

Chapitre 5

Description de projet

Table des matières

Table des matières	5-i
Liste des tableaux	5-v
Liste des figures	5-v
Liste des cartes en pochette	5-vi
Liste des cartes	5-vi
Liste des annexes	5-vi
5 Description de projet	5-1
5.1 Contexte géologique et description du gisement	5-1
5.1.1 Contexte géologique	5-1
5.1.2 Description du gisement	5-5
5.2 Extraction, concassage et stockage du minerai	5-5
5.2.1 Réserves minières et durée de vie du projet	5-5
5.2.2 Plan minier	5-5
5.2.3 Mode d'exploitation	5-8
5.2.4 Entreposage et gestion des explosifs	5-8
5.2.5 Entreposage du minerai	5-9
5.2.6 Haldes à stériles, à minerai de basse teneur et à mort-terrain	5-9
5.2.6.1 Minerai de basse teneur	5-10
5.2.6.2 Mort-terrain et terre arable	5-10
5.2.6.3 Stériles	5-13
5.3 Traitement du minerai	5-13
5.3.1 Concentrateur et procédé	5-13
5.3.2 Réactifs (livraison, entreposage, types et consommation)	5-14
5.3.3 Gestion des résidus	5-19
5.4 Caractéristiques et gestion des solides (minerai, mort-terrain, stériles et résidus)	5-20
5.4.1 Généralités	5-20
5.4.1.1 Processus de génération des matières résiduelles	5-27
5.4.1.2 Réactifs	5-27
5.4.1.3 Matières dangereuses	5-27
5.4.2 Caractéristiques environnementales du minerai	5-28
5.4.2.1 Composition chimique élémentaire	5-28
5.4.2.2 Tests de lixivabilité	5-28
5.4.2.3 Potentiel de génération d'acide	5-29
5.4.3 Caractéristiques environnementales du mort-terrain	5-29
5.4.3.1 Composition chimique élémentaire	5-29

5.4.3.2	Tests de lixivabilité	5-29
5.4.3.3	Potentiel de génération d'acide.....	5-30
5.4.4	Caractéristiques environnementales des stériles.....	5-30
5.4.4.1	Composition chimique élémentaire.....	5-30
5.4.4.2	Tests de lixivabilité	5-30
5.4.4.3	Potentiel de génération d'acide.....	5-36
5.4.5	Caractéristiques environnementales des résidus.....	5-36
5.4.5.1	Composition chimique élémentaire.....	5-36
5.4.5.2	Tests de lixivabilité	5-36
5.4.5.3	Potentiel de génération d'acide.....	5-48
5.4.6	Caractéristiques environnementales de l'eau associée aux résidus.....	5-48
5.4.7	Conclusion de la caractérisation environnementale.....	5-53
5.4.7.1	Caractéristiques et gestion du minerai.....	5-53
5.4.7.2	Caractéristiques et gestion du mort-terrain.....	5-53
5.4.7.3	Caractéristiques et gestion des stériles	5-54
5.4.7.4	Caractéristiques et gestion des résidus	5-57
5.4.7.5	Eau des résidus	5-58
5.4.7.6	La question de l'uranium	5-59
5.5	Approvisionnement en eau.....	5-59
5.5.1	Eau potable	5-59
5.5.2	Eau industrielle	5-59
5.6	Gestion des eaux de ruissellement et de l'effluent minier.....	5-60
5.6.1	Bilan d'eau du site minier	5-60
5.6.2	Eaux de ruissellement	5-60
5.6.2.1	Site minier	5-60
5.6.2.2	Infrastructure linéaire (chemins et voie ferrée)	5-61
5.6.3	Eaux d'exhaure.....	5-61
5.6.4	Eaux de drainage des haldes à mort-terrain, à stériles et à minerai de basse teneur.....	5-61
5.6.5	Bassin de polissage et effluent final	5-61
5.6.5.1	Caractéristiques du bassin.....	5-61
5.6.5.2	Gestion des eaux et usine de traitement	5-62
5.7	Alimentation électrique	5-62
5.8	Produits pétroliers.....	5-62
5.9	Route d'accès et chemins miniers.....	5-71
5.10	Voie ferrée	5-72
5.10.1	Relocalisation de la voie ferrée et construction d'une déviation	5-72

5.10.2	Disposition des sols contaminés suite au démantèlement de la voie ferrée actuelle.....	5-74
5.11	Infrastructure portuaire	5-77
5.11.1	Quai	5-77
5.11.2	Installations portuaires.....	5-77
5.11.2.1	Station de transfert.....	5-77
5.11.2.2	Silos d'entreposage.....	5-77
5.11.2.3	Convoyeurs et système de transbordement	5-77
5.11.2.4	Bâtiments de service	5-78
5.12	Autres éléments du projet.....	5-78
5.12.1	Gestion des eaux usées domestiques.....	5-78
5.12.2	Gestion des matières résiduelles	5-78
5.12.2.1	Mesures d'utilisation rationnelle et de conservations des ressources	5-78
5.12.2.2	Équipement de gestion des matières résiduelles: Composteur.....	5-81
5.12.3	Gestion des déchets dangereux.....	5-82
5.12.3.1	Déchets contenant des huiles, graisses et solvants	5-82
5.12.3.2	Autres matières dangereuses résiduelles	5-82
5.12.4	Camp de travailleurs en période de construction	5-85
5.13	Plan préliminaire de réaménagement et de restauration	5-86
5.13.1	Objectifs et principes généraux	5-86
5.13.2	Usine de traitement et bâtiments connexes	5-87
5.13.3	Haldes à mort-terrain	5-87
5.13.4	Halde à stériles	5-87
5.13.5	Halde à minerai basse teneur.....	5-87
5.13.6	Parc à résidus miniers et bassin de polissage	5-87
5.13.7	Fosse	5-88
5.13.8	Eau potable et installations sanitaires	5-88
5.13.9	Installations de traitement des eaux usées industrielles	5-88
5.13.10	Route d'accès et chemins miniers.....	5-88
5.13.11	Installations électriques	5-88
5.13.12	Équipements et machinerie lourde	5-90
5.13.13	Entrepôt d'explosifs	5-90
5.13.14	Installations portuaires.....	5-90
5.13.15	Produits pétroliers, produits chimiques, déchets solides, déchets dangereux, et sols contaminés	5-90
5.13.15.1	Produits pétroliers	5-90
5.13.15.2	Produits chimiques	5-90

5.13.15.3 Déchets solides.....	5-90
5.13.15.4 Matières dangereuses résiduelles	5-90
5.13.15.5 Sols contaminés.....	5-90
5.13.16 Programme de surveillance.....	5-91
5.13.16.1 Intégrité des ouvrages.....	5-91
5.13.16.2 Suivi environnemental des eaux de surface et souterraines	5-91
5.13.16.3 Suivi agronomique	5-91
5.13.17 Coût de la restauration	5-91
5.14 Calendrier du projet	5-92
5.15 Main-d'œuvre.....	5-93
5.15.1 En construction.....	5-93
5.15.2 En exploitation	5-93
5.16 Estimation des coûts d'investissement et d'opération.....	5-93
5.16.1 Coûts d'investissement.....	5-93
5.16.2 Coûts d'opération	5-95

Liste des tableaux

Tableau 5.2.1	Résumé de la production minière prévue (échancier d'extraction) (en kt).....	5-7
Tableau 5.2.2	Destination des matériaux extraits de la fosse et élévation maximale des piles	5-10
Tableau 5.4.1	Composition élémentaire chimique du minerai	5-31
Tableau 5.4.2	Résultats des tests de lixiviation (1311, 1312 et CTEU-9) sur le minerai	5-33
Tableau 5.4.3	Potentiel de génération d'acide du minerai	5-35
Tableau 5.4.4	Composition élémentaire du mort-terrain	5-37
Tableau 5.4.5	Résultats des tests de lixiviation (1311, 1312 et CTEU-9) sur le mort-terrain	5-39
Tableau 5.4.6	Composition élémentaire des stériles.....	5-41
Tableau 5.4.7	Résultats des tests de lixiviation (1311, 1312 et CTEU-9) sur les stériles.....	5-43
Tableau 5.4.8	Potentiel de génération d'acide du stériles.....	5-45
Tableau 5.4.9	Composition chimique élémentaire des résidus de flottation	5-46
Tableau 5.4.10	Composition élémentaire des résidus magnétiques.....	5-47
Tableau 5.4.11	Résultats des essais de lixiviation sur les résidus de flottation.....	5-49
Tableau 5.4.12	Résultats des essais de lixiviation sur les résidus magnétiques.....	5-51
Tableau 5.4.13	Potentiel de génération acide des résidus	5-52
Tableau 5.4.14	Caractéristiques physico-chimiques de l'eau associée aux résidus.....	5-55
Tableau 5.6.1	Étapes clés de la gestion des aires d'accumulation.....	5-63
Tableau 5.9.1	Description des ponceaux à mettre en place aux sites de traversée.....	5-72

Liste des figures

Figure 5.1.1	Coupe stratigraphique du gisement.....	5-6
Figure 5.2.1	Simulation visuelle en 3D du site minier à l'an 5 (vue vers le nord).....	5-11
Figure 5.2.2	Simulation visuelle en 3D du site minier à l'an 10 (vue vers le nord).....	5-11
Figure 5.2.3	Simulation visuelle en 3D du site minier à l'an 15 (vue vers le nord).....	5-11
Figure 5.2.4	Simulation visuelle en 3D du site minier à l'an 20 (vue vers le nord).....	5-11
Figure 5.3.1	Schéma simplifié du procédé de traitement du minerai	5-17
Figure 5.3.2	Coupe type des digues du parc à résidus (type 1: fondation argileuse)	5-21
Figure 5.3.3	Coupe type des digues du parc à résidus (type 2: fondation rocheuse)	5-23
Figure 5.3.4	Coupe type de la digue séparant les cellules #1 et #2 du parc à résidus	5-25
Figure 5.6.1	Bilan d'eau du site (au début de la phase d'exploitation).....	5-65
Figure 5.6.2	Bilan d'eau du site (an 10 de la phase d'exploitation)	5-67
Figure 5.6.3	Bilan d'eau du site (an 20 de la phase d'exploitation)	5-69
Figure 5.9.1	Coupe type de la route d'accès	5-71
Figure 5.10.1	Coupe type de la voie ferrée	5-75

Figure 5.10.2	Wagon	5-73
Figure 5.11.1	Système de chargement des bateaux.....	5-83
Figure 5.13.1	Vue aérienne en 3D du site minier une fois la restauration complétée.....	5-89
Figure 5.15.1	Évolution du nombre d'employés requis en opération	5-94
Figure 5.15.2	Répartition des emplois par service (moyenne annuelle – 23 ans)	5-94

Liste des cartes en pochette

Carte 5.2.1	Plan d'aménagement général des principales infrastructures prévues
-------------	--

Liste des cartes

Carte 5.1.1	Géologie régionale du secteur à l'étude.....	5-2
Carte 5.1.2	Géologie simplifiée de la portion nord-ouest du Complexe anorthosique de Sept-Îles	5-3
Carte 5.3.1	Plan d'aménagement général du concentrateur	5-15
Carte 5.11.1	Plan d'aménagement général des installations portuaires.....	5-79

Liste des annexes

Annexe 5.3.1	Fiches signalétiques des réactifs
--------------	-----------------------------------

5 Description de projet

5.1 Contexte géologique et description du gisement

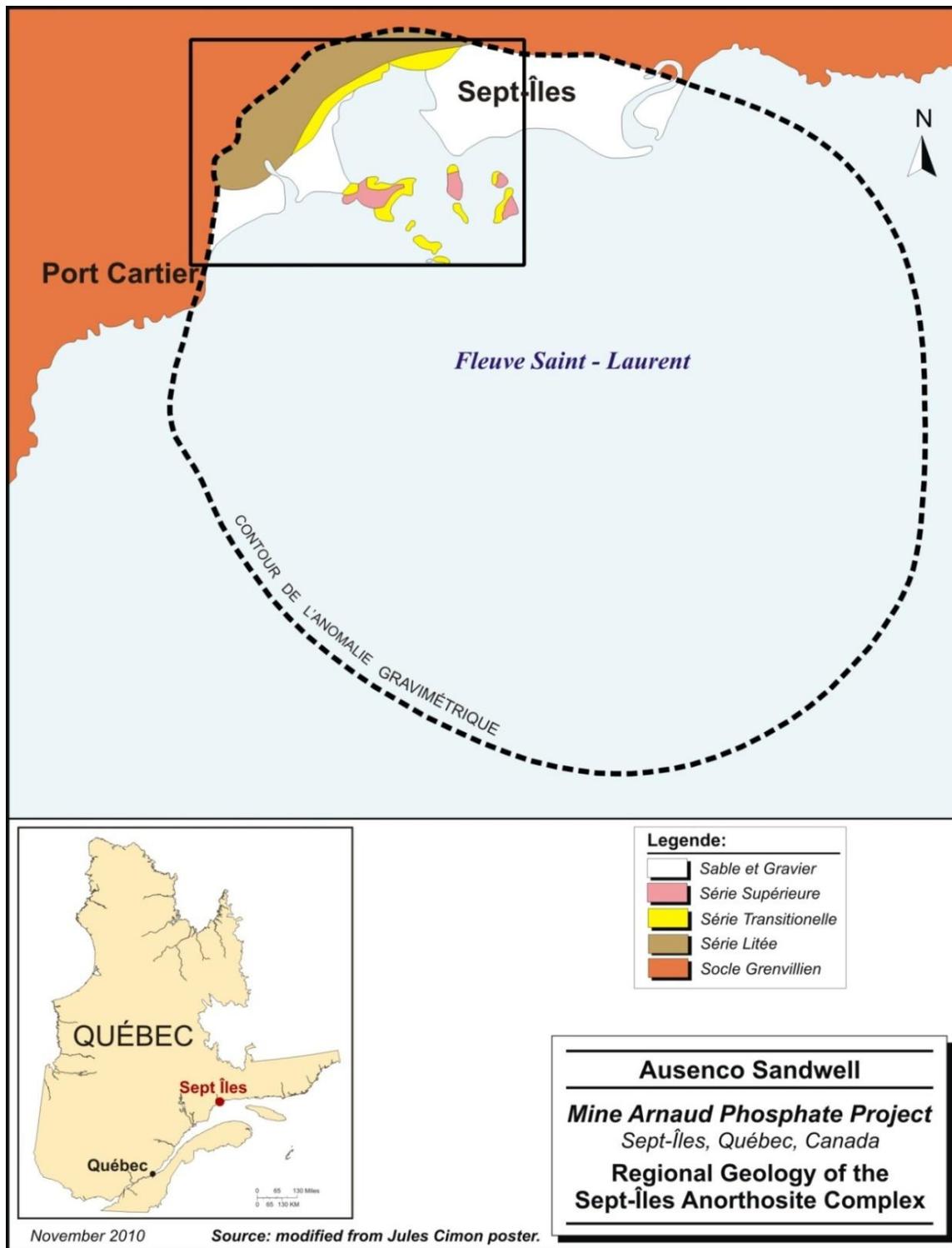
5.1.1 Contexte géologique

La propriété minière de Mine Arnaud inc. se trouve entièrement sur le complexe mafique lité de Sept-Îles, dans la province géologique du Grenville. Le complexe a la forme d'une vasque d'environ 80 km de diamètre et est majoritairement situé sous le golfe du Saint-Laurent, n'ayant que sa partie la plus septentrionale en affleurement dans la baie de Sept-Îles (Carte 5.1.1). Il se divise en quatre séries distinctes, de la base vers le sommet: la série inférieure qui est composée de leucotroctolite, de gabbro et d'anorthosite grossier, montre une bande à fort relief magnétique dans la baie des Sept Îles pouvant correspondre à des unités stratiformes riches en oxydes de fer; et la série supérieure qui se démarque des autres séries par des quantités plus élevés de minéraux de quartz et de feldspaths potassiques comme des monzogabbros, monzosyérites, diorites et syénites. Une zone de bordure est aussi présente à la limite nord du complexe.

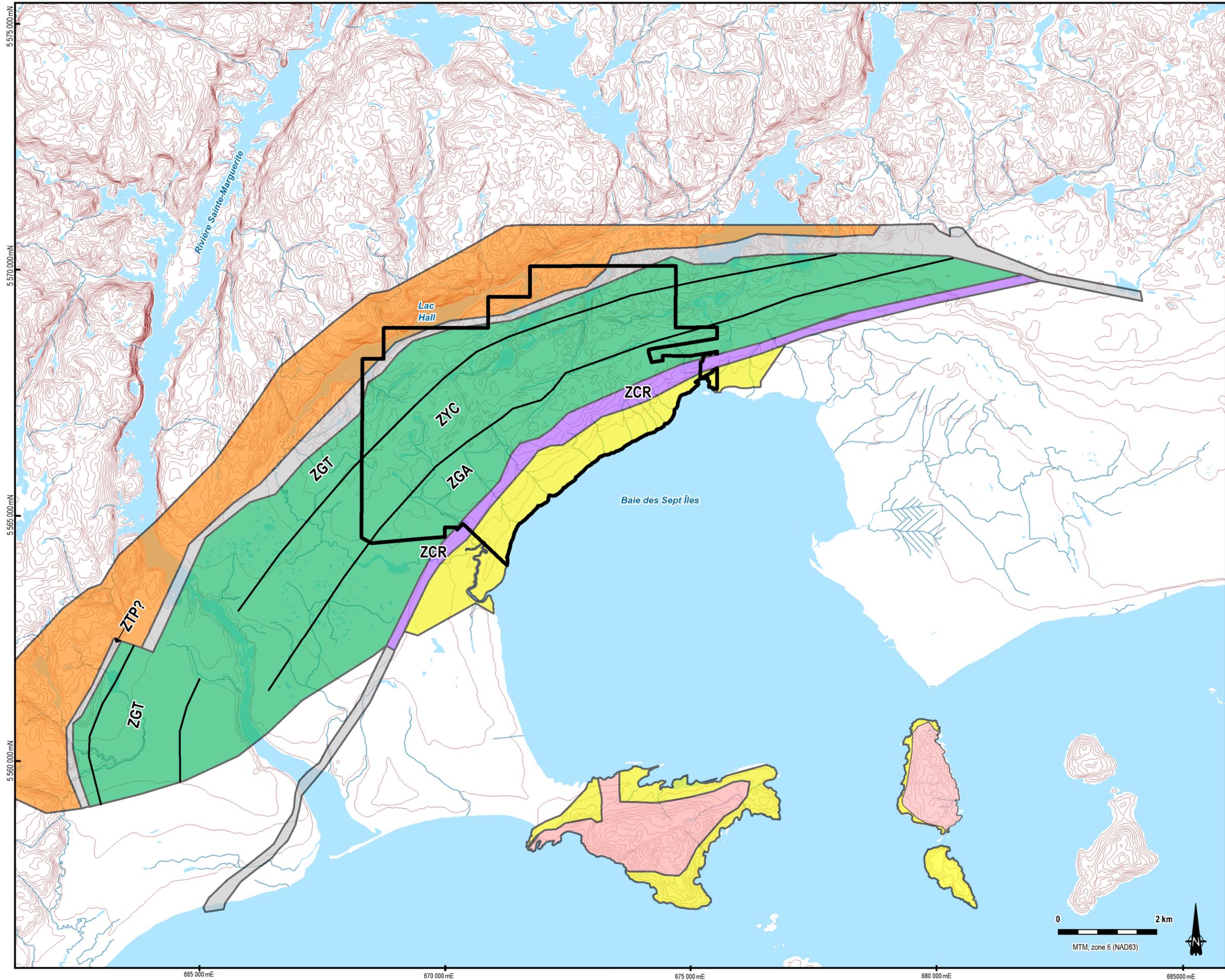
La zone la plus profonde de la série litée est nommée zone de troctolite porphyroïde en raison de ses lits de leucogabbro à olivine et de leucotroctolite contenant des phénocristaux de plagioclase lui donnant ainsi une texture dite porphyrique. La seconde est la zone de gabbro-troctolite constituée, comme son nom l'indique, de gabbro à olivine et de troctolite de même que des blocs d'anorthosite et des niveaux riches en oxydes de fer. Les quelques unités de dunitite et wherlité à magnétite répertoriées représentent les seules roches ultramafiques connues dans le complexe à ce jour. La zone sous-jacente est la zone cyclique qui est constituée de répétitions de lits de troctolite, de gabbro à olivine et de gabbro. Ensuite, vient la zone gabbroïque, très homogène, et constituée majoritairement de gabbro à magnétite-ilménite. La carte 5.1.2 présente la géologie simplifiée de la portion nord-ouest du Complexe anorthosique de Sept-Îles.

La zone critique est la plus sommitale de la série litée. La base de la zone critique est représentée par une succession de lits centimétriques à plurimétriques de magnétite (titanomagnétite et ilménite), contenant localement jusqu'à 2 % de pyrrhotite. Cette zone a une épaisseur de 30 à 40 m. Par dessus la magnétite se trouve une zone d'une dizaine de mètres de nelsonite dont la teneur en P_2O_5 voisine 10 %, avec des teneurs en dioxyde de titane) d'environ 18 % dans les lits minéralisés. Le contact entre la zone à magnétite et la zone à nelsonite est systématiquement graduel sur 10-20 cm et représente l'horizon marqueur important de la minéralisation et la limite physico-chimique inférieure du gisement. En effet, aucune apatite n'a été répertoriée en deçà de ce contact, hormis quelques fragments de l'unité de nelsonite très près du contact.

Au-dessus, une succession de lits de troctolite à oxyde de fer et d'apatite, d'une épaisseur totale d'environ 150 m, représente la plus grande partie du gisement d'apatite avec la zone de nelsonite. La minéralisation est de type stratiforme (Figure 5.1.1). Une zone de 30 à 50 m de microtroctolite constitue le sommet de la zone critique. Celle-ci est injectée par des leucogabbros à olivine massifs à grains fins à moyens, témoignant du caractère multiphasé de la zone critique appelée ZCR sur la carte 5.1.2.



Carte 5.1.1 Géologie régionale du secteur à l'étude



GÉOLOGIE

source: Adaptée de Figure 2 Ausenco Sandwell, 2010

-  Gneiss
-  Série Litée / Zone Critique
-  Série Litée / Zone Gabbroïque
-  Série Litée / Zone Cyclique
-  Série Litée / Zone de Gabbro-troctolite
-  Série Litée / Zone de troctolite porphyroïde
-  Zone de bordure
-  Série Transitionnelle
-  Série Supérieure

AUTRES

-  Hydrographie
-  Propriété minière



 **Projet minier Arnaud**

Étude d'impact sur l'environnement

Géologie simplifiée de la portion nord-ouest du Complexe anorthosique de Sept-Îles

 Fichier : 59858_EIES_C5-1-2_Geologie_120110_WOR
Janvier 2012

Carte 5.1.2

5.1.2 Description du gisement

Le gisement du projet minier Arnaud est constitué de plusieurs lits avec des caractéristiques différentes. Une représentation stratigraphique du gisement est présentée à la figure 5.1.1.

Seule l'apatite est actuellement considérée dans l'étude de faisabilité du projet. Néanmoins, le gisement comprend également de la magnétite et de l'ilménite qui sont potentiellement commercialisables. La dernière évaluation des ressources minières (incluant les ressources mesurées, indiquées et inférées, en date du 25 novembre 2011 par G-Mining) fait état de 251 Mt de minerai à une teneur moyenne de 5 % P_2O_5 . Le gisement semble avoir de plus faible teneur du côté sud-ouest et de meilleurs teneurs du centre vers le nord-est. Certaines limites physiques sont à considérer dont le ruisseau Clet à l'ouest, les lignes à hautes tensions d'Hydro-Québec au nord. Le gisement est limité actuellement au nord-est par l'absence de trou de forage. La zone considérée exploitable économiquement dans la présente étude donne une fosse de 800 m de large par 3 500 m de long et une profondeur allant jusqu'à -150 m par rapport au niveau de la mer pour une profondeur maximale de 250 m par rapport à la surface la plus élevée. La topographie variant entre 30 m et 100 m au niveau de l'empreinte de la fosse. Le gisement se poursuit toutefois en profondeur, cependant, le plan minier ne prévoit pas excaver cette ressources car il ne serait pas économique de l'extraire.

5.2 Extraction, concassage et stockage du minerai

5.2.1 Réserves minières et durée de vie du projet

L'évaluation des ressources minières a été réalisée par RPA à l'été 2011 et a été reprise en novembre 2011 par G-Mining. Dans le cadre de cette étude, Les ressources mesurées, indiquées et inférées composent ce qui est appelé minerai. Les résultats de la dernière évaluation, en décembre 2011, font état de :

- 251 Mt de minerai à une teneur moyenne de 5% P_2O_5 ;
- 255 Mt de stérile;
- 50 Mt de mort-terrain.

Pour un total de 556 Mt à extraire, le taux d'alimentation de l'usine serait de 11,25 Mt de minerai par année, et la durée de vie du projet est estimée à près de 23 ans.

5.2.2 Plan minier

L'extraction de mort-terrain et de stériles au sein de la fosse pourrait débuter à l'hiver 2014 afin de fournir les matériaux requis pour les travaux de construction. Au début de la phase d'exploitation, en 2015, la production minière par extraction à ciel ouvert débutera du côté nord sur une largeur de plus d'un kilomètre et progressera vers le sud.

Le plan minier actuel est établi afin de répondre à :

- L'alimentation de l'usine en minerai;
- Minimiser les coûts d'opérations;
- Maximiser la teneur;
- Stabiliser le concentré produit en termes de quantité et de qualité.

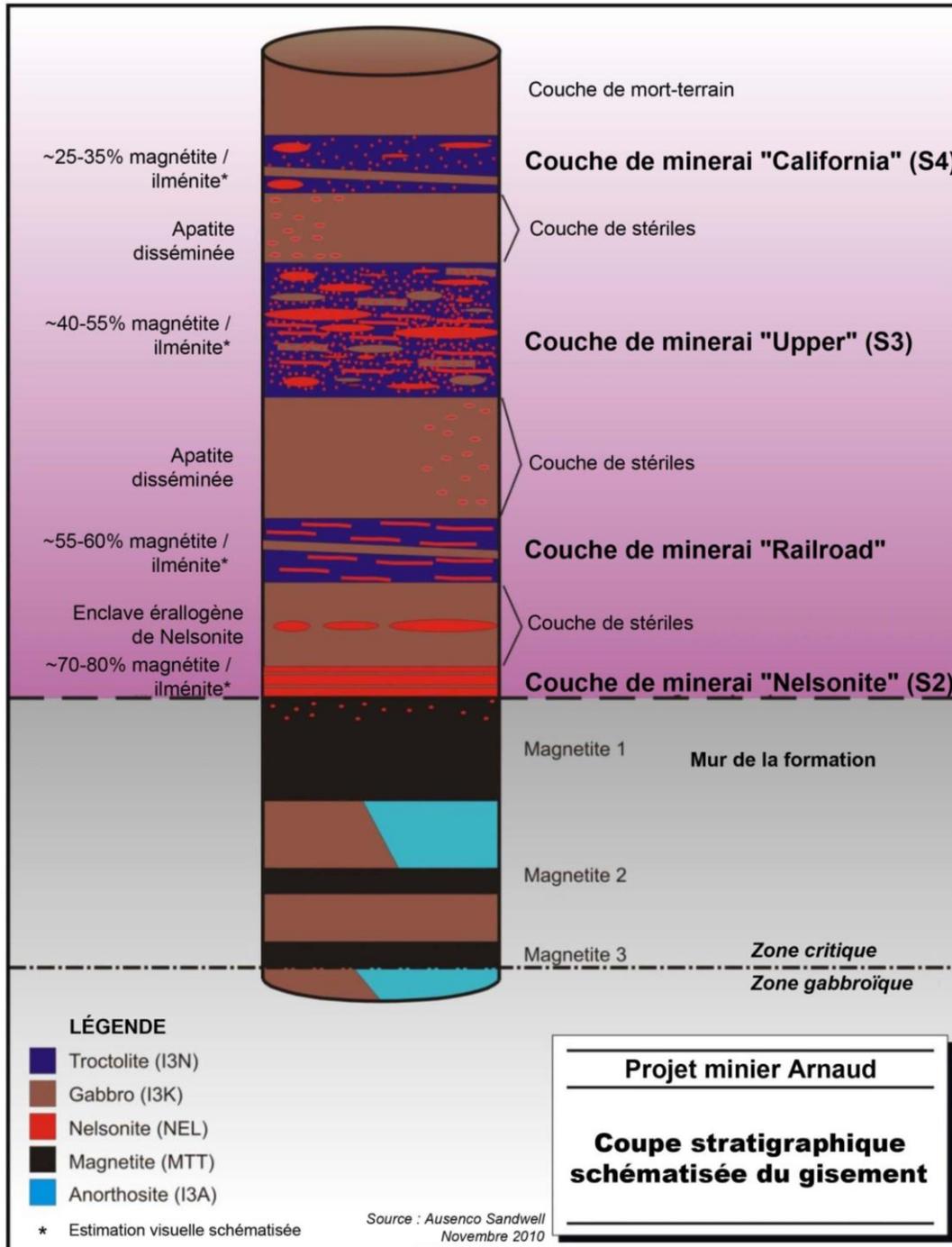


Figure 5.1.1 Coupe stratigraphique du gisement

L'extraction débutera plus d'un an et demi avant le début de la production à l'usine. Ceci permettra de produire les volumes nécessaires de roche pour la préparation des surfaces, des installations sur le site, des routes d'accès et des premières digues du parc à résidus. Les quantités de minerai excavées pendant cette période seront stockées en face du concasseur et serviront au démarrage des opérations. Le minerai basse teneur sera, quant à lui, entreposé sur une pile séparée plus à l'est de la pile de minerai. Le mort-terrain sera mis en tas du côté sud de la fosse pour créer un écran et ainsi diminuer l'impact du bruit. L'excédant de mort-terrain sera empilé plus à l'est en prenant soin de ne pas nuire aux futures ressources potentielles dans cette zone. Il est important de noter que le décapage du mort-terrain sera effectué sur une période d'environ 10 ans. Une partie du mort-terrain pourra servir à la restauration progressive des pentes du parc à résidus et de la halde à stériles diminuant ainsi la quantité de ce matériel qui devra être accumulé.

Lors de la pré-production, environ 4 millions de tonnes de stériles seront excavés. Le plan actuel prévoit une année et demie de pré-production, suivi de six mois de production à 75 % de la capacité nominale de l'usine. Pendant les mois 7 à 18, l'usine opérera à 90 % de sa capacité pour ensuite opérer à 100 % jusqu'à la fin des opérations. Le tableau 5.2.1 présente un résumé de la production prévue:

Tableau 5.2.1 Résumé de la production minière prévue (échancier d'extraction) (en kt)

ANNÉE (PROJET)	ANNÉE (CALENDRIER)	MINERAI	MORT-TERRAIN	STERILE	TOTAL
-1	2014	3 081	4 900	2 015	9 996
1	2015	6 787	4 900	4 056	15 743
2	2016	11 752	4 600	6 662	23 014
3	2017	13 660	4 600	6 415	24 675
4	2018	13 818	4 600	6 465	24 883
5	2019	12 993	4 600	7 317	24 910
6	2020	10 737	4 600	9 973	25 310
7	2021	11 460	4 600	9 394	25 454
8	2022	11 424	4 600	9 216	25 240
9	2023	12 395	4 600	9 320	26 315
10	2024	10 340	3 000	14 103	27 443
11	2025	11 149	272	16 904	28 325
12	2026	10 521	0	16 054	26 575
13	2027	10 084	0	17 293	27 377
14	2028	6 881	0	20 333	27 214
15	2029	7 763	0	19 459	27 222
16	2030	8 751	0	18 479	27 230
17	2031	10 541	0	16 746	27 287
18	2032	12 199	0	12 373	24 572
19	2033	11 574	0	8 444	20 018
20	2034	11 472	0	7 059	18 531
21	2035	11 448	0	5 883	17 331
22	2036	11 724	0	5 304	17 028
23	2037	8 279	0	5 581	13 860
TOTAL	-	250 833	49 872	254 848	555 553

Le design de la fosse comprenant les ressources mentionnées ci-haut a été réalisé en respectant plusieurs paramètres techniques. L'étude géotechnique d'Ausenco-Vector (2011a) recommande des pentes de mur pour différents secteurs de la fosse. En général, les bancs auront une hauteur de 10 m et une largeur de 6,5 m. Les six secteurs identifiés donnent des pentes de mur qui varient de 60 à 75 degrés et des pentes inter-rampes de 39 à 47 degrés.

Pour assurer la stabilité de l'interface de décapage au sud de la fosse, l'étude d'Ausenco-Vector (2011a) recommande de garder une pente égale ou inférieure à 2,5H/1V (21,8°). De plus, si la hauteur dépasse 25 m, une berme de 6,5 m sera ajoutée.

Suite aux résultats de l'étude de stabilité, les données ont été utilisées par la firme G-Mining afin de définir la fosse ultime en utilisant le logiciel Whittle. Plusieurs paramètres économiques ont été incorporés à cette simulation telle que les coûts d'usinage, de minage, de transport, d'énergie et des revenus provenant de l'apatite. Ensuite, un design de fosse a été réalisé afin d'ajouter une rampe, de valider les phases de minage et les accès avec le logiciel Gemcom.

5.2.3 Mode d'exploitation

Les opérations minières seront conventionnelles. Le décapage du mort-terrain se fera avec des pelles hydrauliques de 30 à 75 tonnes et des camions articulés de 40 tonnes. Le forage sera effectué avec des foreuses sur chenilles. Les premiers trous de forage auront des diamètres de l'ordre de 75 mm à 102 mm afin de réduire la vibration près des lignes d'Hydro-Québec. Des matelas de pneus seront utilisés pour prévenir la projection de débris. Le sautage se fera avec des détonateurs électroniques. Lorsque la distance entre les lignes à hautes tension et les dynamitages sera suffisante, des trous de forage de plus grands diamètres et des profondeurs allant jusqu'à plus de 10 m seront alors utilisés. Les foreuses seront de type marteau fond de trou et positionnement par GPS pour assurer la qualité du forage.

Le chargement du minerai sera effectué avec deux pelles hydrauliques de 120 tonnes de grande capacité et une chargeuse sur roue. Les camions utilisés seront quant à eux d'une capacité de 150 tonnes. Des bennes en caoutchouc de type Duratray seront installées afin de réduire le bruit d'impact lors du chargement. Les camions fonctionnant au carburant Diesel transporteront le minerai et le stérile vers les endroits appropriés en passant par une rampe ayant une pente de 10 % et une largeur totale de 27,4 m. Cette rampe comprendra un caniveau du côté du mur et un merlon de sécurité du côté fosse. Une fois à la surface, les camions suivront la route pour déverser le minerai dans un concasseur giratoire pour réduire la roche à moins de 170 mm.

Le concasseur sera muni d'un dépoussiéreur et sera isolé pour limiter la poussière et le bruit. Sous le concasseur, le minerai sera acheminé via un transporteur à tablier sur le convoyeur d'alimentation vers la pile de stockage. Le convoyeur de 1 200 mm de large et d'une longueur de 440 m sera fermé et sera dirigé sous un dôme rigide où l'on pourra entreposer un total de 100 000 tonnes de minerai. Sous cette pile, 5 trous serviront à soutirer le minerai pour alimenter le convoyeur de transfert vers le concentrateur.

La carte 5.2.1 présente le plan d'aménagement global des principales infrastructures prévues sur le site du projet (carte en pochette).

5.2.4 Entreposage et gestion des explosifs

L'entreposage des explosifs répondra aux exigences requises par les autorités. Les explosifs en vrac seront livrés à partir d'un point de transfert situé à Sept-Îles. Il n'y aura pas d'entreposage d'explosifs en vrac sur le site. Il y aura cependant un entrepôt pour les détonateurs et un autre pour les explosifs encartouchés, tels que renforteurs et cordeau détonant. Les entrepôts seront séparés l'un de l'autre et ils seront clôturés. Ils seront situés au nord-est de la propriété à des distances respectant les normes en vigueur.

Le site de brûlage contrôlé ne servira qu'à brûler les résidus et les emballages d'explosifs. Le brûlage de ces derniers doit se faire sans délai dans un espace exigu délimité par 3 murs muni d'une ouverture sur le haut permettant l'échappement des gaz de combustion. Un conteneur marin usagé retourné duquel on retire un côté et sur lequel on pratique une ouverture est généralement utilisé à cette fin.

La destruction d'explosifs se fera devant témoin et sera consignée dans un registre où seront inscrits le lieu, l'heure et la date de la destruction, la quantité et la description des explosifs, et enfin le nom, l'adresse et la date de naissance du témoin.

5.2.5 Entreposage du minerai

Une halde d'entreposage temporaire de minerai sera aménagée à l'est du concasseur. Le minerai extrait lors de la préparation du site (ans -1 et début de l'an 1) y sera acheminé avant d'être transporté au concasseur. L'aire d'entreposage contiendra un maximum de 3 Mt de minerai au début de l'an 1. Pendant la vie du projet, l'aire d'accumulation pourrait recevoir jusqu'à 15 Mt de minerai. À la cessation des activités de traitement (fin de l'année 23) tout le minerai acheminé sur la pile aura été traité et l'espace utilisé sera revégétalisé.

5.2.6 Haldes à stériles, à minerai de basse teneur et à mort-terrain

La carte 5.2.1 montre l'emplacement des aires d'accumulation, notamment les quatre piles de mort-terrain, la halde à stériles et l'aire d'accumulation du minerai de basse teneur, alors que les figures 5.2.1 à 5.2.4 offrent une perspective aérienne tridimensionnelle du site minier à divers moments de la phase d'exploitation minière.

Le développement de ces aires a été guidé par les principes suivants :

- Le minerai basse teneur, les stériles et le mort-terrain seront déposés dans des piles distinctes près de la fosse;
- La terre arable sera accumulée dans un secteur spécifique des piles de mort terrain (particulièrement la halde #3) afin d'être facilement récupérée et réutilisée pour la restauration;
- Dans la mesure du possible, les aires d'accumulation suivront avec la topographie existante; elles seront maintenues basses et présenteront de faibles pentes pour faciliter le contrôle de l'érosion;
- Une partie des stériles et du mort-terrain servira à la construction des digues du parc à résidus. Ces matériaux serviront également aux autres constructions de génie civil (routes, fondation du chemin de fer, etc.). Les possibilités de valoriser les stériles (p. ex. : pour en faire des agrégats) seront également étudiées;
- La possibilité de déposer des stériles (et des résidus miniers) dans la fosse dans les dernières années d'activités sera considérée; les possibilités d'adapter le plan minier (qui sera revu suite aux forages prévus en 2012) pour permettre cette disposition de matériaux dans la fosse seront étudiées;
- La pente moyenne des piles de roches (stériles et minerai de basse teneur) sera de 2H : 1V. Des gradins de 10 m de hauteur et ayant un angle de 34° seront séparés par des bermes de 5,2 m de largeur;
- Une pente de 3H : 1V (18°) devrait permettre d'assurer la stabilité des piles de mort-terrain et de terre végétale. Par ailleurs, si la hauteur de la pile dépasse 25 m, une berme de 6,5 m sera ajoutée;
- La fraction la plus fine du mort-terrain (argiles) pourra être accumulée dans le centre de la halde à stériles car ces derniers favoriseront le maintien en place des argiles;
- Pour des questions de sécurité, une petite berme constituée de stériles sera aménagée du côté sud de la fosse afin de former un mur de protection empêchant l'accès à la fosse;

- À la fin du projet, toutes les aires d'accumulation seront revégétalisées.

Le tableau 5.2.2 présente la destination des matériaux qui seront extraits de la fosse, compte tenu des besoins pour la construction de la digue, ainsi que les élévations maximales de ces piles.

5.2.6.1 Minerai de basse teneur

Le minerai de basse teneur sera empilé près du concasseur, soit à l'est de celui-ci, entre le chemin de fer et les lignes électriques d'Hydro-Québec. Il servira à pallier les irrégularités de l'approvisionnement de minerai à partir de la fosse pour les années plus difficiles. En général, l'optimisation des opérations favorise le minerai à plus haute teneur dans les premières années d'opération afin de rembourser le capital investi le plus rapidement possible et c'est ce que Mine Arnaud tente de faire dans son plan minier. Il pourrait s'accumuler jusqu'à 15 Mt de minerai basse teneur¹ sur cette pile au cours des années. On prévoit utiliser ce minerai de basse teneur entre les années 10 et 23 du projet pour que la pile soit complètement épuisée en même temps que la fin de l'exploitation de la mine.

Tableau 5.2.2 Destination des matériaux extraits de la fosse et élévation maximale des piles

	Volumes extraits de la fosse (m ³)	Volumes requis pour la construction des digues du parc à résidus (m ³)	Volumes (m ³) accumulés ¹					
			Halde à stériles	Pile de minerai de basse teneur	Halde à mort-terrain #1	Halde à mort-terrain #2	Halde à mort-terrain #3	Halde à mort-terrain #4
Minerai de basse teneur ²	5 769 000	0	0	5 769 000	0	0	0	0
Mort-terrain	26 347 000	2 980 000	11 230 000	0	4 880 000	2 630 000	2 990 000	1 637 000
Stériles	106 187 000	4 825 000	101 362 000	0	0	0	0	0
Hauteur maximale ³ des piles (m)	-	-	100	55	55	29	60	42
Élévation maximale des piles (m)	-	-	170	120	80	40	120	100

¹ Ne tient pas compte des volumes requis pour la construction des autres ouvrages de génie civil (chemins d'accès et miniers, petites digues, etc.). Ne tient également pas compte des possibilités de valorisation des résidus magnétiques, des stériles et du mort-terrain.

² Tout le minerai de basse teneur sera récupéré et traité au concentrateur avant la fin de la phase d'exploitation

³ Il est à noter que la hauteur des piles variera au fur et à mesure de la phase d'exploitation. Seules les hauteurs maximales sont indiquées. La hauteur maximale de ces piles, notamment celle de la halde à stériles, pourrait être abaissée en augmentant l'empreinte au sol de l'aire d'accumulation. Les hauteurs maximales contenues dans ce tableau tiennent compte de l'empreinte des aires d'accumulation indiquée sur la carte 5.2.1.

5.2.6.2 Mort-terrain et terre arable

Au total, 50 Mt de mort-terrain (incluant la terre arable) seront déplacées pour permettre d'atteindre le roc et d'exploiter le gisement. Dans la mesure du possible, ces matériaux seront directement utilisés pour la construction des digues du parc à résidus, des chemins miniers et des autres ouvrages de génie civil ainsi que pour la restauration progressive et finale du site. L'excédent de mort-terrain sera mis en tas. Quatre aires d'accumulation ont été prévues (Figure 5.2.1) afin de pouvoir accueillir la totalité du mort-terrain excédentaire. Aussi, tout comme pour les stériles et afin de minimiser les quantités devant être accumulées, on tentera de valoriser le mort-terrain en tant que source de matériaux granulaires pouvant être utilisés par des tiers. La terre arable sera préférentiellement déposée sur l'aire d'accumulation #3 puisqu'elle se situe à proximité des futurs besoins en restauration mais chacune des piles présentera un secteur dédié à l'accumulation de la terre arable. La totalité de la terre arable sera utilisée à des fins de revégétalisation.

¹ Considérant une masse volumique de 3,60 et un facteur de foisonnement de 1,4, cette quantité correspond à un volume d'environ 5,8 Mm³.

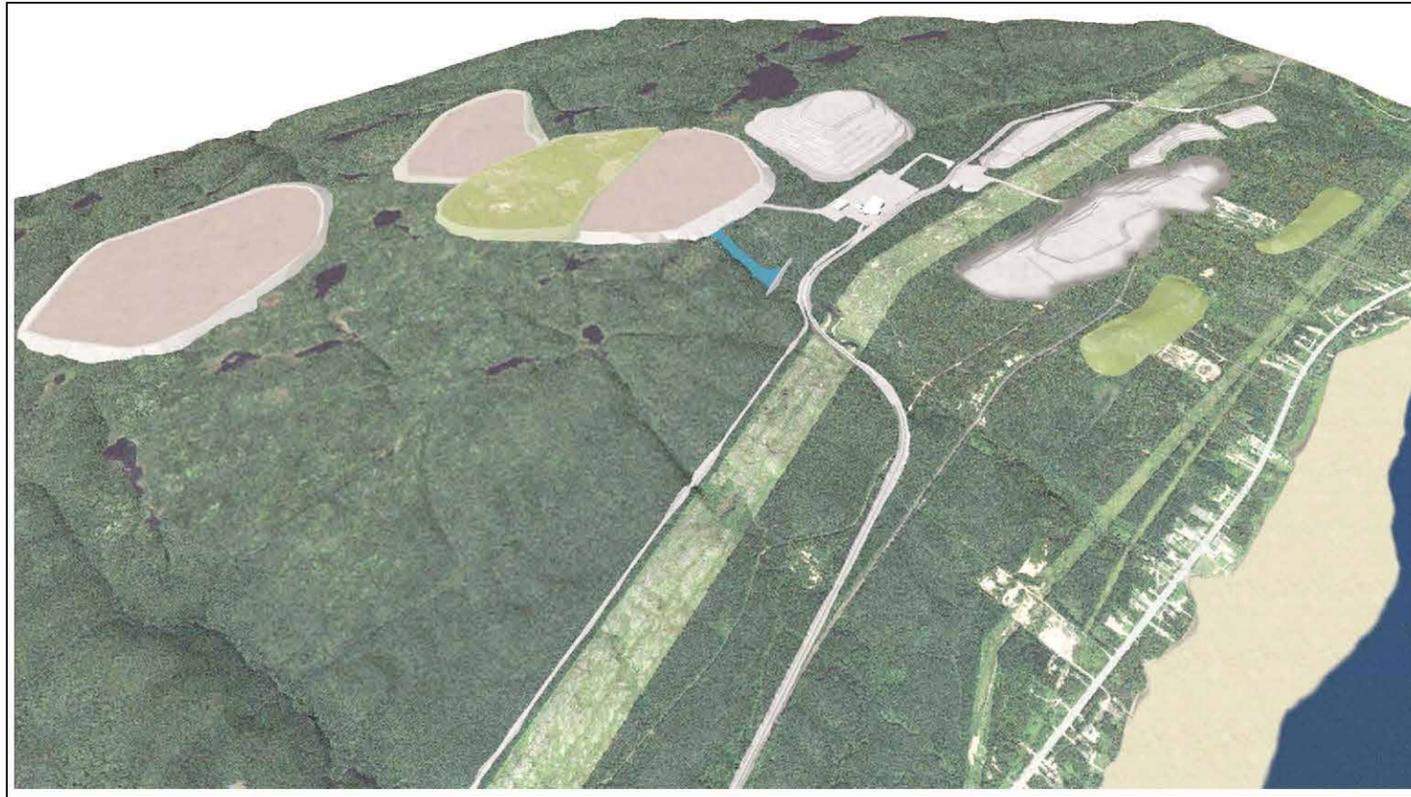


Figure 5.2.1 Simulation visuelle en 3D du site minier à l'an 5 (vue vers le nord)



Figure 5.2.2 Simulation visuelle en 3D du site minier à l'an 10 (vue vers le nord)



Figure 5.2.3 Simulation visuelle en 3D du site minier à l'an 15 (vue vers le nord)



Figure 5.2.4 Simulation visuelle en 3D du site minier à l'an 20 (vue vers le nord)

Note : Sur l'ensemble de ces simulations visuelles en 3D, les aires d'accumulation des stériles, du mort-terrain et du minerais de basse teneur sont à leur pleine capacité (elles montrent le « pire cas » et ne tiennent donc pas compte de l'évolution temporelle du projet). Voir la figure 5.13.1 pour une simulation visuelle en 3D du site une fois la restauration finale complétée.

Les aires d'accumulation #1 et #2 serviront d'écran visuel et pour l'atténuation du bruit et seront restaurées dès les premières années de la phase d'exploitation.

5.2.6.3 Stériles

Au total, 255 Mt de roches stériles seront déplacées pendant l'exploitation de la mine. Une bonne partie servira à la construction des digues du parc à résidus ainsi que pour les constructions civiles. Mine Arnaud espère pouvoir valoriser autant que possible l'utilisation de cette roche à des fins civiles pour les entrepreneurs de la région pour différents usages tels que la construction de routes, la préparation du béton, la protection des berges. Une aire d'accumulation est prévue au nord des infrastructures, juste à l'est du parc à résidus. Cette aire d'accumulation est en mesure d'accepter l'ensemble des stériles générés par le projet. Elle respectera les mêmes pentes que pour les aires d'accumulation de minerai basse teneur et sa hauteur finale ne dépassera pas 100 m (élévation maximale à 170 m). Celle-ci a été conçue de façon à être peu visible de la route 138. Cette aire d'accumulation sera restaurée et, dans la mesure du possible, la restauration se fera de façon progressive. L'accumulation des stériles se fera en partant de la partie la plus basse de la halde et en remontant graduellement vers le parc à résidus.

5.3 Traitement du minerai

5.3.1 Concentrateur et procédé

Le concentrateur a été conçu pour atteindre une capacité d'environ 11,25 Mt de minerai annuellement. La disponibilité de l'usine est fixée à 92 % sur 365 jours par année et sera en fonction 24 heures par jour.

Les dimensions du concentrateur seront de 63 m par 143 m avec une hauteur de 28 m (Carte 5.3.1). Un bâtiment adjacent contenant le séchoir du concentré aura une dimension de 28 m par 20 m.

Avant d'être acheminé au concentrateur, le minerai sera transporté à partir de la fosse par des camions de 150 t. Les camions seront déchargés dans un concasseur giratoire ayant une capacité de production de 2 500 t/h. Le minerai concassé aura une granulométrie de moins de 170 mm pour la proportion passant 80 %. Le minerai sera ensuite transporté par convoyeur fermé vers un dôme fermé d'une capacité de 100 000 t. Ce bâtiment sera équipé de dépoussiéreurs. L'alimentation à l'usine se fera par un autre convoyeur fermé débutant sa course sous la pile de minerai et se terminant dans le concentrateur.

Les équipements majeurs compris dans le concentrateur sont un broyeur semi-autogène, deux broyeurs à boulets, des hydrocyclones, un séparateur magnétique, des colonnes de flottation, des épaisseurs, des filtres et un séchoir pneumatique électrique. La figure 5.3.1 présente le schéma simplifié du procédé de traitement du minerai.

Le broyeur semi-autogène produira une granulométrie de 80 % passant 1 mm. La décharge passera sur un tamis vibrant et sera nettoyé à l'eau. Les particules grossières seront recirculées dans le broyeur semi-autogène et la partie fine sera transférée aux broyeurs à boulets. Ces équipements vont réduire la taille des particules de minerai à la granulométrie d'un sable très fin (environ 53 % passant 75 µm et 86% passant 125 µm), permettant ainsi la libération optimale de l'apatite.

Le minerai finement broyé passera dans un séparateur magnétique de faible intensité en deux étapes ayant des intensités différentes. La première sera de 1 000 gauss et la seconde de 800 gauss afin de rejeter l'apatite qui aurait pu être préalablement entraîné.

La séparation magnétique à basse intensité enlèvera la majeure partie de la magnétite titanifère. Ce concentré magnétique sera lavé et ensuite transféré dans un épaisseur avant d'être pompé sous forme de pulpe au parc à résidus dans une cellule dédiée spécifiquement à ce concentré. Bien qu'aucun acheteur précis n'ait encore été identifié pour le produit magnétique, il est prévu de l'accumuler dans une aire distincte de façon à ce que ce concentré puisse être facilement accessible pour être récupéré et valorisé.

La partie non magnétique, environ 80 % en poids, sera acheminée vers des bassins de conditionnement. Dans ces bassins, le pH sera augmenté à 10,8 avec de l'hydroxyde de sodium (NaOH) afin de favoriser l'efficacité des réactifs qui seront ajoutés pour la flottation. La pulpe sera pompée vers un deuxième bassin de conditionnement où de l'amidon de blé sera ajouté. Un troisième bassin servira à l'ajout d'huile de soya (Liacid 1800) terminant le mélange de réactifs pour la flottation et la précipitation des différents minéraux libérés. Le minerai en pulpe avec les réactifs sera acheminé dans les colonnes de flottation. Le produit final de concentré d'apatite doit avoir une teneur de 40 % P_2O_5 et moins de 1 % de fer et d'aluminium combiné.

Les résidus de cette opération seront pompés dans un épaisseur et envoyé au parc à résidus.

Le concentré d'apatite produit suite à la flottation sera quant à lui envoyé dans un épaisseur et ensuite filtré afin d'abaisser son taux d'humidité à environ 8 %. Un séchoir pneumatique électrique abaissera le taux d'humidité à environ 1 %.

Le concentré produit, après avoir été épaissi, filtré et séché sera transféré via un convoyeur fermé dans deux silos de 4 500 t de capacité situé au-dessus de la voie ferrée. Il sera ensuite acheminé au port dans des wagons fermés et transféré dans des silos situés dans l'enceinte portuaire.

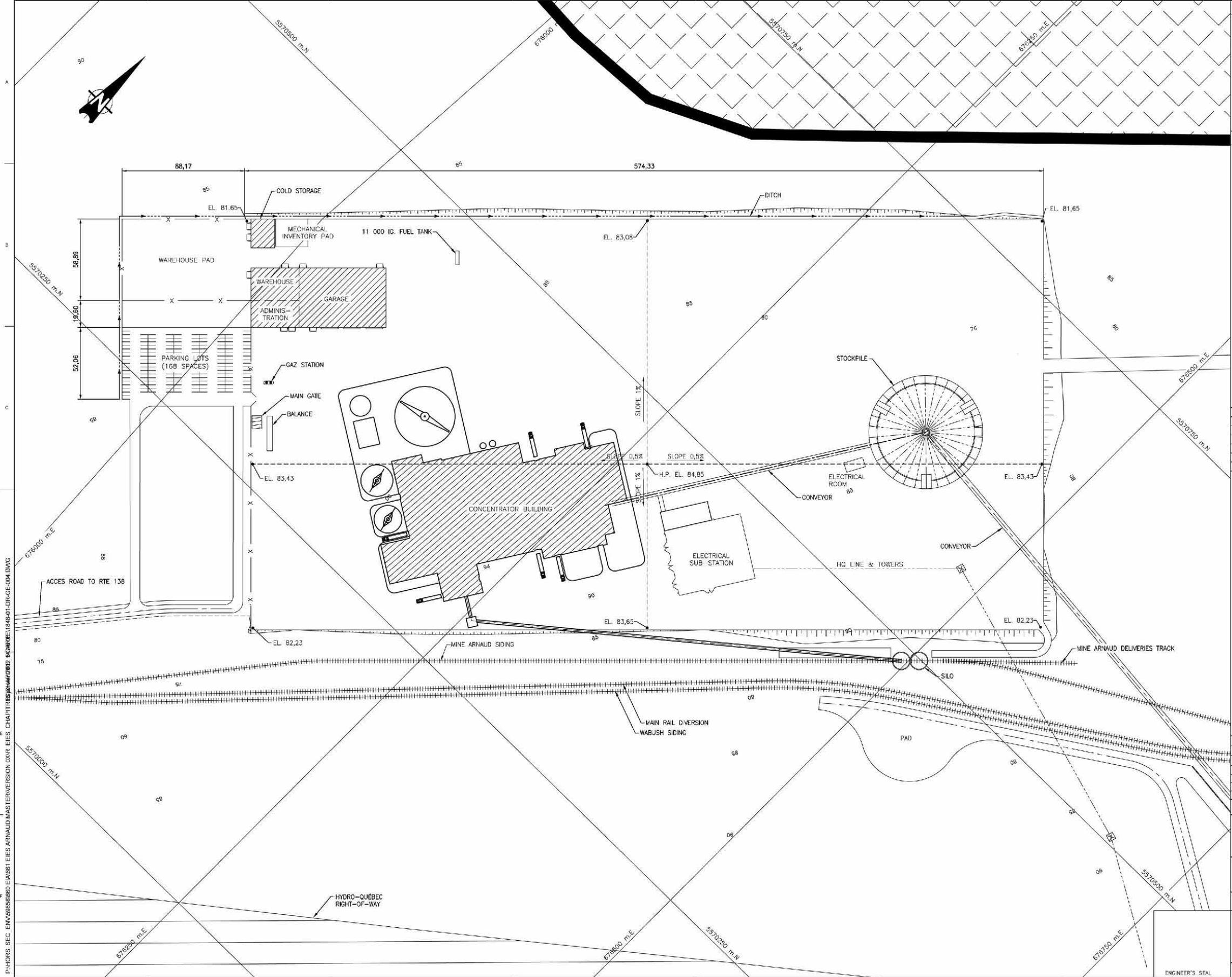
5.3.2 Réactifs (livraison, entreposage, types et consommation)

Contrairement aux mines de métaux, les mines d'apatite requièrent l'utilisation de peu de réactifs chimiques. En effet, une grande partie du traitement est basé sur des procédés physiques magnétiques, hydrophiles et gravimétriques. Les réactifs utilisés lors de la flottation sont l'amidon de blé, l'huile de soya et de l'hydroxyde de sodium (NaOH). L'amidon de blé est utilisé comme dépresseur des oxydes de fer alors que l'huile de soya sert de collecteur durant la flottation de l'apatite. L'hydroxyde de sodium est utilisé pour l'ajustement du pH dans le circuit de flottation et la conservation des deux autres réactifs. Il est possible d'utiliser des réactifs chimiques ayant des comportements mécaniques semblables mais Mine Arnaud a choisi d'utiliser des réactifs biodégradables, moins nocifs pour l'environnement.

La livraison se fera principalement par camion et les réactifs seront contenus dans des réservoirs adjacents ou à l'intérieur du concentrateur. La consommation annuelle de réactifs est actuellement estimée à 3 500 t d'amidon de blé, 1 800 t d'huile de soya et 15 600 t d'hydroxyde de sodium (50 %). L'amidon de blé serait livré au site sous forme solide, entreposé dans un réservoir extérieur avant d'être mis en solution dans l'usine. Pour ce qui est de l'huile de soya, elle sera transportée dans des camions chauffés afin de garder sa phase liquide et entreposée dans des réservoirs à l'intérieur de l'usine. L'hydroxyde de sodium sera également transporté sous forme liquide et entreposé dans un réservoir dans l'usine avant d'être dilué.

Un flocculant (Flomin 905 MC) et de la chaux² seront également requis pour la floculation des résidus. Le flocculant sera livré dans des sacs de 750 kg qui seront vidés dans une trémie alimentant un réservoir mélangeur. La chaux sera livrée par camion et transférée via un système pneumatique à un silo vertical de 60 tonnes. Un convoyeur placé sous le silo permettra l'alimentation d'un réservoir mélangeur. Les fiches signalétiques des réactifs se trouvent à l'annexe 5.3.1.

² La chaux aide à la floculation des résidus de flottation dans l'épaisseur à résidus.



KEYPLAN

GENERAL NOTES

DWG. NO.	REFERENCE	REV.

PRELIMINARY
2011/12/02

NOT FOR CONSTRUCTION
2011/12/02

FOR INFORMATION ONLY
2011/12/02

REV.	BY	APPD.	DESCRIPTION	DATE	VR	NO	DA
J	A64	G.S.	ISSUED FOR FEASIBILITY STUDY REPORT	11/12/02			
I	F.L.	G.S.	FINAL ISSUE	11/10/08			

APPROVED: GUY SAUCIER, ing. CHECK: G.R. DATE: 2011.12.02. DESIGN: G.R. SCALE: 1:1250. DES. CHK: G.S. DRAW. ILL.: 1848-01-DR-GE-004

A1 59858

ROCHE Ausenco

Mine Arnaud

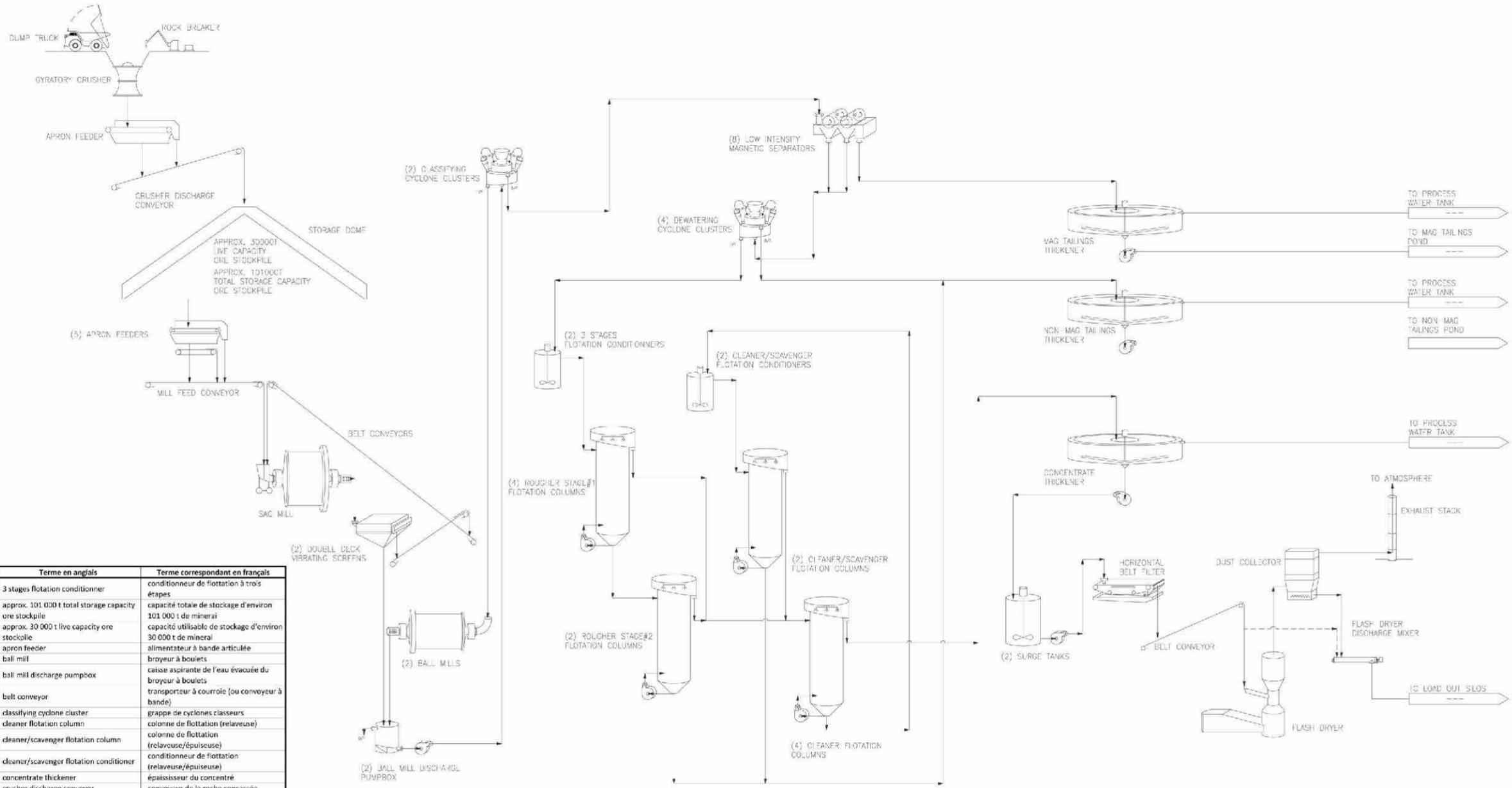
MINE ARNAUD APATITE PROJECT

Carte 5.3.1
Plan d'aménagement général
du concentrateur

DWG. 1848-01-DR-GE-004 REV J

PHOTOS SEC. ENVISAGÉS PAR EIES ARNAUD MASTERVERSION 0001 EIES CHARITTES/ARNAUD/0001-DR-GE-004.DWG

ENGINEER'S SEAL



Terme en anglais	Terme correspondant en français
3 stages flotation conditioner	conditionneur de flottation à trois étapes
approx. 101 000 t total storage capacity ore stockpile	capacité totale de stockage d'environ 101 000 t de minéral
approx. 30 000 t live capacity ore stockpile	capacité utilisable de stockage d'environ 30 000 t de minéral
apron feeder	alimentateur à bande articulée
ball mill	broyeur à boulets
ball mill discharge pumpbox	caisse aspirante de l'eau évacuée du broyeur à boulets
belt conveyor	transporteur à courroie (ou convoyeur à bande)
classifying cyclone cluster	grappe de cyclones classeurs
cleaner flotation column	colonne de flottation (relieuse)
cleaner/scavenger flotation column	colonne de flottation (relieuse/épaisseuse)
cleaner/scavenger flotation conditioner	conditionneur de flottation (relieuse/épaisseuse)
concentrate thickener	épaisseur de concentré
crusher discharge conveyor	convoyeur de la roche concassée
dewatering cyclone cluster	grappe de cyclones d'égouttage
double deck vibrating screen	tamis vibrant double
dump truck	camion-benne
dust collector	dépoussiéreur
exhaust stack	cheminée d'échappement
flash dryer	séchoir éclair
flash dryer discharge mixer	malaxeur du concentré séché
gyratory crusher	concasseur giratoire
horizontal belt filter	filtre à bandes horizontales
low intensity magnetic separator	séparateur magnétique de faible intensité
mag tailings thickener	épaisseur de résidus magnétiques
mill feed conveyor	convoyeur d'alimentation du broyeur
non-mag tailings thickener	épaisseur de résidus non-magnétiques
rock breaker	brise-roche
rougher stage #1 flotation column	colonne de flottation #1 (dégrossisseuse)
rougher stage #2 flotation column	colonne de flottation #2 (dégrossisseuse)
sag mill	broyeur semi-autogène
storage dome	dôme de stockage
surge tank	réservoir d'équilibre
to atmosphere	vers l'atmosphère
to load out silos	vers les silos de chargement
to mag tailings pond	vers le parc à résidus magnétiques
to non-mag tailings pond	vers le parc à résidus non-magnétiques
to process water tank	vers le réservoir d'eau de traitement

KEYPLAN

GENERAL NOTES

DWG. No.	REFERENCE	REV. No.

PRELIMINARY
2011/12/02

NOT FOR CONSTRUCTION
2011/12/02

FOR INFORMATION ONLY
2011/12/02

REV.	BY	APPD.	DESCRIPTION	VR.	MO.	DA.
A1			ISSUED FOR FEASIBILITY STUDY REPORT	11	08	10

ROCHE Ausenco

Mine Arnaud

PROJECT: MINE ARNAUD APATITE PROJECT

Figure 5.3.1
Schéma simplifié du procédé de traitement du minéral

DWG. 1848-03-DR-FS-000 REV. A

P:\HORS_SEC_ENV\59569500\EA\A851_EIES_ARNAUD_MASTER\VERSION 03R_EIES_CHAPITRES\CHAPITRE 5\CARTE\1848-03-DR-FS-000.DWG
16 janvier 2012 14:29:43

5.3.3 Gestion des résidus

Deux types de résidus seront produits lors du traitement du minerai : les résidus issus de la séparation magnétique et les résidus issus de la flottation de l'apatite. Ces deux types de résidus seront accumulés dans des cellules séparées en raison de la valeur potentielle des résidus magnétiques. La carte 5.2.1 montre la disposition générale des aires d'accumulation des résidus et des stériles.

Les deux résidus seront produits sous forme d'une pulpe ayant une teneur en solide de 62,0 % (w:w) (résidus magnétiques) et 58,9 % (résidus de flottation). 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), ces quantités de résidus représentent des volumes respectifs de matériaux à disposer de 101,1 Mm³ et 23,6 Mm³.

Il est attendu et espéré que les résidus magnétiques seront vendus sans aucun traitement additionnel en tant qu'un concentré de magnétite et que, par conséquent, seul le stockage temporaire de ce résidu sera nécessaire. Néanmoins, tel que présentement conçu, le parc à résidus permet l'accumulation de la totalité de ces deux types de résidus à être produits au cours des 23 années d'exploitation. Dans le cas où le concentré de magnétite était vendu, les cellules du parc à résidus prévues pour l'accumulation des résidus magnétiques pourraient alors servir à l'accumulation des résidus de flottation. En fait, les deux cellules prévues pour l'accumulation des résidus magnétiques serviraient en priorité à l'accumulation des résidus de flottation afin d'éviter ou de retarder le plus possible l'accumulation des résidus de flottation au sein d'habitats du poisson (c.-à-d., dans les cellules Est et Ouest du parc à résidus).

Lors du traitement du premier 80 Mt de minerai, une zone d'accumulation unique sera nécessaire pour le stockage des résidus magnétiques tandis que trois cellules distinctes seront nécessaires pour l'accumulation des résidus de flottation. Les cellules #1 et #2 servant à l'accumulation des résidus de flottation contiendront les résidus produits au cours des quatre premières années de la phase d'exploitation, alors que la cellule #3 contiendra les résidus de flottation produits durant les trois années suivantes. Trois cellules additionnelles (dont une pour l'accumulation des résidus magnétiques) devront ensuite être construites au sud des premières afin d'accumuler les résidus qui seront produits au cours des années 8 à 23 de la phase d'exploitation.

Les coupes types des digues du parc à résidus sont présentées aux figures 5.3.2 à 5.3.4. La digue de type 1 (Figure 5.3.2) est requise dans les sections traversant de petites vallées et où une couche plus ou moins épaisse d'argile est observée ou prévue sous la digue. C'est notamment le cas à l'intersection du ruisseau Clet et à quatre autres endroits où la digue traverse de petits ruisseaux.

La digue de type 2 (Figure 5.3.3) est la plus commune des trois types et est construite partout ailleurs où une digue de type 1 n'est pas requise. La digue de type 3 (Figure 5.3.4), une digue simple et perméable composée de stériles³, est seulement requise pour séparer les cellules #1 et #2 et permettre ainsi la restauration progressive de la cellule #1 tout en continuant d'opérer avec la cellule #2.

³ Cette digue est construite après 2-3 ans de production pour séparer les cellules #1 et #2 du parc à résidus. Celle-ci permet de rehausser les digues de la cellule #1 jusqu'à l'élévation 118 m sans devoir faire de même pour les digues de la cellule #2, dont l'élévation maximale prévue est de 112 m. Cette digue permet également la restauration progressive de la cellule #1 lorsque cette dernière aura été remplie à sa capacité finale attendue.

Les digues de type 1 et de type 2 sont très semblables. Les deux sont des constructions amont utilisant les résidus grossiers s'accumulant à proximité de la digue (au sein de la zone d'accumulation) pour rehausser les digues au fur et à mesure des besoins. Sur le côté aval de la digue, une couche de stériles assure la stabilité de l'ouvrage. La pente externe de cette couche est de 4H:1V (pour la digue de type-1) ou 2,6H:1V (pour la digue de type 2). Dans les deux cas, un géotextile enveloppe la digue de départ et est placé sur le côté aval des rehaussements de résidus compactés pour empêcher la migration des résidus dans la couche de stériles ou dans la digue de départ composée de sable et de graviers et pour prévenir la migration des matériaux formant la digue de départ dans le matériel sous-jacent (particulièrement s'il est argileux). Pour protéger le géotextile contre d'éventuelles perforations lors de la mise en place des stériles, une couche de 0,3 m de sable et de gravier est placée sur le géotextile. Une zone d'argile est également nécessaire au pied amont de la digue de départ⁴ pour agir comme bouchon et prévenir ainsi l'infiltration d'eau au sein de la digue.

Pour la digue de type 1, un réseau de drains est installé dans la couche d'argile sous-jacente à la digue afin de faciliter l'expulsion d'eau et la consolidation des matériaux sous le poids de la digue.

5.4 Caractéristiques et gestion des solides (minerai, mort-terrain, stériles et résidus)

5.4.1 Généralités

Cette section présente les résultats des analyses du programme de caractérisation environnementale du matériel d'excavation (mort-terrain, stériles et minerai) ainsi que des résidus miniers⁵ (phase solide et liquide) qui seront générés dans le cadre du projet. Ces analyses ont été réalisées afin de déterminer si le matériel va présenter des risques pour l'environnement à cause de son contenu en métaux totaux (fraction disponible dans l'environnement) ou de la teneur élevée en certains éléments (fluorures, sélénium, et hydrocarbures), leur lixivibilité et/ou de son potentiel à générer du drainage minier acide. Les objectifs de ce programme de caractérisation géochimique sont de :

- Classifier les déchets miniers selon la Directive 019 sur l'industrie minière et du Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses de source industrielle comme matériau de construction pour un plan de gestion (incluant de possibles options de valorisation); et
- Déterminer la qualité de l'effluent minier probable et d'identifier des aspects chimiques environnementaux en rapport avec la gestion de l'eau et des déchets miniers.

En plus d'aider à une conception appropriée des aires d'accumulation qui prend en compte les propriétés des matériaux à accumuler, et à une évaluation des impacts du projet, la caractérisation du minerai et des déchets inorganiques de source industrielle (mort-terrain, stériles et résidus miniers) aidera à déterminer comment ces matériaux peuvent être valorisés.

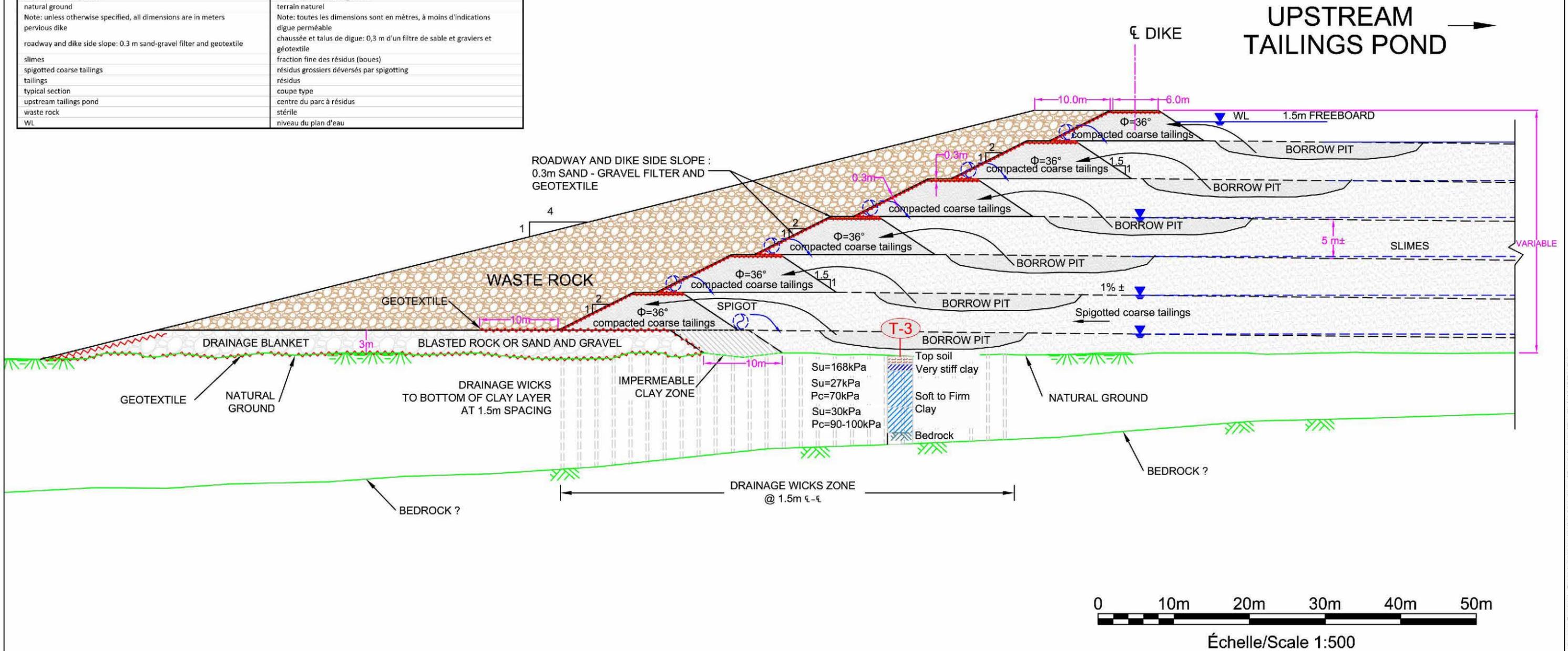
Les méthodes utilisées pour caractériser les matériaux sont conformes à celles indiquées dans le *Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses de source industrielle comme matériau de construction* (Ministère de l'Environnement du Québec, 2002 ainsi que les récentes méthodes préconisées par le centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ).

⁴ La digue de départ agit comme un tapis drainant et correspond au « drainage blanket » sur les figures 5.3.2 et 5.3.3.

⁵ Des essais pilotes ont été réalisés afin de déterminer la meilleure méthode de traitement du minerai permettant de maximiser la récupération tout en ayant un produit de qualité. Durant ces essais pilotes, des échantillons de résidus ont été récoltés.

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 cigue
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 1 TYPICAL SECTION



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

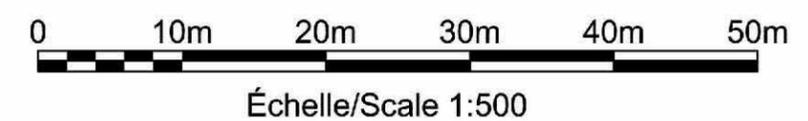
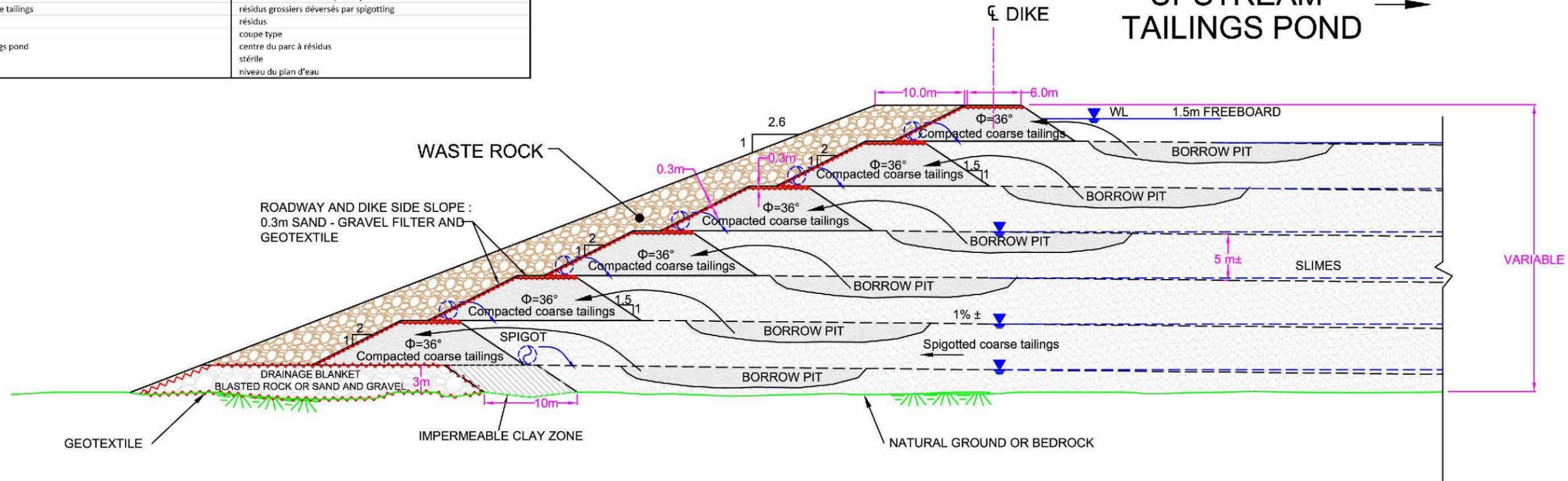
CLIENT: 		PROJECT: DIKE - TYPE 1 TYPICAL SECTION FEASIBILITY STUDY ARNAUD MINE SEPT-ILES, QUEBEC		SCALE: 1 : 500		JOURNEAUX ASSOC. <small>DIVISION LAB JOURNEAUX INC</small> 801, Bancroft, Pointe-Claire, QC H9R 4L6 T 514.630.4997 • F 514.630.8937 info@journeauxassoc.com	
DATE: 30-11-2011		PROJECT No.: L-10-1411		DRAWN BY: SE		DRAWING No.: L1411-12	
APPROVED BY: NS		FIGURE No.: ---		REV.: B			

Figure 5.3.2 Coupe type des digues du parc à résidus (type 1: fondation argileuse)

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.

 Ausenco Sandwell	CLIENT:	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	
	DATE:	30-11-2011	PROJECT No.:	L-10-1411		DRAWN BY:
				PROJECTED BY:	NS	DRAWING No.: L1411-13 FIGURE No.: --- REV.: B
				APPROVED BY:	NS	

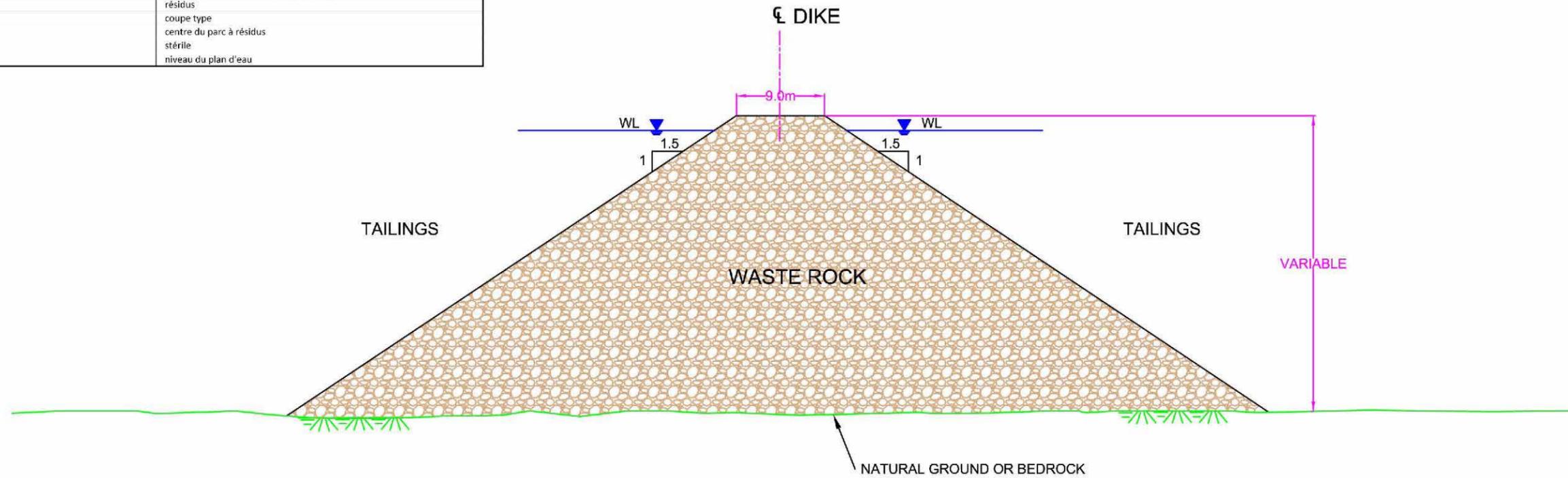
PRINTED DATE: 20111130 15:02:06

S:\1-LAB2-Projects\14001411 - Ausenco-Sandwell - Geotechnical Investigation, Mine Arnaud\Drawings\Series\Rev BL\1411-13 Rev B.dwg

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

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 3 PERVIOUS DIKE TYPICAL SECTION



Échelle/Scale 1:500

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

CLIENT: 		PROJECT: DIKE - TYPE 3 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
DATE: 30-11-2011		PROJECT No. : L-10-1411		DRAWN BY : SE	
				PROJECTED BY : NS	
				APPROVED BY : NS	DRAWING No. : L1411-14
					FIGURE No. : ---
					REV. : B

Figure 5.3.4 Coupe type de la digue séparant les cellules #1 et #2 du parc à résidus

5.4.1.1 Processus de génération des matières résiduelles

La description du processus de génération des matières résiduelles à gérer permet une évaluation préliminaire des différents contaminants susceptibles d'être présents sur le site.

Le mort-terrain sera enlevé de la fosse à l'aide de pelles mécaniques, alors que l'extraction des stériles et du minerai nécessitera l'usage d'explosifs à base de nitrate d'ammonium et de diesel (ANFO). Ces matériaux seront acheminés aux diverses aires d'accumulation qui leur sont réservées; le minerai sera empilé à l'aire d'accumulation située à côté du concasseur, alors que les stériles et le mort-terrain seront envoyés dans les aires d'accumulation situées autour de la fosse.

Le minerai sera traité au concentrateur où il sera concassé, broyé et fera l'objet d'une séparation magnétique et d'une séparation par flottation en milieu basique. Le broyage va permettre d'atteindre une granulométrie équivalente à celle du sable fin (environ 125 µm). La séparation magnétique permettra d'enlever la portion magnétique du minerai (magnétite et titanomagnétite). Suite à la flottation, le concentré d'apatite sera épaissi puis filtré à l'aide d'un filtre à bandes et séché dans un four électrique. Il sera ensuite stocké dans des silos situés près de l'aire de chargement pour être ensuite acheminé dans des wagons fermés vers des silos situés au port de Sept-Îles.

Les deux rejets produits durant la concentration de l'apatite (résidus magnétique et résidus de flottation) seront acheminés sous forme de pulpe dans des conduites vers des cellules séparées du parc à résidus. Le circuit de traitement du minerai permet la récupération et/ou neutralisation des réactifs avant la déposition des résidus au parc à résidus (à travers une recirculation de l'eau).

5.4.1.2 Réactifs

Les réactifs utilisés lors de la flottation sont: l'amidon de blé⁶, l'huile de soya (une huile végétale naturelle), l'hydroxyde de sodium⁷ et un flocculant (possiblement le Flomin 905, un polymère anionique soluble à l'eau et non toxique). Les fiches signalétiques (MSDS) et la codification employées par le *Système d'information des matières dangereuses utilisées au travail* (SIMDUT) qui apparaissent, entre autres sur les contenants de matières dangereuses, constituent une source de renseignements qui permet de faciliter la classification et de diminuer le recours éventuel à des analyses chimiques (Annexe 5.3.1). Ainsi, l'hydroxyde de sodium est le seul réactif pouvant être assimilé à une matière dangereuse.

5.4.1.3 Matières dangereuses

En considérant les propriétés des matières dangereuses telles que définies à l'article 3 (ainsi que les limitations indiquées à l'article 2) du *Règlement sur les matières dangereuses*, on peut conclure que le mort-terrain, les stériles, le minerai et les résidus miniers ne peuvent être considérés comme matières dangereuses.

⁶ L'amidon de blé est un produit purement naturel souvent utilisé en alimentation.

⁷ L'hydroxyde de sodium ou soude caustique (NaOH) est utilisé en grande quantité par plusieurs industries, principalement en tant que base notamment pour la fabrication des pâtes et papiers, de produits chimiques et plastiques, du savon et de produits détergents en général, de certains textiles artificiels, de l'aluminium (traitement de la bauxite). La soude sert à réguler le pH et régénérer les résines échangeuses d'ions des stations de traitement des eaux. Ce produit est cependant corrosif.

5.4.2 Caractéristiques environnementales du minerai

5.4.2.1 Composition chimique élémentaire

Le tableau 5.4.1 montre la composition chimique du minerai. La plus part des paramètres analysés ont un contenu inférieur aux critères de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des sites contaminés* (MDDEP, 2001)⁸. En considérant les valeurs moyennes, tous les éléments analysés respectent leur critère A respectif de la Politique de protection des sols, exceptés le manganèse, le cobalt et le cuivre.

5.4.2.2 Tests de lixivibilité

Tel qu'indiqué par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec dans son document intitulé *MA. 100 – Lix.com. 1.1 – Protocole de lixiviation pour les espèces inorganiques*, il existe différents protocoles de lixiviation⁹ reconnus par la USEPA (Agence pour la protection de l'environnement des États-Unis) et/ou Environnement Canada pour évaluer les caractéristiques d'un échantillon solide, notamment :

- La lixiviation pour l'évaluation de la mobilité des espèces inorganiques (Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP) ou EPA 1311), qui sert à évaluer si un résidu industriel est considéré comme une matière lixiviable. Cette lixiviation se fait à pH très acide (pH = 2,88);
- La lixiviation simulant l'effet des pluies acides (Synthetic Precipitation Leaching Procedure (SPLP) ou EPA 1312), qui sert à déterminer la concentration des espèces inorganiques susceptibles d'être lixiviées par les pluies acides afin d'évaluer les possibilités de valorisation des résidus industriels non dangereux. Cette lixiviation se fait à pH acide (pH = 4,20);
- La lixiviation à l'eau (CTEU-9), qui sert à déterminer la concentration des espèces inorganiques susceptibles d'être lixiviées en contact avec l'eau afin d'évaluer les possibilités de valorisation des résidus industriels non dangereux. Cette lixiviation se fait à pH neutre (pH = 7,0).

Les résultats des tests de lixivibilité TCLP, SPLP et CTEU-9 des échantillons de minerai sont montrés au tableau 5.4.2. Tous les paramètres mesurés dans les lixiviats respectent les normes et critères environnementaux usuels à l'exception du cuivre et du cobalt qui excèdent quelquefois les critères de protection des eaux souterraines, notamment pour le test CTEU-9. Il convient de noter que le cobalt n'est pas lixivié de manière à excéder le critère de protection des eaux souterraines quand ce sont les tests TCLP et SPLP qui sont utilisés et, la valeur moyenne du test CTEU-9 est en dessous du critère. En fait, la seule valeur moyenne excédant le critère se rapporte au cuivre pour le test TCLP (EPA 1311). Il faut cependant prendre en considération que ce test de lixiviation (TCLP) est réalisé en conditions très acides (pH = 2,88) et que ces conditions ne sont vraisemblablement pas représentatives des conditions qui prévaudront sur le site. Ainsi, il est fort probable que les teneurs en cuivre dans le drainage de surface en provenance des piles de minerai (celui à proximité du concasseur et la pile de minerai de basse teneur) demeureront sous les limites de détection de la méthode analytique (0,02 mg/l).

Comme pour le mercure, les deux seuls résultats excédant le critère ne sont pas représentatifs de la majorité des résultats et sont trop proches de la limite de détection de la méthode analytique pour être significatifs.

⁸ Le critère A représente les teneurs naturelles maximales du substratum rencontrées dans les cinq provinces géologiques du Québec. Dans la marge A-B, le matériau (sol) peut être utilisé sans restriction sur lots commerciaux/industriels comme matériau de remblayage (seulement), excepté si l'activité a comme conséquence une augmentation de la contamination du sol. Au dessus du critère C, le matériau devrait être décontaminé ou disposé dans une décharge autorisée à recevoir des sols contaminés.

⁹ Dans tous les cas, afin de favoriser la lixiviation des éléments chimiques, le solide est broyé à moins de 9,5 mm (pour le TCLP et le SPLP), voire 0,149 mm (pour le CTEU-9).

5.4.2.3 Potentiel de génération d'acide

Les résultats du test de potentiel de génération d'acide des échantillons de minerai sont présentés au tableau 5.4.3. Un matériau (comme le minerai, les stériles et les résidus) peut être défini comme potentiellement générateur d'acide quand :

- Son contenu en soufre total est supérieur à 0,3 %; et
- Il montre un potentiel net de neutralisation d'acide¹⁰ inférieur à 20 kg CaCO₃/t ou un ratio PN/PA inférieur à 3.

De ces résultats, nous voyons que le minerai n'a aucun potentiel de génération d'acide, et le contenu moyen en soufre total (0,19 %) est inférieur à 0,2 %.

5.4.3 Caractéristiques environnementales du mort-terrain

5.4.3.1 Composition chimique élémentaire

Le tableau 5.4.4 présente la composition chimique élémentaire du mort-terrain. Les résultats montrent que tous les paramètres analysés des échantillons sont en dessous du critère de qualité usuel, à l'exception du baryum, qui excède quelque fois le critère A de protection des sols provinciaux ainsi que le bore qui excède parfois la recommandation fédérale sur la qualité des sols pour la protection de l'environnement et la santé humaine (pour une utilisation agricole). Il convient cependant de noter que :

- La teneur moyenne en baryum demeure en dessous du critère A;
- Il n'existe aucune recommandation sur la qualité des sols pour la protection environnementale et la santé humaine (pour les utilisations industrielles et/ou commerciales);
- Le mort terrain n'est pas supposé être utilisé à des fins agricoles.

En conclusion, les résultats montrent qu'il n'y a pas de problème environnemental avec ce matériau, aussi il peut être utilisé sans restriction pour les constructions sur la propriété minière¹¹ (voir section 5.4.7).

5.4.3.2 Tests de lixivibilité

Les résultats des tests de lixivibilité 1311, 1312 et CTEU-9 réalisés sur les échantillons de mort-terrain sont présentés au tableau 5.4.5.

Tous les lixiviats issus du test TCLP (aussi bien des tests SPLT et CTEU-9) rapportent des concentrations des constituants en dessous des limites utilisées par la Directive 019 pour la définition des résidus à haut risque. Par conséquent, le mort-terrain n'est pas un matériau à haut risque.

Tous les paramètres mesurés dans les lixiviats respectent les normes et critères environnementaux usuels, à l'exception du cuivre et de l'aluminium, qui peuvent parfois présenter des concentrations au dessus du critère provincial de protection des eaux souterraines. Il convient de noter cependant que les résultats pour le cuivre et le mercure sont trop proches¹² de la limite de détection de la méthode analytique pour être entièrement significatifs. D'ailleurs, comme indiqué ci-dessus, le

¹⁰ Le potentiel net de neutralisation est défini comme PN-PA, où PN représente « le Potentiel de Neutralisation d'Acide » et PA « le Potentiel de Génération d'Acide » tous deux exprimés en kgCaCO₃/t. Un essai statique de génération d'acide, comme le test de Sobek modifié utilisé ici, permet la détermination à la fois de PN et PA d'un échantillon de roche.

¹¹ Quand la composition chimique d'un échantillon est en dessous du critère A, le matériau est considéré comme à faible risque, et aucune mesure de protection de l'aquifère n'est requise. Au contraire, si la teneur en certains éléments excède leur critère A respectif, les résultats du test TCLP doivent être considérés afin de déterminer si le déchet pourrait être considéré comme à haut risque, déchet lixiviable ou déchet à faible risque.

¹² À l'exception d'un résultat sur 27 (pour le test SPLP) où une concentration de 0,1 mg/l est notée.

contenu en cuivre (et en mercure) dans le matériau (mg/kg) demeure en dessous du critère provincial de protection des sols.

Comme pour l'aluminium, on peut noter que les concentrations de cet élément dans les eaux de surface situées à proximité du site sont naturellement élevées¹³. En fait, les concentrations en aluminium sont toujours au dessus du critère fédéral et provincial pour la protection de la vie aquatique (toxicité chronique) et excède occasionnellement le critère provincial pour la protection de la vie aquatique (toxicité aigüe), qui est le même que celui utilisé pour la protection des eaux souterraines (0,75 mg/l). Compte tenu de ces teneurs naturellement élevées en aluminium dans les eaux de surface, il n'est pas surprenant d'observer des concentrations élevées (i.e., au-dessus du critère de protection des eaux souterraines) en aluminium dans les lixiviats de mort-terrain.

5.4.3.3 Potentiel de génération d'acide

Les analyses de détermination du potentiel de génération d'acide du mort-terrain n'ont pas été réalisées car ce matériau fin et oxydé n'est pas susceptible de générer de l'acide, notamment en considérant les propriétés inertes du substratum rocheux.

5.4.4 Caractéristiques environnementales des stériles

5.4.4.1 Composition chimique élémentaire

Le tableau 5.4.6 présente la composition chimique élémentaire des stériles. Certains métaux analysés (manganèse, cobalt et cuivre) excèdent rarement le critère provincial B pour la protection des sols, pendant que quelques autres éléments (cobalt, vanadium, bore, cuivre, nickel et sélénium) peuvent excéder au moins une des recommandations fédérales sur la qualité des sols pour la protection environnementale et la santé humaine.

En moyenne, cependant, le cobalt est le seul élément qui excède le critère A sur la protection des sols (mais demeure en dessous du critère B), et aucun élément n'excède les recommandations fédérales pour une utilisation industrielle et commerciale du terrain. En effet, le bore est le seul élément excédant les recommandations canadiennes sur la qualité des sols pour la protection environnementale et la santé humaine (pour une utilisation agricole du terrain).

5.4.4.2 Tests de lixivabilité

Les résultats des tests de lixivabilité 1311, 1312 et CTEU-9 réalisés sur les échantillons de stériles sont présentés au tableau 5.4.7. Aucun lixiviat des échantillons de stériles ne montrent des concentrations excédant le critère utilisé pour la définition des déchets à haut risque, et par conséquent, les stériles ne sont pas des matériaux à haut risque. Comme tel, aucun des résultats ne montre des concentrations excédant les normes canadiennes et provinciales pour un effluent minier.

En fait, tous les paramètres analysés dans les lixiviats respectent les normes et critères usuels¹⁴, à l'exception du cuivre et de l'aluminium, qui ont occasionnellement des concentrations au dessus du critère environnemental pour la protection des eaux souterraines.

Il convient de noter que la concentration moyenne du cuivre dans le lixiviat du test TCLP est cependant trop proche¹⁵ de la limite de détection de la méthode pour être significatif (et la moyenne de la concentration du cuivre dans le lixiviat des deux autres tests de lixivabilité sont en dessous de la limite de détection de la méthode analytique).

¹³ En effet, les concentrations en aluminium mesurées en Octobre 2010 dans les sédiments de ruisseau et les cours d'eau autour du site minier variaient de 0,32 mg/l à 0,86 mg/l (moyenne = 0,57 mg/l; n = 14) (Roche, Janvier 2011). En juillet 2011, il variait de 0,41 mg/l à 0,91 mg/l (moyenne = 0,62 mg/l; n = 22).

¹⁴ Incluant les normes pour l'eau potable du Québec.

¹⁵ À l'exception d'un résultat sur 36, où une concentration en cuivre de 0,15 mg/l est notée, mais ceci est clairement le cas pour la concentration moyenne de 0,03 mg/l, comparé à la limite de détection de la méthode qui est de 0,02 mg/l.

Tableau 5.4.1 Composition élémentaire chimique du minerai

Élément ^a	Unité	Limite de détection	Québec - Critères de protection des sols ^[1]			Résultats				Résultats							Statistiques (n=11)		
						Échantillons analysés par COREM en Juin 2011				Échantillons analysés par COREM en Novembre 2011							Min	Max	Moy
			Critère A	Critère B	Critère C	S2 Carotte de forage	S3 Carotte de forage	RR Carotte de forage	RR/S2/S3 (Composite Carotte de forage)	S2 (Échantillon en vrac)	S3 (Échantillon en vrac)	S4 (Échantillon en vrac)	S2 Carotte de forage	S3 Carotte de forage	S4 Carotte de forage	Chemin de fer Carotte de forage			
Métaux et métalloïdes																			
Aluminium	mg/kg	20	-	-	-	3 600	2 900	3 000	3 100	3 700	3 000	2 800	5 400	3 600	2 300	3 900	2 300	5 400	3 391
Argent	mg/kg	0.8	2	20	40	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,5	< 0,8	< 0,8
Arsenic	mg/kg	5	10	30	50	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Baryum	mg/kg	5	200	500	2 000	13	46	23	34	65	50	50	19	56	29	28	13	65	38
Cadmium	mg/kg	0.5	0.9	5	20	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,1	< 0,5	< 0,5
Calcium	mg/kg	30	-	-	-	77 000	65 000	76 000	73 000	56 000	48 000	37 000	55 000	58 000	53 000	66 000	37 000	77 000	60 364
Chrome	mg/kg	2	45	250	800	4	3	4	4	12	9	< 2	8	5	2	7	< 2	12	5
Cobalt	mg/kg	2	15	50	300	43	45	54	51	34	37	24	39	44	37	50	24	54	42
Cuivre	mg/kg	2	50	100	500	32	70	43	48	240	200	130	26	57	78	37	26	240	87
Étain	mg/kg	4	5	50	300	1	2	1	2	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	1	< 4	< 4
Fer	mg/kg	10	-	-	-	41 000	76 000	72 000	75 000	70 000	80 000	69 000	59 000	95 000	75 000	86 000	41 000	95 000	72 545
Manganèse	mg/kg	2	1 000	1 000	2 200	460	1 300	1 100	1 000	1 000	1 300	1 100	530	1 500	1 000	1 200	460	1 500	1 045
Mercure	mg/kg	0.02	0.4	2	10	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,01	< 0,02	< 0,02
Molybdène	mg/kg	1	6	10	40	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 0,5	< 1	< 1
Nickel	mg/kg	1	30	100	500	19	10	20	16	47	32	4	21	13	8	23	4	47	19
Plomb	mg/kg	5	50	500	1 000	< 1	< 1	< 1	< 1	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 1	< 5	< 5
Sélénium	mg/kg	1	3	3	10	1.1	1.3	1	1.1	1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1.3	< 1
Strontium	mg/kg	-	-	-	-	180	140	190	170	-	-	-	-	-	-	-	140	190	170
Titane	mg/kg	5	-	-	-	830	760	1 100	1 500	1 500	1 300	1 400	1 600	1 000	1 100	850	760	1 600	1 176
Uranium	mg/kg	5	-	-	-	< 2	< 2	< 2	< 2	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 2	< 5	< 5
Zinc	mg/kg	10	100	500	1 500	49	63	65	61	70	77	76	73	90	87	88	49	90	73
Autres																			
Chlorures	mg/kg	1	-	-	-	-	-	-	-	3	4	1	13	8	5	63	1	63	14
Sulfures	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	0.45	0.74	1.89	572	107	33.6	168	0.45	572	126
Fluor	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	340	3 040	2 750	2 980	3 820	3 720	3 400	340	3 820	2 864
Fluorure	mg/kg	1	200	400	2000	-	-	-	-	< 1	1	2	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	2	< 1
pH	pH	-	-	-	-	-	-	-	-	5.76	5.32	5.20	9.03	9.11	7.31	8.59	5.20	9.11	-
Phosphore total	mg/kg	20	-	-	-	-	-	-	-	24 000	20 000	15 000	23 000	24 000	23 000	27 000	15 000	27 000	22 286

^[1] Les critères utilisés proviennent de la politique de protection des sols et de réhabilitation des sites contaminés (MDDEP, 2001). Ces critères sont utilisés pour guider la gestion des sites contaminés et des résidus miniers. Le critère A représente les teneurs naturelles maximales du substratum rencontrées dans les cinq provinces géologiques du Québec. Dans la marge A-B, le matériau (sol) peut être utilisé sans restriction sur les lots commerciaux/industriels comme matériau de remblayage (seulement), excepté si l'activité a comme conséquence une augmentation de la contamination du sol. Au dessus du critère C, le matériau devrait être décontaminé ou disposé dans une décharge autorisée à recevoir des sols contaminés.

^[2] CCME; Tableau sommaire des recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement; <http://st-ts.ccme.ca/> (Site consulté le 3 mai 2011)

^a Digestion selon la méthode M.A. 200

Les valeurs dépassant le critère A sont en gras et en italiques

Les valeurs dépassant le critère B sont surlignées, en caractères gras et italiques

Tableau 5.4.2 Résultats des tests de lixiviation (1311, 1312 et CTEU-9) sur le minéral

Élément	Unité	Critère				Résultats																														Moyenne (n = 11)					
		Critère eaux souterraines [1]	Normes canadiennes [2]	Normes québécoises d'eau potable	Critère pour les résidus miniers à risques élevés [3]	Échantillons analysés par COREM en Juin 2011												Échantillons analysés par COREM en Novembre 2011																							
						S2 (Carotte de forage)			S3 (Carotte de forage)			RR (Carotte de forage)			RR/S2/S3 (Composite)			S2 (Échantillon en vrac)			S3 (Échantillon en vrac)			S4 (Échantillon en vrac)			S2 (Carotte de forage)			S3 (Carotte de forage)			S4 (Carotte de forage)			Chemin de fer (Carotte)					
						EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9
Métaux et métalloïdes																																									
Aluminium	mg/l	0.75	-	-	-	0.57	0.52	0.6	0.44	0.19	0.15	0.42	0.13	<0,08	0.44	0.28	0.09	0.51	0.19	<0,8	0.48	<0,08	<0,8	0.70	<0,08	2.1	0.78	0.89	<0,8	0.57	0.37	<0,8	0.43	0.19	<0,8	0.47	0.28	<0,8	0.53	0.28	0.52
Argent	mg/l	0,00062 ^{aaa}	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1
Arsenic	mg/l	0.34	0.50	0.025	5	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,04	<0,004	<0,004	<0,04	<0,004	<0,004	<0,04	<0,004	<0,004	<0,04	<0,004	<0,004	<0,04	<0,004	<0,004	<0,04	<0,004	<0,004	<0,04	<0,004	<0,004	<0,04
Baryum	mg/l	5,3 ^{aaa}	-	1	100	0.15	<0,005	0.031	0.21	<0,005	0.006	0.16	<0,005	<0,005	0.17	0.011	0.006	0.20	0.011	0.06	0.19	0.017	0.05	0.37	0.017	0.09	0.12	<0,005	<0,05	0.22	<0,005	<0,05	0.19	<0,005	<0,05	0.15	<0,005	<0,05	0.19	0.01	<0,05
Cadmium	mg/l	0,0021 ^{aaa}	-	0.005	0.5	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,02	<0,002	<0,02	<0,002	<0,002	<0,02	<0,002	<0,002	<0,02	<0,002	<0,002	<0,02	<0,002	<0,002	<0,02	<0,002	<0,002	<0,02	<0,002	<0,002	<0,02	
Calcium	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	8	110	17	9	140	8	4	64	26	4	<20	26	3	<20	11	3	<20	24	4	<20	18	5	51
Chrome	mg/l	-	-	0.05	5	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	0.007	0.007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,07	<0,007	<0,07	<0,007	<0,007	<0,07	<0,007	<0,007	<0,07	<0,007	<0,007	<0,07	<0,007	<0,007	<0,07	<0,007	<0,007	<0,07	<0,007	<0,007	<0,07	
Cobalt	mg/l	0.5	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0.09	0.02	0.3	0.12	0.05	0.9	0.09	0.04	0.9	0.01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	0.03	<0,01	<0,1	0.01	<0,01	<0,1	0.03	0.01	0.2
Cuivre	mg/l	0,0073 ^{aaa}	0.30	1	-	0.04	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0.02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0.60	0.03	<0,2	0.40	<0,02	<0,2	0.17	<0,02	0.3	0.04	<0,02	<0,2	<0,02	<0,02	<0,2	<0,02	<0,02	<0,2	0.12	<0,02	<0,2			
Étain	mg/l	-	-	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		
Fer	mg/l	-	-	-	-	5	<2	<2	7	<2	<2	6	<2	<2	6	<2	<2	<2	<2	<20	2	<2	<20	3	<2	<20	5	<2	<20	8	<2	<20	5	<2	<20	7	<2	<20	5	<2	<20
Manganèse	mg/l	-	-	-	-	0.72	<0,01	<0,01	0.97	<0,01	<0,01	0.99	<0,01	<0,01	0.91	<0,01	<0,01	0.80	0.27	3.9	0.87	0.47	6.5	1.1	0.48	11	0.65	<0,01	<0,1	1.0	<0,01	<0,1	0.63	0.02	<0,1	0.95	<0,01	<0,1	0.87	0.13	2.0
Mercuré	mg/l	0,00013	-	0.001	0.1	<0,0001	0.0003	0.0003	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0.0001	<0,0001	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	
Molybdène	mg/l	2	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		
Nickel	mg/l	0,260 ^{aaa}	0.50	-	-	0.03	<0,006	<0,006	0.03	<0,006	<0,006	0.03	<0,006	<0,006	0.03	<0,006	<0,006	0.059	0.013	0.20	0.058	0.024	0.41	0.020	0.007	0.16	0.016	<0,006	<0,06	0.022	<0,006	<0,06	0.029	<0,006	<0,06	0.026	<0,006	<0,06	0.031	0.007	0.10
Plomb	mg/l	0,034 ^{aaa}	0.20	0.01	5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1			
Sélénium	mg/l	0.020	-	0.01	1	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,05	<0,005	<0,005	<0,05	<0,005	<0,005	<0,05	<0,005	<0,005	<0,05	<0,005	<0,005	<0,05	<0,005	<0,005	<0,05	<0,005	<0,005	<0,05			
Titane	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,02	<0,02	<0,2	<0,02	<0,02	<0,2	<0,02	<0,02	<0,2	<0,02	<0,02	<0,2	<0,02	<0,02	<0,2	<0,02	<0,02	<0,2				
Uranium	mg/l	-	-	0.2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,02	<0,02	<0,2	<0,02	<0,02	<0,2	<0,02	<0,02	<0,2	<0,02	<0,02	<0,2	<0,02	<0,02	<0,2	<0,02	<0,02	<0,2				
Zinc	mg/l	0,067 ^{aaa}	0.5	-	-	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<2	<0,2	<0,2	<2	<0,2	<0,2	<2	<0,2	<0,2	<2	<0,2	<0,2	<2	<0,2	<0,2	<2						
Autres																																									
Fluorures	mg/l	4	-	1.5	150	0.2	0.1	1.4	0.2	0.1	1.2	0.2	0.1	1.1	0.2	0.1	1.1	0.3	0.2	0.2	0.3	0.1	0.2	0.6	0.3	2	0.3	0.1	2.5	0.3	<0,1	3.0	0.3	0.1	3.7	0.2	0.1	2.4	0.3	0.1	1.7
Phosphore total (P)	mg/l	3 ^{bbb}	-	-	-	0.22	0.10	-	0.27	0.12	-	0.18	0.11	-	0.19	0.42	-	<0,02	0.09	0.03	<0,02	0.03	0.03	<0,02	<0,02	<0,02	0.19	0.12	0.47	0.25	0.15	0.98	0.23	0.13	0.92	0.18	0.14	0.62	0.16	0.13	0.44

Les valeurs excédant un des critères sont surlignées et en caractères gras et italiques.

[1] Politique de protection des sols et de la réhabilitation des sites contaminés (MDDEP, 2001). Pour la résurgence des eaux de surface

[2] Directive 019 sur l'industrie minière (MDDEP, 2005).

[3] Règlement sur les effluents des mines de métaux

^{aaa} Ce critère augmente avec la dureté. La valeur indiquée correspond à une dureté de 50 mg CaCO₃ / l. Voir « Critères de qualité de l'eau de surface au Québec » (MDDEP, 2009).

^{bbb} Le critère de phosphore total vise à la base à limiter la croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques dans les cours d'eau. Un critère plus sévère s'appliquerait à l'occasion de la résurgence de l'eau souterraine dans un cours d'eau s'écoulant vers un lac ou à l'occasion de la résurgence de l'eau souterraine dans un lac. Ces situations sont traitées sur une base de cas par cas.

Tableau 5.4.3 Potentiel de génération d'acide du minerai

Paramètre	Unité	Critère ^[1]	Résultats							Statistiques
			SGS - Lakefield			COREM				Moyenne (n = 7)
			PP-16 S2/3 Minerai composite / carottes de forage	PP-21 S2 Minerai	PP-23 S4 Minerai	S2 - Carotte de forage	S3 - Carotte de forage	RR - Carotte de forage	RR/S2/S3 Mélange Minerai	
Potentiel de génération d'acide										
pH	unité pH	-	7.85	8.65	8.31	8.76	8.66	8.82	8.69	-
Potentiel de Neutralisation d'Acide (PN)	kg CaCO ₃ /t	-	32.9	33.0	27.4	37.00	37.06	40.44	40.07	35.4
Potentiel de Génération d'Acide (PA)	kg CaCO ₃ /t	-	1.75	0.40	1.91	8.44	7.50	7.50	8.44	5.13
Potentiel Net de Neutralisation d'Acide (PN-PA)	kg CaCO ₃ /t	> 20	31.2	32.6	25.5	28.56	29.56	32.94	31.63	30.3
Ratio (PN/PA)	sans unité	> 3	18.8	83.1	14.4	4.38	4.94	5.39	4.75	19.4
Soufre total	%	< 0,3	0.132	0.036	0.136	0.27	0.24	0.24	0.27	0.19

^[1] Directive 019 sur l'industrie minière (MDDEP, 2005)

Valeur excédant un critère (n'importe quel critère) sont en gras et en italique.

Un matériel (minerai, stérile ou résidus) peut être défini comme potentiellement générateur d'acide quand:

- il présente un contenu en soufre total supérieur à 0,3%; et
- il présente un potentiel net de neutralisation d'acide inférieur à 20 kg CaCO₃/t ou le rapport PN/PA est inférieur 3.

Comme pour l'aluminium, la concentration moyenne dans le lixiviat du test TCLP est en dessous du critère de protection des sols, mais ce n'est pas le cas pour les tests SPLP et CTEU-9. On devrait noter aussi que le cobalt n'est pas lessivé, quoi qu'il soit présent dans le matériau à des concentrations excédant le critère A pour la qualité des sols.

5.4.4.3 Potentiel de génération d'acide

Les résultats du test de détermination du potentiel de génération d'acide réalisé sur les échantillons de stériles, qui sont présentés au tableau 5.4.8 indiquent que les stériles ne présentent aucun potentiel de génération d'acide, excepté pour un échantillon (échantillon 24574) sur les 12 analysés. En observant la moyenne des résultats, les stériles ne montrent aucun potentiel de génération d'acide, avec un potentiel net de neutralisation d'acide de 21,6 kg CaCO₃/t et une moyenne du contenu en soufre total qui est inférieure à 0,2 %.

En conclusion, les stériles pourront être utilisés sans restriction comme matériaux de construction (voir section 5.4.7 pour plus de détails).

5.4.5 Caractéristiques environnementales des résidus

5.4.5.1 Composition chimique élémentaire

Le tableau 5.4.9 montre la composition chimique élémentaire des résidus de flottation. Quelques uns des éléments analysés (manganèse, cobalt et cuivre) excèdent fréquemment leur critère provincial B respectif pour la protection des sols, pendant que le nickel, le chrome et le zinc excèdent occasionnellement leur critère A respectif. Le contenu moyen en soufre (460 mg/kg ou 0,46 %) excède le critère A, mais celui-ci demeure bien en dessous du critère 0,3 % utilisé pour déterminer si un matériau a un potentiel pour générer de l'acide¹⁶ (voir section 5.4.5.3).

Pour les résidus magnétiques (Tableau 5.4.10), trois échantillons ont été analysés. Les résultats montrent que le cobalt excède le critère B pour la protection des sols, pendant que le chrome, le cuivre et le zinc excèdent le critère A.

5.4.5.2 Tests de lixivabilité

Les résultats des tests de lixivabilité réalisés sur les échantillons de résidus de flottation sont montrés au tableau 5.4.11. Tous les paramètres analysés dans les lixiviats respectent les normes et critères environnementaux usuels¹⁷ exceptés le cuivre (EPA 1311 et EPA 1312), l'aluminium (CTEU-9) et le phosphore (CTEU-9), qui sont rencontrés à des concentrations supérieures au critère provincial pour la qualité de l'eau souterraine. La concentration du phosphore total dans les lixiviats des tests EPA 1311 et EPA 1312 demeurent en dessous du critère de qualité de l'eau souterraine mais la concentration moyenne du phosphore total dans le lixiviat des CTEU-9 excède ce critère.

Comme pour les résidus magnétiques (Tableau 5.4.12), les concentrations du cuivre dans le lixiviat du test EPA 1311 excèdent le critère de la qualité de l'eau souterraine, mais ces concentrations demeurent en dessous des limites de détection pour les deux autres tests (EPA 1312 et CTEU-9). La moyenne de la concentration du zinc dans le lixiviat du test EPA 1311 est trop proche de la limite de détection pour être vraiment significatif. Les concentrations en phosphore total (et fluorures) dans les trois types de lixiviats demeurent toujours en dessous du critère de qualité pour l'eau souterraine.

¹⁶ On peut aussi noter que les concentrations en sulfures restent très basses.

¹⁷ Incluant les normes sur l'eau potable.

Tableau 5.4.4 Composition élémentaire du mort-terrain

Élément ^a	Unité	Québec - Critères de protection des sols ^[1]			CCME -Recommandations sur la qualité des sols pour la protection de l'environnement et de la santé humaine ^[2]				Résultats									Statistiques		
		Critère A	Critère B	Critère C	Zonage				Mort-Terrain (n=9)									Mort-Terrain (n=9)		
					Agricole	Résidentiel/ espace vert	Commercial	Industriel	BH-4, SS-7, 23'6"-25'-6"	BH-5, SS-5, 15'-17'	BH-6, SS-25, 68'-70'	BH-6, SS-5, 13'-15'	BH-10, SS-15, 68'3"-70'3"	BH-10, ST-8, 33'3"-35'3"	BH-10, ST-4, 13'3"-15'3"	BH-9, ST-4, 13'6"-13'8"	BH-9, ST-9, 38'6"-40'6"	Min	Max	Moy
Aluminium	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	4 300	5 500	3 800	14 000	19 000	21 000	20 000	21 000	23 000	3 800	23 000	14 622
Antimoine	mg/kg	-	-	-	20	20	40	40	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Arsenic	mg/kg	15	30	50	12	12	12	12	0.5	<0,5	<0,5	<0,5	3.3	<0,5	4.0	<0,5	<0,5	<0,5	4.0	<1,2
Baryum	mg/kg	265	500	2 000	750	500	2 000	2 000	29	38	35	240	310	340	320	330	390	29	390	226
Beryllium	mg/kg	-	-	-	4	4	8	8	0.2	0.2	0.1	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.1	0.7	0.5
Bore	mg/kg	-	-	-	2	-	-	-	<2	<2	<2	<2	5	7	3	3	6	<2	7	<4
Cadmium	mg/kg	1.5	5	20	1.4	10	22	22	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Calcium	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	2 100	2 400	2 700	6 200	7 100	8 100	7 500	7 400	7 400	2 100	8 100	5 656
Chrome	mg/kg	85	250	800	64	64	87	87	7	8	8	29	37	43	42	42	46	7	46	29
Cobalt	mg/kg	25	50	300	40	50	300	300	5	4	6	12	15	16	15	15	17	4	17	12
Cuivre	mg/kg	100	100	500	63	63	91	91	16	16	8	39	25	29	25	30	31	8	39	24
Étain	mg/kg	5	50	300	5	50	300	300	1	2	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1
Fer	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	8 200	9 600	9 200	29 000	35 000	43 000	38 000	41 000	52 000	8 200	52 000	29 444
Plomb	mg/kg	50	500	1 000	70	140	260	600	2	3	2	8	8	7	7	7	8	2	8	6
Manganèse	mg/kg	1 000	1 000	2 200	-	-	-	-	92	110	98	480	620	690	630	660	770	92	770	461
Mercuré	mg/kg	0,4	2	10	-	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Molybdène	mg/kg	6	10	40	5	10	40	40	<0,5	<0,5	<0,5	0.9	0.9	1.1	0.8	0.8	0.8	<0,5	1.1	<0,8
Nickel	mg/kg	100	100	500	50	50	50	50	5.8	5.1	5.4	11	13	14	14	22	14	5	22	12
Sélénium	mg/kg	3	3	10	1	1	2.9	2.9	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Argent	mg/kg	2	20	40	20	20	40	40	0.5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0.5	<0,5
Strontium	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	9	12	10	44	47	56	49	49	51	9	56	36
Thallium	mg/kg	-	-	-	1	1	1	1	<0,1	<0,1	<0,1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	<0,1	0.3	<0,3
Titanium	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	410	450	490	2 200	2 800	3 100	2 800	3 000	3 400	410	3 400	2 072
Uranium	mg/kg	-	-	-	23	23	33	300	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Vanadium	mg/kg	-	-	-	130	130	130	130	22	19	26	52	62	81	78	79	85	19	85	56
Zinc	mg/kg	230	500	1 500	200	200	360	360	16	18	16	63	76	76	76	77	85	16	85	56

^[1] Les critères utilisés proviennent de la politique de protection des sols et de réhabilitation des sites contaminés (MDDEP, 2001). Ces critères sont utilisés pour guider la gestion des sites contaminés et des résidus miniers. Le critère A représente les teneurs naturelles maximales du substratum rencontrées dans les cinq provinces géologiques du Québec. Dans la marge A-B, le matériau (sol) peut être utilisé sans restriction sur les lots commerciaux/industriels comme matériau de remblayage (seulement), excepté si l'activité a comme conséquence une augmentation de la contamination du sol. Au dessus du critère C, le matériau devrait être décontaminé ou disposé dans une décharge autorisée à recevoir des sols contaminés.

^[2] CCME; Tableau sommaire des recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement; <http://st-ts.ccme.ca/> (Site consulté le 3 mai 2011)

^a Digestion selon la méthode M.A. 200

Les valeurs excédant un des critères (ainsi que les critères dépassés par au moins une valeur) sont surlignées, en caractères gras et italiques.

Tableau 5.4.5 Résultats des tests de lixiviation (1311, 1312 et CTEU-9) sur le mort-terrain

Paramètre	Unité	Critères				Résultats																											Statistiques				
		Critère eaux souterraines [1]	Normes canadiennes	Critère pour les résidus miniers à risques élevés [2]	Normes québécoises d'eau potable	BH-4, SS-7, 23'6"-25'6"			BH-5, SS-5, 15'-17'			BH-6, SS-25, 68'-70'			BH-6, SS-5, 13'-15'			BH-10, SS-15, 68'3"-70'3"			BH-10, ST-8, 33'3"-35'3"			BH-10, ST-4, 13'3"-15'3"			BH-9, ST-4, 13'6"-13'8"			BH-9, ST-9, 38'6"-40'6"			Moyennes (n = 9)				
			Concentration moyenne mensuelle maximale permise			EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9		
Métaux et métalloïdes																																					
Aluminium	mg/l	0.75	-	-	-	0.33	<0,08	3.7	0.57	<0,08	0.73	0.37	<0,08	<0,08	0.41	20	1.3	0.83	21	0.57	0.89	25	7.8	0.87	0.11	1.1	0.72	0.20	0.81	1.1	15	0.70	0.68	9	1.9		
Argent	mg/l	0,00062 ^{aaa}	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Arsenic	mg/l	0,34	0.50	5.0	0.025	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0.005	0.017	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0.002	0.004	
Baryum	mg/l	5,3 ^{aaa}	-	100	1	0.23	<0,005	0.045	0.25	<0,005	0.02	0.22	0.006	0.065	0.3	0.31	0.032	0.14	0.29	0.024	0.14	0.34	0.11	0.17	0.013	0.038	0.13	0.012	0.051	0.24	0.24	0.020	0.20	0.13	0.05		
Cadmium	mg/l	0,0021 ^{aaa}	-	0.5	0.005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	
Chrome	mg/l	-	-	5.0	0.05	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	0.029	<0,007	0.019	<0,007	0.015	0.026	0.011	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	0.013	<0,007	0.005	0.012	0.004	
Cobalt	mg/l	0,5	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	0.03	<0,01	<0,01	0.03	0.01	0.12	<0,01	0.01	<0,01	0.02	0.02	<0,01	0.02	0.02	<0,01	0.02	<0,01	0.08	0.01	<0,01	0.05	0.02	0.01	<0,01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03
Cuivre	mg/l	0,0073^{aaa}	0.30	-	1	0.04	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0.03	0.05	<0,02	0.10	0.02	<0,02	0.10	0.03	0.05	<0,02	0.02	0.06	<0,02	0.03	<0,02	0.06	<0,02	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	
Étain	mg/l	-	-	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Fer	mg/l	-	-	-	-	<2	<2	3	<2	<2	<2	<2	<2	<2	10	20	<2	12	28	<2	21	39	13	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	74	25	<2	14	13	3	
Manganèse	mg/l	-	-	-	-	0.12	<0,01	0.04	0.38	<0,01	0.02	0.14	0.10	0.77	0.68	0.38	0.11	0.82	0.61	0.12	0.96	0.80	0.24	1.1	0.50	3.9	0.65	0.26	3.3	2.7	0.54	0.33	0.84	0.36	0.98		
Mercuré	mg/l	0,00013	-	0.1	0.001	<0,0001	<0,0001	0.0002	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0.0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0.0002	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0.0001	<0,0001	0.0001
Molybdène	mg/l	2	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0.04	<0,01	<0,01	0.01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0.01	
Nickel	mg/l	0,260 ^{aaa}	0.50	-	-	0.012	<0,006	<0,006	0.009	<0,006	<0,006	0.051	0.02	0.2	0.025	0.019	<0,006	0.046	0.028	<0,006	0.033	0.036	0.013	0.076	0.033	0.26	0.032	0.012	0.15	0.046	0.021	0.007	0.04	0.02	0.07		
Plomb	mg/l	0,034 ^{aaa}	0.20	5.0	0.01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Sélénium	mg/l	0.020	-	1.0	0.01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005		
Zinc	mg/l	0,067 ^{aaa}	0.5	-	-	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0.3	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	> 0,04 < 0,21		
Autres																																					
Fluorures	mg/l	4	-	150	1.5	0.1	<0,1	0.2	0.1	<0,1	0.1	0.1	<0,1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.7	0.5	0.8	0.6	0.8	2.5	0.5	0.2	1	0.5	0.2	0.6	0.6	1.2	0.7	0.4	0.4	0.7		
Phosphore total (P)	mg/l	3 ^{bbb}	-	-	-	0.03	0.06	1.2	<0,02	0.03	1.2	<0,02	0.03	0.07	0.07	2.1	0.91	0.19	1.9	0.51	0.08	1.6	1.4	0.06	0.07	0.05	0.06	0.05	0.06	0.09	1.3	0.31	0.08	0.79	0.63		

Les valeurs excédant un des critères sont surlignées, en caractères gras et italiques

[1] Politique de protection des sols et de la réhabilitation des sites contaminés (MDDEP, 2001). Pour la résurgence des eaux de surface

[2] Directive 019 sur l'industrie minière (MDDEP, 2005).

[3] Règlement sur les effluents des mines de métaux

^{aaa} Ce critère augmente avec la dureté. La valeur indiquée correspond à une dureté de 50 mg CaCO₃ / l. Voir « Critères de qualité de l'eau de surface au Québec » (MDDEP, 2009). Notez que les conclusions demeurent inchangées en utilisant une dureté de 10 mg

^{bbb} Le critère de phosphore total vise à la base à limiter la croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques dans les cours d'eau. Un critère plus sévère s'appliquerait à l'occasion de la résurgence de l'eau souterraine dans un cours d'eau s'écoulant vers un lac ou à l'occasion de la résurgence de l'eau souterraine dans un lac. Ces situations sont traitées sur une base de cas par cas.

Tableau 5.4.6 Composition élémentaire des stériles

Élément ^a	Unité	Québec - Critères de protection des sols ^[1]			CCME -Recommandations sur la qualité des sols pour la protection de l'environnement et de la santé humaine ^[2]				Résultats												Statistiques		
		Critère A	Critère B	Critère C	Zonage				Stériles (n=12)												Stériles (n=12)		
					Agricole	Résidentiel/ Espace vert	Commercial	Industriel	26350	27294	27266	26334	24561	24574	21205	24541	21293	21282	24519	21261	Min	Max	Moy
Aluminium	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	3 800	4 300	2 300	3 400	8 850	1 500	2 500	3 400	5 700	5 500	4 600	3 100	1 500	8 850	4 079
Antimoine	mg/kg	-	-	-	20	20	40	40	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Arsenic	mg/kg	15	30	50	12	12	12	12	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,0	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,0	<0,5
Baryum	mg/kg	265	500	2 000	750	500	2 000	2 000	7	110	57	15	17	6	34	42	11	35	46	57	6	110	36
Beryllium	mg/kg	-	-	-	4	4	8	8	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1
Bore	mg/kg	-	-	-	2	-	-	-	<2	<2	19	2	13	<2	<2	<2	11	4	<2	<2	<2	19	5
Cadmium	mg/kg	1,5	5	20	1,4	10	22	22	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Calcium	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	2 700	8 100	85 000	12 000	16 000	8 400	33 000	21 000	13 000	11 000	6 500	13 000	2 700	85 000	19 142
Chrome	mg/kg	85	250	800	64	64	87	87	21	41	4	12	11	1	<1	11	4	29	58	25	1	58	20
Cobalt	mg/kg	25	50	300	40	50	300	300	44	21	32	24	29	78	20	15	32	43	14	21	14	78	31
Cuivre	mg/kg	100	100	500	63	63	91	91	13	41	100	52	12	55	4	380	11	34	11	36	4	380	62
Étain	mg/kg	5	50	300	5	50	300	300	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	1	1	<1	<1	1	<1
Fer	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	84 000	41 000	53 000	39 000	56 000	51 000	100 000	30 000	57 000	75 000	23 000	36 000	23 000	100 000	53 750
Plomb	mg/kg	50	500	1 000	70	140	260	600	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Manganèse	mg/kg	1 000	1 000	2 200	-	-	-	-	820	500	740	610	490	270	2 200	200	430	1 100	180	420	180	2 200	663
Mercure	mg/kg	0,4	2	10	-	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Molybdène	mg/kg	6	10	40	5	10	40	40	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Nickel	mg/kg	100	100	500	50	50	50	50	24	34	7,3	46	7,8	<0,5	<0,5	16	<0,5	75	51	23	7	75	24
Sélénium	mg/kg	3	3	10	1	1	2,9	2,9	<0,5	<0,5	3,9	<0,5	<0,5	<0,5	1	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	3,9	0,7
Argent	mg/kg	2	20	40	20	20	40	40	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Strontium	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	23	32	180	47	72	24	81	57	38	57	31	32	23	180	56
Thallium	mg/kg	-	-	-	1	1	1	1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Titanium	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	5 100	980	1 000	680	550	2 200	830	810	2 700	490	950	1 100	490	5 100	1 449
Uranium	mg/kg	-	-	-	23	23	33	300	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Vanadium	mg/kg	-	-	-	130	130	130	130	280	110	76	64	155	160	7	150	170	120	110	100	7	280	125
Zinc	mg/kg	230	500	1 500	200	200	360	360	42	53	62	32	51	48	68	43	44	52	32	30	30	68	46

^[1] Les critères utilisés proviennent de la politique de protection des sols et de réhabilitation des sites contaminés (MDDEP, 2001). Ces critères sont utilisés pour guider la gestion des sites contaminés et des résidus miniers. Le critère A représente les teneurs naturelles maximales du substratum rencontrées dans les cinq provinces géologiques du Québec. Dans la marge A-B, le matériau (sol) peut être utilisé sans restriction sur lots commerciaux/industriels comme matériau de remblayage (seulement), excepté si l'activité a comme conséquence une augmentation de la contamination du sol. Au dessus du critère C, le matériau devrait être décontaminé ou disposé dans une décharge autorisée à recevoir des sols contaminés.

^[2] CCME; Tableau sommaire des recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement; <http://st-ts.ccm.ca/> (Site consulté le 3 mai 2011)

^a Digestion selon la méthode M.A. 200

Valeurs excédant un critère (quel que soit le critère) sont en gras et italiques.

Tableau 5.4.7 Résultats des tests de lixiviation (1311, 1312 et CTEU-9) sur les stériles

Paramètre	Unité	Critères				Résultats																											Statistiques												
		Critère eaux souterraines [1]	Normes canadiennes Concentration moyenne mensuelle maximale permise	Critère pour les résidus miniers à risques élevés [2]	Normes québécoises d'eau potable	26350			27294			27266			26334			24561			24574			21205			24541			21293			21282			24519			21261			Moyenne (n = 12)			
						EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9				
Métaux et métalloïdes																																													
Aluminium	mg/l	0.75	-	-	-	2.7	0.94	0.71	1.8	0.81	1.4	0.49	0.15	<0,08	1.4	0.78	0.78	1.1	1.2	0.61	3.4	0.79	0.20	1.1	0.79	0.45	1.3	0.79	0.67	0.98	0.28	<0,08	1.3	0.30	0.38	1.7	1.2	2.4	1.7	0.53	0.90	1.6	0.72	0.72	
Argent	mg/l	0,00062 ^{aaa}	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Arsenic	mg/l	0.34	0.50	5.0	0.025	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	
Baryum	mg/l	5,3 ^{bbb}	-	100	1	0.053	<0,005	<0,005	0.14	<0,005	0.012	0.23	<0,005	<0,005	0.14	<0,005	<0,005	0.18	0.18	<0,005	0.076	<0,005	<0,005	0.42	<0,005	<0,005	0.20	<0,005	<0,005	0.070	<0,005	<0,005	0.068	<0,005	<0,005	0.13	<0,005	0.013	0.13	<0,005	0.005	0.153	0.017	<0,005	
Cadmium	mg/l	0,0021 ^{aaa}	-	0.5	0.005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	
Chrome	mg/l	-	-	5.0	0.05	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	
Cobalt	mg/l	0.5	-	-	-	0.01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0.01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0.02	0.02	<0,01	0.09	<0,01	<0,01	0.01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0.10	<0,01	<0,01	0.04	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cuivre	mg/l	0,0073 ^{aaa}	0.30	-	1	0.04	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0.15	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Étain	mg/l	-	-	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fer	mg/l	-	-	-	-	11	<2	<2	12	<2	3	10	<2	<2	9	<2	<2	7.5	8	<2	10	<2	<2	8	<2	<2	8	<2	<2	17	<2	<2	18	<2	<2	8	<2	3	17	<2	11	<2	11	<2	
Manganèse	mg/l	-	-	-	-	0.98	<0,01	<0,01	1.6	<0,01	0.05	3.1	<0,01	<0,01	0.80	<0,01	0.01	1.1	1.0	0.01	0.62	<0,01	<0,01	0.86	<0,01	<0,01	0.93	<0,01	0.01	2.0	<0,01	<0,01	1.5	<0,01	<0,01	0.72	0.01	0.03	0.98	<0,01	0.02	1.3	0.09	0.01	
Mercure	mg/l	0,00013	-	0.1	0.001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0002	<0,0001	<0,0001	0.0001	<0,0001	<0,0001	0.0001	<0,0001	<0,0001	0.0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0.0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Molybdène	mg/l	2	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Nickel	mg/l	0,260 ^{aaa}	0.50	-	-	0.018	<0,006	<0,006	0.020	<0,006	<0,006	0.013	<0,006	<0,006	0.018	<0,006	<0,006	0.01	0.01	<0,006	0.011	<0,006	<0,006	0.009	<0,006	<0,006	0.016	<0,006	<0,006	0.020	<0,006	<0,006	0.015	<0,006	<0,006	0.019	<0,006	<0,006	0.014	<0,006	<0,006	0.015	<0,006	<0,006	
Plomb	mg/l	0,034 ^{aaa}	0.20	5.0	0.01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Sélénium	mg/l	0.020	-	1.0	0.01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
Zinc	mg/l	0,067 ^{aaa}	0.5	-	-	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Autres																																													
Fluorures	mg/l	4	-	150	1.5	<0,1	<0,1	<0,1	0.2	<0,1	0.5	0.4	0.2	0.8	0.2	<0,1	0.3	0.1	<0,1	0.2	0.4	<0,1	0.2	0.5	0.1	0.5	0.2	<0,1	0.3	0.1	<0,1	0.1	0.1	<0,1	0.2	0.1	<0,1	0.1	0.3	0.1	0.6	0.2	<0,1	0.3	
Phosphore total (P)	mg/l	3 ^{bbb}	-	-	-	<0,02	0.03	0.33	<0,02	0.14	4.7	0.55	0.18	0.74	0.05	0.1	4.8	0.03	0.085	4.05	0.1	<0,02	0.07	0.3	0.15	0.36	0.1	0.13	11	<0,02	<0,02	0.17	0.04	0.1	1.2	0.04	0.18	2.1	0.14	0.29	12	0.12	0.12	3.5	

Les valeurs excédant un des critères sont surlignées, en caractères gras et italiques.

[1] Politique de protection des sols et de la réhabilitation des sites contaminés (MDDEP, 2001). Pour la résurgence des eaux de surface

[2] Directive 019 sur l'industrie minière (MDDEP, 2005). TCLP signifie "Toxicity Characteristic Leaching Procedure", une procédure utilisée pour déterminer la mobilité des constituants présents dans la roche.

[3] Règlement sur les effluents des mines de métaux

^{aaa} Ce critère augmente avec la dureté. La valeur indiquée correspond à une dureté de 50 mg CaCO₃ / l. Voir « Critères de qualité de l'eau de surface au Québec » (MDDEP, 2009)

^{bbb} Le critère de phosphore total vise à la base à limiter la croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques dans les cours d'eau. Un critère plus sévère s'appliquerait à l'occasion de la résurgence de l'eau souterraine dans un cours d'eau s'écoulant vers un lac ou à l'occasion de la résurgence de l'eau souterraine dans un lac. Ces situations sont traitées sur une base de cas par cas.

Tableau 5.4.8 Potentiel de génération d'acide du stériles

Paramètre	Unité	Critère ^[1]	Résultats												Statistiques
			Échantillons de stériles												Moyenne (n = 12)
			26350	27294	27266	26334	24561	24574	21205	24541	21293	21282	24519	21261	
Potentiel de génération d'acide															
pH de la pâte	Unités pH	-	9.08	9.79	9.05	9.65	9.66	8.95	9.26	9.69	8.68	8.97	9.69	9.53	9.33
Potentiel de Neutralisation d'Acide (PN)	kg CaCO ₃ /t	-	24.1	19.2	32.2	22.7	23.3	18.4	27.8	19.5	30.0	47.7	12.2	21.5	24.9
Potentiel de Génération d'Acide (PA)	kg CaCO ₃ /t	-	1.56	<0.6	7.50	0.31	2.81	11.25	1.88	2.50	3.75	5.94	<0.6	1.56	3.91
Potentiel Net de Neutralisation d'Acide (PN-PA)	kg CaCO ₃ /t	> 20	22.5	19.2	24.7	22.4	20.5	7.2	25.9	17.0	26.3	41.7	12.2	19.9	21.6
Ratio (PN/PA)	sans unités	> 3	15.4	> 31,9	4.3	72.6	8.3	1.6	14.8	7.8	8.0	8.0	> 20,3	13.7	15.5
Soufre sulfates	%	-	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.18	0.10	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.05
Soufre sulfure	%	-	0.05	<0.02	0.24	0.01	0.09	0.36	0.06	0.08	0.12	0.19	<0.02	0.05	0.13
Soufre total	%	< 0,3	0.07	<0.02	0.25	0.03	0.10	0.54	0.16	0.08	0.12	0.19	<0.02	0.05	0.16

^[1] Directive 019 sur l'industrie minière (MDDEP, 2005)

Un matériel (minéral, stérile ou résidus) peut être défini comme potentiellement générateur d'acide quand:

- il présente un contenu en soufre total supérieur à 0,3%; et
- il présente un potentiel net de neutralisation d'acide inférieur à below 20 kg CaCO₃/t ou le rapport PN/AGP est inférieur 3.

Notes:

Le contenu en soufre total est obtenu au Leco par Acme Labs.

Calculs:

*Le soufre sulfure est basé sur la différence entre le soufre total et le soufre sulfates.

**PA est basé sur le soufre sulfure.

***PNN (Potentiel Net de Neutralisation) est basé sur la différence entre PN et PA.

Références:

Référence pour ABA Modifié Méthode ABA PN (Maxxam SOP No. 7150): MEND Acid Rock Drainage Prediction Manual, MEND Project 1.16.1b (pages 6.2-11 à 17) Mars 1991.

Tableau 5.4.9 Composition chimique élémentaire des résidus de flottation

Éléments ^a	Unité	Limite de détection	Critères			Résultats										Statistics		
			Québec - Critères de protection des sols ^[1]			Échantillons de minerai analysés par COREM en Juin 2011				Échantillons de minerai analysés par COREM en Novembre 2011					Résidus de flottation (n=9)			
			Critère A	Critère B	Critère C	Rejet nettoyé / épaisseur	40276-5 (Rejet final / Mélange)	40276-6 (Produit Magnétique)	40276-7 (Produit Magnétique Rejet final)	Rejet final (pail 1/3)	Rejet final (pail 2/3)	Rejet final (A)	Rejet final (B)	Rejet final / Épouseur	Min	Max	Moy	
Métaux et métalloïdes																		
Aluminium	mg/kg	20	-	-	-	4 200	1 800	2 400	1 600	2 900	3 100	3 400	3 700	7 700	1 600	7 700	3 422	
Argent	mg/kg	0.8	2	20	40	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	<0,5	< 0,8	< 0,8	
Arsenic	mg/kg	5	10	30	50	7	6	<5	<5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	7	< 5	
Baryum	mg/kg	5	200	500	2 000	99	40	14	34	51	54	61	70	130	14	130	61	
Cadmium	mg/kg	0.5	0.9	5	20	0.1	<0,1	<0,1	<0,1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	<0,1	0.1	<0,5	
Calcium	mg/kg	30	-	-	-	25 000	7 700	2 400	5 700	5 300	5 900	11 000	13 000	40 000	2 400	40 000	12 889	
Chrome	mg/kg	2	45	250	800	91	22	69	14	19	19	22	29	120	14	120	45	
Cobalt	mg/kg	2	15	50	300	57	42	32	40	49	51	55	52	75	32	75	50	
Cuivre	mg/kg	2	50	100	500	320	130	55	110	150	150	150	150	440	55	440	184	
Étain	mg/kg	4	5	50	300	2	2	2	1	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	1	2	< 4	
Fer	mg/kg	10	-	-	-	100 000	100 000	180 000	100 000	110 000	110 000	120 000	110 000	120 000	100 000	180 000	116 667	
Manganèse	mg/kg	2	1 000	1 000	2 200	1 400	1 700	840	1 700	2 000	2 100	2 300	2 100	1 900	840	2 300	1 782	
Mercure	mg/kg	0.02	0.4	2	10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	<0,01	< 0,02	< 0,02	
Molybdène	mg/kg	1	6	10	40	1	<0,5	2	<0,5	< 1	< 1	< 1	< 1	1	<0,5	2	< 1	
Nickel	mg/kg	1	30	100	500	29	22	23	23	29	31	34	32	47	22	47	30	
Plomb	mg/kg	5	50	500	1 000	8	2	<1	1	< 5	< 5	< 5	< 5	9	<1	9	<5	
Sélénium	mg/kg	1	3	3	10	0.9	<0,5	<0,5	<0,5	< 1	< 1	< 1	< 1	1	<0,5	1	<1	
Strontium	mg/kg	-	-	-	-	69	23	8	17	-	-	-	-	-	8	69	29	
Thorium	mg/kg	-	-	-	-	1.6	0.8	<0,5	<0,5	-	-	-	-	-	<0,5	1.6	0.7	
Titane	mg/kg	5	-	-	-	1 100	660	10 000	590	870	960	980	1 000	1 500	590	10 000	1962	
Uranium	mg/kg	5	-	-	-	<2	<2	<2	<2	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	
Zinc	mg/kg	10	100	500	1 500	80	67	89	66	98	100	110	100	140	66	140	94	
Autres																		
Chlorures (Cl)	mg/kg	1	-	-	-	-	-	-	-	5	7	7	8	10	5	10	7	
Fluor	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	310	310	420	480	1700	310	1700	644	
Fluorure	mg/kg	1	200	400	2000	-	-	-	-	3	2	2	2	2	2	3	2	
pH	pH	-	-	-	-	-	-	-	-	7.98	7.61	7.97	8.31	8.38	7.61	8.38	-	
Phosphore	mg/kg	20	-	-	-	-	-	-	-	2 100	2 400	4 100	5 100	14 000	2 100	14 000	5 540	
Soufre (S)	mg/kg	100	400	1000	2000	-	-	-	-	330	340	330	350	950	330	950	460	
Sulphures	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	0.56	0.52	0.77	0.54	0.30	0.30	0.77	0.54	

^[1] Les critères utilisés proviennent de la politique de protection des sols et de réhabilitation des sites contaminés (MDDEP, 2001). Ces critères sont utilisés pour guider la gestion des sites contaminés et des résidus miniers. Le critère A représente les concentrations maximales naturelles rencontrées entre les cinq provinces géologiques du Québec. Dans la gamme A-B, le matériel (sol) peut être utilisé sans restriction sur les terrains commerciaux et industriels, sauf si l'activité se traduit par une augmentation de la contamination des sols. Dans la gamme B-C, le matériel peut être utilisé comme matériel de remblai (seulement) sur les terrains commerciaux et industriels, sauf si l'activité se traduit par une augmentation de la contamination des sols. Au-dessus du critère C, le matériel doit être décontaminé ou éliminé dans site autorisé à recevoir des sols contaminés.

^[2] CCME; Tableau sommaire des recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement; <http://st-ts.ccme.ca/> (Site consulté le 3 mai 2011)

^a Digestion selon la méthode M.A. 200

Les valeurs dépassant le critère A sont en gras et en italiques

Les valeurs dépassant le critère B sont en gras et en italiques

Les valeurs dépassant le critère C sont en gras et en italiques

Tableau 5.4.10 Composition élémentaire des résidus magnétiques

Élément ^a	Unité	Limite de détection	Critères			Résultats (Échantillons COREM)		
			Québec - Critères de protection des sols ^[1]			Échantillons analysés en Juin 2011	Échantillons analysés en Novembre 2011	
			Critère A	Critère B	Critère C		40276-6 (Rési. Mag.)	Rejet Magnétique (11/04/2011) (A)
Métaux et métalloïdes								
Aluminium	mg/kg	20	-	-	-	2 400	3 200	3 200
Argent	mg/kg	0.8	2	20	40	<0,5	< 0,8	< 0,8
Arsenic	mg/kg	5	10	30	50	<5	< 5	< 5
Baryum	mg/kg	5	200	500	2 000	14	18	16
Cadmium	mg/kg	0.5	0.9	5	20	<0,1	< 0,5	< 0,5
Calcium	mg/kg	30	-	-	-	2 400	6 900	5 500
Chrome	mg/kg	2	45	250	800	69	110	100
Cobalt	mg/kg	2	15	50	300	32	72	68
Cuivre	mg/kg	2	50	100	500	55	93	89
Étain	mg/kg	4	5	50	300	2	< 4	< 4
Fer	mg/kg	10	-	-	-	180 000	170 000	170 000
Manganèse	mg/kg	2	1 000	1 000	2 200	840	930	960
Mercure	mg/kg	0.02	0.4	2	10	<0,01	< 0,02	< 0,02
Molybdène	mg/kg	1	6	10	40	2	1	1
Nickel	mg/kg	1	30	100	500	23	23	23
Plomb	mg/kg	5	50	500	1 000	<1	< 5	< 5
Sélénium	mg/kg	1	3	3	10	<0,5	< 1	< 1
Strontium	mg/kg	-	-	-	-	8	-	-
Thorium	mg/kg	-	-	-	-	<0,5	-	-
Titane	mg/kg	5	-	-	-	10 000	9 300	10 000
Tungstène	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-
Uranium	mg/kg	5	-	-	-	<2	< 5	< 5
Vanadium	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-
Yttrium	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-
Zinc	mg/kg	10	100	500	1 500	89	160	160

^[1] Les critères utilisés proviennent de la politique de protection des sols et de réhabilitation des sites contaminés (MDDEP, 2001). Ces critères sont utilisés pour guider la gestion des sites contaminés et des résidus miniers. Le critère A représente les concentrations maximales naturelles rencontrées entre les cinq provinces géologiques du Québec. Dans la gamme A-B, le matériel (sol) peut être utilisé sans restriction sur les terrains commerciaux et industriels, sauf si l'activité se traduit par une augmentation de la contamination des sols. Dans la gamme B-C, le matériel peut être utilisé comme matériel de remblai (seulement) sur les terrains commerciaux et industriels, sauf si l'activité se traduit par une augmentation de la contamination des sols. Au-dessus du critère C, le matériel doit être décontaminé ou éliminé dans site autorisé à recevoir des sols contaminés.

^[2] CCME; Tableau sommaire des recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement; <http://st-ts.ccme.ca/> (Site consulté le 3 mai 2011)

^a Digestion selon la méthode M.A. 200

Les valeurs dépassant le critère A sont en gras et en italiques

Les valeurs dépassant le critère B sont en gras et en italiques

5.4.5.3 Potentiel de génération d'acide

Les résultats du test de potentiel de génération d'acide réalisés sur des échantillons composites de résidus, qui sont présentés au tableau 5.4.13 indiquent que les résidus ne présentent aucun potentiel de génération d'acide, et le contenu moyen en soufre total (0,07%) est inférieur à 0,2 %. Ces résultats ne sont pas surprenants puisque le minerai ne présente aucun potentiel de génération d'acide.

5.4.6 Caractéristiques environnementales de l'eau associée aux résidus

Les échantillons d'eau¹⁸ correspondant au surnageant de la pulpe de résidus ont été analysés et les résultats sont présentés au tableau 5.4.14.

Les eaux associées aux résidus présentent un pH de 10,4 à 10,7, correspondant au pH auquel l'apatite est flottée. Durant l'exploitation, ce pH chutera naturellement sous 9,5 avant que l'effluent final ne soit déversé dans l'environnement, notamment à cause des pluies acides qui tombent sur les aires d'accumulation et les eaux acides de surface¹⁹.

Les solides totaux en suspension (MES) dans l'eau associée aux résidus sont demeurés au dessus de 15 mg/l parce que le temps de sédimentation requis pour la préparation des échantillons de surnageant a été trop court pour permettre aux solides contenus dans les échantillons de pulpe de sédimenter suffisamment.

Les concentrations en aluminium sont demeurées relativement élevées dans l'eau associée aux résidus, et sont habituellement au dessus du critère pour la protection des eaux souterraines. La majeure partie (environ 90 %) de cet aluminium se rapporte à la phase dissoute, ce métal étant relativement soluble à de tels pH (10,5). La réduction des pH sous 9,5 avant le rejet de l'effluent final aidera à réduire ces concentrations en aluminium dissous. Tous les autres paramètres sont restés sous les critères environnementaux de qualité en dépit des concentrations relativement élevées de solides en suspension.

Ces résultats permettent de croire que la qualité de l'effluent final respectera les normes environnementales en vigueur sans même qu'il y ait besoin d'un quelconque traitement (si ce n'est pour le contrôle des matières en suspension). Un traitement sera néanmoins effectué sur cet effluent avant son rejet dans le milieu et des tests sur la qualité seront effectués régulièrement pour assurer la qualité de celui-ci.

¹⁸ Ces échantillons sont obtenus durant un essai pilote réalisé par COREM pour optimiser le traitement du minerai. Les analyses de l'eau associée aux résidus échantillonnée durant l'essai pilote réalisé par SGS Lakefield n'ont pas été utilisées, comme le traitement du minerai était tout à fait différent de celui sélectionné par le projet.

¹⁹ Dans le cas d'un événement peu probable où le pH de l'effluent demeure au dessus de 9, dans le bassin de polissage, un traitement (barbotage de CO₂) sera possible afin de réduire les niveaux de pH.

Tableau 5.4.11 Résultats des essais de lixiviation sur les résidus de flottation

Paramètre	Unité	Critères				Résultats																					Moyennes (n = 8)					
		Critère eaux souterraines ^[1]	Normes canadiennes ^[4] Concentration moyenne mensuelle maximale permise	Critère pour les résidus miniers à risques élevés ^[2]	Norme québécoise d'eau potable	COREM (Échantillons analysés en Juin 2011)									Résidus de flottation de COREM - 12/05/2011 (Échantillons analysés en Novembre 2011)																	
						40276-4 (Rejet/ Nettoyeur de l'épouseur)			40276-5 (Rejet final mélange/ épouseur)			40276-7 (Rejet final)			Rejet final (pail1/3)			Rejet final (pail 2/3)			Rejet final (A)			Rejet final (B)						Rejet final/Épouseur		
						EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9
Métaux et métalloïdes																																
Aluminium	mg/l	0.75	-	-	-	0.49	0.91	<0,08	0.55	0.5	1.3	0.43	0.45	1.7	0.39	0.36	1.8	0.38	0.37	1.2	0.34	0.20	1.4	0.37	0.20	1.1	0.57	0.09	< 0,8	0.44	0.39	1.2
Argent	mg/l	0,00062 ^{aaa}	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1
Arsenic	mg/l	0,34	0.50	5.0	0.025	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0.009	<0,004	<0,004	0.009	<0,004	<0,004	<0,04	<0,004	<0,004	<0,04	<0,004	<0,004	<0,04	<0,004	<0,004	<0,04	<0,004	<0,004	<0,04	<0,004	<0,004	<0,04
Baryum	mg/l	5,3 ^{aaa}	-	100	1	0.32	0.007	0.008	0.19	<0,005	0.014	0.15	<0,005	0.016	0.13	<0,005	<0,05	0.14	<0,005	<0,05	0.14	<0,005	<0,05	0.13	<0,005	<0,05	0.30	<0,005	<0,05	0.19	<0,005	<0,05
Cadmium	mg/l	0,0021 ^{aaa}	-	0.5	0.005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,02	<0,002	<0,002	<0,02	<0,002	<0,002	<0,02	<0,002	<0,002	<0,02	<0,002	<0,002	<0,02	<0,002	<0,002	<0,02
Calcium	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	< 2	< 20	15	2	< 20	18	< 2	< 20	21	< 2	< 20	150	20	140	43	5	36
Chrome	mg/l	-	-	5.0	0.05	<0,007	<0,007	<0,007	0.007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	0.009	<0,007	<0,007	<0,07	0.020	<0,007	<0,07	<0,007	<0,007	<0,07	<0,007	<0,007	<0,07	<0,007	<0,007	<0,07	<0,007	<0,007	<0,07
Cobalt	mg/l	0,5	-	-	-	0.25	<0,01	<0,01	0.14	<0,01	0.02	0.08	<0,01	0.03	0.07	<0,01	<0,1	0.09	<0,01	<0,1	0.08	<0,01	<0,1	0.09	<0,01	<0,1	0.23	<0,01	<0,1	0.13	<0,01	<0,1
Cuivre	mg/l	0,0073 ^{aaa}	0.30	-	1	0.11	0.12	0.03	0.05	0.06	0.27	0.06	0.04	0.29	0.07	0.02	< 0,2	0.11	0.02	< 0,2	0.20	< 0,2	< 0,2	0.21	< 0,2	< 0,2	0.36	< 0,2	0.2	0.15	0.04	< 0,2
Étain	mg/l	-	-	-	-	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	0.009	<0,007	<0,007	<0,05	<0,007	<0,007	<0,05	<0,007	<0,007	<0,05	<0,007	<0,007	<0,05	<0,007	<0,007	<0,05	<0,007	<0,007	<0,05
Fer	mg/l	-	-	-	-	<2	4	<2	3	3	7	2	3	11	< 2	< 2	< 20	2	2	< 20	< 2	< 2	< 20	< 2	< 2	< 20	< 2	< 2	< 20	< 2	< 2	< 20
Manganèse	mg/l	-	-	-	-	3	0.04	<0,01	1.3	0.04	0.12	0.74	0.03	0.16	0.83	0.03	0.2	0.93	0.03	0.1	0.61	0.01	0.1	0.67	0.01	< 0,1	2.6	< 0,01	< 0,1	1.3	0.02	0.1
Mercure	mg/l	0,00013	-	0.1	0.001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1
Molybdène	mg/l	2	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1
Nickel	mg/l	0,260 ^{aaa}	0.50	-	-	0.16	<0,006	<0,006	0.077	<0,006	0.01	0.048	<0,006	0.015	0.045	<0,006	<0,06	0.050	<0,006	<0,06	0.040	<0,006	<0,06	0.043	<0,006	<0,06	0.14	<0,006	<0,06	0.08	<0,006	<0,06
Plomb	mg/l	0,034 ^{aaa}	0.20	5.0	0.01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0.02	<0,01	<0,01	0.01	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1
Sélénium	mg/l	0.020	-	1.0	0.01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,05	<0,005	<0,005	<0,05	<0,005	<0,005	<0,05	<0,005	<0,005	<0,05	<0,005	<0,005	<0,05	<0,005	<0,005	<0,05
Titane	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,05	0.11	< 0,5	< 0,05	0.10	< 0,5	< 0,05	0.06	< 0,5	< 0,05	0.06	< 0,5	< 0,05	< 0,05	< 0,5	< 0,05	< 0,5	
Uranium	mg/l	-	-	2	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,02	< 0,02	< 0,2	< 0,02	< 0,02	< 0,2	< 0,02	< 0,02	< 0,2	< 0,02	< 0,02	< 0,2	< 0,02	< 0,02	< 0,2	< 0,02	< 0,02	
Zinc	mg/l	0,067 ^{aaa}	0.5	-	-	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	
Autres																																
Fluorures	mg/l	4	-	-	1.5	0.2	0.1	0.2	0.3	0.1	0.5	0.2	0.1	0.7	0.3	0.2	0.9	0.3	0.2	0.7	0.2	0.1	0.5	0.2	0.2	0.6	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.54
Phosphore total (P)	mg/l	3^{bbb}	-	-	-	0.09	2	<0,02	0.31	1.2	19	0.34	0.82	25	0.11	0.74	9.6	0.10	0.60	9.6	0.20	0.56	17	0.17	0.59	23	0.06	0.40	0.14	0.17	0.86	13

Les valeurs excédant un de ces critères sont en gras, italiques et surlignés.

^[1] Politique de protection des sols et de la réhabilitation des sites contaminés (MDDEP, 2001). Pour la résurgence des eaux de surface

^[2] Directive 019 sur l'industrie minière (MDDEP, 2005).

^[3] Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires pour les mines (IFC, December 2007)

^[4] Règlement sur les effluents des mines de métaux

^[5] Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME), 2007. Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux: protection de la vie aquatique (http://www.ec.gc.ca/ceqg-rcqe/Water_f.pdf).

^{aaa} Ce critère augmente avec la dureté. La valeur indiquée correspond à une dureté de 50 mg CaCO₃ / l. Voir « Critères de qualité de l'eau de surface au Québec » (MDDEP, 2009).

^{bbb} Le critère de phosphore total vise à la base à limiter la croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques dans les cours d'eau. Un critère plus sévère s'appliquerait à l'occasion de la résurgence de l'eau souterraine dans un cours d'eau s'écoulant vers un lac ou à l'occasion de la résurgence de l'eau souterraine dans un lac. Ces situations sont traitées sur une base de cas par cas.

^{ccc} Ce critère varie selon les teneurs en chlorures, voir « Critères de qualité de l'eau de surface au Québec » (MENV 2001). La valeur citée dans le tableau correspond à une concentration en chlorures de 2000 µg/L.

Tableau 5.4.12 Résultats des essais de lixiviation sur les résidus magnétiques

Paramètre	Unité	Critères				Résultats									Moyenne (n = 3)		
		Critère eaux souterraines [1]	Normes canadiennes [4]	Critère pour les résidus miniers à risques élevés [2]	Norme québécoise d'eau potable	(Échantillons analysés en Juin 2011)			Échantillons analysés en Novembre 2011								
						40276-6 (Produit magnétique)			Résidus magnétiques (2011/04/11) (A)			Résidus magnétiques (2011/04/11) (B)					
			EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9	EPA 1311	EPA 1312	CTEU-9
Métaux et métalloïdes																	
Aluminium	mg/l	0.75	-	-	-	0.3	<0,08	0.12	0.43	<0,08	< 0,8	0.44	0.27	< 0,8	0.39	0.27	< 0,8
Argent	mg/l	0,00062 ^{aaa}	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,1
Arsenic	mg/l	0.34	0.50	5.0	0.025	<0,004	<0,004	<0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,04	< 0,004	< 0,004	< 0,04	< 0,004	< 0,004	< 0,04
Baryum	mg/l	5,3 ^{aaa}	-	100	1	0.11	0.01	0.029	0.14	0.010	0.05	0.14	< 0,005	< 0,05	0.13	0.01	< 0,05
Cadmium	mg/l	0,0021 ^{aaa}	-	0.5	0.005	<0,002	<0,002	<0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,02	< 0,002	< 0,002	< 0,02	< 0,002	< 0,002	< 0,02
Calcium	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	9	6	29	7	4	< 20	8	5	< 20
Chrome	mg/l	-	-	5.0	0.05	<0,007	<0,007	<0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,07	< 0,007	< 0,007	< 0,07	< 0,007	< 0,007	< 0,07
Cobalt	mg/l	0.5	-	-	-	0.07	0.06	0.31	0.19	0.06	0.3	0.19	0.01	< 0,1	0.15	0.04	0.2
Cuivre	mg/l	0,0073 ^{aaa}	0.30	-	1	0.19	0.03	0.08	0.06	< 0,02	0.2	0.09	< 0,02	< 0,2	0.11	< 0,02	< 0,2
Étain	mg/l	-	-	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,5	< 0,05	< 0,05	< 0,5	< 0,05	< 0,05	< 0,5
Fer	mg/l	-	-	-	-	<2	<2	<2	< 2	< 2	< 20	< 2	2	< 20	< 2	< 2	< 20
Manganèse	mg/l	-	-	-	-	0.98	0.97	4.1	0.97	0.54	3.5	0.82	0.11	0.6	0.92	0.54	2.7
Mercuré	mg/l	0,00013	-	0.1	0.001	<0,01	<0,01	<0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,1
Molybdène	mg/l	2	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,1
Nickel	mg/l	0,260 ^{aaa}	0.50	-	-	0.044	0.034	0.17	0.044	0.014	0.09	0.046	< 0,006	< 0,06	0.045	< 0,006	< 0,06
Plomb	mg/l	0,034 ^{aaa}	0.20	5.0	0.01	<0,01	<0,01	<0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,1
Sélénium	mg/l	0.020	-	1.0	0.01	<0,005	<0,005	<0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,05	< 0,005	< 0,005	< 0,05	< 0,005	< 0,005	< 0,05
Titane	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	< 0,05	< 0,05	< 0,5	< 0,05	0.09	< 0,5	< 0,05	0.06	< 0,5
Uranium	mg/l	-	-	2	0.2	-	-	-	< 0,02	< 0,02	< 0,2	< 0,02	< 0,02	< 0,2	< 0,02	< 0,02	< 0,2
Zinc	mg/l	0,067 ^{aaa}	0.5	-	-	<0,2	<0,2	0.3	0.5	< 0,2	< 2	0.2	< 0,2	< 2	0.3	< 0,2	< 2
Autres																	
Fluorures	mg/l	4	-	-	1.5	0.2	<0,1	0.2	0.1	< 0,1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	< 0,1	0.2
Phosphore total (P)	mg/l	3 ^{bbb}	-	-	-	0.56	0.22	0.17	< 0,02	< 0,02	0.03	0.02	0.26	0.02	0.20	0.16	0.07

Les valeurs excédant un de ces critères sont en gras, italiques et surlignées.

[1] Politique de protection des sols et de la réhabilitation des sites contaminés (MDDEP, 2001). Pour la résurgence des eaux de surface

[2] Directive 019 sur l'industrie minière (MDDEP, 2005).

[3] Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires pour les mines (IFC, December 2007)

[4] Règlement sur les effluents des mines de métaux

[5] Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME), 2007. Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux: protection de la vie aquatique (http://www.ec.gc.ca/ceqg-rcqe/Water_f.pdf).

^{aaa} Ce critère augmente avec la dureté. La valeur indiquée correspond à une dureté de 50 mg CaCQ/l. Voir « Critères de qualité de l'eau de surface au Québec » (MDDEP, 2009).

^{bbb} Le critère de phosphore total vise à la base à limiter la croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques dans les cours d'eau. Un critère plus sévère s'appliquerait à l'occasion de la résurgence de l'eau souterraine dans un cours d'eau s'écoulant vers un lac ou à l'occasion de la résurgence de l'eau souterraine dans un lac. Ces situations sont traitées sur une base de cas par cas.

^{ccc} Ce critère varie selon les teneurs en chlorures, voir « Critères de qualité de l'eau de surface

Tableau 5.4.13 Potentiel de génération acide des résidus

Paramètre	Unité	Critère [1]	Résultats			
			SGS - Lakefield (Résidus combinés)			Moyenne (n = 3)
			PP-16C	PP-21	PP-23	
pH	unité de pH	-	8.79	9.30	8.43	-
Potentiel de neutralisation acide (PNA)	kg CaCO ₃ /t	-	30.5	23.1	19.2	24.3
Potentiel de génération acide (PGA)	kg CaCO ₃ /t	-	1.34	0.31	1.57	1.07
Potentiel net de neutralisation acide (PNA-PGA)	kg CaCO ₃ /t	> 20	29.2	22.8	17.6	23.2
Ratio (PNA/PGA)	-	> 3	22.7	74.5	12.3	36.5
Soufre total	%	< 0,3	0.094	0.025	0.096	0.072

[1] Directive 019 sur l'industrie minière (MDDEP, 2005)

Le matériel (comme le minerai, les résidus ou les stériles) peut être défini comme étant potentiellement générateur d'acide lorsque:

- la concentration en soufre total est supérieure à 0,3% et;
- le potentiel net de neutralisation acide est inférieur à 20 kg CaCO₃/t, ou le ratio ANP:AGP est inférieur à 3

Les valeurs excédant un des critères (ainsi que les critères dépassés par au moins une valeur) sont surlignées, en caractères gras et italiques.

5.4.7 Conclusion de la caractérisation environnementale

5.4.7.1 Caractéristiques et gestion du minerai

➤ Observations relevant du tableau 5.4.1 (Composition chimique élémentaire du minerai)

La moyenne du contenu en métaux et métalloïdes totaux respectent toutes le critère A pour la protection des sols, à l'exception du manganèse, cobalt et cuivre.

➤ Observations relevant du tableau 5.4.2 (Tests de lixivibilité du minerai)

- Pour le minerai, la lixiviation du cuivre est constatée seulement pour le test de lixivibilité TCLP;
- À cause de la possibilité de lixiviation du cuivre, les eaux de drainage de surface issues de l'aire d'accumulation devrait être collectées dans le but de s'assurer que cette eau transitera dans le bassin de polissage²⁰ pour traitement si nécessaire. Ceci a été pris en compte dans la conception du projet.

➤ Observations relevant du tableau 5.4.3 (Test de détermination du potentiel de génération d'acide du minerai)

Le minerai n'a aucun potentiel de génération d'acide.

5.4.7.2 Caractéristiques et gestion du mort-terrain

➤ Observations relevant du tableau 5.4.4 (Composition chimique élémentaire du mort-terrain)

Le contenu moyen en éléments chimiques du mort-terrain demeure toujours en dessous du critère provincial A de protection des sols. De ce fait, il n'y a pas de problème environnemental avec le mort-terrain, et il est considéré comme déchet à faible risque selon la Directive 019.

➤ Observations relevant du tableau 5.4.5 (Tests de lixivibilité du mort-terrain)

- Tous les paramètres analysés dans les lixiviats respectent les normes et les critères environnementaux usuels, exceptés le cuivre et l'aluminium, qui peuvent quelques fois présenter des concentrations au dessus du critère environnemental pour la protection des eaux souterraines;
- Il convient de noter cependant que les résultats pour le cuivre sont trop proches de la limite de détection de la méthode analytique pour être vraiment significatifs. D'ailleurs, comme indiqué ci-dessus, le contenu en cuivre (mg/kg) demeure en dessous du critère provincial A pour la protection des sols;
- Tel que dit plus haut, les concentrations en aluminium dans les eaux de surface à proximité du site minier sont naturellement élevées et cela n'est donc pas surprenant de rencontrer des concentrations relativement élevées dans les lixiviats. On peut noter que, comme l'aluminium est un constituant majeur de la croûte terrestre, il n'y a pas de critère provincial de protection des sols pour cet élément.

²⁰ Le transit dans le bassin de polissage des eaux de drainage de surface du stockpile sera possible en laissant les eaux s'écouler dans la fosse (et de le pomper avec les eaux de la mine), ou en l'accumulant dans le petit bassin et le pomper directement dans le parc à résidus.

Valorisation du mort-terrain

Comme le mort-terrain :

- N'est pas un matériau dangereux;
- N'est pas contaminé par des composés organiques;
- Les concentrations moyennes actuelles des éléments du mort-terrain demeurent en dessous du critère provincial de protection des sols.

Il est classifié comme déchet de Catégorie I selon le Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses de source industrielle comme matériau de construction. Comme tel, ce matériau peut être utilisé sans restriction comme matériau de construction incluant :

- Construction et maintenance des routes;
- Construction et maintenance des digues;
- Utilisation dans la fabrication de béton;
- Utilisation comme ballast²¹ pour la construction de chemin de fer;
- Pour la construction sur les lots industriels et commerciaux (et lots résidentiels, pour matériau présentant une taille des grains supérieure à 5mm).

Comme le mort terrain contient du bore avec une concentration au dessus de celle du guide CCME²² de la qualité des sols pour la protection environnementale et la santé humaine, il est suggéré d'éviter son utilisation dans les zones définies comme terrains agricoles.

5.4.7.3 Caractéristiques et gestion des stériles

➤ Observations relevant du tableau 5.4.6 (composition chimique élémentaire des stériles)

Quoique quelques uns des éléments (manganèse, cobalt, et cuivre) excèdent à de rares occasions le critère provincial B pour la protection des sols, la moyenne du contenu en métaux totaux des stériles demeure toujours en dessous du critère provincial A de protection des sols, exceptés le cobalt, et aucun des éléments n'excède les recommandations fédérales pour l'utilisation commerciale ou industrielle du terrain.

➤ Observations relevant du tableau 5.4.7 (Tests de lixivabilité des stériles)

- Tous les paramètres analysés dans les lixiviats respectent les normes et critères environnementaux usuels, à l'exception du cuivre, qui peut présenter quelques fois des concentrations au dessus du critère environnemental pour la protection des eaux souterraines. Il convient de noter que ces résultats sont trop proches de la limite de détection de la méthode analytique pour être significatif. D'ailleurs, comme indiqué plus haut, le contenu en cuivre dans le matériau (en mg/kg) demeure en dessous du critère provincial A de protection des sols;
- Le cobalt ne se lixivie pas, cependant il est présent dans le matériau à des concentrations excédant le critère A pour la qualité des sols.

➤ Observations relevant du tableau 5.4.8 (Tests ABA des stériles)

- Les stériles ne présentent aucun potentiel de génération d'acide;
- Par conséquent, il n'y a pas de problème environnemental pour utiliser sans restriction les stériles pour la construction.

²¹ Le ballast est un matériau granulaire à drainage libre utilisé comme matériau porteur dans les chemins de fer. C'est un agrégat de gravier moyen à grossier (10-60 mm), avec un faible pourcentage de galets.

²² Pour utilisation agricole.

Tableau 5.4.14 Caractéristiques physico-chimiques de l'eau associée aux résidus (surnageant)

Paramètre	Unité	Critères				Résultats			Statistiques
		Critère pour les résidus miniers à risques élevés ^[2]	Concentration maximale permise dans un échantillon instantané ^[4]	Protection de la vie aquatique ^[5]	Dir. 019	COREM			Moyenne (n = 3)
						40276-1	40276-2	40276-3	
Caractéristiques physico-chimiques de base									
DBO ₅ (Demande biochimique en oxygène)	mg O ₂ /l	-	-	-	-	45	61	51	52
pH	pH	-	6,0 - 9,5	6,5 - 9,0	6,5 - 9,0	10.4	10.6	10.7	10.6
Alcalinité totale	mg CaCO ₃ /l	-	-	-	-	110	130	120	120
Solides totaux en suspension (TSS)	mg/l	-	30	-	15	14	27	21	21
Solides totaux dissous	mg/l	-	-	-	-	430	450	430	437
DOC (Demande chimique en oxygène)	mg/l	-	-	-	-	95	98	86	93
Dureté totale	mg CaCO ₃ /l	-	-	-	-	54	68	74	65
Hydrocarbures pétroliers totaux (C ₁₀ -C ₅₀)	µg/l	-	-	-	-	<100	<100	<100	<100
Nutriments et ions									
Azote totale Kjeldahl (TKN)	mg/l	-	-	-	-	2	1	<1	1
Chlorures	mg/l	-	-	-	-	63	61	60	61
Sulfates (SO ₄ ⁻)	mg/l	-	-	-	-	89	93	90	91
Fluorures	mg/l	150	-	-	-	1.2	1.1	1.1	1.1
Nitrites (NO ₂ ⁻) + Nitrates (NO ₃ ⁻)	mg N/l	-	-	-	-	<0,2	0.4	<0,2	0.2
Phosphore total (P)	mg P/l	-	-	-	-	0.9	1.6	2.7	1.7
Métaux et métalloïdes									
Aluminium	mg/l	-	-	0,005 ^[5]	-	0.21	0.31	0.36	0.29
Arsenic	mg/l	5.0	1.00	0.005	0.2	<0,001	<0,001	0.0011	0.0004
Cadmium	mg/l	0,5	-	0,000017 ^{[V][W]}	-	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Calcium	mg/l	-	-	-	-	21	26	32	26
Chrome	mg/l	5.0	-	-	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobalt	mg/l	-	-	-	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cuivre	mg/l	-	0.60	0,002 ^[Z]	0.3	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fer	mg/l	-	-	-	3	0.65	1.1	1.9	1.2
Magnésium	mg/l	-	-	-	-	1.6	1.1	1.5	1.4
Manganèse	mg/l	-	-	-	-	0.013	0.022	0.035	0.023
Mercure	mg/l	0,1	-	0.0001	-	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Molybdène	mg/l	-	-	0.073	-	0.0072	0.0083	0.0077	0.0077
Nickel	mg/l	-	1.00	0,025 ^[CC]	0.5	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Plomb	mg/l	5.0	0.40	0,001 ^[DD]	0.2	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Potassium	mg/l	-	-	-	-	3.4	3.2	3.2	3.3
Silicium	mg/l	-	-	-	-	6.7	7.5	7.6	7.3
Sodium	mg/l	-	-	-	-	120	130	120	123
Zinc	mg/l	-	1.00	-	-	<0,007	<0,007	0.0094	<0,007

Les valeurs excédant un des critères sont surlignées, en caractères gras et italiques.

^[1] Politique de protection des sols et de la réhabilitation des sites contaminés (MDDEP, 2001). Pour la résurgence des eaux de surface

^[2] Directive sur l'industrie minière (MDDEP, 2005).

^[3] Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires pour les mines (IFC, December 2007)

^[4] Règlement sur les effluents de mines de métaux

^[5] Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME), 2007. Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux: protection de la vie aquatique (<http://www.ec.gc.ca/ceqg>)

^aCe critère augmente avec la dureté. La valeur indiquée correspond à une dureté de 50 mg CaCO₃ / l. Voir « Critères de qualité de l'eau de surface au Québec » (MDDEP, 2009).

^[S] 0,005 mg/l, quand le pH est < 6,5, [Ca²⁺] < 4 mg/l et le COD < 2 mg/l; 0,100 mg/l quand le pH plus grand ou égal à 6,5, [Ca²⁺] est plus grand ou égal à 4 mg/l, et le COD est plus grand ou égal à 2 mg/l.

^[W] Recommandation pour le Cadmium (µg/l) = 10^(0,86 [log dureté]-3,2)

^[Z] Ce critère varie en fonction de la dureté: 0,002 mg/l pour une dureté entre 0-120 mg/l CaCO₃; 0,003 mg/l pour une dureté entre 120-180 mg/l CaCO₃; 0,004 mg/l pour une dureté >180 mg/l CaCO₃.

^[CC] Ce critère varie en fonction de la dureté: 0,025 mg/l pour une dureté entre 0-60 mg/l CaCO₃; 0,065 mg/l pour une dureté entre 60-120 mg/l CaCO₃; 0,110 mg/l pour une dureté entre 120-180 mg/l CaCO₃; 0,150 mg/l pour une dureté >180 mg/l CaCO₃.

^[DD] Ce critère varie en fonction de la dureté: 0,001 mg/l pour une dureté entre 0-60 mg/l CaCO₃; 0,002 mg/l pour une dureté entre 60-120 mg/l CaCO₃; 0,004 mg/l pour une dureté entre 120-180 mg/l CaCO₃; 0,007 mg/l pour une dureté > 180 mg/l CaCO₃.

Valorisation des stériles miniers

Comme les stériles :

- Ne sont pas des matériaux dangereux;
- Ne sont pas contaminés par des composés organiques;
- Présentent un contenu moyen en soufre total inférieur à 0,2 % et n'ayant aucun potentiel de génération d'acide;
- Présentent un contenu moyen en éléments chimiques toujours inférieur au critère provincial A pour la protection des sols (excepté le cobalt, qui est en dessous du critère B);
- Présentent des lixiviats pour les trois tests réalisés (TCLP, SPLP et CTEU-9) avec des concentrations en dessous des normes du Québec pour l'eau potable; et
- Présentent une taille des grains supérieure à 2,5 mm (pour au moins 90 % en poids du matériau).

Il est classifié comme déchet de Catégorie I, selon le Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses de source industrielle comme matériau de construction. Comme tel, ce matériau peut être utilisé sans restriction comme matériau de construction incluant :

- Construction et maintenance des routes;
- Construction et maintenance des digues;
- Utilisation dans la fabrication de béton;
- Utilisation comme ballast pour la construction de chemin de fer;
- Utilisation comme agrégat abrasif sur les routes durant l'hiver;
- Utilisation pour sabler le béton et les travaux dans l'acier;
- Utilisation pour la construction sur les lots industriels et commerciaux (et lots résidentiels, pour matériau présentant une taille des grains supérieure à 5 mm);
- Pour couvrir les matériaux résiduels dans un dépotoir sanitaire ou un dépôt de matériau sec.

5.4.7.4 Caractéristiques et gestion des résidus

➤ **Observations relevant des tableaux 5.4.9 et 5.4.10 (composition chimique élémentaire des résidus)**

- En moyenne, les teneurs en manganèse et en cuivre dans les résidus de flottation excèdent le critère provincial B pour la protection des sols, alors que le cobalt excède le critère A;
- Comme pour les résidus magnétiques, les résultats montrent que le cobalt excède le critère B de protection des sols, pendant que le chrome, le cuivre et le zinc excèdent le critère A.

➤ **Observations relevant des tableaux 5.4.11 et 5.4.12 (tests de lixivabilité des résidus)**

- Pour les résidus de flottation, tous les paramètres analysés dans les lixiviats respectent les normes et critères environnementaux usuels²³, exceptés le cuivre (EPA 1311 et EPA 1312), l'aluminium (CTEU-9) et le phosphore (CTEU-9), qui sont à des concentrations au dessus du critère provincial de qualité des eaux souterraines. La concentration du phosphore totale dans les lixiviats des tests EPA 1311 et EPA 1312 demeure en dessous du critère de qualité de l'eau souterraine; pour les lixiviats du test CTEU-9 cependant, la concentration moyenne du phosphore total excède (par un facteur de 4) ce critère;
- Les concentrations du cuivre dans le lixiviat du test EPA 1311 pour les résidus magnétiques excèdent le critère de qualité de l'eau souterraine, mais les concentrations restent en dessous de la limite de détection pour les deux autres tests (EPA 1312 et CTEU-9). La

²³ Incluant les normes du Québec pour l'eau potable

concentration du phosphore total (et des fluorures) dans les trois types de lixiviats demeurent toujours en dessous du critère de qualité de l'eau souterraine;

- Selon la Directive 019, et sur la base des résultats existants, les résidus de flottation doivent être considérés comme lixiviables (pour le cuivre)²⁴. Par conséquent, des mesures de protection de niveau A devraient être mises en place au niveau des aires d'accumulation pour prévenir la migration des contaminants (cuivre) dans les eaux souterraines. Cependant, la modélisation hydrogéologique a montré que le parc à résidus est caractérisé par un taux quotidien de percolation dans le sol inférieur à 3,3 l/m². Ainsi, aucune mesure particulière n'est requise pour prévenir la migration de contaminants dans les eaux souterraines.

➤ **Observations relevant du tableau 5.4.13 (Tests ABA des résidus miniers)**

- Les résidus miniers ne montrent aucun potentiel de génération d'acide.

➤ **Possibilité d'utilisation des résidus**

Comme les résidus de flottation et les résidus magnétiques :

- Ne sont pas des matériaux dangereux;
- Ne sont pas contaminés par des composés organiques;
- Présentent un contenu moyen en soufre total inférieur à 0,2 % et n'ont pas de potentiel de génération de drainage acide;
- Présentent un contenu moyen en éléments chimiques toujours inférieurs au critère provincial A de protection des sols (excepté le cuivre dans les résidus de flottation, qui demeure en dessous du critère C, et le cuivre et cobalt dans les résidus magnétiques, qui demeurent en dessous du critère B);
- Présentent des lixiviats dans les trois tests (TCLP, SPLP et CTEU-9) avec des concentrations en dessous des normes du Québec pour l'eau potable; et
- Présentent une taille des grains inférieure à 2,5 mm.

Ils sont classifiés comme déchets de Catégorie II selon le Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses de source industrielle comme matériau de construction.

Par conséquent, les résidus pourraient être utilisés pour la construction et la maintenance des digues sur la propriété minière tant que les spécifications géotechniques sont respectées.

5.4.7.5 Eau des résidus

- Le pH de l'eau des résidus de flottation est d'environ 10,4 à 10,8, ce qui correspond au pH auquel l'apatite est récupérée. Ce pH élevé permet de maintenir une très faible concentration des métaux dissouts, comme leur solubilité est généralement au minimum à des niveaux de pH élevés. Ceci est particulièrement le cas pour le cadmium, le nickel et le zinc. Comme pour le cuivre, qui tend à être lixivié durant les tests de laboratoire en conditions acides (TCLP et SPLT) et neutre (CTEU-9), la précipitation maximale de l'hydroxyde cuprifère se fait à un pH de 8,1;
- Les concentrations en aluminium relativement élevées dans les échantillons d'eau des résidus, sont supérieures au critère pour la protection des eaux souterraines; cet aluminium étant la plus part du temps sous forme dissoute. Au point de déversement de l'effluent final, les concentrations en aluminium devraient être naturellement réduites à des niveaux acceptables tant que des niveaux de pH (inférieures à 9,5) et un niveau de solides en suspension MES (inférieur à 15 mg/l) caractérisera l'effluent final.

²⁴ Les tests in situ à grande échelle avec des piles de résidus (ou du minerai concassé et broyé si les résidus ne sont pas disponibles) exposées aux agents d'altération naturelle pendant une longue période de temps (i.e., 4 à 6 mois) sont recommandés pour infirmer/confirmer les résultats obtenus en laboratoire ce qui donnera une meilleure compréhension des dynamiques des phénomènes de lixiviation possibles et des facteurs impliqués.

5.4.7.6 La question de l'uranium

Selon Wikipedia , *l'uranium est un élément naturel assez fréquent, d'abondance supérieure à celle de l'argent... il se trouve partout à l'état de traces, y compris dans l'eau de mer. L'uranium est présent dans toute l'écorce terrestre, surtout dans les terrains granitiques et sédimentaires, à des teneurs d'environ 3 g/tonne (3 mg/kg ou 3 ppm)... La gamme de valeurs est très large selon les roches et varie de 0,1 ppm dans les carbonates à 350 ppm dans les phosphates...* L'eau de Vichy contiendrait 20 µg/l (0,02 mg/l) d'uranium.

Il est connu que les dépôts de roche phosphatée peuvent contenir de l'uranium en concentrations suffisantes pour être exploité en tant que sous-produit. Cependant, les substances minérales se trouvant au sein de la propriété minière Arnaud sont pour ainsi dire dépourvues d'uranium.

Les résultats d'analyse présentés dans la section 5.4 montrent en effet que la teneur en uranium dans le minerai, les stériles et le mort-terrain demeure dans tous les cas sous la limite de détection de la méthode analytique (2 mg/kg)²⁵. Ces concentrations sont au moins dix fois inférieures aux recommandations canadiennes sur la qualité des sols pour la protection de l'environnement et de la santé humaine définies pour les milieux agricoles, les parcs (espaces verts) et les zones résidentielles (23 mg/kg).

En ce qui concerne l'uranium dans l'eau, les essais de lixiviation (EPA-1311, EPA-1312 et CTEU-9) réalisés sur le minerai et les stériles ont tous montré des teneurs en uranium dans les lixiviats sous la limite de détection de la méthode analytique utilisée (0,02 mg/l). Ces résultats sont dix fois inférieurs à la norme québécoise en uranium pour l'eau potable (0,2 mg/l) et équivalents ou inférieurs à la teneur en uranium de l'eau de Vichy.

Dans le cadre du projet minier Arnaud, l'uranium ne peut donc constituer une préoccupation environnementale et de santé publique.

5.5 Approvisionnement en eau

5.5.1 Eau potable

La consommation en eau potable au site minier est estimée à 40 m³/d. L'alimentation en eau potable pour les besoins des travailleurs sera assurée par un ou des puits qui seront forés à proximité des installations. Des analyses régulières de la qualité de l'eau seront réalisées et au besoin, ces eaux seront traitées afin de respecter les normes indiquées dans le *Règlement sur l'eau potable*.

La possibilité de se connecter au réseau de la ville de Sept-Îles est également une possibilité qui pourrait être envisagée puisque le réseau d'aqueduc de la ville passe à proximité des installations minières (le long de la route 138) et que cela ne nécessiterait qu'un raccordement d'environ 3 km.

5.5.2 Eau industrielle

Aucune source d'eau extérieure ne sera nécessaire au bon fonctionnement des activités minières car tous les besoins en eau pour le traitement du minerai seront comblés par la recirculation des eaux usées industrielles. Ce faisant, le projet maximise la réutilisation de l'eau et réduit à néant le besoin en eau fraîche provenant du milieu. De plus, un seul effluent minier sera rejeté dans le milieu (dans le ruisseau Clet) et la totalité de ces eaux seront traitées avant leur rejet.

L'approvisionnement en eau industrielle nécessaire au procédé (essentiellement pour le broyage du minerai) ne nécessitant pas de traitement particulier proviendra directement du parc à résidus (cellule #2 d'accumulation des résidus de flottation). Les cellules #1 et #2 d'accumulation des résidus de flottation ainsi que la cellule nord d'accumulation de résidus magnétiques seront

²⁵ Dans quelques cas, la limite de détection de la méthode analytique était de 5 mg/kg au lieu de 2 mg/kg.

construites au moins un an avant le début des opérations de l'usine afin de permettre l'accumulation du volume d'eau requis pour le début des opérations. Une station de pompage sera aménagée sur une barge située dans la cellule #2 du parc à résidus et celle-ci sera reliée à des conduites qui se rendront jusqu'au concentrateur.

L'eau requise au procédé et nécessitant un traitement (pour l'enlèvement des matières en suspension et la réduction des ions calcium et sulfates), notamment pour la préparation des réactifs et remplacer les pertes en eau des joints d'étanchéité des pompes, sera prélevée à même le bassin de polissage et traitée avant d'être acheminée au concentrateur. Un réservoir (ou un bassin) intermédiaire servira de réserve tampon afin de moduler les entrées et sorties d'eau entre l'usine de traitement et le concentrateur.

5.6 Gestion des eaux de ruissellement et de l'effluent minier

La gestion de l'eau sur le site minier a été planifiée afin de minimiser l'impact du projet sur les cours d'eau de la zone d'étude. Un des objectifs de Mine Arnaud est d'éviter de toucher à plusieurs bassins versants. L'ensemble des eaux affectées par les opérations minières transitera par le bassin de polissage et, avant leur rejet dans le ruisseau Clet, ces eaux seront traitées afin de rencontrer les critères et les normes de qualité qui s'appliquent. Cette façon de faire évitera d'affecter la qualité de l'eau des bassins versants du lac Hall et de la rivière des Rapides.

Le tableau 5.6.1 résume les étapes clés de la gestion des aires d'accumulation et permet une meilleure compréhension des bilans d'eau qui suivent et des conséquences sur le régime hydrologique des cours d'eau avoisinants.

5.6.1 Bilan d'eau du site minier

Un bilan d'eau a été établi au début (An 0 à An 4; Figure 5.6.1), au milieu (An 8 à 14; Figure 5.6.2) et à la fin (An 15 à 23; Figure 5.6.3) de la phase d'exploitation. Ces trois moments de la phase d'exploitation permettent d'illustrer l'évolution du parc à résidus (avec la restauration de certaines cellules du parc à résidus une fois celles-ci remplies et l'ouverture de nouvelles cellules) et ses conséquences sur le bilan d'eau du site minier. Plusieurs intrants sont considérés dans ces bilans d'eau, notamment :

- Les précipitations (et le ruissellement) dans la fosse et les aires d'accumulation;
- L'évaporation de l'eau à la surface des plans d'eau et l'évapotranspiration des sols couverts ou non de végétation;
- L'infiltration d'eau au travers des parois et du plancher de la fosse et celle se faisant dans le sol au droit des aires d'accumulation;
- Les entrées (incluant l'eau usée industrielle recirculée et celle contenue dans les réactifs et le minerai) et sorties d'eau (principalement le rejet de résidus sous forme de pulpe) au concentrateur; et
- Le rejet de l'effluent final dans le ruisseau Clet.

5.6.2 Eaux de ruissellement

5.6.2.1 Site minier

Un système de fossés de drainage sera construit pour capter l'eau de ruissellement provenant de l'ensemble des infrastructures et installations minières. Toutes ces eaux seront acheminées dans des bassins de sédimentation avant de retourner dans l'environnement si elles n'ont pas été contaminées par les opérations. L'eau pouvant avoir été affectée par les opérations (i.e., l'eau de drainage superficiel) sera pompée dans le parc à résidus ou le bassin de polissage. L'eau contenue dans le bassin de polissage sera traitée et contrôlée avant d'être redirigée vers le concentrateur ou rejetée dans le ruisseau Clet.

L'eau de ruissellement en amont de la fosse sera simplement déviée et redirigée dans les ruisseaux existants. La partie nord de la fosse sera séparée en deux parties soit à l'endroit du chemin de halage se dirigeant vers le concasseur. De part et d'autre de ce chemin, des fossés de drainage se dirigeront vers les extrémités ouest et est de la fosse.

Les eaux de drainage superficiel seront dirigées vers de petits bassins de sédimentation et pompées dans le bassin de sédimentation récoltant les eaux de drainage en provenance de la halde à stériles. Ces eaux seront ensuite pompées dans la cellule #2 du parc à résidus de flottation.

5.6.2.2 Infrastructure linéaire (chemins et voie ferrée)

Le chemin de halage menant à la halde à stériles sera drainé de manière à retourner l'eau dans le bassin de sédimentation de la halde à stériles. Quant aux chemins pour véhicules légers, des fossés seront aménagés pour répondre au *Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État*. La voie ferrée sera drainée suivant la topographie le long du tracé et les eaux seront acheminées vers les cours d'eau avoisinants. Au besoin, de petits bassins de sédimentation seront aménagés.

5.6.3 Eaux d'exhaure

Le maintien à sec de la fosse représente un débit d'eau pompée de l'ordre de 1 500 m³/d au début de la phase d'exploitation (Figure 5.6.1) et celui-ci ira en augmentant au fur et à mesure de l'agrandissement de la fosse. Le bilan d'eau entre l'an 15 et 23 de la phase d'exploitation (Figure 5.6.3) indique un débit de pompage maximum des eaux d'exhaure d'environ 7 450 m³/d. Des pompes électriques submersibles placées dans les parties basses de la fosse permettront de pomper l'eau via une conduite en polyéthylène de haute densité (PEHD) qui sortira de la fosse en longeant le chemin de halage et qui finira sa course dans le bassin de polissage.

5.6.4 Eaux de drainage des haldes à mort-terrain, à stériles et à minerai de basse teneur

La halde à stériles située au nord des infrastructures se drainera naturellement vers l'est. Afin d'éviter de rejeter des eaux de drainage dans le bassin versant de la rivière des Rapides (via le ruisseau sans nom), un bassin de sédimentation sera aménagé en aval de la halde²⁶ et l'eau de drainage superficiel s'y accumulant sera pompée vers la cellule #2 du parc à résidus.

Le peu d'eau de ruissellement qui viendra en contact avec les piles de mort-terrain situées au sud de la fosse sera dirigé vers les ruisseaux existants. Il est possible que l'usage de ponceaux soit nécessaire à certains endroits.

Les eaux de drainage superficiel en provenance de la pile de minerai de basse teneur située entre les lignes électrique d'Hydro-Québec et la voie ferrée seront acheminées vers un petit bassin de sédimentation et pompées dans le bassin de sédimentation de la halde à stériles. Ces eaux seront par la suite pompées dans la cellule #2 du parc à résidus de flottation.

5.6.5 Bassin de polissage et effluent final

5.6.5.1 Caractéristiques du bassin

L'ensemble des eaux usées industrielles transitera par le bassin de polissage aménagé tout juste en aval de la cellule #2 du parc à résidus. Le positionnement du bassin a été choisi en utilisant au maximum la topographie du site. Le bassin sera creusé pour augmenter son volume et permettre ainsi un temps de rétention plus long favorisant la sédimentation des particules. La longueur du bassin de polissage sera d'environ 700 m et sa largeur variera entre 100 m et 400 m.

²⁶ Une petite digue sera aménagée à même le chemin d'accès menant au dépôt de détonateurs.

5.6.5.2 Gestion des eaux et usine de traitement

Mine Arnaud a choisi d'installer une usine de traitement de l'eau. Plusieurs facteurs ont motivé ce choix, notamment :

- Éviter l'utilisation d'une source d'eau fraîche externe;
- Minimiser le volume de l'effluent final qui doit être retourné dans le ruisseau Clet;
- Optimiser la recirculation de l'eau de procédé;
- Diminuer l'impact sur l'environnement;
- Ajuster le pH et réduire le plus possible les matières en suspension et la teneur en métaux de l'effluent avant son rejet dans le milieu;
- Garantir une qualité d'eau pour le procédé et à l'effluent final.

L'usine de traitement d'eau sera érigée sur un point haut situé près du bassin de polissage qui l'alimentera. Elle fonctionnera en deux étapes, la première étape sera de type physico-chimique et la seconde étape, de type nanofiltration sur membranes.

Toute l'eau transitant par le bassin de polissage sera traitée (première étape du traitement). Ce traitement permettra de respecter la qualité d'eau requise au procédé ainsi que les normes de la Directive 019 et du *Règlement sur les effluents des mines de métaux* applicables à l'effluent final. L'eau ainsi traitée sera alors retournée vers le concentrateur. La seconde étape de traitement sera réalisée uniquement pour l'eau servant à la préparation des réactifs et pour remplacer les pertes en eau des joints d'étanchéité des pompes. L'eau excédentaire qui ne sera pas recirculée vers le concentrateur sera rejetée dans le ruisseau Clet (après que cette eau ait fait l'objet de la première étape du traitement).

5.7 Alimentation électrique

La situation géographique du gisement est à moins de 100 m des lignes à haute tension d'Hydro-Québec. Étant donné une telle proximité, il est évident que l'apport principal en énergie sera de source électrique.

L'électricité sera acheminée aux divers emplacements du site, selon les voltages requis. L'alimentation principale proviendra du poste Arnaud d'Hydro-Québec jusqu'au site. Une sous-station électrique transformera ce courant de 161 kV avec trois transformateurs 161:13,8 kV 40/53,3 MVA. La ligne aérienne sera sous la responsabilité d'Hydro-Québec. Une distribution secondaire (4 160 V) comprenant des lignes de transport sur poteaux, ou reposant directement sur le sol lorsque nécessaire (ex. : dans les zones d'extraction de la fosse) sera ajoutée.

L'alimentation électrique des installations aménagées au port proviendra d'une ligne de 25 kV d'Hydro-Québec qui se rend déjà à Pointe-Noire à proximité des futures installations. Deux stations électriques sont prévues, soit une pour la station de déchargement et pour les silos, et l'autre pour le chargeur de navires.

Deux génératrices diesel de 13,8 kV seront installées dans la chambre électrique de l'usine pour les besoins en cas d'urgence ou de panne électrique.

5.8 Produits pétroliers

Le carburant diesel sera livré sur une base régulière et entreposé dans trois réservoirs, chacun d'une capacité de 40 m³. Deux réservoirs seront destinés à fournir le carburant pour la machinerie lourde et seront situés à environ 100 m au nord de l'usine de concentration. Tous les dispositifs pour incendie et déversements accidentels seront disponibles sur place et le parc pétrolier respectera les normes en vigueur. Le troisième réservoir servira à l'alimentation des génératrices d'urgence et sera situé près de la station électrique.

Tableau 5.6.1 Étapes clés de la gestion des aires d'accumulation et résumé des conséquences sur les apports en eau des cours d'eau au sein de la propriété minière

Étapes	Secteurs contribuant au débit du ruisseau Clet	Aires d'accumulation restaurées	Remarques	Conséquences sur les apports en eau des cours d'eau			
				Ruisseau Clet	R10	R11	Autres
An 0 à An 4	Fosse, FT#1, FT#2, Mag N et halde à stériles	-	Les eaux de drainage en provenance de la halde à stériles seront pompées dans FT#2. Les eaux de mine seront pompées dans le bassin de polissage. Le surplus d'eau de Mag N sera dirigé vers FT#2	Augmentation du débit par les apports de Mag N, de la partie nord de FT#1 et des eaux pompées de la halde à stériles et de la fosse.	Aucun changement	Aucun changement significatif	Réduction du débit du ruisseau sans nom (halde à stériles), de petits tributaires sans nom (R9 et R9.5) de la baie (fosse) et des apports au lac du Castor (Mag N)
An 5 à An 7	Fosse, FT#1, FT#2, FT#3, Mag N et halde à stériles	FT#1	Restauration de FT#1. Le ruissellement en provenance de FT#1 s'écoulera vers FT#2, et donc, celui-ci continuera d'alimenter le ruisseau Clet. Le surplus d'eau de FT#3 sera pompé dans FT#1.	Augmentation du débit par les apports de Mag N, de FT#3, de la partie nord de FT#1 ainsi que des eaux pompées de la halde à stériles et de la fosse.	Aucun changement	Faible réduction des apports (coupure d'une petite proportion de la tête du bassin versant par FT#3)	Réduction du débit du ruisseau sans nom (halde à stériles) et de petits tributaires sans nom (R8 à R9.5) de la baie (fosse). Réduction des apports au lac du Castor (Mag N) et d'un tributaire de la rivière Hall (FT#3). Faible réduction des apports d'un des tributaires du lac Hall (coupure d'une petite proportion de la tête du bassin versant par FT#3)
An 8 à An 14	Fosse, FT#1, FT#2, FT E, Mag S et halde à stériles	FT#3, Mag N	Restauration de FT#3. Le ruissellement en provenance de FT#3 s'écoulera vers l'ouest-sud-ouest, dans un tributaire de la rivière Hall. Restauration de Mag N. Le ruissellement en provenance de Mag N s'écoulera vers l'est, dans le bassin versant du lac du Castor. Le surplus d'eau de Mag S sera pompé dans FT E et le surplus d'eau de FT E sera pompé dans FT#2.	Augmentation du débit par les apports de Mag S, de FT E, de la partie nord de FT#1 ainsi que des eaux pompées de la halde à stériles et de la fosse.	Légère réduction du débit (coupure de la tête du bassin versant par FT E)	Réduction des apports (coupure d'une proportion du bassin versant par FT#3 et Mag S)	Réduction du débit du ruisseau sans nom (halde à stériles) et de petits tributaires sans nom (R7 à R9.5) de la baie (fosse). Rétablissement des apports au lac du Castor (restauration de Mag N). Légère augmentation du débit d'un tributaire de la rivière Hall (restauration de FT#3). Faible réduction des apports d'un des tributaires du lac Hall (coupure d'une petite proportion de la tête du bassin versant par FT#3). Oblitération de trois petits plans d'eau (dont deux dans la partie amont du bassin versant de R10) par l'aménagement de FT E.
An 15 à An 23	Fosse, FT#1, FT#2, FT O, Mag S et halde à stériles	FT E	Le ruissellement en provenance de FT E s'écoulera dans un petit cours d'eau (R10) tributaire de la baie. Le surplus d'eau de Mag S sera pompé dans FT O alors que le surplus d'eau de FT O sera pompé dans FT#2.	Augmentation du débit par les apports de Mag S, de FT O, de la partie nord de FT#1 ainsi que des eaux pompées de la halde à stériles et de la fosse. Cette augmentation sera cependant amoindrie par le détournement d'une partie du bassin versant du ruisseau Clet au profit du ruisseau R10.	Légère augmentation du débit de R10 (ruissellement de FT E restaurée)	Réduction significative du débit de R11 (coupure du bassin versant par FT O et Mag S)	Réduction du débit du ruisseau sans nom (halde à stériles) et de petits tributaires sans nom (R6 à R9.5) de la baie (fosse). Légère augmentation du débit d'un tributaire de la rivière Hall (restauration de FT#3). Faible réduction des apports d'un des tributaires du lac Hall (coupure d'une petite proportion de la tête du bassin versant par FT#3). Oblitération de deux petits plans d'eau (partie amont du bassin versant de R11) par l'aménagement de FT O.
Fermeture	FT#1 et FT#2	Toutes les aires d'accumulation sont restaurées	Restauration de Mag S. Le ruissellement en provenance de Mag S s'écoulera vers le sud-ouest dans un petit cours d'eau (R11) tributaire de la baie. Restauration de FT O. Le ruissellement en provenance de FT O s'écoulera vers le sud dans R11. Restauration de FT#2. Le ruissellement en provenance de FT#1 et FT#2 s'écoulera dans le ruisseau Clet. La halde à stériles et le bassin de sédimentation seront restaurés et le ruissellement s'écoulera vers l'est dans le ruisseau sans nom. La fosse se remplira graduellement pour former un plan d'eau dont le surplus ruissellera vers la baie via les ruisseaux R6 à R8.	Retour pratiquement complet aux débits et patron hydrologique en conditions naturelles	Légère augmentation du débit de R10 (ruissellement de FT E restaurée)	Retour pratiquement complet aux débits et patron hydrologique en conditions naturelles (ruissellement de FT O et Mag S restaurées)	Retour pratiquement complet aux débits et patron hydrologique en conditions naturelles pour le ruisseau sans nom (halde à stériles restaurée). Réduction (pour les ruisseaux R9 et R9.5) et augmentation (pour les ruisseaux R6 à R8) du débit des petits tributaires sans nom de la baie (fosse remplie avec exutoires du côté sud-est). Légère augmentation du débit d'un tributaire de la rivière Hall (restauration de FT#3). Faible réduction des apports d'un des tributaires du lac Hall (coupure d'une petite proportion de la tête du bassin versant par FT#3).

Notes:

- Le parc à résidus est composé de sept cellules. Cette construction en cellules permet non seulement de séparer les deux types de résidus mais également une restauration progressive du parc à résidus. Les cellules FT#1, FT#2, FT#3, FT E et FT O permettent l'accumulation des résidus de flottation alors que les cellules Mag N et Mag S permettent l'accumulation des résidus magnétiques. Voir la carte 5.2.1 pour la localisation de ces diverses cellules.
- FT#1, FT#2, FT#3, FT E et FT O représentent respectivement les cellules 1 à 3, Est et Ouest permettant l'accumulation des résidus de flottation.
- Mag N et Mag S représentent respectivement les cellules Nord et Sud permettant l'accumulation des résidus magnétiques.
- Plusieurs petits ruisseaux situés entre la rivière des Rapides et la rivière Hall ne possèdent pas de nom. Ces petits ruisseaux qui se déversent dans la baie ont été numérotés afin de pouvoir mieux les identifier. Voir la carte 7.1.1 pour plus de détails.

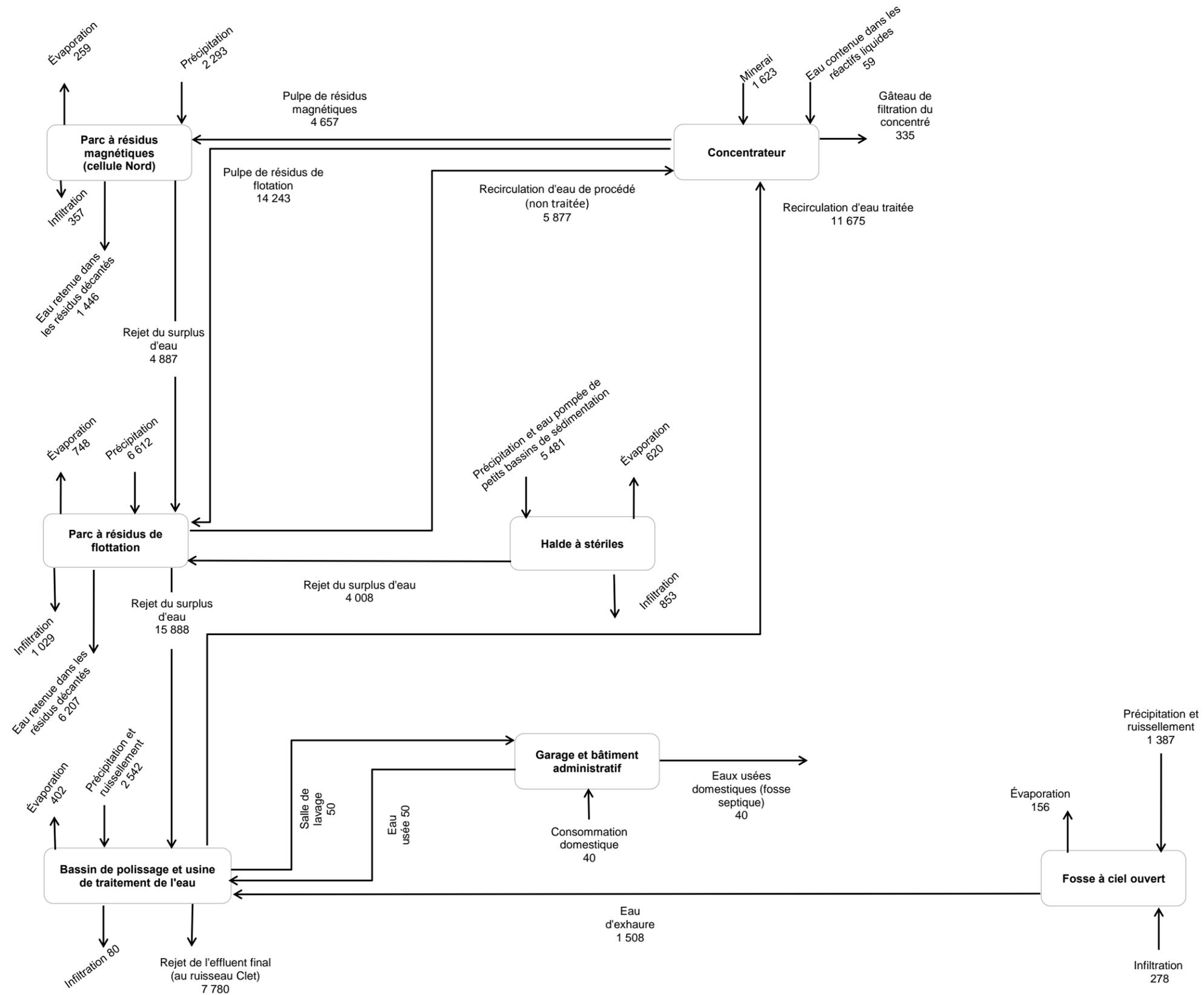


Figure 5.6.1 Bilan d'eau du site (An 0 à An 4 de la phase d'exploitation)
Débits (m³/d) pour des conditions moyennes

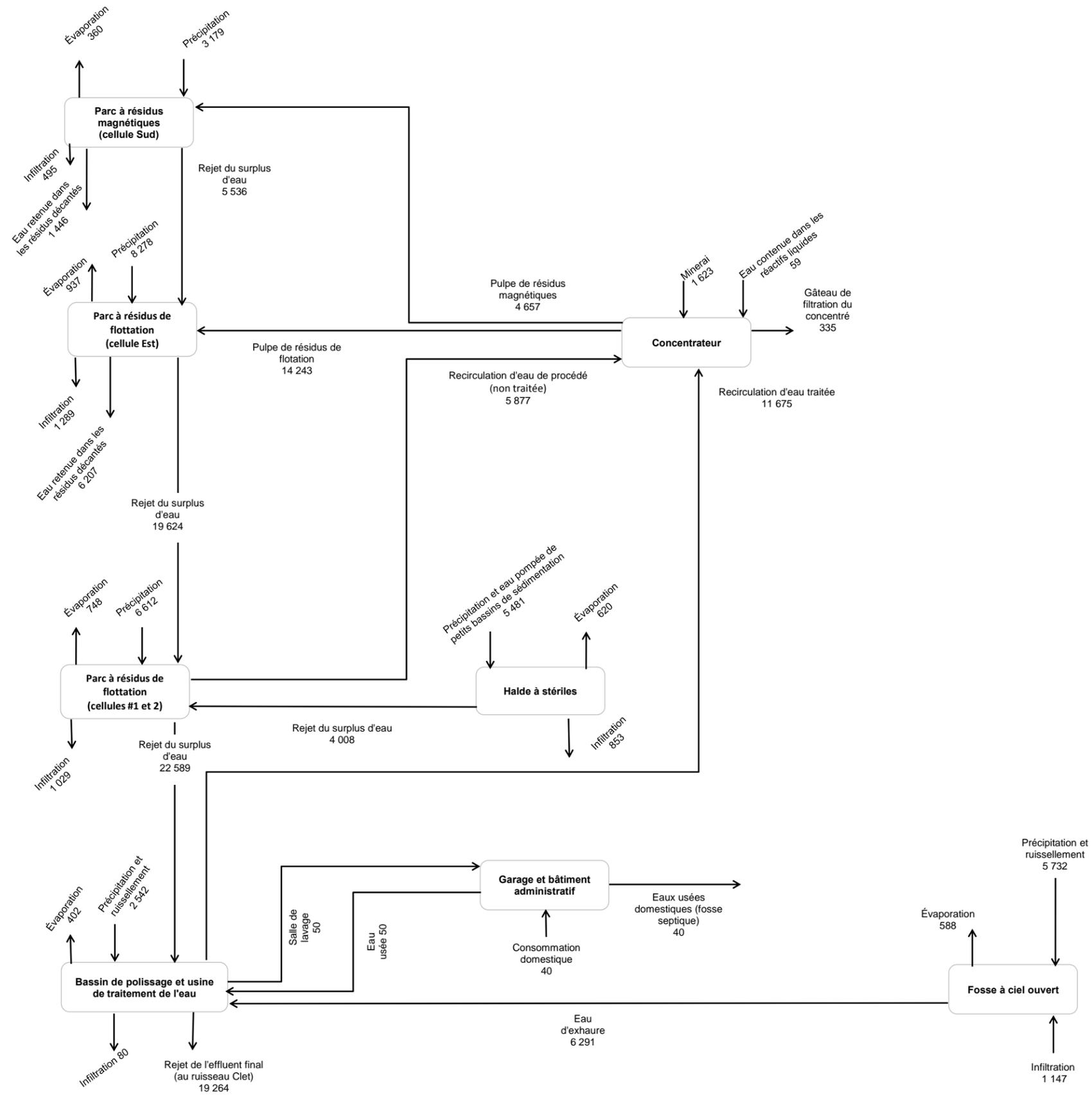


Figure 5.6.2 Bilan d'eau du site (An 8 à An 14 de la phase d'exploitation)
Débits (m³/d) pour des conditions moyennes

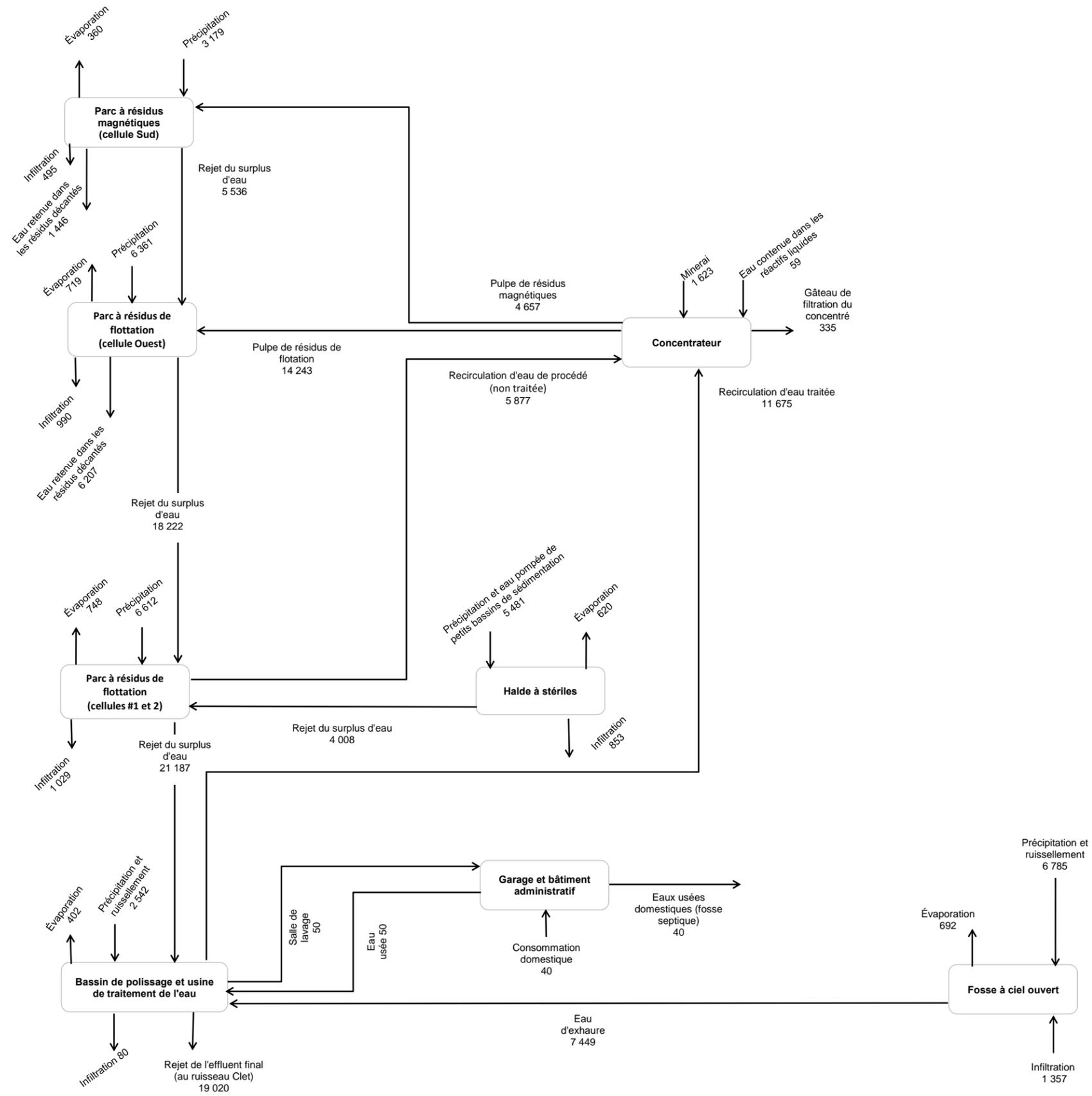


Figure 5.6.3 Bilan d'eau du site (An 15 à An 23 de la phase d'exploitation)
Débits (m³/d) pour des conditions moyennes

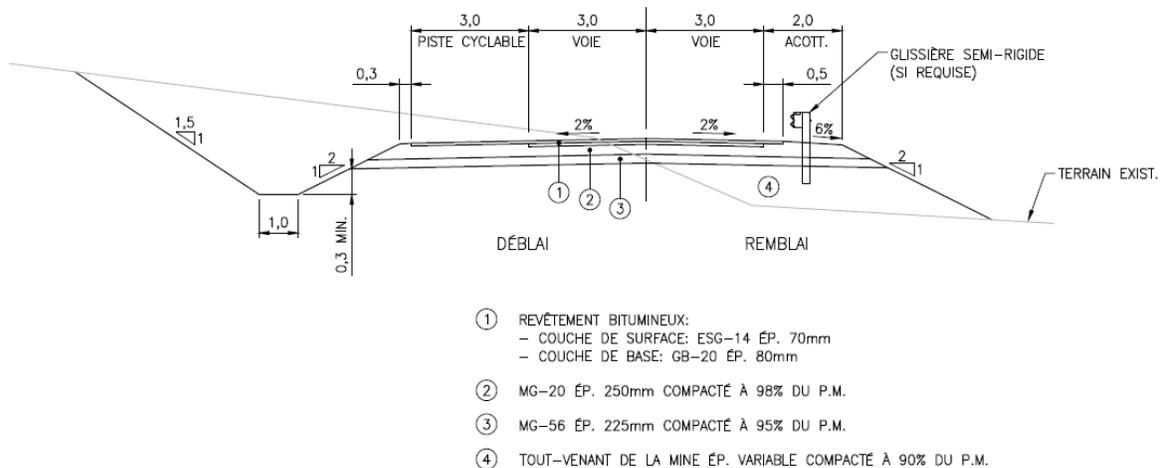
Un réservoir d'essence, d'une capacité de 20 m³, servant aux véhicules légers sera situé près de la guérite. Tous les réservoirs posséderont des parois doubles et une plateforme de confinement cimentée qui servira à contenir tout déversement éventuel.

Les huiles seront également disponibles au parc pétrolier ainsi qu'en plus petite quantité au garage. Un bac de séparation des huiles sera enfoui pour récupérer les hydrocarbures lors de petits déversements accidentels. Des produits absorbants seront disponibles en tout temps à proximité du parc à carburant.

5.9 Route d'accès et chemins miniers

Une route reliant la route 138 au site minier sera requise pour accéder à ce dernier. La coupe type de la route d'accès est illustrée à la figure 5.9.1. Une piste cyclable pourrait (ou non) être aménagée le long de cette route.

Cette route sera en mesure de supporter des camions de 125 tonnes nécessaires à la construction du site et à l'approvisionnement en matière première. La limite autorisée sera de 70 km/h et elle sera pavée sur toute sa longueur. Un contrat de déneigement sera donné chaque année par Mine Arnaud pour maintenir la sécurité de l'accès.



ROUTE D'ACCÈS – COUPE TYPE
 ÉCH.: 1:100

Figure 5.9.1 Coupe type de la route d'accès

Deux options sont considérées pour l'aménagement de la route d'accès (pour plus de détails, voir la section 4.2 de la présente étude).

La première variante considérée pour l'accès au site minier prévoit une entrée du côté ouest du site minier à partir de la route 138 à environ 1 km à l'est du pont de la rivière Hall. Compte tenu de préoccupations exprimées par la population, une variante est également à l'étude du côté est du site. Le choix de la variante à privilégier tiendra compte du point de vue exprimé par les intervenants du milieu au cours des consultations et des échanges prévues au cours de l'examen de l'étude d'impact sur l'environnement. Le choix de la variante retenue sera communiqué aux autorités dans un document complémentaire à l'étude d'impact qui sera déposé auprès du MDDEP avant les audiences du BAPE.

Si l'on réalise l'accès côté ouest, un élargissement de la route 138 sera aménagé pour des raisons de sécurité. Le chemin serait alors situé du côté nord de l'actuelle route 138, passerait au-dessus d'un tributaire de la rivière Hall nécessitant la construction de ponceaux. Un passage au-dessus du ruisseau Clet nécessiterait également la pose de ponceaux.

Selon les recommandations du MPO, l'approche de conception retenue pour la traversée d'un cours d'eau dont la pente est inférieure à 1 % est le ponceau à faible pente. Pour les sites de traversée où la pente du cours d'eau est plus de 3 %, l'approche du ponceau à déversoirs est recommandée. Dans ces deux cas, le diamètre minimal du ponceau doit être supérieur à 80 % de la LDPB. Les approches de conception de même que le dimensionnement des ponceaux qui devront être mis en place aux différents sites de traversées sont présentés au Tableau 5.9.1. La section 3.3 du *Guide des bonnes pratiques pour la conception et l'installation de ponceaux de moins de 25 m* (MPO, 2009) donne plus de détail sur les approches de conception retenues.

Tableau 5.9.1 Description des ponceaux à mettre en place aux sites de traversée

Cours d'eau	Type de traversée	LDPB (m)	LNHE (m)	Approche de conception	Diamètre minimal (mm)
Ruisseau Clet	Voie ferrée	4,0	12,0	Ponceau à faible pente	3 200
Ruisseau Clet	Route d'accès	4,0	12,0	Ponceau à faible pente	3 200
R10	Route d'accès	1,0	6,0	Ponceau à faible pente	800
R10	Voie ferrée	2,0	5,0	Ponceau à déversoirs	1 600
R11	Route d'accès	3,5	8,0	Ponceau à déversoirs	2 800

Les chemins miniers pour leurs parts seront construits avec des stériles provenant de la fosse. Afin de tenir compte du *Règlement sur la santé et la sécurité du travail dans les mines*, la largeur des chemins miniers sera de trois fois la largeur du plus gros équipement pour des voies doubles et de deux fois pour des voies simples. Sachant que les plus gros équipements seront des camions de 150 t, et que la largeur de ceux-ci est de près de 6 m, les chemins miniers auront une largeur minimum de 20 m pour les voies simple et de 25 m pour les chemins qui rencontrent. De chaque côté, des merlons de 1,5 m de hauteur seront aménagés. Des chemins miniers seront construits au sud de la fosse pour se rendre aux aires d'accumulation de mort-terrain et au nord pour se rendre au concasseur ainsi qu'à la halde à stériles et à l'aire d'accumulation du minerai de basse teneur. Un seul accès est envisagé actuellement pour traverser les lignes électriques d'Hydro-Québec. Il est en plein centre de la fosse et se dirige vers le concasseur. Ce chemin doit respecter une distance minimum de 9 m entre les lignes à hautes tension et les camions.

5.10 Voie ferrée

5.10.1 Relocalisation de la voie ferrée et construction d'une déviation

L'emplacement de la future fosse se situe sous l'actuelle voie ferrée appartenant à Chemin de fer Arnaud, lequel est la propriété de Mines Wabush (une filiale de Cliffs Natural Resources). Un tronçon de 8 km de cette voie ferrée devra donc être déplacé vers le nord (voir figure 5.2.1). Cette voie ferrée est utilisée pour transporter le minerai de fer provenant de Fermont vers les installations de Cliffs Natural Resources à Pointe-Noire près de Sept-Îles. Elle est également utilisée pour l'accès à un quai de traversier-rail dans le terminal La Relance du port de Sept-Îles. Le traversier-rail permet le transfert des wagons entre la rive nord et la rive sud du fleuve Saint-Laurent et est opéré par le Canadien National (CN).

La nouvelle emprise passera près du concentrateur de Mine Arnaud. À cet endroit, une voie de déviation sera construite pour les besoins du projet. Le transport de l'apatite vers le port de Sept-Îles sera assuré par Mine Wabush qui possède l'expérience nécessaire au bon fonctionnement des opérations.

La conception du nouveau tronçon de voie ferrée sera réalisée en fonction des normes (C.N. Engineering Specifications for Industrial Track in U.S., du 29 janvier, 2007) spécifiées par l'American Railway Engineering and Maintenance-of-Way Association (AREMA).

Les quantités de coupe et remblai nécessaires ont été calculées en fonction de la coupe type illustrée à la figure 5.10.1. La conception de cette nouvelle voie prévoit des pentes de talus de 2:1. Les pentes maximales du profil en longueur sont de 1 % lorsque les wagons sont vides et de 0,4 % chargés. La longueur du tronçon qui sera dévié est d'environ 8 km et la voie de déviation exclusive à Mine Arnaud mesure près de 1 km.

Le chargement de l'apatite se fera à partir d'une station de chargement où deux silos de 4 500 t de capacité seront érigés au-dessus de la voie ferrée de déviation de Mine Arnaud. Cette voie, de déviation permettra d'éviter toute interférence avec les trains de Mine Wabush lors du chargement.

Les silos seront alimentés à partir de l'aire de séchage du concentrateur par un convoyeur fermé de 320 m de long et 75 cm de large. Ils seront munis de dépoussiéreurs et se déverseront dans les wagons également fermés.

Le transport entre le site et le terminal de Pointe-Noire, à raison d'un voyage par jour d'environ 40 wagons, ne devrait pas créer de congestion sur la voie ferrée d'après l'opérateur du chemin de fer. L'on prévoit que le train de Mine Arnaud sera en fonction environ 330 jours par année, puisque certains jours seront consacrés aux entretiens planifiés, et qu'à certains moments des imprévus ou des intempéries pourraient survenir.

Les locomotives seront fournies et gérées par Mines Wabush et les wagons (Figure 5.10.2) seront la propriété de Mine Arnaud.

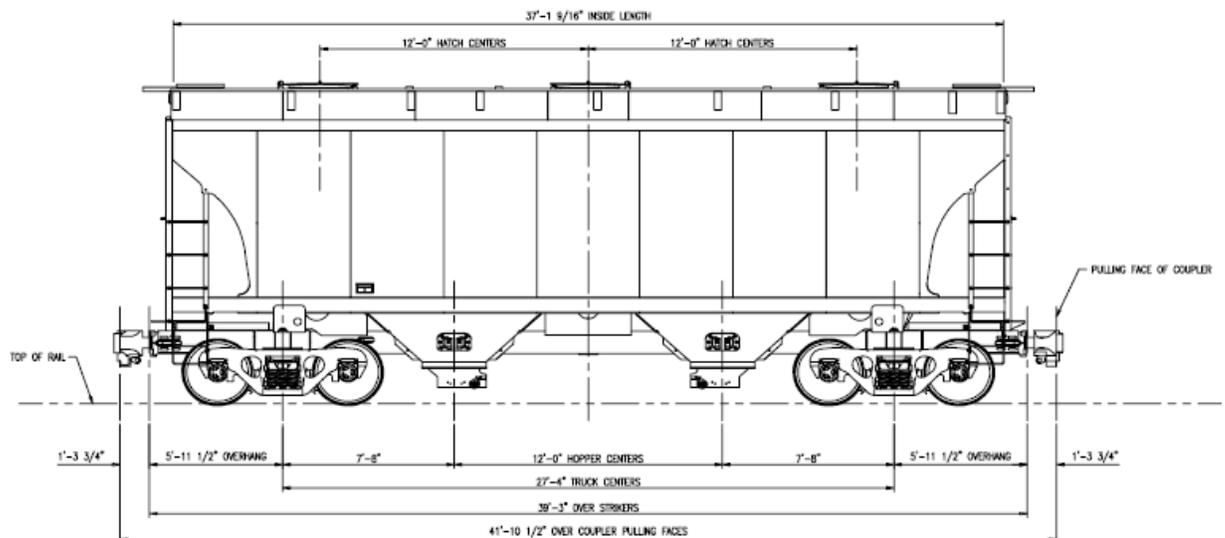


Figure 5.10.2 Wagon

5.10.2 Disposition des sols contaminés suite au démantèlement de la voie ferrée actuelle

Une caractérisation environnementale a été réalisée au mois de juillet 2011 par Roche Itée - Ausenco Sandwell, afin de s'assurer de la bonne gestion des matériaux que l'on devra disposer dans le cadre des travaux de démantèlement du tronçon de la voie ferrée traversant la future fosse.

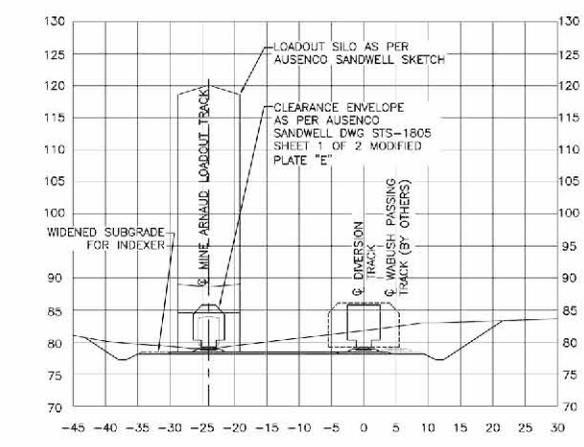
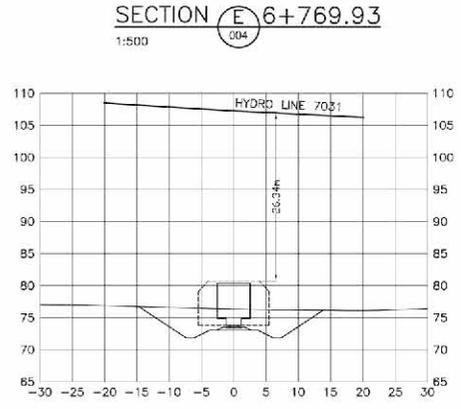
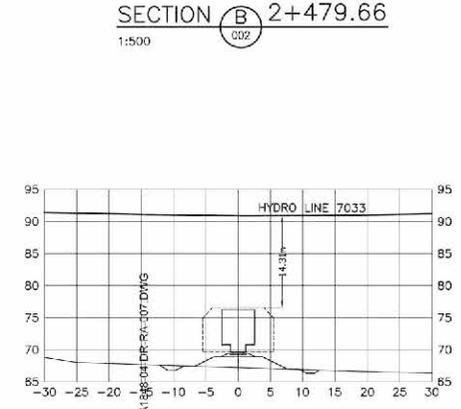
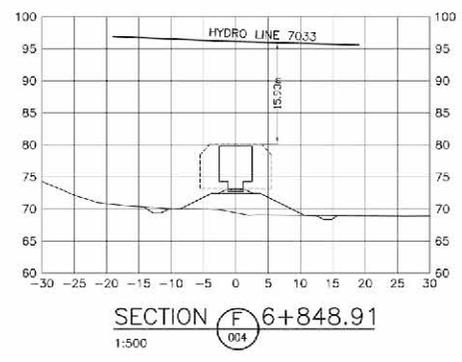
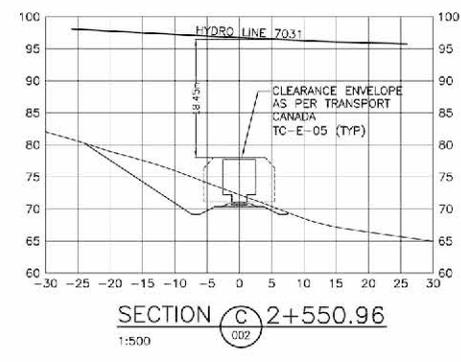
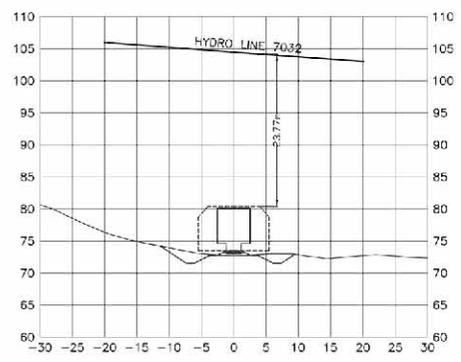
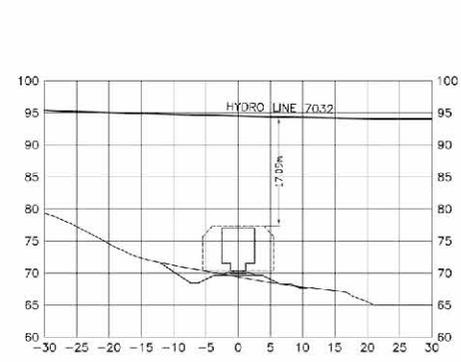
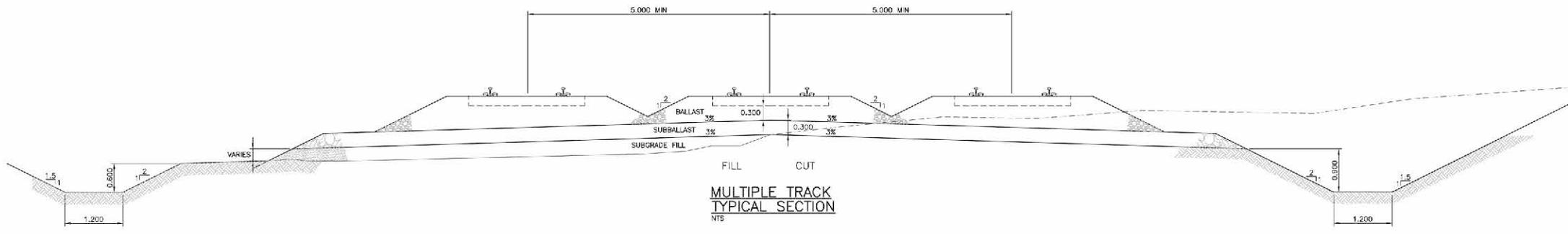
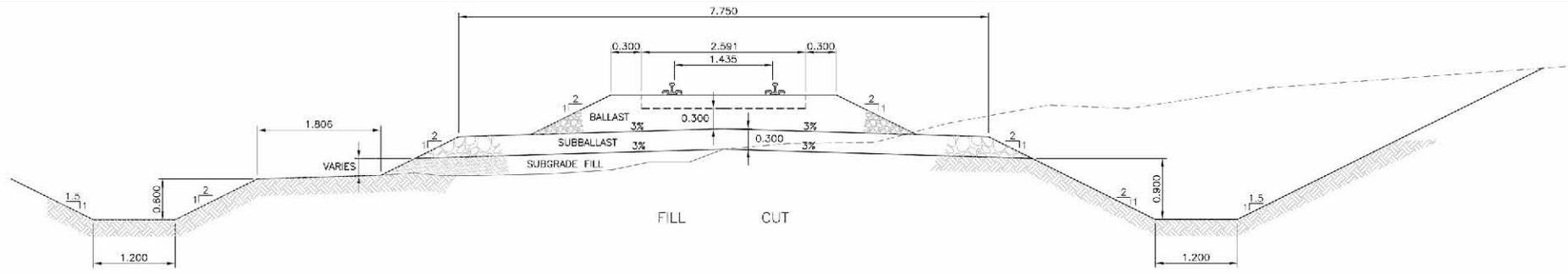
Les résultats des analyses chimiques réalisées sur les échantillons de sols prélevés lors de la caractérisation montrent, pour l'échantillon S12-1 (site de graissage), une contamination en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) au critère générique « C » de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés (Politique)* du MDDEP. Ce même échantillon montre également une contamination en hydrocarbures pétroliers C₁₀ à C₅₀ (HP C₁₀-C₅₀) et en métaux, le molybdène (Mo), en plage « BC » des critères génériques de la *Politique*. Tous les autres échantillons de sols prélevés et analysés le long du tronçon à démanteler présentent des résultats sous le critère « B » de la *Politique* ou sous la limite de détection des appareils analytiques.

Préalablement à l'excavation des sols contaminés, le démantèlement de la voie ferrée devra être effectué. Les matériaux résiduels issus des travaux de démantèlement, dormants, débris métalliques (clous) et rails ainsi que le ballast devront être gérés adéquatement.

Les dormants en bon état pourraient être réutilisés ailleurs sur le site de la mine pour l'installation d'ouvrage de soutènement. Les dormants en surplus ou abimés pourront être recyclés conformément aux directives du MDDEP, *Lignes directrices relatives à la gestion du bois traité* (MDDEP, 2009a). Au total, environ 1 660 dormants seront enlevés lors des travaux. Les rails pourraient être entreposés sur le site de la mine pour une utilisation ultérieure ou être vendues. Les débris métalliques devront être transportés à l'extérieur du site des travaux pour être prioritairement recyclés. Le ballast, le lit de pierre ou de graviers sur lequel repose la voie ferrée, pourra être mis en pile d'emmagasinement sur le site de la mine en vue d'utilisation à des fins civiles.

Une fois le démantèlement terminé, les sols contaminés identifiés par l'échantillon S12-1 (site de graissage) devront être excavés. La zone contaminée a été rencontrée sous le ballast sur une épaisseur d'environ 5 centimètres. La superficie délimitée couvre environ 100 m². Ainsi, le volume de sols contaminés est estimé à un peu plus de 50 m³. Il est cependant difficile, à ce stade, de déterminer un volume précis de sols contaminés puisque une caractérisation complémentaire dans le but de cerner la contamination en HAP n'a pas été réalisée. Les sols contaminés excavés devront être transportés hors du site et gérés selon les directives du MDDEP. Si toutefois les sols devaient être entreposés temporairement (< 1 an) à proximité du tronçon ferroviaire lors des travaux de démantèlement, ceux-ci devront être mis en pile sur des toiles étanches et recouverts de toiles étanches.

Un suivi environnemental des travaux d'excavation de ces sols devra être assuré par un technicien qualifié en réhabilitation de sites contaminés. Une caractérisation des sols laissés en place dans l'excavation devra être effectuée à la suite de la réhabilitation du site (enlèvement des sols contaminés en HAP, HP C₁₀-C₅₀ et Mo).



KEYPLAN

- GENERAL NOTES**
1. ALL DIMENSIONS SHOWN ARE IN METERS, UNLESS OTHERWISE NOTED.
 2. ALL ELEVATIONS ARE IN METERS.
 3. ALL CENTERLINE DISTANCES (STATIONING) ARE BASED ON ARC DEFINITION.
 4. HEIGHT OF HYDRO LINES ARE BASED ON HYDRO-QUEBEC ASBUILT DRAWINGS.
 5. EQUIPMENT CLEARANCE BASED AUSENCO SANDWELL DRAWING STS 1805 SHEETS 1 AND 2, TO BE PROVIDED WITH 1848-01-SP-RA-03.

DWG No.	REFERENCE	REV

FOR INFORMATION ONLY
2011/08/17

NOT FOR CONSTRUCTION
2011/08/17

PRELIMINARY
2011/08/17

REV	BY	APPD	DESCRIPTION	CHK	NO	DA
C	R.L.	R.L.	REVISED TYPICAL SECTION		11	08 17
B	J.T.C.	J.T.C.	REVISED ALIGNMENT		11	08 17
A	DRW	J.T.C.	ISSUED FOR INFORMATION		11	04 04

A1 121848
121848-04-DR-RA-007

AusenCO ROCHE Sandwell

MINE ARNAUD

PROJECT: MINE ARNAUD FEASIBILITY STUDY

Figure 5.10.1
Coupe type de la voie ferrée

J:\OTHER\121848\CAD\DWG\121848-04-DR-RA-007.DWG
August-17-11 11:07:41 AM

ENGINEER'S SEAL

5.11 Infrastructure portuaire

5.11.1 Quai

Le concentré d'apatite produit par Mine Arnaud sera acheminé vers les installations de YARA International à Porsgrunn en Norvège. Le transport s'effectuera par bateau à partir du port de Sept-Îles. La construction d'un quai multifonctionnel qui sera assuré par l'Administration portuaire de Sept-Îles ne fait pas partie du projet minier Arnaud.²⁷

5.11.2 Installations portuaires

Différents concepts ont été examinés afin de localiser les installations portuaires au terminal La Relance. L'aménagement retenu, qui est acceptable tant pour l'Administration portuaire que pour Mine Arnaud, permet d'éviter de fractionner les trains et permet la construction des silos directement sur le roc. La carte 5.11.1 présente le plan d'aménagement général des installations portuaires.

La station de déchargement et d'entreposage de Mine Arnaud est située dans la partie sud du terminal près de la voie ferrée existante. Un convoyeur surélevé traverse le terminal du sud au nord pour relier les quatre silos d'entreposage du concentré au chargeur de navire.

5.11.2.1 Station de transfert

La station de transfert fonctionnera avec un indexeur contrôlé par un opérateur qui déplacera les wagons un après l'autre pour les décharger. Des portes sous les wagons s'ouvriront pour déverser le concentré d'apatite par gravité dans une benne, puis sur un convoyeur fermé. Cette station de déchargement est conçue pour une capacité de transfert de 750 t/h.

Pour sa part, le convoyeur de type Beltwall de 1 200 mm de largeur, 120 m de long, et d'une capacité maximale de 875 t/h, chargera les silos par le haut à une hauteur d'environ 80 m. La station de déchargement comprendra un système de dépoussiérage.

5.11.2.2 Silos d'entreposage

Quatre silos de 18 m de diamètre, 60 m de haut et 15 000 t de capacité chacun serviront à l'entreposage du concentré d'apatite. Cette capacité d'entreposage de 60 000 t est suffisante pour permettre le chargement de deux navires.

5.11.2.3 Convoyeurs et système de transbordement

Les installations pour le chargement des navires auront une capacité de 2 500 t/h, permettant le chargement de navire de 25 000 t à 30 000 t en moins d'une journée.

Lorsqu'un bateau sera en position pour être chargé sur le quai, un convoyeur fermé de 1,5 m de large et 137 m de long débutant sa course sous les silos transportera le minerai jusque dans une tour de transfert, laquelle sera munie d'un dépoussiéreur. De là, le minerai sera transféré sur un autre convoyeur (orienté à 90 degrés par rapport au précédent) pour se rendre au quai de chargement. Le convoyeur principal traversera le terminal La Relance du sud au nord dans un convoyeur se repliant sur lui-même pour former un tuyau ayant un diamètre de 0,5 m. Ce convoyeur de 493 m de long tournera légèrement, avec un rayon de courbure de 300 m, pour éviter l'ajout d'une autre tour de transfert juste avant d'arriver au quai. Une seconde tour de transfert avec dépoussiéreur sera cependant nécessaire pour alimenter le convoyeur de 1,5 m de large du chargeur de navire sur le nouveau quai. Ce convoyeur sera également fermé.

²⁷ Pendant l'étude de faisabilité du projet minier Arnaud, différents concepts pour les infrastructures portuaires ont été considérés en coopération avec l'Administration du port de Sept-Îles. Les quai # 41 et 42 n'étant pas disponibles pour Mine Arnaud, un nouveau quai devra être construit à l'extrémité du quai # 42. En juin 2011, le port de Sept-Îles a développé un concept acceptable pour eux et Mine Arnaud qui tient compte d'un nouveau quai à utilisateurs multiples. Le concept permet aux structures verticales élevées, tels les silos, d'être établies directement sur la roche.

Le chargeur de navire aura une chute télescopique de 15 m permettant de descendre dans les cales des bateaux sans faire de poussière lors du chargement. Le système de chargement des bateaux est illustré à la figure 5.11.1.

5.11.2.4 Bâtiments de service

Un petit bâtiment administratif ainsi qu'un atelier de réparation mécanique seront construits pour les besoins de Mine Arnaud. L'accès à l'eau potable, les protections incendies et le traitement de l'eau seront accessibles à partir des services déjà présents au port de Sept-Îles. Pour l'électricité, une connexion de 25 kV devra être faite à partir des installations d'Hydro-Québec.

5.12 Autres éléments du projet

5.12.1 Gestion des eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques seront recueillies dans une fosse septique suivie d'un champ d'épuration. Les détails du système de gestion des eaux usées seront approfondis lors de l'ingénierie de détails. Toutes les spécifications exigées par les normes seront respectées.

5.12.2 Gestion des matières résiduelles

5.12.2.1 Mesures d'utilisation rationnelle et de conservations des ressources

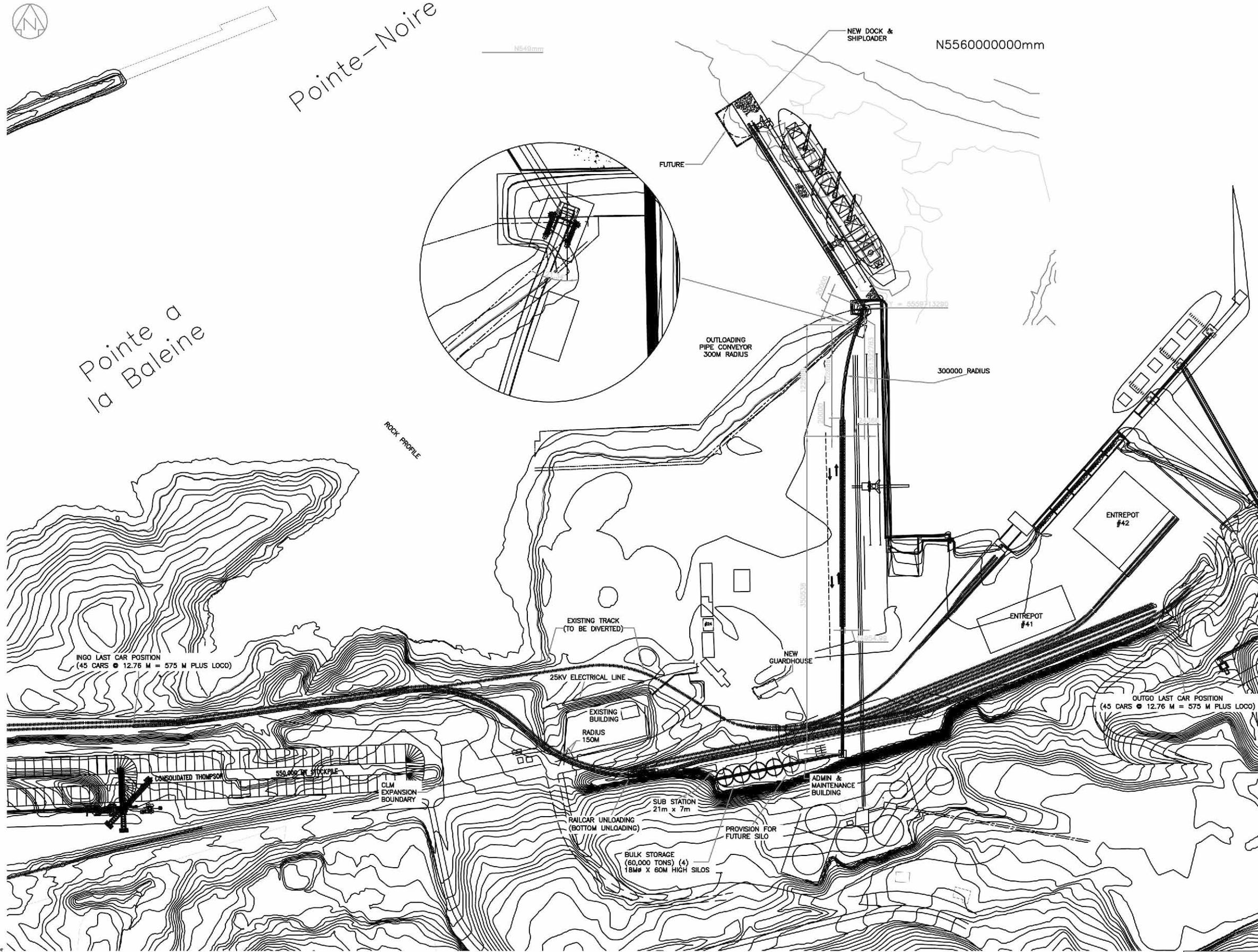
Le plan de gestion des déchets favorisera l'adoption de pratiques basées sur les 3RV, i.e., privilégier la réduction, la réutilisation, le recyclage et la valorisation des matières résiduelles. En minimisant l'élimination, l'empreinte environnementale du projet sera ainsi diminuée. Des plans de gestion des déchets spécifiques seront élaborés pour chacune des phases du projet. Lorsqu'il n'est pas possible de suivre les 3RV, les déchets restants seront envoyés au site d'enfouissement de la ville de Sept-Îles.

➤ Réduction

La première approche consiste à minimiser à la source les volumes de matières transportées sur le site minier afin de réduire la quantité de déchets produits, puisque l'essentiel des matières se rendant sur le site sera éventuellement recyclé ou éliminé. Cette approche de gestion se traduit par l'adoption d'une politique d'approvisionnement responsable qui élimine dès le départ, l'approvisionnement de certaines matières ou limite sérieusement les quantités de ces matières admises. La politique peut également favoriser les fournisseurs qui réduisent leur emballage à la source, voire qui le mettent en consigne. En outre, cette approche de gestion favorise l'acquisition de bâtiments modulaires conçus et fabriqués de façon à réduire leurs empreintes environnementales tant par le choix des matériaux de construction que par facilité de réutilisation de ceux-ci en fin de vie du projet.

➤ Réemploi

La deuxième approche consiste à permettre le réemploi et la réutilisation de certains produits susceptibles de générer des matières résiduelles. On peut citer en exemple: la réutilisation de palettes de bois sur le site, l'acquisition d'un équipement permettant de filtrer certaines huiles et graisses dans le but des les réemployer dans les procédés, réutiliser les barils et les chaudières contenant des produits pour faire des poubelles et des contenants. On pourrait également mentionner l'utilisation de coutellerie et de couverts réutilisables, l'utilisation de papier imprimé sur un coté à titre de papier brouillons, etc.



KEYPLAN

GENERAL NOTES

NO.	REVISION	DATE

PRELIMINARY
2011/12/02

NOT FOR CONSTRUCTION
2011/12/02

FOR INFORMATION ONLY
2011/12/02

NO.	REV.	DESCRIPTION	DATE	
1		ISSUED FOR FEASIBILITY STUDY REPORT	11/12/02	
2		FOR INFORMATION	11/07/13	
3		FOR INFORMATION	11/09/30	
4		FOR INFORMATION	11/06/07	
REV	APPD	DESIGN 11/24	11/03/13	
APPROVED	R. LUCHESSIE	DRAWN	J. BOURG	11/08/11
DATE	1-05-30	CF-SCIP	B. BARBELOU	11/03/10
SCALE	1:2000	DESIGN	J. LUCHESSIE	11/04/12
		DESIGN	R. BARBELOU	11/07/12
		CAD FILE	1848-08-DR-ME-001	

A1 121848

ROCHE Ausenco

Mine Arnaud

PROJECT: MINE ARNAUD APATITE PROJECT

TITLE: **Carte 5.11.1**
Plan d'aménagement général
des installations portuaires

DWG. 1848-08-DR-ME-001 | REV | D

P:\HORS_SEC_ENV\58586560_L1A0651_EES_ARNAUD_MASTER\VERSION_03X1_EES_CHAPITRES\CHAPITRE_5\CHAPITRE5-DR-ME-001.DWG
 15 JANV 2012 14:38:14

ENGINEER'S SEAL

➤ **Recyclage**

La troisième approche vise la collecte, la préparation et le transport des matières résiduelles recyclables. Certaines matières seront ainsi détournées des deux dernières filières et favoriseront donc une utilisation plus responsable des ressources.

➤ **Valorisation**

La quatrième approche de gestion à prendre en considération dans le projet, a pour but de valoriser ou traiter les matières résiduelles générées sur place par des installations locales permettant, entre autres, le compostage des matières putrescibles. Ces équipements et infrastructures permettent, dans un premier temps, de réduire la quantité de déchets ultimes à éliminer dans le lieu d'enfouissement autorisé qu'il soit situé à proximité ou non, et dans un deuxième temps la création de nouvelles ressources qui pourront être utilisées dans le cadre du projet. Mentionnons ici la fabrication d'amendements organiques issus du procédé de compostage qui sera utilisé lors des travaux de restauration progressive.

➤ **Élimination**

La dernière approche consiste à éliminer les matières résiduelles dans un site autorisé tout en minimisant les impacts environnementaux de cette activité. Bien que selon la hiérarchisation des approches proposées, l'élimination arrive dernière, il est important de la conserver dans l'analyse car il est aujourd'hui impossible de penser que le projet, comme la société canadienne en générale, n'aura pas recours à cette approche.

Dans cette même optique de gestion, il est nécessaire de prévoir des équipements permettant l'accumulation et le transbordement des matières dangereuses résiduelles et de toutes les autres matières dont l'enfouissement est interdit par la loi. Ces matières doivent obligatoirement être éliminées dans un site autorisé, il est donc important de prévoir leur gestion. Une demande à la ville de Sept-Îles sera faite afin que les services municipaux viennent une fois par semaine ramasser les déchets. Les déchets seront envoyés au site d'enfouissement.

5.12.2.2 Équipement de gestion des matières résiduelles: Composteur

Un composteur sera installé pour traiter les matières putrescibles générées sur le site en les transformant en un terreau fertile qui permettra d'enrichir les sols pauvres lors de la restauration progressive du site. Un modèle de composteur qui permettrait de simplifier les opérations est celui de Bromequip, un produit québécois qui est facile d'utilisation qui a fait ses preuves 12 mois par année dans des conditions hivernales québécoises. C'est un cylindre muni d'ouvertures pour le remplir et d'un moteur électrique qui permet le mélange permanent des matières. Ce système peut donc fonctionner en continu, ce qui minimise les manipulations qui se limitent à l'alimenter et à s'assurer que la température interne demeure à 60°C.

L'installation du composteur à l'intérieur d'un bâtiment facilitera le maintien d'une température plus constante, ce qui permettra de maximiser la dégradation des matières en hiver tout en prévenant la présence d'ours et d'autres animaux indésirables.

Le terreau produit par le composteur pourra être emmagasiné à un endroit stratégique sur le site de la mine (par exemple à proximité de la pile de mort-terrain) avant son utilisation pour les travaux de restauration progressive. Lorsque des sites seront restaurés, on pourra utiliser ce terreau pour les rendre plus fertiles.

5.12.3 Gestion des déchets dangereux

5.12.3.1 Déchets contenant des huiles, graisses et solvants

L'utilisation et l'entretien de machinerie lourde et l'opération des procédés mécaniques nécessitent l'utilisation d'une quantité importante d'huiles, de lubrifiants et de solvants. En fin de vie, ces matières sont assimilées à des matières dangereuses résiduelles et doivent être gérées adéquatement. Tout le matériel contaminé par ces matières est également considéré comme une matière dangereuse résiduelle et doit être traité comme tel. Les matières dangereuses résiduelles de cette catégorie comprennent :

- Guenilles et absorbants contaminés;
- Huiles et lubrifiants usés;
- Solvants usés;
- Filtres à huile.

Une saine gestion des équipements incluant des entretiens préventifs et un programme encourageant les employés à détecter et rapporter les fuites et les problèmes de fonctionnement sera mise en place afin de diminuer le volume généré de ces matières.

Un plan de gestion clair et efficace sera mis en œuvre.

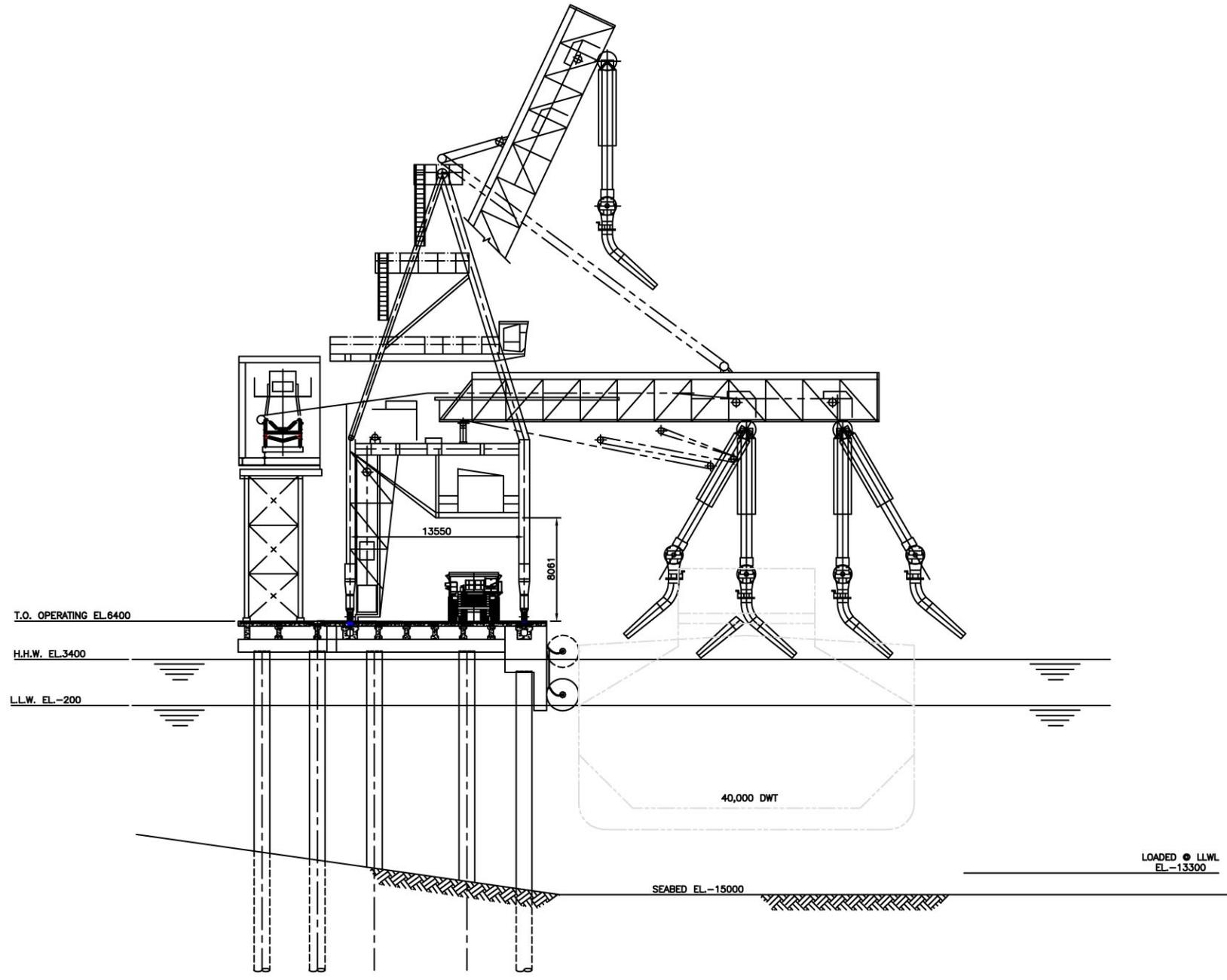
Pour les guenilles et les absorbants, des poubelles dédiées aux matières dangereuses et clairement identifiées comme tel (i.e. des poubelles rouges) seront placées dans tous les lieux susceptibles d'être occupés par des travailleurs qui pourraient générer ce type de matière. De plus, des kits de récupération de déversement (i.e. barils d'absorbants, pelles, balais, etc.) seront disposés à proximité de tous les lieux où l'on sera susceptible de transvider des huiles, lubrifiants ou solvants.

Pour les huiles et lubrifiants usés, une plateforme de vidange mobile munie d'une pompe et d'un réservoir étanche permettra de recueillir ces produits des divers équipements à entretenir. Un grand réservoir sécuritaire muni d'un équipement de transfert (pompe) sera installé sur le site pour entreposer les huiles usées avant qu'elles ne soient récupérées par une firme spécialisée dans la gestion des huiles usées.

5.12.3.2. Autres matières dangereuses résiduelles

Une variété d'autres matières dangereuses résiduelles sera également produite sur le site. Des formations seront donc fournies aux employés pour que les processus de gestion de ces matières soient bien compris et appliqués pour minimiser les risques et assurer le respect des lois et règlements en vigueur. Les autres matières dangereuses résiduelles comprennent :

- Ampoules contenant du mercure (fluorescents, globes haute pression, fluo compacts);
- Chlorofluorocarbures et autres halogénures;
- Bombonnes aérosol diverses;
- Explosifs et emballage d'explosifs;
- Sources nucléaires (densimètre, débitmètre dans la tuyauterie);
- Eaux huileuses;
- Autres (piles, batteries).



KEYPLAN

GENERAL NOTES

DWG. No.	REFERENCE	REV. No.
-	-	-

PRELIMINARY
2011/12/02

NOT FOR CONSTRUCTION
2011/12/02

FOR INFORMATION ONLY
2011/12/02

REV.	BY	APPD.	DESCRIPTION	YR	MO	DA
B	GW	RD	ISSUED FOR FEASIBILITY STUDY REPORT	11	12	02
A	GW	RD	FOR INFORMATION	11	04	07

APPROVED	DRAWN	Q. T. LE	11	04	07
DATE	CHECK	B. BARNEOUD	11	04	07
SCALE	DESIGN	W. LOGIE	11	04	07
A1	DES. CHK.	B. BARNEOUD	11	04	07
121848	CAO FILE:	1848-08-DR-ME-003			

ROCHE Ausenco

CLIENT: **Mine Arnaud**

PROJECT: **MINE ARNAUD APATITE PROJECT**

TITLE: **Figure 5.11.1
Système de chargement
des bateaux**

ENGINEER'S SEAL DWG. 1848-08-DR-ME-003 REV B

P:\HORS_SEC_ENV\59899660_EIA\081_EIES_ARNAUD_MASTER\VERSION_DXR_EIES_CHAPITRES\CHAPITRE_11\GUREV1848-08-DR-ME-003.BWG
19 janvier 2012 15:37:43

Dans un premier temps, une politique d'approvisionnement responsable sera mise en place afin de minimiser l'emploi de ces matières. Pour les matières restantes, les procédures à suivre sont les suivantes :

- Les ampoules contenant du mercure seront manipulées avec soin afin d'éviter tout bris qui permettrait au mercure de s'échapper. Lors de leur remplacement, les vieilles ampoules seront replacées dans l'emballage de la nouvelle afin de la ramener à l'entrepôt des matières dangereuses où il sera déposé dans une poubelle dédiée spécialisée. Dans cette poubelle, l'ampoule sera cassée, les gaz seront aspirés à l'intérieur d'un système d'épuration spécifique et les miettes de verre et de métal au fond seront entreposées. Le contenu de la poubelle pleine sera récupéré par une firme spécialisée;
- Les appareils contenant du chlorofluorocarbure devront être inscrits dans un registre énumérant tous les appareils contenant des produits réfrigérants (réfrigérateurs, congélateurs, climatiseurs, etc.). L'entretien des appareils, la vidange ou le remplacement de ces matières dangereuses sera obligatoirement fait par une firme autorisée. Tout travail d'entretien auprès de ces appareils sera consigné dans le registre;
- Les bonbonnes de gaz sous pression contenant des matières dangereuses (ou pas) devront être percées et vidangées avant d'être recyclées. À cette fin, des contenants munis de systèmes spécialement conçus pour percer et recueillir le contenu de ces contenants seront déployées aux endroits stratégiques. Le contenu de ces contenants sera récupéré par des firmes spécialisées dans la gestion de ces matières;
- Les explosifs non-explosés et les emballages d'explosifs seront brûlés à tous les jours dans un site de brûlage contrôlé. Ce site sera nettoyé avant chaque brûlage. Les cendres sont des matières résiduelles non-dangereuses et elles seront traitées comme tel;
- Les eaux huileuses seront acheminées à un séparateur d'huile qui permettra d'extraire l'huile de l'eau et l'envoyer avec les autres huiles usées. L'eau restante sera acheminée aux installations de traitement des eaux du parc à résidus;
- Les autres matières résiduelles comprendront les piles et les batteries usagées utilisées dans divers appareils sur le site. Pour les piles, un contenant étanche en plastique de bonne dimension situé à un endroit stratégique (le bâtiment où sont entreposés les appareils consommant le plus de piles) permettra de recueillir des piles. Le contenant plein sera récupéré par une firme spécialisée. Des dépôts à piles devraient également être déployés dans divers endroits susceptibles de générer ce type de déchets (bâtiment pour les employés, cafétéria). Une campagne de sensibilisation sera mise en œuvre pour tous les occupants pour qu'ils disposent de ces éléments dans les bacs prévus à cet effet.

Les batteries pourront être entreposées dans un grand contenant étanche dans l'entrepôt des matières dangereuses afin d'être récupérées par une firme spécialisée.

5.12.4 Camp de travailleurs en période de construction

Mine Arnaud espère que les travailleurs en période de construction pourront se loger à même les logements existants à Sept-Îles et les environs. Cependant, en cas de besoin (pour accommoder les travailleurs qui n'auront pas trouvé de logis), un camp de travailleur d'une capacité suffisante sera construit au sud de la propriété de Mine Arnaud où il y a actuellement une ancienne piste de course. Ce camp permettra d'accueillir les travailleurs pour la phase de construction seulement. Tous les permis exigés par les lois seront demandés. Le camp sera constitué de roulottes avec des chambres et des salles de bain. L'alimentation en eau sera à partir du réseau de la ville de Sept-Îles. L'alimentation électrique se rend déjà à cet endroit et il ne restera qu'à se connecter et faire la demande à Hydro-Québec.

Des discussions avec la ville de Sept-Îles sont actuellement en cours afin de pallier au manque de logement dans la région. Mine Arnaud collaborera avec la ville afin d'harmoniser son projet avec les autres projets annoncés prévus dans la même période. Il est donc possible que ce camp de travailleurs soit déplacé ou que d'autres options soient sélectionnées (pour plus de détails à ce propos, voir la section 9.7 de cette étude).

5.13 Plan préliminaire de réaménagement et de restauration

Le gouvernement du Québec est responsable de l'activité minière qui a lieu sur son territoire. Cette activité est encadrée par la *Loi sur les mines* (L.R.Q., c. M-13.1) qui définit notamment la propriété du droit aux substances minérales (claim, permis d'exploration minière, bail minier, concession minière, etc.) et des droits et obligations du titulaire d'un droit minier accordé par l'État.

Au plan environnemental, il convient de souligner que la section III du chapitre IV de la *Loi sur les mines* spécifie que le titulaire de droit minier a l'obligation d'effectuer des travaux de réaménagement et de restauration des terrains où des activités d'exploration et/ou d'exploitation ont été effectuées. Ces travaux doivent être réalisés conformément au plan de réaménagement et de restauration préalablement approuvé par le ministre des Ressources naturelles et de la Faune. Ainsi, conformément aux dispositions réglementaires de la *Loi sur les mines* entrées en vigueur le 9 mai 1995, un plan de réaménagement et de restauration détaillé sera présenté au ministre des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (MRNF). Les travaux de restauration décrits ci-dessous prennent en compte les exigences ministérielles en matière de restauration des sites miniers, telles que décrites dans le *Guide et modalités de préparation du plan et exigences générales en matière de restauration des sites miniers au Québec* (MRNF, 1997).

5.13.1 Objectifs et principes généraux

Les objectifs principaux du plan de réaménagement et de restauration sont :

- Le rétablissement de la biodiversité;
- La rétrocession des terrains et la récupération des usages.

Le plan de réaménagement et de restauration est basé sur les principes généraux suivants :

- Une restauration réalisée, dans la mesure du possible, de manière progressive afin de permettre la reprise rapide du couvert végétal et le rétablissement hâtif de la biodiversité;
- La maximisation de la récupération des usages;
- La consultation et une approche participative avec les communautés d'intérêt;
- La recherche de nouvelles vocations afin de poursuivre l'utilisation du secteur;
- La restauration d'habitats selon des critères environnementaux vérifiables;
- La durabilité des travaux de restauration;
- La maximisation de la récupération des bâtiments, infrastructures et équipements;
- Dans la mesure du possible, le rétablissement du patron de ruissellement des eaux de surface à des conditions similaires à celles observées avant la mise en place du projet;
- Une période de suivi post-fermeture.

La figure 5.13.1 présente une vue aérienne en trois dimensions de ce à quoi ressemblera le site minier une fois restauré, peu de temps après la fermeture du site (à l'an 24).

5.13.2 Usine de traitement et bâtiments connexes

Au moment du démantèlement des structures et bâtiments, les matériaux récupérables (acier réutilisable et de fonte principalement) et certains équipements se trouvant à l'intérieur des bâtiments seront mis de côté et vendus sur les marchés de la récupération et de l'usage²⁸.

Les murs des bâtiments seront rasés et les dalles de béton seront perforées puis recouvertes de mort terrain et mises en végétation. Les dalles ou les parties de dalles qui sont tachées d'huile, de graisses minérales ou de produits chimiques seront préalablement décontaminées ou retirées et disposées dans un lieu autorisé.

Les débris de démolition non contaminés seront acheminés dans un lieu autorisé²⁹. Tous les matériaux provenant de la démolition et qui ont été contaminés, de quelque façon que ce soit, par des produits pétroliers, chimiques, dangereux ou toxiques, seront d'abord analysés, décontaminés et/ou dirigés vers un site autorisé.

5.13.3 Haldes à mort-terrain

Les deux haldes à mort-terrain localisées au sud de la fosse seront restaurées dès les premières années d'opération. Une épaisseur de 15 cm de sol organique sera déposée sur les surfaces et celles-ci feront l'objet d'un ensemencement³⁰ et d'une plantation de semis d'épinettes et de sapins pour permettre une reprise rapide du couvert forestier. Les deux autres haldes seront revégétalisées par ensemencement à la fin de la phase d'exploitation (i.e., après que toutes les autres surfaces auront été restaurées et revégétalisées).

5.13.4 Halde à stériles

Dans un premier temps, la halde sera reprofilée afin de lui donner une allure plus naturelle et pour que celle-ci se fonde mieux avec le paysage environnant. Ensuite, la halde sera recouverte d'une épaisseur de 40 cm d'un mélange de mort-terrain et de sol organique qui servira de substrat à l'établissement de la végétation et fera l'objet d'un ensemencement (hydraulique ou autre).

5.13.5 Halde à minerai basse teneur

À la fin de vie de la mine, la pile de minerai à basse teneur aura disparu puisque ce dernier aura été envoyé au concentrateur pour y être traité. La surface au sol de l'aire d'accumulation sera recouverte d'une épaisseur de 15 cm de sol organique et fera l'objet d'un ensemencement.

5.13.6 Parc à résidus miniers et bassin de polissage

Les diverses cellules du parc à résidus seront restaurées et revégétalisées progressivement (i.e., au fur et à mesure de leur vie utile). L'ensemble des cellules de confinement des résidus sera reprofilé pour recréer le patron original de drainage des eaux de surface et recouvert d'une épaisseur de 15 cm de sol organique et ensemencé.

Au fur et à mesure que les cellules de résidus de flottation et de résidus magnétiques ne seront plus utilisées, elles seront reprofilées pour restaurer dans la mesure du possible le patron de drainage original. Elles seront ensuite recouvertes d'un mélange de mort-terrain (celui-ci contient de l'argile, du sable et des traces de gravier) et de terre végétale provenant essentiellement de l'exploitation de la fosse.

Le seuil des évacuateurs de crues des digues sera abaissé le plus possible pour minimiser les possibilités d'accumulation d'eau dans les diverses cellules du parc à résidus. Un fossé de drainage

²⁸ Cela est vrai non seulement pour cette sous-section mais aussi pour toutes les autres sous-sections de la section 5.13.

²⁹ Cela est vrai non seulement pour cette sous-section mais aussi pour toutes les autres sous-sections de la section 5.13.

³⁰ Dans tous les cas où l'on parle d'un ensemencement, un mélange de graines de résineux (épinettes et sapins) et d'espèces herbacées adaptées aux types de substrats miniers (résidus et stériles) et de climats sera utilisé.

avec géotextile et empierrement sera aménagé afin de favoriser l'écoulement de l'eau et éviter l'érosion des sols.

À la fin de la phase d'exploitation, les eaux du bassin de polissage seront pompées, traitées et rejetées dans le ruisseau Clet. Une brèche sera ensuite exercée dans la digue afin de permettre la libre circulation des eaux. Le bassin de polissage sera recouvert de sol organique puis revégétalisé.

5.13.7 Fosse

À la fin de la vie de la mine, les activités de pompage visant à maintenir la fosse au sec cesseront de sorte que cette dernière se remplira graduellement d'eau par infiltration et par l'apport des précipitations pour devenir un petit plan d'eau. Compte tenu des caractéristiques hydrogéologiques locales, le remplissage devrait être relativement rapide.

Des liens hydrauliques de surface (la tête de petits cours d'eau situés en amont de la fosse) pourraient également être déviés dans la fosse pour accélérer son remplissage et faciliter la colonisation par les poissons. L'aménagement des rives de la fosse permettra également de créer une zone littorale propice au développement d'organismes, notamment le benthos qui constitue une source importante de nourriture pour le poisson. C'est donc de l'ordre de 150 ha d'habitat du poisson qui sera recréé par cette composante du projet.

Bien que le bassin versant de la fosse soit pratiquement réduit à la surface de celle-ci, il est possible, (une fois la fosse remplie) qu'à la fonte des neiges, un surplus d'eau doive s'écouler dans l'environnement (comme pour l'exutoire d'un plan d'eau naturel). Un fossé sera aménagé dans le secteur du point le plus bas de la bordure de la fosse (portion sud-est de celle-ci) de manière à diriger le surplus des eaux de fonte vers un petit cours d'eau localisé à l'est de la fosse (probablement le ruisseau R3) s'écoulant vers la baie des Sept Îles.

Un merlon de sécurité précédé d'un fossé sera aménagé autour de la fosse de manière à en interdire l'accès.

5.13.8 Eau potable et installations sanitaires

Les installations pour l'alimentation en eau potable ainsi que pour le traitement des eaux usées sanitaires pourront être transférées à une entité administrative compétente ou elles seront démantelées.

5.13.9 Installations de traitement des eaux usées industrielles

Les installations de traitement des eaux usées industrielles seront démantelées.

5.13.10 Route d'accès et chemins miniers

La route d'accès au site sera laissée intacte et rétrocédée à une entité responsable (municipalité de Sept-Îles ou zec Matimek). Les chemins miniers sur le site minier seront scarifiés et revégétalisés.

Dans la mesure du possible, le réseau de drainage de surface sera rétabli à des conditions similaires à celles observées avant la mise en place du projet. Les ponceaux non nécessaires seront enlevés.

5.13.11 Installations électriques

Les installations électriques seront démantelées.

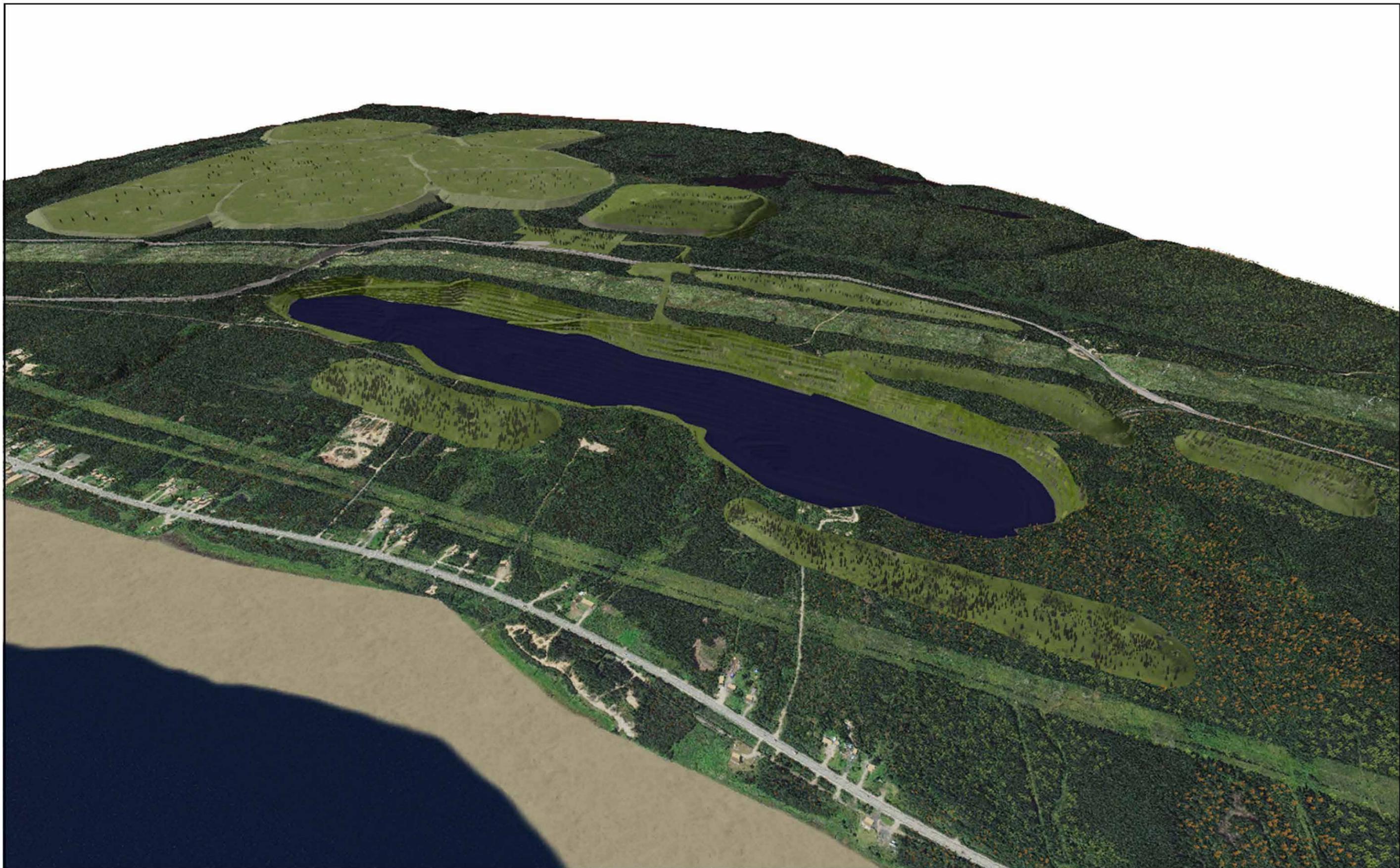


Figure 5.13.1 Vue aérienne en 3D du site minier une fois la restauration complétée (vue vers le nord)

5.13.12 Équipements et machinerie lourde

Dans la mesure du possible, tous les équipements seront réutilisés ou vendus comme équipements usagés si un marché est disponible au moment de la fermeture. Le reste pourra être vendu pour la ferraille ou disposé dans un site autorisé.

5.13.13 Entrepôt d'explosifs

Les produits explosifs seront épuisés à la fin des opérations ou retournés au fournisseur. Les installations de gestion des explosifs seront démantelées. Les entrepôts seront démantelés et l'empreinte de ces bâtiments sera recouverte d'une épaisseur de 15 cm de sols organiques puis mise en végétation.

5.13.14 Installations portuaires

Les installations portuaires pourront être transférées à une entité administrative compétente ou démantelées. Dans la mesure du possible, tous les équipements seront réutilisés ou vendus comme équipements usagés si un marché est disponible au moment de la fermeture. Le reste pourra être vendu pour la ferraille ou disposé dans un site autorisé.

Une caractérisation des sols sera réalisée pour l'ensemble des aires concernées. La gestion des sols contaminés est décrite à la section 5.13.17.

5.13.15 Produits pétroliers, produits chimiques, déchets solides, déchets dangereux, et sols contaminés

5.13.15.1 Produits pétroliers

Les produits pétroliers seront épuisés à la fin des opérations ou vendus. Tous les réservoirs et tuyauteries souterraines et de surface seront démantelés et disposés conformément à la réglementation en vigueur. Les sols contigus aux réservoirs et à la tuyauterie seront caractérisés afin de vérifier la présence de contamination et, le cas échéant, adopter les mesures de réhabilitation appropriées.

5.13.15.2 Produits chimiques

À l'instar des produits pétroliers, les produits chimiques seront épuisés à la fin des opérations. Les réservoirs de produits chimiques seront vidangés, nettoyés et récupérés pour le métal. Les sols contigus aux réservoirs seront caractérisés et les mesures appropriées seront prises en cas de contamination des sols.

5.13.15.3 Déchets solides

Les déchets solides produits dans le cadre des activités minières seront déposés dans des contenants appropriés et disposés dans un lieu autorisé. À la fermeture, les déchets solides restants seront disposés de la même façon.

5.13.15.4 Matières dangereuses résiduelles

Aucune matière dangereuse résiduelle ne sera présente sur le site minier après la cessation des activités minières. Toutes les matières dangereuses résiduelles auront été disposées conformément à la réglementation en vigueur.

5.13.15.5 Sols contaminés

Conformément à l'article 31.51 de la *Loi sur la qualité de l'environnement*, dans les six mois suivant l'arrêt définitif des activités, une étude de caractérisation sera réalisée dans les secteurs industriels susceptibles d'avoir été contaminés par les activités minières, excluant les aires d'accumulation.

Si l'étude de caractérisation révèle la présence de contaminants dont la concentration est supérieure aux limites fixées à l'annexe II du *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains* ou aux conditions fixées au dernier paragraphe de l'article 1 de ce même règlement, un plan de réhabilitation sera soumis au MDDEP pour approbation.

5.13.16 Programme de surveillance

5.13.16.1 Intégrité des ouvrages

Après la fermeture, la situation des différents ouvrages sera moins critique que durant l'opération. En effet, seule l'eau de ruissellement s'écoulera sur le parc à résidus. Le seuil des évacuateurs de crue sera abaissé afin d'éviter l'accumulation d'eau. Le suivi sur l'intégrité des ouvrages consistera en des inspections visuelles des digues, haldes à stériles et fossés de drainage afin de noter toute anomalie qui pourrait mettre en cause la stabilité des ouvrages. Une attention particulière sera portée au point de sortie des eaux pour noter tout signe d'érosion. Les visites seront effectuées sur une base annuelle pendant les cinq années suivant la fermeture.

En plus du suivi régulier, des inspections visuelles seront également effectuées suite à tout événement qui pourrait entraîner des conséquences sur la stabilité des ouvrages (pluie exceptionnelle, tremblement de terre, etc.).

5.13.16.2 Suivi environnemental des eaux de surface et souterraines

Un suivi de la qualité des eaux de surface et souterraines sera réalisé sur une période de trois ans suivant les travaux de restauration. L'échantillonnage sera réalisé deux fois par année soit au printemps et à l'été de façon à représenter les périodes de crue et d'étiage des eaux. Pour plus de détails à propos du suivi environnemental des eaux de surface et souterraines en phase post-fermeture, voir la section 14.3.2.1.

5.13.16.3 Suivi agronomique

Les travaux de restauration progressive réalisée tout au long de la phase d'exploitation permettront d'optimiser les conditions d'établissement d'une végétation autosuffisante (choix des espèces, nécessité d'ajouter de l'engrais, etc.).

Suite aux travaux de restauration, un suivi agronomique sera effectué sur une base annuelle pour les cinq années suivant la mise en végétation. Le suivi consistera en une évaluation du pourcentage de reprise végétale dans quelques parcelles échantillons. Si requis, des travaux de réensemencement seront effectués dans les zones où la repousse ne sera pas jugée suffisante.

5.13.17 Coût de la restauration

L'estimation des coûts de la restauration a été réalisée en considération des exigences du MRNF décrites à la section 10.1 du *Guide et modalités de préparation du plan et exigences générales en matière de restauration des sites miniers au Québec* (MRNF, 1997). Les coûts ont été estimés à l'aide de données fournies par des fournisseurs et au meilleur des informations disponibles, en considérant que les travaux seront réalisés par des tiers.

La *Loi sur les mines* prévoit le versement par le promoteur d'une garantie dont le montant doit correspondre à 70 % des coûts estimés de la restauration des aires d'accumulation. Le nombre de versements annuels est établi en fonction du type d'activité (exploration ou exploitation) et de la durée prévue de l'activité (maximum 15 ans). Les aires d'accumulation comprennent les parcs à

résidus, les haldes à stériles, les haldes à minerai à basse teneur, les haldes à mort-terrain, ainsi que les bassins de polissage.³¹

Le coût total de la restauration est estimé à 25,5 M\$.

5.14 Calendrier du projet

Mine Arnaud prévoit réaliser le projet selon le calendrier suivant :

➤ **Pré-construction (Février 2012 à Septembre 2013)**

Cette phase qui s'échelonne entre février 2012 et septembre 2013 a pour objectif l'obtention de toutes les autorisations nécessaires pour permettre le début de la construction pour septembre 2013. Les activités prévues lors de cette période comprennent :

- Études additionnelles en géotechnique, hydrogéologie, minéralogie;
- Examen de l'étude d'impact par les autorités gouvernementales;
- Échange et consultation avec les intervenants du milieu;
- Périodes de consultation par l'Agence canadienne d'évaluation environnementale;
- Processus d'audiences du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE);
- Ententes avec Hydro-Québec concernant la relocalisation de la ligne de 161 kV, l'ajout de puissance de 70 MW, et les demandes de connexions au réseau pour le site de la mine et du port;
- Entente avec Cliffs Natural Resources pour la construction du nouveau tronçon de la voie ferrée et le démantèlement du tronçon actuelle;
- Entente avec l'Administration portuaire de Sept-Îles pour l'utilisation d'un quai multi-usage et pour la construction des infrastructures nécessaires dans l'enceinte du port;
- Ingénierie détaillée, préparation des invitations pour soumissionner.

➤ **Construction (Septembre 2013 à mars 2015)**

Dès l'obtention des certificats d'autorisation, l'accès au site sera construit le plus rapidement possible pour donner accès au site à tous les entrepreneurs.

Pendant la phase de construction, certaines activités seront complétées par des tierces parties. Ainsi, un nouveau quai sera construit par le Port de Sept-Îles et Hydro-Québec effectuera la connexion à la ligne de 161 kV à partir du poste Arnaud ainsi qu'une connexion à la ligne de 25 kV au port. Également, le nouveau tronçon de voie ferrée devra être construit et ces travaux seront réalisés par Chemin de fer Arnaud ou Mine Arnaud (sous la supervision de Chemin de fer Arnaud).

Le site de l'usine sera déboisé et décapé dès le début pour permettre le dynamitage et la préparation de la surface des installations. Le décapage et le dynamitage de la partie nord-ouest de la fosse sera fait le plus tôt possible pour éviter de nuire à la construction de la ligne de La Romaine dont le corridor est situé à proximité. Le déboisement et le décapage du futur emplacement du concasseur sera réalisé également le plus tôt possible lors de la phase construction. En plus de ces trois zones prioritaires (concentrateur, zone nord-ouest de la fosse, et concasseur), le déboisement des zones prévues pour les cellules de résidus de flottation #1 et #2 ainsi que la zone pour la première cellule dédiée aux résidus magnétiques sera fait à l'automne 2013. Le déboisement de certaines aires de stockage tels la halde à stérile, la zone de stockage de minerai et la zone d'accumulation du mort-terrain s'effectuera à l'hiver 2014.

³¹ Voir cependant la section 2.2.2.2 où l'on traite du projet de loi 14 modifiant la *Loi sur les mines*.

➤ **Exploitation (Mars 2015 à 2038)**

À partir de mars 2015 la phase de production débutera selon le plan minier prévu. L'exploitation de la mine prévoit une alimentation de 11,25 Mt de minerai par années pendant 23 ans. Toutefois, les travaux de forage qui auront lieu à l'est de la fosse à l'hiver 2012 pourraient ajouter des ressources additionnelles au gisement et ainsi prolonger la durée de vie de la mine de quelques années. Les volumes de stérile générés annuellement varieront quant à eux dans le temps avec une moyenne de 8 Mt par année pour les 10 premières années, suivi de 17 Mt par année pendant 7 ans pour diminuer graduellement avec une moyenne de 7 Mt pour les dernières années d'exploitation. L'excavation du mort-terrain sera échelonnée sur une période de 10 ans et réutilisé directement pour la revégétalisation de divers site.

Pendant la période de production, les cellules du parc à résidus seront construites graduellement. Une restauration progressive des cellules de résidus qui seront remplies à capacité est prévue par Mine Arnaud et devrait débuter à partir de la quatrième ou de la cinquième année d'exploitation.

5.15 Main-d'œuvre

5.15.1 En construction

Pendant la période de construction, entre 800 et 1 000 travailleurs seront embauchés et il pourrait y avoir jusqu'à 500 travailleurs employés sur site en même temps.

Lors de la période de construction, les travailleurs travailleront sur des semaines de 58 heures, soit 5 jours de 10 heures, une journée de 8 heures et une journée de congé.

5.15.2 En exploitation

En phase d'exploitation, le personnel administratif ainsi que les chefs de départements seront sur un horaire de 5 jours par semaine de 8 heures. Tous les employés liés à la production seront eux sur des rotations de 7 jours de travail de 12 heures et 7 jours de congés, une semaine de jour et l'autre de nuit. Le personnel de soutien technique attiré à la production sera sur des rotations de 7 jours de 12 heures également mais ne travaillera pas de nuit. Le nombre moyen d'employés en exploitation est d'environ 330 pendant 23 ans (Figure 5.15.1).

La répartition des emplois par service (moyenne annuelle sur 23 ans) est présentée à la figure 5.15.2. On note que les emplois liés à la production minière et à l'entretien minier représentent près des deux tiers de la main d'œuvre totale.

5.16 Estimation des coûts d'investissement et d'opération

5.16.1 Coûts d'investissement

Les coûts d'investissements en capital initial du projet sont de l'ordre de 750 M\$. Ceci exclue la construction du nouveau quai qui sera la propriété des autorités du Port de Sept-Îles. La ventilation générale des coûts d'investissement par secteurs est la suivante :

- Mine : 60 M\$;
- Usine : 250 M\$;
- Infrastructures : 100 M\$;
- Port : 65 M\$;
- Pré-production : 55 M\$;
- Indirects : 220 M\$.

Ces coûts d'investissement comprennent les matériaux, le transport et la main-d'œuvre pour la construction ou l'installation. Ils seront répartis sur une période de trois ans et demi, soit de janvier 2012 à juin 2015 et inclue la mise en service de l'usine. Les coûts d'investissement tiennent également compte du raccordement au réseau électrique d'Hydro-Québec, de la relocalisation de la voie ferrée. L'ingénierie de détails, les appels d'offres qui seront préparés et tous les frais qui seront encourus avant le début de la construction sont inclus dans les coûts indirects.

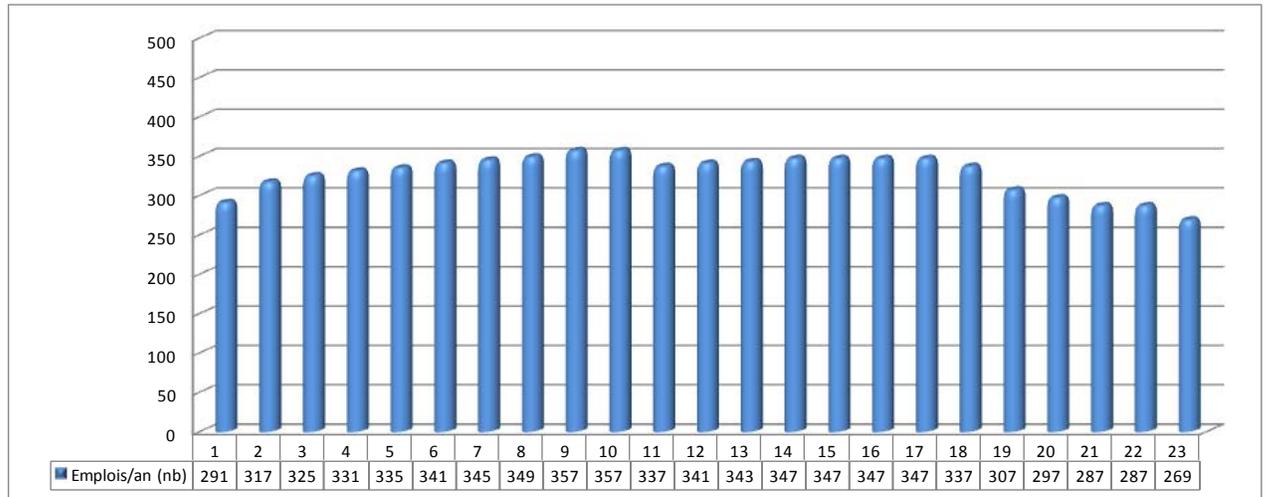


Figure 5.15.1 Évolution du nombre d'employés requis en opération

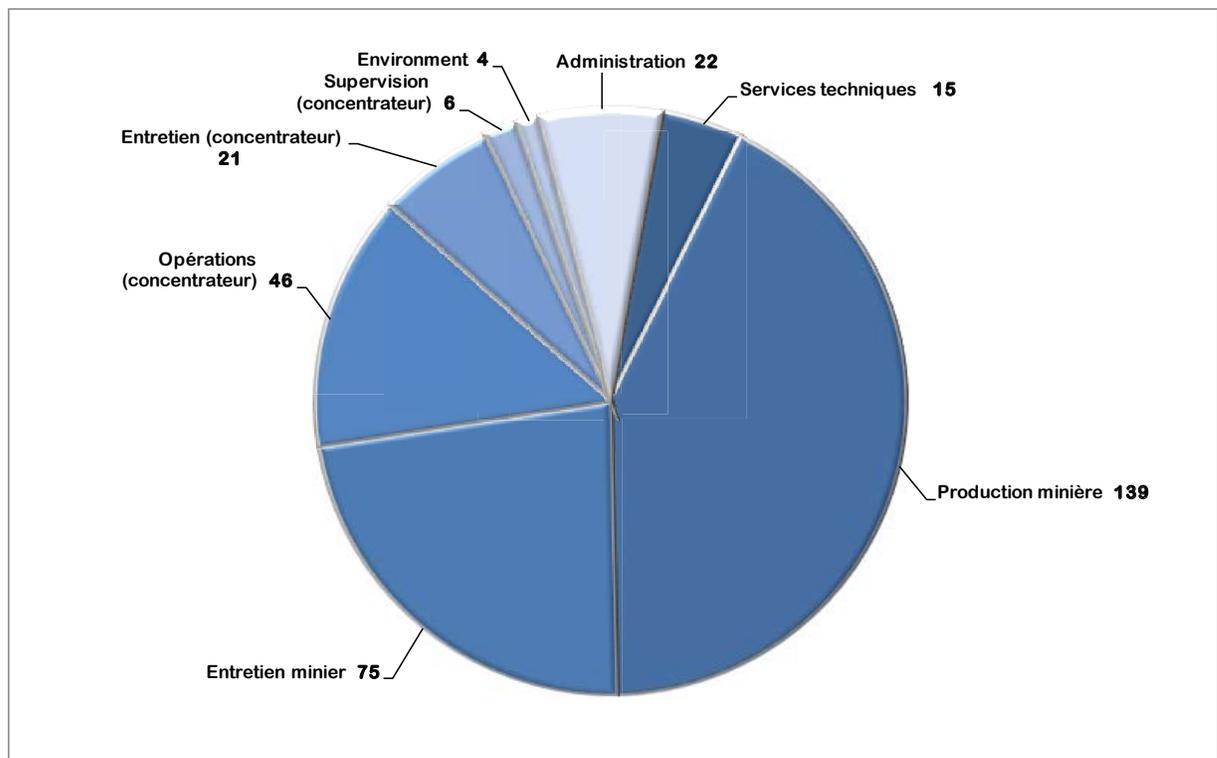


Figure 5.15.2 Répartition des emplois par service (moyenne annuelle – 23 ans)

5.16.2 Coûts d'opération

Les coûts d'opération seront de l'ordre de 140 M\$ par année, incluant plus de 30 M\$ en salaire. Il en coûtera plus de 20 M\$ par année pour la consommation électrique. Les autres coûts importants lors des opérations sont liés à l'usine avec près de 15 M\$ par année pour les réactifs et plus de 20 M\$ pour les consommables tels que les boulets et les recouvrements des broyeurs. Les explosifs, le carburant et les lubrifiants sont les dépenses principales du secteur de la mine et peuvent atteindre ensemble plus de 10 M\$ annuellement. Les autres coûts sont dispersés dans tous les secteurs d'activités. En opération, les dépenses d'exploitation seront effectuées auprès de fournisseurs québécois lorsque les produits sont disponibles.

