

**PROJET TX 14 1058 03  
REVUE DU RAPPORT DE CONCEPTION DU  
PARC À RÉSIDUS ET DU BASSIN DE  
RÉTENTION  
MINE D'APATITE DU LAC À PAUL**

Projet TX 14 1058 03

# Revue du rapport de conception du parc à résidus et du bassin de rétention

---

**Présenté à :**

M. Jean-Sébastien David, ing.

Vice-Président Opérations  
Arianne Phosphate  
30, rue Racine Est, bureau 160  
Saguenay (Québec) G7P 1P5

**Présenté par :**

AMEC Environnement & Infrastructure  
Une division d'AMEC Amériques Limitée  
1425, route Transcanadienne, bureau 400  
Dorval (Québec) H9P 2W9  
CANADA

Distribution : 1 c. Jean-Sébastien David, ing.

Avril 2014

Le 15 avril 2014

M. Jean-Sébastien David, ing.  
Vice-Président Opérations  
Arianne Phosphate  
30, rue Racine Est, bureau 160  
Saguenay (Québec) G7P 1P5

N/Réf. : TX 14 1058 03

**Objet : Transmission de la revue du rapport de conception du parc à résidus et du bassin de rétention  
Mine d'apatite du Lac à Paul**

Monsieur,

Nous vous transmettons par la présente notre rapport relatif à la revue du rapport de conception du parc à résidus et du bassin de rétention pour le projet mentionné en rubrique.

Nous espérons que notre rapport vous apportera entière satisfaction. N'hésitez pas à nous contacter si vous avez besoin d'informations supplémentaires.

Veillez agréer, Monsieur, nos salutations distinguées.

**AMEC Environnement & Infrastructure  
Une division d'AMEC Amériques Limitée**

Nancy Verreault, ing., M. Sc. A.  
Directrice de projets

NV/jwg/ja

G:\Project\2014\TX 14 1058 03, 1000 - Arianne Phosphate - Revue de conception\5.0 Rapport et calculs\5.3 Rapport et devis\Rapports draft\PROJET TX 14 1058 03.docx

AMEC Environnement & Infrastructure  
Une division d'AMEC Amériques Limitée  
1425, route Transcanadienne, bureau 400  
Dorval (Québec) H9P 2W9  
CANADA  
Tél. 514 684-5555  
Télec. 514 684-1309  
1 866 943-AMEC

### **Avis important**

Ce rapport a été préparé par AMEC Environnement & Infrastructure, une division d'AMEC Amériques Limitée (« AMEC ») à l'usage exclusif d'Ariane Phosphate. La qualité des informations, des conclusions et des estimations contenues aux présentes reflète le niveau d'effort et d'attention fourni par les services d'AMEC. Cette qualité est basée sur : i) les informations disponibles au moment de la préparation de ce rapport, ii) les données fournies par des sources extérieures, et iii) les hypothèses, les conditions et les restrictions énoncées à ce rapport. Ce rapport est destiné à être utilisé strictement par Ariane Phosphate, sous réserve des conditions et des modalités de son contrat avec AMEC. Toute utilisation de ce rapport ou prise de décision sur la base de celui-ci par une tierce partie est faite aux risques de cette tierce partie.

## Table des matières

|  | <b>Page</b> |
|--|-------------|
| <b>1.0 Introduction .....</b>  | <b>1</b>    |
| <b>2.0 Description du projet .....</b>   | <b>2</b>    |
| <b>3.0 Conception des digues du parc à résidus .....</b>   | <b>3</b>    |
| 3.1 Critères de conception .....   | 3           |
| 3.2 Paramètres géotechniques utilisés pour les analyses de la stabilité des digues .....                                     | 3           |
| 3.2.1 Données géotechniques .....  | 3           |
| 3.2.2 Géométrie et matériaux constituant les digues .....  | 3           |
| 3.2.3 Propriétés géotechniques des matériaux aux fins d'analyses de stabilité .....  | 4           |
| 3.2.4 Niveau d'eau dans le parc à résidus .....  | 5           |
| 3.2.5 Résultats des analyses de stabilité .....  | 5           |
| <b>4.0 Mode de gestion des résidus.....</b>  | <b>6</b>    |
| 4.1 Séquence de construction des digues par rehaussements successifs .....   | 6           |
| 4.2 Disposition des résidus dans le parc et gestion de l'eau .....   | 7           |
| <b>5.0 Gestion des eaux de précipitations et de l'eau des résidus et éléments de conception du bassin de rétention .....</b> | <b>8</b>    |
| 5.1 Critères de conception .....   | 8           |
| 5.2 Étude de base .....  | 9           |
| <b>6.0 Traitement des eaux.....</b>  | <b>10</b>   |
| 6.1 Les eaux à gérer .....   | 10          |
| 6.2 Mode de gestion des eaux .....   | 11          |
| 6.3 Chimie des eaux.....   | 11          |
| 6.4 Bassin de rétention.....   | 12          |
| 6.5 Traitement des eaux.....   | 12          |
| 6.6 Bassin de décantation .....  | 13          |
| 6.7 Conception de l'usine de traitement.....   | 13          |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| 6.8        | Concept typique .....   | 14        |
| <b>7.0</b> | <b>Discussions et possibilités d'optimisation.....</b>  | <b>15</b> |
| 7.1        | Conception des digues du parc à résidus .....   | 15        |
| 7.2        | Mode de gestion des résidus .....   | 16        |
| 7.3        | Gestion des eaux de précipitations et de l'eau des résidus et éléments de conception du bassin de rétention .....   | 16        |
| 7.4        | Traitement des eaux.....  | 17        |
| <b>8.0</b> | <b>Pistes d'optimisation suggérées .....</b>  | <b>18</b> |
| 8.1        | Analyser la possibilité de réduire le nombre de stations de pompage périphériques.....  | 18        |
| 8.2        | Préciser la séquence de remplissage du parc à résidus et le mode de gestion de l'eau dans le parc, revoir la séquence de construction des digues en conséquence ..... | 18        |
| 8.3        | Analyser la possibilité d'amélioration de la performance de l'usine de traitement des eaux..  | 19        |

## 1.0 Introduction

AMEC Environnement & Infrastructure, une division d'AMEC Amériques Limitée (« AMEC ») a été mandatée par Arianne Phosphate inc. (« Arianne Phosphate ») pour réaliser une revue du rapport de conception du parc à résidus et du bassin de rétention qui a été produit afin de supporter l'étude de faisabilité de l'ensemble du projet d'implantation d'une nouvelle mine d'apatite dans le secteur du Lac à Paul. Le rapport intitulé « Mine d'apatite du Lac à Paul, Étude de faisabilité, Parc à résidus et bassin de rétention » a été préparé par la firme LVM inc. « LVM ». Il porte le numéro de référence « 153-P0001126-0-01-103-GE-R-0001-00 » et est daté du 14 janvier 2014.

Les principaux objectifs de la revue du rapport de conception consistent à valider les critères de conception retenus ainsi que les paramètres utilisés pour la réalisation des analyses effectuées ayant mené à la conception préliminaire du projet. Dans le cadre de ce mandat, les éléments suivants ont été revus :

- Conception des digues du parc à résidus : revue des critères de conception, revue des paramètres géotechniques utilisés pour les analyses de stabilité pour les différents matériaux utilisés.
- Mode de gestion des résidus : revue de la séquence de construction des digues proposée et revue de la disposition des résidus dans le parc et de la gestion de l'eau.
- Gestion des eaux de précipitation et de l'eau des résidus et éléments de conception du bassin de rétention : revue des critères de conception et de l'étude de base menant à la gestion des eaux de surface et à la conception du bassin de rétention.
- Traitement des eaux : revue des eaux à gérer, du mode de gestion de l'eau, de la chimie des eaux. Revue du traitement des eaux, du bassin de décantation et de la conception de l'usine de traitement. Discussions sur un concept typique qui pourrait être analysé à l'intérieur d'un mandat subséquent.

Dans le cadre de ce mandat, AMEC a également identifié certaines pistes en vue d'optimiser les travaux de construction et la gestion des opérations du parc à résidus afin de mener à des économies de coûts.

Il est important de noter qu'aucune conception n'a été effectuée au terme du présent mandat et qu'AMEC n'assumera aucune responsabilité sur la conception actuelle. Les éléments d'optimisation pouvant présenter des avantages lors de la construction ou des opérations, ou au niveau des coûts de réalisation ont été soulevés lors du présent mandat. Or, leur analyse et toute éventuelle modification à certains éléments de conception feront l'objet d'un mandat additionnel.

Le présent rapport contient une brève description du projet ainsi que les principaux éléments qui ont été revus à partir du rapport de conception qui nous a été transmis. Nos commentaires relatifs à chacun des éléments revus y sont formulés. Finalement, certaines pistes d'amélioration/d'optimisation sont présentés à la section finale du rapport.

## 2.0 Description du projet

Arianne Phosphate inc. planifie l'implantation d'une nouvelle mine d'apatite dans le secteur du Lac à Paul, à 200 km au nord du Saguenay, à environ 35 km au nord du barrage hydroélectrique Chute-des-Passes au Québec.

Le gisement sera exploité sous forme de mine à ciel ouvert. Une usine de traitement du minéral sera construite et opérée afin de produire du concentré de haute qualité. En ce qui concerne la gestion des rejets, les stériles seront entreposés dans une halde et les résidus miniers seront acheminés vers un parc à résidus et un bassin de rétention des eaux. Le projet prévoit également un système de transport en vue d'acheminer le produit à l'année, à un port en eau profonde sur la rivière Saguenay. L'étude de faisabilité a été préparée par Cegertec Worley Parsons avec la collaboration de LVM relativement à l'implantation du parc à résidus et à la gestion des eaux du parc.

Le projet prévoit la construction et l'utilisation d'un parc à résidus localisé dans la portion sud du secteur visé par le développement minier. Selon les résultats des essais en laboratoire effectués par l'Unité de recherche et de service en technologie minérale (URSTM) sur l'« Évaluation du comportement géochimique des résidus de concentrateur, du minéral et des stériles du projet Lac-à-Paul », portant le numéro de référence : PU-2012-06-724 et daté de décembre 2013, les résidus sont classés à faible risque.

Afin de réduire les volumes d'eau à gérer et à entreposer, les résidus seront épaissis de manière à obtenir une densité de pulpe constituée de 68 % solide. Les résidus seront déposés à l'intérieur du parc à résidus constitué de digues périphériques construites en plusieurs rehaussements. Des chemins de drainage, à l'intérieur du parc, seront mis en place progressivement avec le rehaussement des digues. Les chemins de drainage formeront des cellules à l'intérieur desquelles seront déposés les résidus. Les digues périphériques (à l'exception de la digue de départ) et les chemins de drainage seront construits avec les stériles miniers.

Un bassin de rétention emmagasinera temporairement les eaux provenant du parc à résidus et les eaux de ruissellement ayant été en contact avec les stériles dont sont constituées les digues. Ces eaux seront soit réutilisées comme eaux de procédé ou rejetées dans l'environnement après analyse et traitement, le cas échéant.

Selon les paramètres opérationnels cités dans le rapport de conception, le parc à résidus sera opéré durant 25 ans. Les taux de production aux années 1, 2 et subséquentes seront respectivement de 6 Mt, 9 Mt et 15,6 Mt. Le parc pourra entreposer un volume total de 203 Mm<sup>3</sup> alors que la capacité minimale requise est de 250 Mm<sup>3</sup>. La masse volumique des résidus épaissis est évaluée, par des essais en laboratoire, à 1,83t/m<sup>3</sup>. Le volume de stérile disponible chaque année (à l'exception de l'année 1) est suffisant pour le rehaussement progressif des digues.



Dans le cadre de ce mandat, le choix de l'emplacement du parc à résidus et du bassin de rétention n'a pas été revu par AMEC. Si le Client le désire, ceci pourra être réalisé. Toutefois, l'ensemble des données topographiques, géotechniques et hydrographiques; les détails sur les divers aménagements prévus; la localisation des zones minéralisées et les détails de l'étude d'impact devront minimalement nous être fournis.

Il convient de noter que les données mentionnées dans la section 2 du rapport de LVM, sont des données de base fournies en majorité par le client et n'ont donc pas été validées, cependant elles ont été prises en considération dans la revue des éléments de conception.

Les éléments de conception revus sont discutés dans les sections suivantes.

### **3.0 Conception des digues du parc à résidus**

#### **3.1 Critères de conception**

Les critères de conception pris en considération sont principalement basés sur les exigences de directive 019, ce qui nous semble approprié.

#### **3.2 Paramètres géotechniques utilisés pour les analyses de la stabilité des digues**

##### **3.2.1 Données géotechniques**

Le rapport de conception mentionne qu'une caractérisation géotechnique a été réalisée par LVM dans le secteur couvrant l'empreinte du parc à résidus et les digues périphériques. Il convient de noter que les données géotechniques (rapport de sondages, plan de localisation, coupe stratigraphie) ne nous ont pas été fournies et n'ont pas été revues.

##### **3.2.2 Géométrie et matériaux constituant les digues**

La section transversale type des digues proposées montre un massif en enrochement périphérique constitué de stériles miniers ainsi que des inclusions localisées constituées également en stériles miniers.

La digue principale proposée, localisée le long de la limite nord et ouest du parc, aura une hauteur maximale de 90 m. À la base, les premiers 60 m de digue seront construits selon la méthode de l'axe central avec une pente aval profilée avec une inclinaison de 2 horizontalement pour 1 verticalement. Pour la portion supérieure de la digue, entre 60 et 90 m de hauteur, la construction se fera selon la méthode amont, la pente aval sera profilée avec une inclinaison de 2,7 horizontalement pour 1 verticalement.

### **3.2.3 Propriétés géotechniques des matériaux aux fins d'analyses de stabilité**

#### **3.2.3.1 Sols d'assise du parc à résidus**

Le rapport de LVM mentionne que 14 forages géotechniques ont été réalisés dans le secteur du parc à résidus. Il convient de noter que les rapports de forages ne nous ont pas été transmis. Selon le rapport de LVM, les matériaux de surface sont constitués d'une couche de terre végétale ou de tourbe suivie d'un dépôt de sable avec un peu de silt à silteux à silt sableux de compacité très lâche à moyenne, sur des épaisseurs variant de 3 à 22 m. Ce dépôt repose sur le socle rocheux.

Bien que nous n'ayons pas pu le valider avec les valeurs des indices « N », le poids volumique et l'angle de frottement interne considérés pour le dépôt de sable silteux à silt sableux correspondent à un dépôt de compacité très lâche à moyenne, comme indiqué dans la description du matériel.

Selon les calculs de liquéfaction réalisés par LVM, les sols de fondation ne seraient pas liquéfiables. Les paramètres utilisés pour les calculs sont représentatifs des conditions mentionnées dans le rapport.

#### **3.2.3.2 Résidus miniers**

Pour les résidus miniers, selon les analyses de stabilité présentées à l'annexe 3, nous comprenons qu'un poids volumique de 19 kN/m<sup>3</sup> a été utilisé, bien que le tableau 2 indique 21 kN/m<sup>3</sup>. Un angle de frottement interne de 32 à 33 degrés a été utilisé. Nous comprenons que ces valeurs sont tirées de la littérature et qu'aucun essai n'a été effectué pour préciser ces paramètres. Il sera très important de valider ces données lors de l'ingénierie de détail afin d'ajuster la géométrie des digues selon les paramètres obtenus en laboratoire sur les résidus spécifiques au projet. En effet, selon que les résidus seront plus fins ou plus grossiers, les propriétés du matériau pourront changer significativement; la conception finale des digues du parc à résidus devra en tenir compte.

En ce qui concerne la résistance au cisaillement non drainée, les valeurs ont été estimées à partir de la relation  $C_u / \sigma'_{o} = 0,2$  avec un minimum de 12 kPa pour les résidus non consolidés. Afin de limiter cette valeur qui, sur la base de cette relation, aura tendance à augmenter considérablement avec la profondeur, une valeur maximale de l'ordre de 50 kPa devrait être considérée dans les analyses de stabilité.

#### **3.2.3.3 Enrochement en stériles**

En ce qui concerne les stériles miniers utilisés pour la construction des digues, selon les analyses de stabilité et selon le tableau 2 du rapport, un poids volumique de 22 kN/m<sup>3</sup> et un angle de frottement interne de 45 degrés ont été utilisés. Nous comprenons que ces valeurs sont également tirées de la littérature. Dans le cas où le pourcentage de particules fines que contiendra l'enrochement serait élevé, l'angle de frottement interne pourrait s'avérer inférieur à cette valeur. Aussi, afin d'éviter que les résidus miniers migrent vers l'enrochement en

stérile, un ou des matériaux granulaires devront être mis en place entre les stériles et les résidus de manière à respecter la loi des filtres et conserver ainsi un angle de frottement interne élevé. La conception finale des digues du parc à résidus devra en tenir compte.

### **3.2.4 Niveau d'eau dans le parc à résidus**

Afin de favoriser l'évacuation de l'eau du parc et la consolidation des résidus, des chemins de drainage seront aménagés à l'intérieur du parc à résidus. Les chemins de drainage seront construits avec de l'enrochement provenant du stérile minier. Les chemins de drainage formeront des cellules de déposition.

L'efficacité d'un tel système de drainage à l'intérieur du parc à résidus est questionnable. La migration de résidus dans les chemins de drainage pourrait colmater l'enrochement rendant le drainage moins efficace. Le rapport de LVM mentionne qu'une zone filtre devra être conçue de manière à limiter la migration des résidus vers l'intérieur des chemins de drainage. Les résidus à entreposer sont très fins et difficiles à drainer. Donc, il pourra être difficile d'abaisser le niveau d'eau dans le parc.

D'une manière générale, le niveau d'eau anticipé dans un matériau est un facteur déterminant dans les résultats des analyses de stabilité des talus. Les analyses de stabilité présentées à l'annexe 3 du rapport de LVM, anticipent un niveau d'eau dans le tiers ou la demie supérieure des résidus. Cette donnée ne peut être validée dans le cadre de ce mandat. AMEC recommande que des analyses supplémentaires soient réalisées afin de voir comment les résultats des analyses de stabilité pourraient être influencés par des variations du niveau de la nappe d'eau dans le parc.

Il serait également approprié de réaliser une étude hydrogéologique théorique en simulant l'écoulement de l'eau à travers les résidus et les chemins de drainage dans le parc afin de mieux anticiper le niveau d'eau dans le parc et ainsi réaliser des analyses de stabilité qui permettront de concevoir une géométrie optimale des matériaux constituant les digues.

Selon notre compréhension du scénario de remplissage, le parc à résidus sera rempli du sud vers le nord du parc. Donc, les précipitations et l'eau des résidus drainera vers le nord du site et sera évacuée vers le bassin de rétention par un déversoir d'opération localisé sur la digue nord. Une zone saturée sera présente dans le secteur à proximité du déversoir. La présence de cette zone saturée devra être prise en compte à l'ingénierie de détails pour les rehaussements de la digue nord subséquents.

### **3.2.5 Résultats des analyses de stabilité**

Les analyses de stabilités ont été réalisées et rencontrent les critères de conception pour les conditions de chargement à long terme et en condition pseudostatique, pour simuler le cas d'un évènement sismique.

Il est mentionné que, pour les cas de chargement statiques à court terme, ces analyses ne sont pas représentées. LVM fait l'hypothèse que les surpressions interstitielles seront

dissipées entre chacun des rehaussements. Selon le rapport de LVM, « il est pris pour hypothèse que les conditions non drainées sont limitées à de faibles épaisseurs de résidus et que ces couches n'ont qu'une influence marginale sur la stabilité globale du parc à résidus ». AMEC est d'avis que les calculs des taux de consolidation des résidus à différentes profondeurs et en fonction du temps devront être effectués selon l'emplacement des chemins de drainage projetés. AMEC considère qu'il faudra analyser, lors de l'ingénierie de détails, la répartition spatiale des pressions interstitielles dans le parc et réaliser les analyses de stabilité en condition de chargement statique à court terme approprié, le cas échéant.

Il convient également de noter qu'AMEC souligne que, lors de l'opération du parc, le comportement des résidus doit impérativement être suivi de très près. Une bonne instrumentation devra permettre de suivre l'évolution des pressions interstitielles et de l'état de consolidation des résidus.

Tel que mentionné dans le rapport de LVM, une évaluation du potentiel de liquéfaction des résidus miniers devra être effectuée lorsque les paramètres des résidus seront déterminés suivant la réalisation d'essais en laboratoire.

## **4.0 Mode de gestion des résidus**

### **4.1 Séquence de construction des digues par rehaussements successifs**

Aux fins de calcul du volume de résidus pouvant être entreposés dans le parc, une valeur de masse volumique de 1,83 t/m<sup>3</sup> a été utilisée. Cette valeur, obtenue en laboratoire, peut ne pas être représentative des conditions de mises en place des résidus. En effet, la présence de la neige et de la glace ainsi que les cycles de gel-dégel, pourront avoir une influence sur la masse volumique réelle des résidus et par le fait même, sur le volume disponible pour l'entreposage.

Les digues et les chemins de drainage seront construits par des rehaussements successifs. À l'année 1, une seule cellule est prévue. L'utilisation d'une seule cellule pourrait ne pas permettre à la neige et à la glace de fondre avant leur recouvrement successif par des couches de résidus. Il pourrait être possible que la neige et la glace restent emmagasinées à long terme dans le parc, entraînant ainsi une perte de volume d'entreposage de résidus.

Nous suggérons la déposition des résidus avec un minimum de deux cellules disponibles en tout temps. Une cellule « d'hiver » servira à la disposition des résidus en période hivernale. À l'intérieur de cette cellule, les résidus seront en mélange avec de la neige et de la glace. Après la période hivernale, les résidus seront déposés dans la cellule « d'été », laissant ainsi le temps à la neige et à la glace incluses dans la cellule « d'hiver » de fondre avant l'ajout de couches successives de résidus. Ceci afin d'éviter d'emmagasiner, à long terme, de la neige et de la glace dans les couches sous-jacentes de résidus.

Ainsi, nous sommes d'avis que la construction de la digue initiale et des digues successives pourraient être revues afin de permettre un mode de gestion des résidus avec un minimum de deux cellules.

#### **4.2 Disposition des résidus dans le parc et gestion de l'eau**

Selon le rapport de LVM, nous comprenons que la déposition des résidus se fera du sud vers le nord, de façon à maintenir un écoulement gravitaire de l'eau des résidus et de ruissellement vers le déversoir principal dirigeant l'eau dans le bassin de rétention.

Il pourrait être avantageux de revoir le mode de gestion de l'eau. Nous croyons qu'il pourrait être intéressant d'analyser la possibilité de déposer les résidus du nord vers le sud afin de diriger l'eau gravitairement vers le centre du parc à résidus. Les avantages seraient les suivants :

- L'eau serait ainsi éloignée des digues périphériques, ce qui pourrait faire en sorte de contribuer à l'augmentation de leur stabilité et procurerait un environnement encore plus sécuritaire.
- L'eau serait accumulée au centre du parc, plutôt que près du déversoir, ce qui n'entraînerait pas la formation d'une zone saturée, plus molle, à proximité du déversoir à l'intérieur du parc et qui pourrait être sensible et nécessiterait plus d'attention au moment du rehaussement des digues et de la reconstruction du déversoir à proximité de ce secteur.
- L'eau pourrait être redirigée du centre du parc vers le bassin de rétention via un déversoir central et un fossé en enrochement périphérique qui seront rehaussés progressivement et qui pourront également possiblement servir de déversoir d'urgence. Il ne serait donc pas nécessaire de réaliser la construction d'un déversoir d'urgence à chaque rehaussement de digue.
- La gestion de l'eau serait plus efficace, donc plus optimale et faciliterait ainsi les opérations dans le parc ce qui aurait pour effet de générer des coûts de gestion et d'opérations moindres.

Il pourrait également être intéressant, dans le cadre de cet exercice, de revoir la position du bassin de rétention afin d'optimiser le transfert de l'eau du parc vers le bassin.

Finalement, le rapport de LVM mentionne que selon les données de la littérature, les résidus épaissis peuvent avoir des pentes de déposition de l'ordre de 6 degrés (10 %). Le rapport de LVM mentionne qu'ils anticipent que ces pentes soient beaucoup moins prononcées, ce que nous croyons également. La pente de déposition est un élément important à considérer dans la gestion des résidus. Il serait intéressant de tenter de retracer des données provenant de types de résidus similaires afin d'avoir une idée plus juste de la pente de déposition anticipée pour prévoir l'ajustement des scénarios de remplissage et l'élimination d'éventuels problèmes qui pourraient survenir lors de la déposition des résidus.

## **5.0 Gestion des eaux de précipitations et de l'eau des résidus et éléments de conception du bassin de rétention**

Les principales infrastructures de gestion des eaux et des résidus dont il est question dans le rapport de conception de LVM sont :

- Le parc à résidus;
- Le bassin de rétention;
- Les fossés de drainage et les bassins de détention;
- Les stations de pompage;
- L'usine de traitement des eaux.

Le parc à résidus emmagasine les résidus épaissis alors que les eaux issues des résidus et du ruissellement sur le parc se déversent en aval (sur-verse) dans le bassin de rétention. Les eaux d'exfiltration sont collectées dans un réseau de fossés périphériques et sont pompées à partir de petits bassins de collecte (bassins de détention) vers le bassin de rétention avant d'être, soit traitées et relâchées dans l'environnement, soit évacuées directement vers le milieu récepteur si elles sont conformes aux normes réglementaires.

À la lecture de la section 4 du rapport de conception qui concerne la gestion des eaux de ruissellement, il se dégage qu'il y a, à ce stade de l'étude, encore des inconnues et des éléments de conception à regarder en phase ultérieure. À plusieurs endroits dans le rapport, il est mentionné que les informations actuelles disponibles ne permettent pas de faire une conception plus précise et recommande de le faire à l'étape d'ingénierie détaillée.

Nous comprenons que le parc à résidus n'a pas été conçu pour la rétention de l'eau.

Il manque un plan montrant le découpage des bassins versants et des sous-bassins versants, de même que la localisation des bassins de détention (pompage).

L'ajout d'un plan d'ensemble montrant le cheminement des eaux (avec bassins versants, ouvrages et infrastructure) aurait été avantageux afin de faciliter la compréhension du rapport.

Nous constatons que le rapport de l'étude hydrologique et du bilan d'eau n'est pas inclus dans le rapport de conception.

Il n'est pas clair si la situation critique du point de vue de la gestion de l'eau est la situation ultime.

### **5.1 Critères de conception**

Les éléments reproduits dans le rapport présentent plus de détails pour la conception des fossés de drainage et les stations de pompage et peu sur les bassins de gestions des eaux.

À la page 18, section 4.2.2 : la récurrence de la crue de projet utilisée dans le calcul de l'averse critique de durée 24 heures (Directive 019) n'est pas clairement spécifiée. Il n'est pas possible de valider si la crue millénaire (1 000 ans) a été considérée.

Les critères de conception hydraulique de la station de traitement ne sont pas fournis.

Page 18, section 4.2.3 : Il n'est pas clairement mentionné si une analyse considérant, entre autres, les éléments tels que les vagues, les infrastructures vulnérables situées en aval du bassin a été réalisée afin de statuer sur la revanche minimale de 1 m.

## 5.2 Étude de base

La conception des ouvrages de gestion, notamment, les parcs à résidus miniers, les ouvrages de drainage et les bassins de rétentions des eaux de ruissellement, se base principalement sur les variables hydroclimatologiques en premier lieu les précipitations, les débits et les volumes.

Dans le rapport de conception, il y a peu d'éléments sur les analyses climatologiques et hydrologiques menées pour l'étude de faisabilité. Les approches utilisées, les méthodes et les données de base sont parfois ambiguës.

- Le rapport fait référence à quelques reprises à un bassin de polissage. Il semblerait que ce terme serait utilisé pour le bassin de rétention et/ou le bassin de décantation. En effet, le plan d'ensemble n'illustre pas de bassin de polissage;
- Le rapport ne mentionne pas les IDF (intensité, durée et fréquence) des précipitations utilisées (tableaux ou courbes).
- Nous recommandons de faire une analyse statistique, basée sur les données disponibles, du couvert de neige et des intensités de pluies, car la valeur utilisée pour le couvert centennal de 145 cm nous paraît faible.
- Un rapport plus détaillé incluant tous les éléments requis à la conception au niveau de la faisabilité aurait pu être produit.

Page 25, section 4.4.2 : La méthode rationnelle a été utilisée pour la conception des fossés de drainage alors que la méthode de transposition de débits (débit spécifique) a été utilisée pour la conception des stations de pompage sans justification pour ces choix.

La récurrence du débit spécifique adopté (37.6 l/s/km<sup>2</sup>) n'est pas clairement identifiée. Nous ne sommes pas certains s'il s'agit du débit spécifique moyen annuel, tel que mentionné dans le texte. Ne connaissant pas la capacité de rétention du bassin, il faudra s'assurer qu'il ne risque pas d'y avoir débordement en cas de crue. Les fossés eux ont été conçus pour la crue centennale.

À la page 26, il est indiqué : le débit moyen des stations de pompage sera donc obtenu en multipliant le débit spécifique de 37.6 l/s/km<sup>2</sup> par la superficie de chacune des digues. Il faudra s'assurer que cela représente bien la superficie du sous-bassin versant drainé en ce point. Le

calcul des capacités des bassins de détention des fossés 2 à 10 n'est pas présenté de même que les critères de conception.

Page 27, section 4.4.3 : Les critères de conception ainsi que le volume du bassin de rétention pour les fossés 1 et 11 ne sont pas spécifiés.

Page 28, section 4.4.5 : Les dimensions utilisées pour les évacuateurs de crues pour l'étude de faisabilité et l'estimation des coûts ne sont pas spécifiés.

Page 30, section 4.5.1 : Les bilans d'eau qui ont servis à la conception ne sont pas présentés dans le rapport de conception. Les courbes élévation-volumes (et/ou élévation-superficies) des bassins ne sont pas fournies, ni les détails sur l'information de base utilisée (par exemple: topographie). Le choix du niveau de sur-verse pour obtenir un volume de 740 000 m<sup>3</sup> n'est pas expliqué.

Page 33 : Nous comprenons que la hauteur de la revanche et le dimensionnement du déversoir d'urgence n'ont pas été réalisés. Comme indiqué dans le rapport, ceci devra être réalisé lors de l'ingénierie de détails.

La revue de la section 4 « Gestion des eaux de ruissellement » du rapport de conception n'a pas permis de valider l'ensemble du travail réalisé. Le rapport produit ne présente pas tous les éléments pour pouvoir valider l'ensemble du travail réalisé. Nous comprenons que plusieurs analyses ont dû être complétées en parallèle sans que leurs résultats apparaissent dans le rapport de faisabilité ce qui rend sa révision peu aisée.

Toutefois, il convient de noter que le concept général retenu pour la gestion des eaux de ruissellement et des eaux des résidus semble être approprié. Le drainage de toutes les eaux périphériques vers le bassin de rétention principal nous semble être la solution à préconiser.

Finalement, plusieurs éléments devront être précisés au niveau de l'ingénierie de détails.

## **6.0 Traitement des eaux**

### **6.1 Les eaux à gérer**

Le rapport de conception qui fait l'objet de cette revue décrit la gestion des eaux de ruissellement du parc à résidus. Il n'y a aucune mention de la gestion des eaux de mine, des eaux de contact provenant de l'usine, ni des eaux de drainage des haldes de stériles.

Aux fins de permis, il faut aussi prévoir la gestion et le traitement des eaux de construction durant les différentes étapes de réalisation du projet. Toutes ces eaux sont aptes à contenir des matières en suspension qui dépassent les normes de rejet. Les eaux d'exhaure pourraient aussi contenir des produits d'explosifs, tels l'ammoniac et les nitrites/nitrates.

Dans la grande majorité des cas, il est plus efficace et rentable de combiner toutes les eaux du site en un seul endroit pour le contrôle final.



Dans le contexte du présent mandat octroyé à AMEC, nous comprenons que la gestion et le traitement de ces eaux ont été considérés dans des rapports distincts et ne font pas partie de notre mandat. Toutefois, dans l'éventualité où le Client le désire, AMEC pourra le soutenir dans le cadre de la gestion et du traitement de l'ensemble des eaux du site, et ce, à toutes les étapes de réalisation du projet.

## **6.2 Mode de gestion des eaux**

Il est mentionné qu'au-delà d'un certain niveau d'eau dans le bassin de rétention, les eaux seront pompées vers une station de traitement avant leur rejet vers l'effluent. Si la topographie le permet, il est toujours préférable d'utiliser un écoulement gravitaire. Cela permet de réduire les coûts en capital et les coûts d'opération.

La description de la recirculation d'eau à l'usine est à clarifier puisqu'il est indiqué, sur la représentation graphique du bilan d'eau, que l'eau recirculée vers l'usine est pompée du parc à résidus alors que nous comprenons, selon le rapport de conception, que l'eau sera pompée du bassin de rétention vers l'usine. En effet, à la section 4.1, l'eau recirculée provient du bassin de rétention, alors que dans la figure 8, l'eau semble provenir directement du parc à résidus, alors qu'il y a mention qu'elle provient du bassin de polissage.

## **6.3 Chimie des eaux**

Le rapport réalisé par l'Unité de recherche et de service en technologie minérale (URSTM) sur l'« Évaluation du comportement géochimique des résidus de concentrateur, du minerai et des stériles du projet Lac-à-Paul », daté de décembre 2013, démontre que les essais en laboratoire sur les échantillons de résidus sont considérés comme « résidus miniers à faible risque ». Ils ne sont donc pas générateurs de drainage minier acide et le pH lors des essais en colonne demeure légèrement alcalin (pH entre 7,5 et 9,0) pour se stabiliser autour de pH 8,0. Les essais en colonne ont montré également que les concentrations obtenues en As, Cu, Fe, Ni, Pb et Zn dans les lixiviats étaient bien en dessous des limites de la Directive 019.

Par conséquent, l'interprétation de LVM sur le type de contaminants, qui serait potentiellement à traiter dans les eaux, est justifiée et pourrait concerner uniquement les matières en suspension. La limite de concentration moyenne maximale mensuelle est de 15 mg/L selon la Directive 019.

L'utilisation de matières explosives dans l'exploitation d'une mine à ciel ouvert peut également conduire à des concentrations d'azote ammoniacal et de nitrites/nitrates. Bien que ces paramètres ne soient pas normés dans la Directive 019, des objectifs environnementaux de rejet (OER) pourraient y être imposés et sont à respecter. L'azote peut causer de la toxicité qui fait partie de la directive. Il est aussi à vérifier si certains produits chimiques utilisés dans le concentrateur pourraient être problématiques.

## 6.4 Bassin de rétention

Il est mentionné, dans la section 4.2.2 du rapport de conception de LVM, que le bassin de rétention devra pouvoir contenir une crue de projet. Il est important de préciser la récurrence de l'averse pluvieuse considérée.

Selon le bilan de masse et la capacité du bassin de rétention, le temps de rétention moyen du bassin serait de plus de 30 jours. Ainsi, en temps normal, il est possible que les matières en suspension aient le temps de décanter dans le bassin de rétention et qu'aucun traitement chimique ne soit requis. Par contre, on ne peut supposer que ce soit le cas, puisque la formation de solides colloïdaux est possible. Les solides colloïdaux nécessitent l'ajout de réactifs pour la décantation.

## 6.5 Traitement des eaux

Le traitement des eaux du bassin de rétention est probablement requis en période de crue ou durant la fonte des neiges. S'il y a formation de solides colloïdaux, le traitement pourrait être requis en tout temps. Le traitement de matières en suspension se fait typiquement à l'aide d'ajout de coagulant et de décantation soit dans un clarificateur ou dans un étang. Pour la séparation proposée dans un étang, un point de conception critique est le temps de rétention alloué. Celui-ci dépend du débit de conception et du volume total du bassin de décantation.

Il y a lieu de justifier le choix de la capacité de traitement des eaux usées qui a été donné à 160 m<sup>3</sup>/h en moyenne et à 500 m<sup>3</sup>/h maximum. Les calculs et critères utilisés pour en arriver à ces débits ne sont pas détaillés.

Un traitement par ajout de sulfate de fer a été choisi par LVM. L'ajout du sulfate ferrique comme coagulant est un traitement reconnu et largement appliqué puisque c'est un réactif efficace et moins dispendieux que les autres options disponibles. L'usage du sulfate ferrique avec un agent alcalin (ici la soude caustique - NaOH) est justifié puisque l'ajout de sulfate ferrique cause une baisse de pH qui doit être contrée afin de rencontrer les normes de rejet.

Nous sommes d'avis que le choix de l'agent alcalin ne devrait pas se limiter à la soude caustique puisque la chaux peut remplir cette fonction à moindre coût. Le NaOH est aussi normalement alimenté en solution aqueuse à 50 %, solution qui peut geler à 12°C. Le caustique est aussi très corrosif et nécessite des précautions importantes côté santé-sécurité. Bien que la chaux nécessite plus de manipulation pour son dosage, c'est un agent alcalin souvent préférable au caustique dû à son efficacité, à son moindre coût, et au fait que c'est livré sous forme de poudre, donc insensible au gel. Il est donc recommandé de faire une étude sur le choix de la base afin de sélectionner celui qui conviendrait mieux aux opérations de traitement du site. Il est aussi recommandé de mentionner les deux réactifs dans la demande de permis.

Il convient de noter que l'emplacement de l'usine de traitement n'est pas représenté sur les plans.

## 6.6 Bassin de décantation

Le rapport de conception de LVM indique qu'un bassin de décantation de 3 000 m<sup>3</sup> est prévu pour le traitement, soit donc un temps de rétention de 18 heures pour un débit de traitement moyen de 160 m<sup>3</sup>/h ou de 6 heures à un débit maximum de 500 m<sup>3</sup>/h. Un bassin de décantation pour des eaux minières est typiquement beaucoup plus grand. Ceci, afin de permettre le temps nécessaire pour la décantation efficace des solides même lors d'évènement de vents forts ou de hautes précipitations. Une plus grande dimension permet aussi l'accumulation de matières solides sous forme de boue au fond du bassin. Un bassin trop petit sera vulnérable aux vents et devra être vidangé de solides (draguer) régulièrement. Il convient de noter que ce bassin de décantation de 3 000 m<sup>3</sup> n'est pas représenté sur le plan.

Avec un bassin suffisamment grand, l'ajout d'un flocculant n'est pas nécessaire. Le coagulant et l'agent alcalin suffiront afin de permettre une bonne décantation et la formation d'un effluent final conforme. Il est donc préférable d'opter pour un bassin de décantation plus grand et éliminer l'usage de flocculant. Il est entendu que cela représente un investissement en capital plus élevé, mais les coûts d'opération à long terme seront moindres dus à l'élimination du flocculant et le besoin de dragage seulement très sporadique.

## 6.7 Conception de l'usine de traitement

Selon le rapport de conception de LVM, le traitement proposé se ferait dans 3 modules de 40 pieds, qui contiennent les besoins en stockage et dosage de sulfate ferrique, caustique, et flocculant. Il y aurait aussi besoin d'une salle électrique, d'instrumentation et d'un poste de contrôle pour l'opérateur. L'option de faire un traitement de ce genre peut être efficace pour un système temporaire et/ou mobile s'il est nécessaire de le déménager régulièrement.

Nous estimons que pour un traitement de plusieurs années, il est plus économique et efficace de construire une usine de traitement conventionnelle avec une fondation, un bâtiment, une salle électrique, les systèmes de réactifs, une salle de bain, des douches d'urgence et un petit laboratoire (pour calibration des instruments et préparation d'échantillons).

Selon le rapport de LVM, la capacité proposée du système de stockage des réactifs est de 1 500 L. Pour le sulfate ferrique, en supposant un dosage de 20 mg de Fe par litre d'eau à traiter, au débit proposé de 500 m<sup>3</sup>/h, ce réservoir durerait environ un jour. Ceci veut donc dire qu'un opérateur doit remplir le réservoir tous les jours. Il est préférable d'avoir la capacité d'opérer en continu de façon automatique pour plusieurs jours. Avec des réservoirs trop petits, il faudra une opération 24 heures alors qu'une usine automatisée peut avoir une opération à 40 heures/semaine.

Un « mélangeur en continu de diamètre de 8 pouces » et « 3 points d'injection » sont proposés pour le traitement. Bien qu'il manque des détails, il semble que le plan est d'utiliser un mélangeur statique en tuyau. Il semble aussi que le temps nécessaire afin de bien planifier

un système de traitement n'a pas été investi puisqu'il n'est pas plausible d'injecter 3 réactifs et contrôler le tout avec un seul mélangeur.

Au lieu d'un mélangeur en ligne, il est recommandé de construire un réacteur où le pH peut être mesuré afin de bien le contrôler. Le contrôle de pH dans une tuyauterie avec un mélangeur statique est difficile et inefficace. Avec un réacteur d'un temps de rétention d'environ 5 minutes, le contrôle peut bien se faire. L'ajout du coagulant se ferait par dosage en fonction du débit d'alimentation de l'eau brute.

Les autres éléments listés sont le minimum que devrait comporter une usine de traitement. Les informations transmises ne nous permettent pas de valider le dimensionnement des pompes. Le système de traitement proposé ressemble davantage à un système de traitement mobile temporaire que permanent.

Des aires d'entreposage des réactifs chimiques et les moyens de manutention pour remplir les réservoirs sont également à prévoir.

Il est mentionné que l'eau du bassin de décantation de 3 000 m<sup>3</sup> soit pompée vers un fossé avant le rejet à l'environnement. Si la topographie le permet, il est recommandé que ce rejet se fasse de manière gravitaire sans nécessiter de pompage.

## **6.8 Concept typique**

AMEC a conceptualisé et construit plusieurs systèmes de traitement pour décantation en étang. Lorsque possible, tous les transferts ont avantage à se faire par gravité, à partir du parc à résidus, au bassin de rétention, à l'usine de traitement et au bassin de décantation (ou polissage). Ceci réduit les coûts en capital et en opération, en plus de faciliter l'opération de façon importante. Par contre, il est entendu que les eaux provenant des fossés de collecte doivent être pompées.

Sans avoir étudié et validé toutes les données, nous croyons qu'il y aurait possiblement un intérêt à analyser l'option d'installer l'usine de traitement en amont du bassin principal de rétention. L'eau provenant du parc à résidus et du bassin pourrait être acheminée vers l'usine de traitement. L'eau transférée vers le système de traitement pourrait être dirigée vers un réacteur où le coagulant est dosé et le pH contrôlé. Avec les solides coagulés, cette eau continue ensuite vers le grand bassin de rétention qui servirait également de décantation. Ce bassin pourrait déverser par gravité vers l'environnement (et ainsi éliminer une pompe et le petit bassin de décantation), avec une mesure de débit et de pH en continu.

Dans l'éventualité où des changements dans les procédés à l'usine sont effectués lors de l'ingénierie de détails, il faudra revoir les besoins en eau de procédé provenant du bassin. Dans l'éventualité où le besoin à l'usine change, le dimensionnement du bassin pourrait être modifié.

Plusieurs bassins de décantation ont été conçus avec succès par AMEC et nous avons donc des critères typiques applicables.

Il est important de considérer que le concept présenté plus haut, avec un traitement à l'entrée du bassin de rétention, entraînera probablement un coût plus élevé pour l'usine de traitement, mais pourrait économiser sur les coûts de pompage et les coûts des bassins (pas de bassin de décantation spécifique).

## **7.0 Discussions et possibilités d'optimisation**

La revue du rapport de conception qui a été réalisée par AMEC a permis de faire ressortir les éléments suivants.

### **7.1 Conception des digues du parc à résidus**

Les propriétés géotechniques des résidus sont tirées de la littérature. Il sera très important de valider ces données lors de l'ingénierie de détails afin d'ajuster la géométrie des digues selon les paramètres obtenus en laboratoire sur les résidus spécifiques au projet. En effet, selon que les résidus seront plus fins ou plus grossiers, les propriétés du matériau pourront changer significativement; la conception finale des digues du parc à résidus devra en tenir compte.

L'efficacité des chemins de drainage à l'intérieur du parc à résidus devra être analysée lors de l'ingénierie de détails. Il sera important de s'assurer d'abaisser le niveau d'eau dans le parc à résidus, principalement à proximité des digues. Le niveau d'eau anticipé dans un matériau est un facteur déterminant dans les résultats des analyses de stabilité des talus. AMEC recommande que des analyses supplémentaires soient réalisées afin de voir comment les résultats des analyses de stabilité pourraient être influencés par des variations du niveau de la nappe d'eau dans le parc. Une étude hydrogéologique théorique pourrait être réalisée afin de simuler l'écoulement de l'eau à travers les résidus et les chemins de drainage dans le parc afin de mieux anticiper le niveau d'eau dans le parc et ainsi réaliser des analyses de stabilité qui permettront de concevoir une géométrie optimale des matériaux constituant les digues.

Afin de s'assurer du comportement des digues sous l'effet des charges statiques à court terme, AMEC est d'avis que les calculs des taux de consolidation des résidus à différentes profondeurs et en fonction du temps devraient être effectués selon la localisation des chemins de drainage projetés. Il sera important d'analyser la répartition spatiale des pressions interstitielles dans le parc et de réaliser les analyses de stabilité en condition de chargement statique à court terme appropriées, le cas échéant.

Il convient également de noter qu'AMEC souligne que, lors de l'opération du parc, le comportement des résidus doit impérativement être suivi de très près. Une bonne instrumentation devra permettre de suivre l'évolution des pressions interstitielles et de l'état de consolidation des résidus.

Tel que mentionné dans le rapport de LVM, une évaluation du potentiel de liquéfaction des résidus miniers devra être effectuée lorsque les paramètres des résidus seront déterminés suivant la réalisation d'essais en laboratoire.

## **7.2 Mode de gestion des résidus**

AMEC suggère de procéder à la déposition des résidus avec un minimum de deux cellules disponibles en tout temps. Une cellule « d'hiver » servira à la disposition des résidus en période hivernale. À l'intérieur de cette cellule, les résidus seront en mélange avec de la neige et de la glace. Après la période hivernale, les résidus seront déposés dans la cellule « d'été », laissant ainsi le temps à la neige et à la glace incluses dans la cellule « d'hiver » de fondre avant l'ajout de couches successives de résidus. Ceci afin d'éviter d'emmagasiner, à long terme, de la neige et de la glace dans les couches sous-jacentes de résidus.

Il pourrait être avantageux de revoir le mode de gestion de l'eau. Nous croyons qu'il pourrait être intéressant d'analyser la possibilité de déposer les résidus du nord vers le sud afin de diriger l'eau gravitairement vers le centre du parc à résidus.

Il pourrait également être intéressant, dans le cadre de cet exercice, de revoir la position du bassin de rétention afin d'optimiser le transfert de l'eau du parc vers le bassin.

Finalement, le rapport de LVM mentionne que selon les données de la littérature, les résidus épaissis peuvent avoir des pentes de déposition de l'ordre de 6 degrés (10 %). Le rapport de LVM mentionne qu'ils anticipent que ces pentes soient beaucoup moins prononcées, ce que nous croyons également. La pente de déposition est un élément important à considérer dans la gestion des résidus. Il serait intéressant de tenter de retracer des données provenant de types de résidus similaires afin d'avoir une idée plus juste de la pente de déposition anticipée pour prévoir l'ajustement des scénarios de remplissage et l'élimination d'éventuels problèmes qui pourraient survenir lors déposition des résidus.

## **7.3 Gestion des eaux de précipitations et de l'eau des résidus et éléments de conception du bassin de rétention**

À la lecture de la section 4 du rapport de conception qui concerne la gestion des eaux de ruissellement, il se dégage qu'il y a, à ce stade de l'étude, encore des inconnues et des éléments de conception à regarder en phase ultérieure. À plusieurs endroits dans le rapport, il est mentionné que les informations actuelles disponibles ne permettent pas de faire une conception plus précise et recommande de le faire à l'étape d'ingénierie détaillée.

Nous constatons que le rapport de l'étude hydrologique et du bilan d'eau n'est pas inclus dans le rapport de conception.

Plusieurs données utilisées pour la conception ne sont pas mentionnées dans le rapport telles que la récurrence de la crue de projet utilisé dans le calcul de l'averse critique de durée 24 heures; les critères de conception hydraulique de la station de traitement; la récurrence du

débit spécifique adopté; les critères de conception ainsi que le volume du bassin de rétention pour les fossés 1 et 11; les dimensions utilisées pour les évacuateurs de crues pour l'étude de faisabilité et l'estimation des coûts.

Nous recommandons de faire une analyse statistique, basée sur les données disponibles, du couvert de neige et des intensités de pluies, car la valeur utilisée pour le couvert centennal de 145 cm nous paraît faible.

Les bilans d'eau qui ont servi à la conception ne sont pas présentés dans le rapport de conception. Les courbes élévation-volumes (et/ou élévation-superficies) des bassins ne sont pas fournies, ni les détails sur l'information de base utilisée (par exemple: topographie).

La revue de la section 4 « Gestion des eaux de ruissellement » du rapport de conception n'a pas permis de valider l'ensemble du travail réalisé. Le rapport produit ne présente pas tous les éléments pour pouvoir valider l'ensemble du travail réalisé. Nous comprenons que plusieurs analyses ont dû être complétées en parallèle sans que leurs résultats apparaissent dans le rapport de faisabilité, ce qui rend sa révision peu aisée.

Toutefois, il convient de noter que le concept général retenu pour la gestion des eaux de ruissellement semble être approprié. Le drainage de toutes les eaux périphériques vers le bassin de rétention principal nous apparaît être la solution à préconiser.

Finalement, il est important de mentionner que plusieurs éléments devront être précisés au niveau de l'ingénierie de détails.

#### **7.4 Traitement des eaux**

Il n'y a aucune mention sur le mode de gestion des eaux de mine, des eaux de contact provenant de l'usine, ni des eaux de drainage des haldes de stériles. Il faudra s'assurer que ces eaux sont traitées avant leur rejet à l'environnement.

Selon les données obtenues, le type de contaminants qui serait potentiellement à traiter dans les eaux concerne uniquement les matières en suspension.

Nous sommes d'avis que le choix de l'agent alcalin ne devrait pas se limiter à la soude caustique puisque la chaux peut remplir cette fonction à moindre coût. Il est donc recommandé de mentionner les deux réactifs dans la demande de permis.

Selon le rapport de conception de LVM ressemble plus à une unité de traitement d'urgence temporaire et plusieurs éléments semblent ne pas être inclus (les aires d'entreposage des réactifs, le laboratoire, etc.). Pour un système de traitement qui doit durer plusieurs années, il est préférable de construire un système traditionnel qui comporte tous les besoins et qui finit par être moins dispendieux lorsque les coûts d'opération sont inclus dans le calcul de valeur actuelle nette.

## **8.0 Pistes d'optimisation suggérées**

### **8.1 Analyser la possibilité de réduire le nombre de stations de pompage périphériques**

Il y a 11 stations de pompage localisées à différents emplacements autour du parc à résidus afin de ramener les eaux d'exfiltration vers le bassin de rétention.

Une analyse technico-économique devrait être réalisée afin de vérifier s'il serait techniquement et économiquement possible d'éliminer une ou plusieurs de ces stations de pompage par la réalisation de fossés gravitaires entre deux stations de pompage. L'élimination d'une station de pompage a pour effet de réduire les coûts de construction, mais aussi les coûts de gestion et d'opérations.

### **8.2 Préciser la séquence de remplissage du parc à résidus et le mode de gestion de l'eau dans le parc, revoir la séquence de construction des digues en conséquence**

Selon le concept actuel, à l'année 1, une seule cellule est prévue afin de contenir les résidus et de gérer l'eau. Nous suggérons la déposition des résidus avec un minimum de deux cellules disponibles en tout temps. Une cellule « d'hiver » servira à la disposition des résidus en période hivernale. À l'intérieur de cette cellule, les résidus seront en mélange avec de l'eau, de la neige et de la glace. Après la période hivernale, les résidus seront déposés dans la cellule « d'été », laissant ainsi le temps à la neige et à la glace incluses dans la cellule « d'hiver » de fondre avant l'ajout de couches successives de résidus. Ceci afin d'éviter d'emmagasiner, à long terme, de la neige et de la glace dans les couches sous-jacentes de résidus et ainsi optimiser le volume d'entreposage des résidus.

Ainsi, nous sommes d'avis que la construction de la digue initiale et des digues successives pourraient être revues afin de permettre un mode de gestion des résidus avec un minimum de deux cellules.

Il pourrait être avantageux de revoir le mode de gestion de l'eau. Nous croyons qu'il pourrait être intéressant d'analyser la possibilité de déposer les résidus du nord vers le sud afin de diriger l'eau gravitairement vers le centre du parc à résidus. Les avantages seraient les suivants :

- L'eau serait ainsi éloignée des digues périphériques ce qui pourrait faire en sorte de contribuer à l'augmentation de leur stabilité et procurerait un environnement encore plus sécuritaire.
- L'eau serait accumulée au centre du parc, plutôt que près du déversoir, ce qui n'entraînerait pas la formation d'une zone saturée, plus molle, à proximité du déversoir à l'intérieur du parc et qui pourrait être sensible et nécessiterait plus d'attention au



moment du rehaussement des digues et de la reconstruction du déversoir à proximité de ce secteur.

- L'eau pourrait être redirigée du centre du parc vers le bassin de rétention via un déversoir central et un fossé en enrochement périphérique qui pourrait également possiblement servir de déversoir d'urgence. Il ne serait donc pas nécessaire de réaliser la construction d'un déversoir d'urgence à chaque rehaussement de digue.
- Dans le cas où l'épaississeur devrait rejeter une quantité de résidus avec une teneur en eau beaucoup plus élevée, soit dans le cadre des opérations ou de la maintenance des équipements, cette eau serait gérée convenablement en se dirigeant naturellement vers le centre du parc, pour ensuite migrer progressivement vers le bassin de rétention.
- La gestion de l'eau serait ainsi plus efficace, donc plus optimale et faciliterait ainsi les opérations dans le parc ce qui aurait pour effet de générer des coûts de gestion et d'opérations moindres.

Il pourrait également être intéressant, dans le cadre de cet exercice, de revoir la position du bassin de rétention afin d'optimiser le transfert de l'eau du parc vers le bassin.

Cette analyse permettra d'optimiser la gestion des résidus et de l'eau dans le parc. Un avantage certain au niveau des opérations constituera une plus value au projet qui se traduira par une économie de coûts. Il convient également de considérer que la possibilité d'éliminer la construction répétitive d'un déversoir en béton, la réduction des ouvrages de dissipation de l'énergie de l'eau et la possibilité de construire un seul ouvrage qui servira également de déversoir d'urgence, pourront se traduire en économies de coûts de construction, d'opérations et en temps de réalisation.

### **8.3 Analyser la possibilité d'amélioration de la performance de l'usine de traitement des eaux**

Nous estimons que pour un traitement d'eaux de plusieurs années, il est plus économique et efficace de construire une usine de traitement conventionnelle avec une fondation, un bâtiment, une salle électrique, les systèmes de réactifs, une salle de bain, des douches d'urgence et un petit laboratoire.

AMEC a conceptualisé et construit plusieurs systèmes de traitement pour décantation en étang. Sans avoir étudié et validé toutes les données, nous croyons qu'il y aurait possiblement un intérêt à analyser l'option d'installer l'usine de traitement en amont du bassin principal de rétention, tel que décrit dans ce rapport.

Ce concept avec un traitement à l'entrée du bassin de rétention entraînera probablement un coût plus élevé pour l'usine de traitement, mais pourrait économiser sur les coûts de pompage (élimination d'une station de pompage), les coûts d'opération et les coûts de construction et de maintenance du petit bassin de décantation qui ne serait plus requis.

Finalement, AMEC recommande d'aller de l'avant dans l'étude de ces pistes d'optimisation. Nous sommes persuadés que leur analyse apportera une meilleure gestion des opérations du parc, une optimisation des travaux de construction et du temps de construction et des économies de coûts à plus ou moins court terme.

Dans cette perspective, il nous fera plaisir de vous transmettre une proposition d'honoraires professionnels pour la réalisation de ces activités.

**AMEC Environnement & Infrastructure**  
**Une division d'AMEC Amériques Limitée**

Les différents éléments inclus dans le rapport de conception ont été revus par :

**Conception des digues du parc à résidus et modes de gestions des résidus**

Desheng Deng, ing., Ph. D.  
Ingénieur de projets senior - Géotechnique

**Gestion des eaux de précipitations et de l'eau des résidus et éléments de conception du bassin de rétention**

Zoubir Bouazza, ing., Ph. D  
Chef d'équipe - Ressources en eau

**Traitement des eaux**

Bernard Aubé, ing., M. Sc. A  
Directeur de service – Traitement des eaux

NV/jwg/ja