapport à la source d'émission. Un indicateur arbitraire (indice de nuisance) a été développé sous forme d'un produit de la quantité de tonnes transportées sur une distance donnée, divisé par la distance entre la nuisance (génération de poussières) et un récepteur. La division par la distance du récepteur reflète l'atténuation de la nuisance avec l'éloignement. Les mêmes nuisances reliées au transport et mise en halde des stériles ont été ajoutées à l'analyse, étant données les différences importantes entre les scénarios							
		SÉ 4.1	Indice de nuisance par les poussières associée à la construction du DRM comme tel (digues de résidus) Indicateur: "(Mt x km de transport)/km Éloignement du récepteur"	Poussières associées au transport des stériles pour la construction des digues de résidus.	0 à 500 Mt x km/km	500 à 1000	1000 à 1500	1500 à 2000	2000 à 2500	2500 à 3000	
		SÉ 4.2	Indice de nuisance par les poussières pour inclure l'impact additionnel associé à la mise en halde des stériles, dont l'emplacement est différent entre les différentes solutions Indicateur: "(Mt x km de transport)/km Éloignement du récepteur"	Poussières associées au transport des stériles pour accumulation en halde.	0 à 25 Mt x km/km	26 à 50	51 à 75	76 à 100	101 à 125	125 à 150	
	SÉ 5	Nuisances par le bruit		Les nuisances associées au bruit, pour les résidus de traitement, sont surtout liées au transport terrestre; elles sont fonction de la quantité de matériaux transportés pour la construction des digues, de la distance et de la taille des équipements de transport, en plus de la proximité des récepteurs par rapport à la source d'émission. Les équipements de transport étant les mêmes dans tous les scénarios analysés, cette variable n'est pas considérée, car non discriminante. Un indicateur arbitraire (indice de nuisance) a été développé sous forme d'un produit de la quantité de tonnes transportées sur une distance donnée, divisé par la distance entre la nuisance (génération de bruit) et un récepteur. Les mêmes nuisances reliées au transport et mise en halde des stériles ont été ajoutées à l'analyse, étant données les différences importantes entre les scénarios							
		SÉ 5.1	Indice de nuisance par le bruit associé à la construction du DRM comme tel (digues de résidus) Indicateur: "(Mt x km de transport)/km Éloignement du récepteur"	Bruit associé au transport des stériles pour la construction des digues de résidus.	0 à 500 Mt x km/km	500 à 1000	1000 à 1500	1500 à 2000	2000 à 2500	2500 à 3000	
		SÉ 5.2	Ajust d'un indice de nuisance par le bruit pour inclure l'impact additionnel associé à la mise en halde des stériles, dont l'emplacement est significativement différent entre les différentes solutions Indicateur: "(Mt x km de transport)/km Éloignement du récepteur"	Bruit associé au transport des stériles pour accumulation en halde.	0 à 25 Mt x km/km	26 à 50	51 à 75	76 à 100	101 à 125	125 à 150	
	SÉ 6	Risques - Sécurité - ruptures de digues de retenue									
		SÉ 6.1	Nombre et proximité de résidences qui pourraient être impactées par un bris de digues. Le nombre de maison est estimé pour un corridor de 500 m de large à l'aval d'une digue. La largeur du corridor est inspirée de la simulation du scénario de rupture réalisée dans l'étude d'impact	Risque de bris - impacts sur les résidences	Aucune maison	1 à 2 maisons	3 à 4 maisons	5 à 6 maisons	7 à 8 maisons	8 à 10 maisons	
		SÉ 6.2	Sécurité - Présence ou non de route qui serait impactée par un bris de digue	La sécurité de la circulation peut être affectée par l'impact relatif d'un bris de digue sur une route. Le produit de la distance par le nombre de maisons affectées est l'indicateur retenu.	2,5 à 3 km	2 à 2,5 km	1,5 à 2 km	1 à 1,5 km	0,5 à 1 km	0 à 0,5 km	
	SÉ 7	Acceptabilité sociale		Lors du processus de pré-consultation entrepris par Mine Arnaud au mois de mai 2012, les parties prenantes consultées ont exprimé une préoccupation importante quant à la qualité de l'eau du lac des Rapides, en particulier les résidents du Canton-Arnaud et les groupes environnementaux. À cet effet, soulignons que le lac des Rapides constitue la prise d'eau de la ville de Sept-Îles et que les craintes exprimées concernent essentiellement le maintien de la qualité de l'eau. Malgré le fait que les simulations de dispersion atmosphérique des poussières indiquent que celles-ci n'atteignent pas le lac des Rapides, peu importe le scénario retenu, la perception de certaines parties prenantes est à l'effet que la contamination de l'eau du lac pourrait néanmoins survenir. Autrement dit, plus la variante proposée est située à proximité du lac des Rapides, plus grande est la sensibilité des gens concernés. Afin de présenter un portrait complet, la présente analyse considère également la proximité des DRM avec la rivière Hall ou le lac Hall ainsi que la distance avec les résidences les plus près.							
		SÉ 7.1	Proximité d'une composante valorisée du milieu - Pour les DRM résidus, proximité de la rivière Hall ou du lac Hall (km)	Les conséquences d'un rupture de digue ou tout autre problème concernant un DRM aura plus ou moins de conséquences en fonction de la distance entre la composante valorisée (lac Hall ou rivière Hall) et le DRM.	0,69 à 1 km	0,68 à 0,83 km	0,51 à 0,67 km	0,34 à 0,5 km	0,8 à 0,33 km	0 à 0,17 km	
		SÉ 7.2	Proximité d'une composante valorisée du milieu - Pour les DRM de stériles, proximité du lac des Rapides (km)	Plus les équipements et infrastructures projetés sont situés à proximité du lac des Rapides, plus l'impact perçu du projet est important.	6 à 7 km	5 à 6 km	4 à 5 km	3 à 4 km	2 à 3 km	0 à 2 km	
	SÉ 7.3	Proximité d'une composante valorisée du milieu - Pour les résidences, proximité de la plus proche résidence (km) par rapport aux deux solutions de parc à résidus	Plus les équipements et infrastructures projetés sont situés à proximité d'une résidence, plus l'impact perçu du projet est important.	3,76 à 4,5 km	3,01 à 3,75 km	2,26 à 3 km	1,6 à 2,25 km	0,76 à 1,5 km	0 à 0,75 km		

8. PROCESSUS DÉCISIONNEL FONDÉ SUR LA VALEUR

8.1 Analyse quantitative des comptes

Chaque indicateur de sous-compte a été évalué sur une échelle de 1 à 6, sur la base des critères présentés au tableau 7.1. La valeur utilisée pour l'évaluation est présentée au tableau 8.1, qui contient l'ensemble des informations de l'analyse quantitative, soit la description des indicateurs, l'évaluation de chacun et le calcul de son pointage de mérite, qui est le produit de son évaluation par sa pondération (les pondérations relatives sont issues du tableau 6.1 et répétées au tableau 8.1).

À l'intérieur de chaque compte, les pointages de mérite sont totalisés pour chacune des solutions de rechange analysées.

8.2 Résultat de l'analyse des comptes

Le Guide spécifie une méthode d'évaluation des solutions par le calcul d'un pointage de mérite de chaque compte.

Ce calcul consiste à totaliser, pour chacun des comptes, les pointages de mérite de chacun des sous-comptes (établis au tableau 8.1) et de diviser ce total par la somme des poids accordée au compte, soit la somme des poids de chaque sous-compte. Ces valeurs sont indiquées au tableau 8.1 et reprises au tableau d'analyse du résultat 8.2.

Par exemple, la somme des poids du compte Environnement est de 48 (tableau 8.1). Au tableau 8.1, le total des pointages de mérite des indicateurs du compte Environnement est de 112 pour la solution A, de sorte que le calcul du pointage de mérite de ce compte est de $112/48 = 2,33$. Ce même calcul pour la solution E + A2 indique un coefficient de mérite de 3,85, ce qui correspond à un meilleur mérite au plan des critères environnementaux.

Le tableau 8.2 présente le résultat de ce calcul pour chacun des quatre comptes pour toutes les solutions analysées.

Finalement, afin d'évaluer le mérite global d'une solution, un autre calcul de pondération est effectué selon les indications du tableau 15 du Guide. Le calcul d'un coefficient de mérite de chacune des solutions pondère les quatre évaluations de comptes par leurs poids relatifs.

Par exemple, au tableau 8.2, ce calcul pondéré résulte en une évaluation du coefficient de mérite de la solution A de valeur 2,95, comparée à un coefficient de mérite de 2,62 pour l'autre solution de DRM pour les résidus, soit la solution de rechange E + A2.

Les résultats du tableau 8.2 indiquent que :

- pour le site de dépôt des résidus de traitement, incluant la fraction magnétique, la solution A, à proximité du concentrateur, est jugée préférable à la solution de dépôt séparée des résidus de flottation (E, plus à l'ouest) combinée à l'entreposage des résidus magnétiques au nord du concentrateur A2; les coefficients d'évaluation du mérite sont respectivement de 2,95 et 2,62. La solution A se classe première dans trois des quatre comptes analysés;
- dans le cas du dépôt des stériles, la solution S2, au nord de la mine et à proximité du concentrateur, se classe première globalement, avec un coefficient d'évaluation de 3,90, et est également considérée comme la meilleure solution de rechange dans chacun des quatre comptes.

Le tableau 8.2 résume les résultats d'évaluation et de classement des comptes et solutions. La carte 5 présente les solutions de rechange ayant obtenu le meilleur classement pour l'accumulation des résidus miniers et des stériles.

Tableau 8.1 Analyse quantitative des indicateurs

1,00

Compte	ID	Sous-compte	Indicateur	Poids			A Résidus - Cas de base			E et A2 Résidus de flottation à l'ouest et résidus magnétiques près du concentrateur			S2 Stériles au nord du concentrateur - Cas de base			S3 Stériles au nord près du lac Hall			S4 Stériles à l'est du cas de base										
							Paramètre de l'indicateur	Unité	Indicateur	Évaluation	Pointage (poids x évaluation)	Indicateur	Évaluation	Pointage (poids x évaluation)	Indicateur	Évaluation	Pointage (poids x évaluation)	Indicateur	Évaluation	Pointage (poids x évaluation)	Indicateur	Évaluation	Pointage (poids x évaluation)						
Environnement	ENV 1	Importance d'habitat du poisson affecté par le DRM																											
	ENV 1.1	Superficie d'habitat estimée (dépôts de résidus de traitement et de stériles)			5	Superficie	ha	21,00	1	5	0,59	6	30	0,02	6	30	2,30	6	30	0,15	6	30							
	ENV 2	Effets potentiels sur le milieu aquatique																											
	ENV 2.1	Nombre de bassins ou sous-bassins versants recevant des installations			5	Nombre de sous-bassins versants	Nombre	BV rivière Hall BV ruisseau Clet BV rivière des Rapides	4	20	BV rivière Hall BV ruisseau Clet BV rivière des Rapides	4	20	BV rivière Hall BV rivière des Rapides	5	25	BV rivière Hall	6	30	BV rivière des Rapides	6	30							
	ENV 2.2	Proportion du BV affectée par l'implantation			4	% de la superficie du bassin versant	%	7,07 % (Hall) 45,46 % (Clet) 0,01 % (Rapides)	1	4	6,57 % (Hall) 23,95 % (Clet) 0,01 % (Rapides)	5	20	0,10 % (Hall) 0,16 % (Rapides)	6	24	1,75 % (Hall)	6	24	1,57 % (Rapides)	6	24							
	ENV 2.3	Longueur des cours d'eau en aval (i.e. la partie qui serait potentiellement impactée).			3	Longueur de cours d'eau en aval	km	66,13 km	1	3	68,92 km	1	3	38,12 km	3	9	35,73 km	3	9	18,78 km	5	15							
	ENV 3	Milieus humides																											
	ENV 3.1	Superficie des milieux humides touchés			4	Superficie	ha	10,00	3	12	13,40	1	4	2,50	6	24	3,30	5	20	3,80	5	20							
	ENV 3.2	Présence d'un milieu humide en aval du DRM			2	Valeur écologique des milieux humides situés en aval du DRM considéré	Faible, moyenne ou élevée ou combinaison de celles-ci	Moyenne + Élevée	2	4	Élevée	1	2	Moyenne + élevée	2	4	Moyenne + élevée	2	4	Moyenne	3	6							
	ENV 4	Vie et habitat faunique																											
	ENV 4.1	Superficie terrestre de la variante			3	Superficie terrestre	ha	9820 ha	2	6	8140 ha	3	9	1000 ha	6	18	2180 ha	4	12	1570 ha	5	15							
	ENV 4.2	Longueur de cours et plans d'eau dans l'empreinte de la variante			3	Longueur de plans d'eau	km	5,90	1	3	1,20	5	15	0,45	6	18	0,015	6	18	0,50	6	18							
	ENV 4.3	Présence d'espèces à statut particulier			5	Présence d'espèces à statut	Nombre d'espèces	2 (Engoulement d'Amérique et Grand-duc d'Amérique)	2	10	inconnu	4	20	Aucune	6	30	inconnu	4	20	inconnu	4	20							
	ENV 5	Plantes à statut particuliers																											
	ENV 5.1	Nombre de colonies perturbées ou détruites			5	Présence de colonies à statut	Nombre de colonies	1 Utricula geminiscapa	1	5	-	6	30	-	6	30	1 Utricula geminiscapa	1	5	1 Utricula geminiscapa	1	5							
	ENV 6	Risques environnementaux																											
	ENV 6.1	Distance de pompage des résidus (km) ou de transport des stériles dans le cas de mise en halde. IMPORTANT: Si des cours d'eau sont traversés, le scénario perd 1 point dans sa pondération; c'est le cas pour les 5 solutions analysées			2	Distance de transport des roches stériles	km	2 Un cours d'eau est traversé par les infrastructures	4	8	4,7 E: 3,9 et A2: 0,8 Quatre cours d'eau sont traversés par les infrastructures	1	2	1,1 Un cours d'eau est traversé par les infrastructures	4	8	4,3 Deux cours d'eau sont traversés par les infrastructures	1	2	2,8 Trois cours d'eau sont traversés par les infrastructures	3	6							
	ENV 6.2	Distance minimale entre une digue de retenue de résidus et une aire protégée, soit une aire de concentration d'oiseaux aquatiques (ACOA)			3	Distance	km	1,70	6	18	1,80	6	18	Non pertinent	-	-	Non pertinent	-	-	Non pertinent	-	-							
	ENV 7	Déboisement requis																											
	ENV 7.1	Superficie de peuplement arborescent à déboiser			2	Superficie à déboiser	ha	900,61	1	2	764,63 (E: 547,16 et A2: 217,47)	2	4	90,42	6	12	173,13	5	10	149,76	6	12							
ENV 8	Qualité de l'air et ambiance sonore (nuisance par le bruit et les poussières)																												
ENV 8.1	Nuisance pour le milieu biophysique proportionnelle aux quantités de roche transportées par camions, et de la distance de transport, que ce soit pour la construction des digues du parc à résidus ou la mise en halde des stériles.			2	Mt de roche transportée x distance de halage	Mt x km	53	6	12	307	4	8	147	5	10	576	1	2	375	3	6								
Total - Environnement				48	Total - Environnement				112	Total - Environnement				185	Total - Environnement				242	Total - Environnement				186	Total - Environnement				207

Compte	ID	Sous-compte	Indicateur	Poids	Paramètre de l'indicateur	Unité	A Résidus - Cas de base			E et A2 Résidus de flottation à l'ouest et résidus magnétiques près du concentrateur			S2 Stériles au nord du concentrateur - Cas de base			S3 Stériles au nord près du lac Hall			S4 Stériles à l'est du cas de base							
							Indicateur	Évaluation	Pointage (poids x évaluation)	Indicateur	Évaluation	Pointage (poids x évaluation)	Indicateur	Évaluation	Pointage (poids x évaluation)	Indicateur	Évaluation	Pointage (poids x évaluation)	Indicateur	Évaluation	Pointage (poids x évaluation)					
Technique	TECH 1 Nature et complexité des digues et des haldes																									
		TECH 1.1	Longueur des digues	2	Longueur (digues)	km	14,90	4	8	19,50	2	4	Non pertinent	-	-	Non pertinent	-	-	Non pertinent	-	-					
		TECH 1.2	Ratio capacité cellules : volume digues	1	Ratio	m ³ de résidus contenus par m ³ de digue de retenue	12,69	6	6	4,05	2	2	Non pertinent	-	-	Non pertinent	-	-	Non pertinent	-	-					
		TECH 1.3	Les deux scénarios de DRM pour résidus analysés se prêtent à un rehaussement sans augmentation d'empreinte, pour quelques années additionnelles d'opération. Indicateur: années d'opération additionnelle	2	Résidus: années additionnelle d'accumulation par mètre de rehaussement	Années pour les résidus de flottation et les résidus magnétiques	1,75 ans	6	12	1,47 ans pour les résidus de flottation (Section E)	5	10	Non pertinent	-	-	Non pertinent	-	-	Non pertinent	-	-					
		TECH 1.4	Potentiel de hausse de capacité pour les stériles (superficie et/ou hauteur) Indicateur qualitatif: capacité d'augmenter la capacité en rehaussant la halde (meilleur cas) ou en devant en augmenter la superficie sur un terrain disponible à proximité (cas moins désirable)	2	Qualitatif - potentiel de hausse de capacité	NA	Non pertinent	-	-	Non pertinent	-	-	Possibilité d'augmenter la capacité en augmentant la superficie seulement	4	8	Possibilité d'augmenter la capacité en augmentant la hauteur seulement	5	10	Possibilité d'augmenter la capacité en augmentant la hauteur seulement	5	10					
		TECH 2 Opération et gestion de l'eau																								
		TECH 2.1	Distance de l'usine (DRM de résidus et stériles)	5	Distance entre le concentrateur et le DRM (résidus) ou entre la fosse et les haldes de stériles sous considération.	km	Point central à environ 2,5 km du concentrateur. Différentiel d'élévation: 50 m	4	20	Point central à environ 5,0 km du concentrateur. Différentiel d'élévation: 50 m.	2	10	1,50	5	25	4,00	3	15	4,00	3	15					
		TECH 2.2	Superficie des DRM	5	Superficie du DRM	km ²	9,82	1	5	8,14	1	5	Superficie 1,01 km ² Distance de halage de 1,1 km.	6	30	Superficie 1,8 km ² Distance de halage de 4,3 km.	5	25	Superficie 1,57 km ² Distance de halage de 2,8 km.	5	25					
		TECH 3 Conditions géotechniques (nature des sols)																								
		TECH 3.1	Nature des sols	3	Nature des sols de fondation	Description des sols de fondation des digues ou haldes	Principalement sur un dépôt marin (faciès d'eau peu profonde) et présence confirmée de roc affleurant dans plusieurs secteurs	4	12	Principalement sur un dépôt marin (faciès d'eau peu profonde); la présence de roc est probable	3	9	Principalement sur un dépôt marin (faciès d'eau peu profonde); la présence de roc est probable	3	9	Principalement sur un dépôt marin (faciès d'eau peu profonde); la présence de roc est probable	3	9	Principalement sur un dépôt glaciaire (till)	5	15					
	Total - Technique			20			Total - Technique			63	Total - Technique			40	Total - Technique			72	Total - Technique			59	Total - Technique			65
Économique	ÉCO 1 CAPEX (coûts en immobilisation)																									
		ÉCO 1.1	Écart de coûts d'investissement - DRM pour résidus	2	Écart de coûts entre la variante et la solution proposée en étude de faisabilité	M\$	- \$	6	12	28,20 \$	1	2	Non pertinent	-	-	Non pertinent	-	-	Non pertinent	-	-					
		ÉCO 1.2	Écart de coûts d'investissement - DRM pour stériles	2			Non pertinent	-	-	Non pertinent	-	-	- \$	6	12	12,62 \$	4	8	5,09 \$	5	10					
		ÉCO 2 OPEX (coûts d'opération)																								
		ÉCO 2.1	Écart de coût d'opération, sur la durée de vie du projet - 23 ans d'opération plus la période de construction : coût supplémentaire par rapport aux solutions A ou S2, considérées comme le cas de base pour la comparaison	4	Écart de coûts entre la variante et la solution proposée en étude de faisabilité	M\$	- \$	6	24	40,00 \$	1	4	- \$	6	24	45,00 \$	1	4	24,00 \$	3	12					
		ÉCO 3 Coûts de restauration																								
		ÉCO 3.1	Coût de restauration	2	Coût de restauration	M\$	Distance de camionnage : 4,3 km. Superficie à restaurer: 9,8 Mm ² . Coût estimé: 16,1 M\$	1	2	Distance de camionnage: 4,0 km. Superficie à restaurer : 1,6 Mm ² . Coût estimé: 10,8 M\$	3	6	Distance de camionnage: 5,13 km. Superficie à restaurer : 5,9 Mm ² . Coût estimé: 1,7 M\$	6	12	Distance de camionnage: 5,2 km. Superficie à restaurer : 1,0 Mm ² . Coût estimé: 3,8 M\$	1	2	Distance de camionnage: 6,3 km. Superficie à restaurer:2,2 Mm ² . Coût estimé: 2,6 M\$	3	6					
		ÉCO 4 Plan de compensation de l'habitat du poisson																								
		ÉCO 4.1	Superficie d'habitat à compenser	1	Superficie	ha	21	1	1	0,5	6	6	0,015	6	6	2,3	6	6	0,2	6	6					
		ÉCO 5 Plan de compensation de milieux humides																								
	ÉCO 5.1	Superficie	1	Superficie	ha	10,00	3	3	13,40	1	1	2,50	6	6	3,30	5	5	3,80	5	5						
	ÉCO 6 Incertitudes financières																									
	ÉCO 6.1	Degré d'incertitude lors de la caractérisation des sites en phase de faisabilité	2	Qualitatif	Estimation du degré d'incertitude	Très faible	6	12	Pas assez de données	2	4	Faible	5	10	Moyen	4	8	Moyen	4	8						
	Total - Économique			14			Total - Économique			54	Total - Économique			23	Total - Économique			70	Total - Économique			33	Total - Économique			47

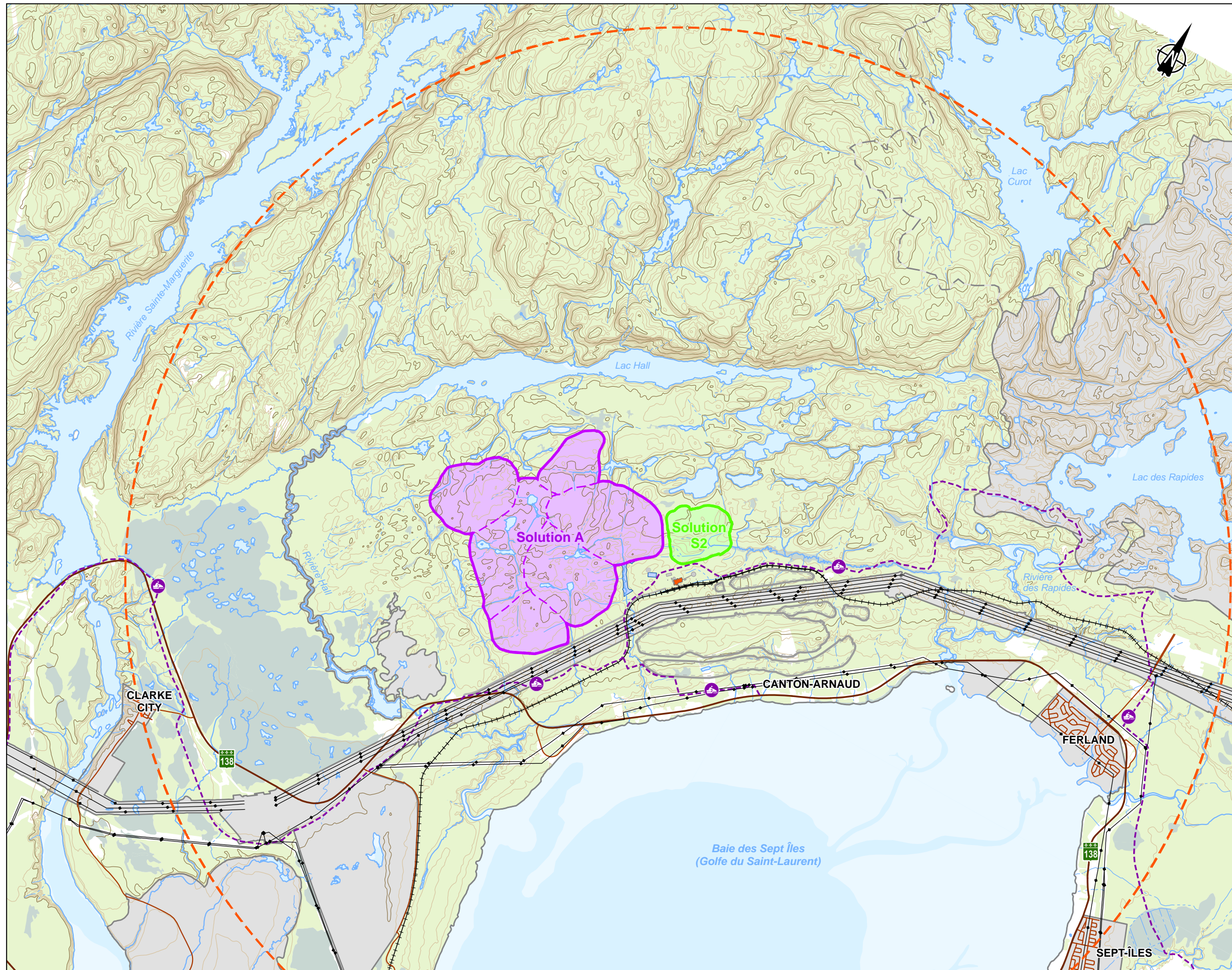
Tableau 8.2 Résultats de l'analyse quantitative des comptes

	A	E et A2	S2	S3	S4
Solution de rechange					
Somme des pondérations du compte Environnement	48	48	48	48	48
Somme des pondérations du compte Technique	20	20	20	20	20
Somme des pondérations du compte Économique	14	14	14	14	14
Somme des pondérations du compte Socioéconomique	46	46	46	46	46
Pointage de mérite du compte Environnement					
Pointage de mérite du compte Technique	63	40	72	59	65
Pointage de mérite du compte Économique	54	23	70	33	47
Pointage de mérite du compte Socioéconomique	148	87	115	109	72
Poids du compte **					
Coefficient d'évaluation du mérite du compte Environnement	2,33	3,85	5,04	3,88	4,31
Coefficient d'évaluation du mérite du compte Technique	20	3,15	3,60	2,95	3,25
Coefficient d'évaluation du mérite du compte Économique	14	3,86	5,00	2,36	3,36
Coefficient d'évaluation du mérite du compte Socioéconomique	46	3,22	2,50	2,37	1,57
128					
Coefficient d'évaluation du mérite de la solution *					
	2,95	2,62	3,90	3,02	3,05
Rang du compte Environnement					
	2	1	1	3	2
Rang du compte Technique					
	1	2	1	3	2
Rang du compte Économique					
	1	2	1	3	2
Rang du compte Socioéconomique					
	1	2	1	2	3
Rang final du scénario de rechange - DRM pour résidus de traitement					
	1	2			
Rang final du scénario de rechange - DRM pour halde de stériles					
			1	3	2

* Calcul pondéré selon la méthode du tableau 15 du Guide

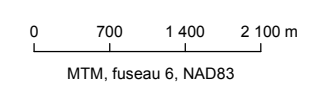
** Le poids des comptes, ramené à une échelle de 1 à 6 (selon le Guide) serait de:

Compte Environnement	6,0
Compte Technique	2,5
Compte Économique	1,8
Compte Socioéconomique	5,8



- Concentrateur
- Rayon de 10 km centré sur le concentrateur
- Zone couverte par une contrainte (voir carte 1)
- Solutions retenues**
- Solution A (982,1 ha)
- Solution S2 (100,8 ha)
- Infrastructures minières projetées (Mine Arnaud)**
- Infrastructure minière
- Bâtiment ou équipement
- Bassin
- Route d'accès au site
- Infrastructures existantes**
- Route principale
- Route secondaire
- Voie ferrée
- Ligne de transport d'énergie
- Sentier de motoneige
- Milieu physique**
- Cours d'eau
- Cours d'eau intermittent
- Dépôts fluviaux
- Courbe de niveau maîtresse
- Courbe de niveau intermédiaire

Carte 5
Solutions retenues



Sources :
 Base : BDTQ, 1:20 000, feuillets 22J01-200-0201, 22J02-200-0202, 22J07-200-0102 et 22J08-200-0101, MRNF, 2007
 Infrastructures minières : EIE, N/Réf.: 059858-600-661, ROCHE, mars 2012
 Sentiers de motoneige : FCMQ, 2012
 Données de projet : GENIVAR, décembre 2012
 Fichier : 121_17926_RSASR_c5_solution_retenue_121212.mxd

9. ANALYSE DE SENSIBILITÉ

Le Guide spécifie qu'une analyse de sensibilité des valeurs d'évaluation doit être réalisée afin de vérifier la robustesse de la démarche d'analyse des solutions de rechange. L'analyse fait varier les coefficients de pondération des indicateurs, sous-comptes et comptes afin de valider l'influence de disparités possibles entre les systèmes de valeur des divers évaluateurs impliqués.

La présente analyse de sensibilité porte sur des modifications de pondération selon les termes suivants, ces modifications étant comparées à l'évaluation du scénario de référence, telle que présentée à la section 8 :

- mise de tous les poids de sous-comptes à 1;
- divers scénarios de variations de poids globaux par compte;
- variations de poids de sous-comptes sélectionnés pour leur variance possible entre les évaluations de différents évaluateurs.

9.1 Sommaire des résultats

Le tableau 9.1 présente les résultats des différentes analyses effectuées. La matrice du tableau 8.1 est l'outil utilisé, dans chaque cas, pour modifier le poids relatif accordé à un ou plusieurs sous-comptes. Dans les cas où un compte complet voit sa pondération modifiée, à la hausse ou à la baisse, tous les comptes auxiliaires du compte ont été augmentés ou diminués dans la même proportion, jusqu'à ce que la valeur recherchée du compte (en pourcentage de l'ensemble des comptes) ait été atteinte.

9.2 Tous les sous-comptes mis à un poids de 1

Lorsque les 42 indicateurs de sous-comptes sont tous fixés à une même pondération de 1, le classement des solutions de DRM pour les résidus et les stériles n'est pas modifié, les solutions A (coefficient d'évaluation du mérite de 1,02) et S2 (coefficient d'évaluation du mérite de 1,24) demeurant respectivement celles identifiées comme préférables.

9.3 Variations de poids par comptes

Les simulations 3 à 11 évaluent les effets de modifier le poids global d'un ou de deux comptes dans leur ensemble.

Tableau 9.1 Analyse de sensibilité

Variation de paramètre	Coefficient d'évaluation du mérite de la solution				
	Résidus		Stériles		
	A	E + A2	S2	S3	S4
1 Scénario de base (tableau 8.2.1)	2,95	2,62	3,90	3,02	3,05
2 Poids de tous les indicateurs à 1	1,02	0,81	1,24	1,00	1,01
Variations des poids de comptes					
3 Environnement à 45% vs 37,5% *	3,26	3,14	4,58	3,55	3,64
4 Environnement à 48,5% vs 37,5% * - Point d'équilibre DRM résidus	3,45	3,45	4,99	3,86	3,99
5 Socioéconomique à 45 % vs 35,9% *	3,47	2,93	4,31	3,41	3,31
6 Socioéconomique à 25 % vs 35,9% *	2,48	2,34	3,53	2,68	2,83
7 Environnement et socioéconomique à 40% *	3,88	3,56	5,14	4,05	4,01
8 Technique 10% vs 15,6% *	2,75	2,49	3,67	2,84	2,85
9 Technique 20% vs 15,6% *	3,12	2,73	4,10	3,18	3,23
10 Économique 15% vs 10,9% *	3,13	2,70	4,14	3,14	3,22
11 Technique et Économique à 10% chacun *	2,67	2,46	3,58	2,79	2,79
Variations de poids de sous-comptes					
12 Habitat du poisson (ENV 1.1) - 10 points vs 5 points	2,98	2,85	4,13	3,26	3,29
13 Habitat du poisson (ENV 1.1) - 15 points vs 5 points	3,02	3,09	4,37	3,49	3,52
14 Utilisation du territoire (SÉ 2) - Pondération doublée	3,09	2,70	4,10	3,30	3,21
15 Nuisances (poussières - SÉ 4 et bruit - SÉ 5) - Pondération doublée	3,32	2,68	4,15	3,09	3,12
16 Nuisances (poussières - SÉ 4 et bruit - SÉ 5) - Pondération triplée	3,70	2,74	4,40	3,15	3,18
17 Acceptabilité sociale (SÉ 7) - Pondération doublée	3,11	2,74	4,07	3,26	3,18
18 Acceptabilité sociale (SÉ 7) - Pondération triplée	3,27	2,87	4,24	3,49	3,30

* Pondération des autres comptes inchangée pour chacun des sous-comptes

Le premier rang est indiqué en **caractère gras** (A versus E + E2) et S2 vs S3 et S4

Le dernier rang est *indiqué en italique* (A versus E + E2) et S2 vs S3 et S4

Dans tous les cas sauf un, la solution de rechange A obtient le meilleur pointage, jusqu'au moment où (simulation n° 4) le poids relatif du compte Environnement atteindrait 48,5 %. À ce moment, en ne changeant pas les poids des sous-comptes des trois autres comptes, ceux-ci voient leur contributions respectives diminuées à :

- compte Technique : 12,9 % plutôt que 15,6 %;
- compte Économique : 9,0 % plutôt que 10,9 %;
- compte Socioéconomique : 29,6 % plutôt que 35,9 %.

Dans tous les cas, la solution S2 pour le dépôt des stériles est celui qui obtient la meilleure évaluation. Dans 12 des 18 cas, la solution S4 se classe au second rang comme site de dépôt de stériles. Le site S3 serait légèrement favorisé lorsque le poids d'indicateurs socioéconomiques et acceptabilité sociale serait fortement haussé à cause de son éloignement relatif de certaines composantes valorisées du milieu.

9.4 Variations des poids de sous-comptes sélectionnés

Les effets de variations de poids importantes ont été simulés dans les cas 12 à 18 du tableau 9.1. Des valeurs de deux et trois fois plus élevées ont été testées pour certains sous-comptes :

- habitat du poisson (ENV 1.1) - 10 points vs 5 points;
- habitat du poisson (ENV 1.1) - 15 points vs 5 points;
- utilisation du territoire (SÉ 2) - pondération doublée;
- nuisances (poussières - SÉ 4 et bruit - SÉ 5) - pondération doublée;
- nuisances (poussières - SÉ 4 et bruit - SÉ 5) - pondération triplée;
- acceptabilité sociale (SÉ 7) - pondération doublée;
- acceptabilité sociale (SÉ 7) - pondération triplée.

Dans tous les cas sauf un, les solutions A (résidus) et S2 (stériles) obtiennent les meilleurs pointages.

L'exception au constat ci-dessus est la simulation n° 13, où le pointage de la solution E+A2 obtient une évaluation légèrement supérieure, résultant d'un poids accordé au sous compte ENV 1.1 (Superficie d'habitat estimée (dépôts de résidus de traitement et de stériles) qui est multiplié par trois (15 points plutôt que 5). La solution A (tableau 8.1) montre une superficie estimée d'habitat du poisson largement supérieure à celle de la solution E + A2.

Le plus faible écart entre les deux solutions de DRM résidus est ensuite le résultat de la simulation n° 12, lorsque la pondération du même sous-compte est multipliée par 2. À l'opposé, le plus grand écart favorisant la solution A résulte d'une majoration du poids de l'acceptabilité sociale (simulations n°s 18 et 19), auquel cas la solution pour les stériles S3, plus éloignée vers le nord, devient le deuxième meilleur, plutôt que S4.

10. RÉFÉRENCES

- AUBERTIN M. 1998. *Formation sur la gestion des rejets miniers, la stabilité et le suivi des digues*. Entreposage et ouvrages de retenue pour rejets miniers. École Polytechnique de Montréal. 36 p. et annexes.
- AUBERTIN M. BUSSIÈRE B., JAMES M., JAOUHAR E.M., MARTIN V., PÉPIN N., MBONIMPA M., CHAPUIS R. P. 2011. *Vers une mise à jour des critères de stabilité géotechnique pour la conception des ouvrages de retenue de résidus miniers*, Submitted at : 2011 CIM conference, Rouyn Noranda. 38 p.
- BIESINGER M. AND SLOTTEE. APRIL 2011. *Tailings paste disposal – more than water recovery*, INTERNATIONAL MINING SUPPLEMENT. Paste. Tailings management, P10.
- BLIGHT, G. 2010. *Geotechnical Engineering for Mine Waste Storage Facilities*. Taylor & Francis Group, London, UK. 629 p.
- COREM. 2012. *Laboratory Testing Program for Apatite flotation*, Mine Arnaud Inc. project T1224. 56 p. et annexes.
- DAVIES, M. P. AND S. RICE. 2001. *An alternative to conventional tailing management – “dry stack” filtered tailings*, AMEC Earth & Environmental, Vancouver, Canada: 10 p.
- ENVIRONNEMENT CANADA. 2011. *Guide sur l'évaluation des solutions de rechange pour l'entreposage des déchets miniers*. 46 p. et annexes.
- MARTIN, V. , MCMULLEN. J. AND AUBERTIN M. 2005. *Les résidus en pâte et la déposition en surface des rejets de concentrateur [CD-ROM]*. In Symposium 2005 on Mining and the Environment, Rouyn-Noranda, Que., 15–18 May 2005. Canadian Institute of Mining, Metallurgy, and Petroleum. 28 p.
- MDDEP. 2002. *Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses de source industrielle comme matériau de construction*, Direction des politiques du secteur industriel, Service des matières résiduelles. 37 p. et annexes.
- MDDEP. 2012. *Directive 019 sur l'industrie minière*. Bibliothèque et Archives nationales du Québec. 66 p. et annexes.
- NEWMAN, P., R. WHITE, ET AL. 2001. *Paste - The Future of Tailings Disposal ?*, International Conference on Mining and the Environment, Skelleftea, Sweden: p. 594-603.

- ROCHE Ltée. 2012. *Projet Minier Arnaud, (Watson, APRIL 2010) Étude d'impact sur l'environnement*. 726 p. et annexes.
- ROCHE Ltée. 2012. *Projet Minier Arnaud, Étude d'impact sur l'environnement*. 726 p. et annexes.
- ROCHE & AUSENCO. 2012. *Mine Arnaud-Feasibility Study, Final Report*. Mine Arnaud Apatite Project, Sept-Îles, Québec. 480 pages et annexes
- STEVEN G. VICK. 1990. *Planning, Design, and Analysis of Tailings Dams*. BiTech Publishers Ltd.
- TAILINGS INFO. 2012. *Tailings handling and storage techniques*, <http://www.tailings.info/> consulté en octobre 2012.
- THERIAULT, J., J. FROSTIAK, ET AL. 2003. *Surface Disposal of Past Tailings at the Bulyanhulu Gold Mine, Tanzania*. Mining & the Environment III Conference: Sudbury 2003 - Mining and the Environment, Sudbury, Ontario, Canada: 8 p.
- WALKER S. 2011. *Paste: A Maturing Technology*, Womp 2011, Vol 06- www.womp-int.com. 8 p.
- WATSON A. H. APRIL 2010. *Alternative tailing disposal - fact and fiction*, INTERNATIONAL MINING SUPPLEMENT. *Paste*. Tailings management, P3.