

Annexe C

**NOTE TECHNIQUE – ANALYSE DES CONCEPTS DE RESTAURATION
DES AIRES D'ACCUMULATION DE STÉRILES MINIERS AU SITE
MINIER AKASABA OUEST (TIRÉ DE WSP, 2014. PROJET AKASABA
OUEST. PLAN DE RESTAURATION CONCEPTUEL)**



NOTE TECHNIQUE

DESTINATAIRE(S) : M. Alain Cossette, ing., AEM
Mme Blandine Arseneault, AEM
M. Serge Ouellet, ing., AEM

EXPÉDITEUR (S) : Mme Valérie Fortin, ing., WSP
M. Jean-François St-Laurent, ing., M.Sc., WSP

COPIE (S) : Mme Josée Marcoux, WSP
M. Simon Latulippe, Ing, WSP

DATE : 30/06/2015

OBJET : **Analyses des concepts de restauration des aires d'accumulation de stériles miniers au futur site minier Akasaba Ouest Val-d'Or (Québec)**
N/réf. : 141-14776-00

1. MISE EN CONTEXTE, MANDAT ET OBJECTIFS

En août 2014, la compagnie minière Mines Agnico Eagle Limitée (AEM) a mandaté WSP Canada Inc. (WSP) afin de réaliser un plan de restauration conceptuel pour le futur site minier Akasaba Ouest. Ce mandat inclut l'étude d'alternatives pour identifier le meilleur concept de restauration des aires d'accumulation des stériles miniers. La présente note technique décrit les scénarios de restauration analysés, ainsi que le processus décisionnel retenu pour la sélection d'un concept de restauration. Celle-ci accompagne le plan de restauration conceptuel¹.

2. RESTAURATION DU SITE AKASABA OUEST

En période de fermeture et de restauration, les voies de circulations situées à l'intérieur du site minier qui ne seront plus requises pour l'entretien et le suivi postrestauration, de même que les aires d'entreposage de minerai et de matériaux granulaires, le stationnement, les aires carrossables ainsi que l'empreinte au sol des infrastructures démantelées, seront scarifiés pour faciliter la reprise de la végétation. De plus, dans le but d'assurer la reprise du couvert végétal, une partie des matériaux de l'empilement des dépôts meubles inorganiques et/ou de sols organiques servira au recouvrement des sols scarifiés. Ces zones seront ensuite revégétées par des essences végétales indigènes. Dans l'éventualité où certaines de ces zones auraient été contaminées, elles seront décontaminées avant d'être scarifiées et couvertes.

Il est important de souligner que la gestion des résidus miniers générés par le minerai d'Akasaba Ouest sera effectuée sur le site de Manitou et/ou sous forme de remblais en pâte dans les chantiers souterrains de la mine Goldex. La restauration des résidus provenant de l'exploitation Akasaba Ouest est donc exclue de la restauration de ce site.

¹ WSP 2015. Projet Akasaba Ouest. Plan de restauration conceptuel. Rapport présenté à Mines Agnico Eagle Ltée (AEM). 50 pages et annexes.

Étant donné que l'empilement de roches stériles non potentiellement générateur acide (NPGA) ne présente aucun risque environnemental notable, il est proposé de reprofiler cette dernière avec des pentes de 3,0H : 1V pour en assurer une stabilité à long terme et de la végétier. Une couche minimum de 300 mm de sol apte à la végétation sera mise en place avec l'aide d'une pelle excavatrice pour favoriser la prise de la végétalisation sur l'empilement.

Quant à l'empilement de roches stériles potentiellement générateur acide (PGA), les concepts de restauration suivants ont été étudiés :

- Concept 1 : Remblayage et ennoisement des stériles PGA dans la fosse;
- Concept 2 : Reprofilage, recouvrement multicouche et ensemencement;
- Concept 3 : Reprofilage, recouvrement avec une géomembrane et ensemencement.

3. DESCRIPTIONS DES CONCEPTS DE RESTAURATION PROPOSÉS

3.1 Concept 1 : Remblayage et ennoisement des stériles PGA dans la fosse

Ce premier concept vise à remblayer la fosse Akasaba Ouest avec la totalité des stériles PGA et permettre l'ennoisement de cette dernière. L'ennoisement est reconnu comme étant une méthode des plus efficaces pour prévenir l'oxydation des sulfures, réduisant ainsi la génération d'acide et prévenant le lessivage des métaux. Ce scénario implique le déplacement de 2,01 Mm³ de roches stériles PGA dans la fosse. L'espace total disponible dans la fosse est évalué à 5,53 Mm³ jusqu'à l'élévation 330 m (surface du terrain naturel). La fosse pourrait donc contenir la totalité des stériles miniers PGA.

Pour que ce concept soit efficace contre l'oxydation des sulfures, les roches PGA doivent demeurer ennoyées en tout temps. Selon l'étude hydrogéologique réalisée par Richelieu Hydrogéologie inc. au site Akasaba Ouest en mai 2015, l'élévation piézométrique dans le secteur de la fosse projetée est de l'ordre de 328 m. D'après le contexte hydrogéologique du secteur, il est estimé que l'eau dans la fosse en période de postrestauration prendra 16 ans avant de se rétablir à l'élévation 327,5 m (Richelieu Hydrogéologie inc., 2015). Considérant une revanche de 3 m pour tenir compte des fluctuations possibles du niveau de l'eau dans la fosse remblayée, l'élévation maximale de 325 m (permettant le stockage de 5,12 Mm³ de roche) a été fixée pour le stockage des roches stériles PGA pour que le couvert aqueux soit respecté en tout temps. La figure 1 présente une vue en plan et section de la fosse à la fin de l'année 6. Les élévations des différents médiums sont résumées au tableau 1.

Tableau 1 Élévations de différents médiums observés à l'endroit de la fosse

	ÉLÉVATION CÔTÉ OUEST DE LA FOSSE (m)	ÉLÉVATION CÔTÉ EST DE LA FOSSE (m)	DELTA (m)
Terrain naturel	328	330	2
Socle rocheux	315	325	10
Niveau de la nappe	327,5	329	1,5

Selon les élévations présentées au tableau 1, il appert qu'à la suite du retour à l'équilibre de l'eau dans la fosse, la paroi rocheuse demeurera 2,5 m sous la surface de l'eau.

Le tableau 2 présente une estimation des coûts de remblayage des stériles PGA dans la fosse Akasaba Ouest.

Tableau 2 Estimation des coûts de remblayage des stériles

DESCRIPTION	UNITÉ	COÛT UNITAIRE A (\$)	QUANTITÉ APPROXIMATIVE B	MONTANT CALCULÉ (A X B) (\$)
Transport des stériles dans la fosse	m ³	6,30	2 070 000	13 041 000
Scarification de l'empreinte de l'empilement	m ²	0,19	119 962	22 752
Recouvrement de 150 mm de sol apte à la végétation*	m ³	6,11	17 962	109 746
Ensemencement de l'empreinte	m ²	0,65	119 745	77 834
			Total	13 251 332

* Le coût unitaire inclut le chargement, le transport et l'épandage du sol organique mis en pile sur le site Akasaba Ouest.

Un modèle de qualité d'eau attendue dans la fosse est en cours de réalisation par la firme Golder et Associés pour déterminer le risque potentiel de contamination des eaux de surfaces, dans l'éventualité où la qualité d'eau dans la fosse serait affectée par du lixiviat pré et postrestauration.

3.2 Concept 2 : Reprofilage et recouvrement multicouche et ensemencement

Ce deuxième concept vise à adoucir les pentes (3H :1V) de l'empilement de roches stériles PGA et de le couvrir à l'aide d'un recouvrement multicouche servant à limiter l'oxydation des sulfures et la lixiviation des métaux.

Ce type de recouvrement est généralement composé d'une couche de support formée de sable ou gravier sur laquelle une couche à faible perméabilité est mise en place. Cette couche de faible perméabilité, souvent formée d'argile, de silt ou de till, limite l'infiltration de l'oxygène grâce à sa teneur élevée en eau et limite l'infiltration de l'eau grâce à sa faible conductivité hydraulique. Afin de favoriser l'écoulement latéral plutôt que vertical des précipitations et pour limiter l'assèchement de la couche de faible perméabilité, une couche drainante formée de sable et de gravier est mise en place au-dessus de cette dernière. Finalement, une couche propice à la végétation est installée en surface. La figure 1 présente une coupe type du recouvrement multicouche proposé.

En résumé, les couches proposées à installer du bas vers le haut sont :

- Préparation de la surface : remplissage des trous et des creux avec des stériles minier NPGA ou PGA concassés à une granulométrie de 0-65 mm ou avec des dépôts meubles pour uniformiser la surface et d'agir comme matériaux de transition. Une épaisseur uniforme de 150 mm a été considérée pour l'estimation des coûts;

- 300 mm de matériaux granulaires NPGA 0-20 mm ou sable compacté servant de base pour le recouvrement;
- 600 mm de till, de silt, ou de résidus miniers NPAG et non lixiviables compactés servant matériaux pour la couche imperméable;
- 300 mm de matériaux granulaires NPAG 0-20 mm ou sable compacté servant de couche drainante;
- Géotextile de séparation;
- 150 mm de matériaux aptes à la végétalisation;
- Ensemencement.

La mise en place d'un recouvrement multicouche demande à ce qu'une surveillance à long terme de l'intégrité du recouvrement soit réalisée. De plus, étant donné le nombre élevé de matériaux présents, la performance de ce type de recouvrement peut être diminuée due à des manquements au niveau de la mise en place de matériaux et du processus de construction. Il est donc essentiel de prévoir un programme d'assurance qualité et d'assurance contrôle qui sera adéquat.

Le tableau 3 présente une estimation des coûts pour la mise en place d'un recouvrement multicouche sur l'empilement de roches stériles PGA.

Tableau 3 Estimation des coûts d'un recouvrement multicouche

DESCRIPTION	UNITÉ	COÛT UNITAIRE A (\$)	QUANTITÉ APPROXIMATIVE B	MONTANT CALCULÉ (A X B) (\$)
Préparation de la surface et amélioration du drainage	Forfait*	317 350	1	317 350
Fourniture et installation de matériaux granulaires (Sable tamisé)	Forfait*	748 650	1	748 650
Fourniture et installation de matériaux imperméables (Silt)	Forfait*	1 207 500	1	1 207 500
Fourniture et installation de matériaux granulaires (gravier)	Forfait*	700 000	1	700 000
Géotextile de séparation	m ²	3,15	121 811	383 705
Installation d'un couvert végétal (sol et ensemencement hydraulique)	Forfait*	493 063	1	493 063
Total				3 850 268

* Ces forfaits et taux unitaire ont été estimés par AEM.

Ce concept nécessite des études visant à établir la provenance des matériaux de construction. En effet, les propriétés physiques des matériaux de recouvrement envisageables (mort-terrain situé sur la propriété Akasaba Ouest, résidus miniers de Goldex, matériaux en provenance d'un esker) devront être déterminées.

3.3 Concept 3 : Reprofilage, recouvrement avec une géomembrane et ensemencement.

Ce troisième concept propose un reprofilage des pentes à 3H :1V de l'empilement de roches stériles PGA et la mise en place d'une membrane en polyéthylène visant à créer un recouvrement imperméable à l'aide des matériaux suivants, installés du bas vers le haut :

- Préparation de la surface :remplissage des trous et des creux avec des stériles miniers NPGA ou PGA concassés à une granulométrie de 0-65 mm pour uniformiser la surface et agir comme matériaux de transition. Une épaisseur uniforme de 150 mm a été considérée pour l'estimation des coûts;
- 300 mm de matériaux granulaires NPGA 0-20 mm ou sable compacté servant d'assise pour la géomembrane;
- Géomembrane PEBD 80 mil (2 mm) texturée sur les deux faces;
- Drain PEHD de diamètre de 100 mm annelé perforé enrobé d'un géotextile non tissé.
- Couche protectrice de 450 mm de matériaux granulaires NPGA 0-20 mm ou sable compacté;
- Géotextile de séparation;
- Couche de 150 mm de matériaux aptes à la végétalisation ;
- Ensemencement et contrôle de l'érosion à l'aide d'un matelas antiérosion tel que le tapis de paille.

La figure 1 présente une coupe type d'un recouvrement avec une géomembrane. La membrane en polyéthylène constitue un système d'imperméabilisation installé avec un système de drainage de surface limitant les pressions hydrostatiques sur l'installation. Cette méthode de recouvrement est reconnue et généralement utilisée pour le recouvrement de matières dangereuses ou de résidus miniers à risques élevés. L'objectif de la membrane est d'isoler les stériles miniers PGA de l'environnement et de limiter l'infiltration de l'eau dans la pile, ce qui limite l'oxydation des sulfures et la lixiviation des métaux.

Le tableau 4 présente une estimation des coûts pour la mise en place d'une géomembrane sur l'empilement de roches stériles PGA.

Tableau 4 Estimation des coûts d'un recouvrement avec géomembrane

DESCRIPTION	UNITÉ	COÛT UNITAIRE A (\$)	QUANTITÉ APPROXIMATIVE B	MONTANT CALCULÉ (A X B) (\$)
Préparation de la surface et amélioration du drainage	Forfait*	317 350	1	317 350
Fourniture et installation de matériaux granulaires (Sable tamisé)	Forfait*	748 650	2.5	1 871 625
Géomembrane PEBD 2mm	m ²	7,15 *	121 811	870 949
Drain PEHD 75 et 150 mm Perforé enrobé d'un géotextile	m	15,00	10 145	152 175
Géotextile de séparation	m ²	3,15	121 811	383 705
Installation d'un couvert végétal (sol et ensemencement hydraulique)	Forfait*	493 063	1	493 063
Total				4 088 867

* Ces forfaits et taux unitaire ont été estimés par AEM.

4. ÉLABORATION DE LA MATRICE DECISIONNELLE

Les objectifs poursuivis par les concepts de restauration sont :

- minimiser le rejet de contaminants dans l'environnement;
- réduire l'oxydation des minéraux sulfureux, c'est-à-dire réduire le contact des roches stériles avec l'air et l'eau;
- réduire la dissolution des produits de l'oxydation;
- réduire le transport des espèces dissoutes en dérivant l'eau susceptible de s'infiltrer et de migrer à travers les stériles miniers.

De plus, trois autres facteurs ont été considérés afin d'atteindre les objectifs de restauration, soit :

- l'efficacité des méthodes et minimiser le risque à l'environnement;
- le coût;
- minimiser l'entretien et le suivi postrestauration.

Une matrice décisionnelle utilisant les critères de comparaison présentés au tableau 5 a été réalisée dans le but d'étudier les avantages et inconvénients de chaque concept et d'ainsi permettre la sélection de l'alternative répondant le mieux aux objectifs de restauration mentionnés ci-dessous. Chaque critère s'est vu attribuer un facteur pondérant variant entre 1 et 3. Une valeur de 3 est accordée à un critère considéré important, une valeur de 2 pour les critères considérés comme étant de moyenne importance, et une valeur de 1 pour ceux considérés d'importance faible ou négligeable.

Pour chaque critère de comparaison, les concepts de restauration ont été évalués sur une échelle de 1 à 5, où le pointage de 5 est attribué lorsqu'un critère est fortement respecté.

Le pointage pondéré attribué à chaque critère correspond à la multiplication du coefficient de pondération avec le pointage obtenu pour ce critère. Par exemple, une mesure ayant obtenu un pointage de 5 sur 5 pour un critère ayant un facteur de pondération de 3 donne un pointage pondéré de 15. La somme des pointages pondérés obtenus pour chaque critère donne le pointage final du scénario. Considérant les coefficients de pondération attribués à chaque critère, le pointage final maximal est de 105.

5. ANALYSE COMPARATIVE DES SCENARIOS DE RESTAURATION

Le tableau 6 présente l'analyse comparative des solutions envisagées pour la restauration des aires d'accumulation de roches stériles à l'aide de la matrice décisionnelle décrite à la section précédente.

Tableau 5 Critères d'évaluation et coefficients de pondération

CRITÈRE D'ÉVALUATION	COEFFICIENT DE PONDÉRATION (/3)	JUSTIFICATION
1. Efficacité et fiabilité de la méthode contre le DMA et le drainage minier neutre (DMN)	3	Une méthode efficace et fiable est essentielle pour AEM.
2. Risques d'impacts potentiels sur l'environnement	3	Éliminer les risques d'impacts potentiels sur l'environnement est un des objectifs principaux du plan de restauration.
3. Complexité de conception et de construction	2	Une méthode reposant sur de nombreuses hypothèses et/ou principes complexes présente des risques de performances réelles. La performance de la méthode est directement liée à la qualité de la construction. Malgré la mise en place d'un contrôle de qualité rigoureux, les risques de défaillance sont moindres pour une méthode simple à construire (nombre de matériaux différents utilisés, épaisseurs et nombre de couche de matériel à mettre en place, propriétés des matériaux utilisés, etc.)
4. Acceptabilité sociale des autorités et disponibilité d'étude de cas	3	La méthode de restauration proposée doit être jugée acceptable par les autorités et doit être bien documentée.
5. Intégration au paysage et risque pour la communauté	1	AEM favorise une méthode qui s'intègre au paysage et qui comporte moins d'impact pour la communauté.
6. Possibilité de restauration progressive	3	AEM favorise une méthode favorise la restauration progressive.
7. Possibilité de réutilisation / recyclage / valorisation de matériaux	1	AEM favorise la valorisation des matériaux.
8. Coûts des travaux de restauration	2	AEM favorise une alternative minimisant les coûts d'implémentation.
9. Suivi et maintenance postrestauration	3	AEM favorise une alternative dont les activités de suivis et maintenances sont limitées.

6. RESULTATS

Comme indiqué aux tableaux 7 à 10, l'analyse comparative suggère que le scénario de restauration optimal pour la gestion des roches stériles PGA au site Akasaba Ouest est le concept 2, soit le recouvrement multicouche. En effet, à la suite de l'analyse, il semblerait que ce concept s'avère le plus efficace et présente des risques environnementaux moindres. Il s'agit d'un concept très bien documenté dans la littérature et plusieurs études de cas sur lesquelles il est possible de s'appuyer pour la conception et la construction sont disponibles.

Tableau 6 Analyse comparative des scénarios de restauration

Critères d'évaluation		Concept 1 : Remblayage et ennoiment des stériles PGA dans la fosse.	Concept 2 : Reprofilage, recouvrement multicouche et ensemencement.		Concept 3 : Reprofilage, recouvrement avec une géomembrane et ensemencement.		
Description	Facteur pondérant (/3)	Commentaires	Pointage obtenu (/5)	Pointage pondéré	Commentaires	Pointage obtenu (/5)	Pointage pondéré
1. Efficacité de la méthode contre le DMA et le DMN	3	La méthode du recouvrement aqueux est une des méthodes les plus efficaces pour la prévention du DMA puisque l'ennoiment stop l'apport en oxygène aux stériles sulfureux prévenant ainsi l'oxydation (Price et Errington, 1998). Cependant, l'ennoiment ne prévient pas le DMN, puisque certain métaux sont solubles à pH neutre.	5	15	Cette méthode de recouvrement est reconnue et considérée efficace contre le DMA puisque le recouvrement multicouches réduit l'infiltration d'eau et d'air limitant ainsi l'oxydation des stériles sulfureux (MEND, 2004). L'infiltration d'eau étant limitée, cette méthode minimise aussi le DMN.	4	12
2. Risque d'impacts potentiels sur l'environnement	3	Il existe une incertitude quant à l'impact de la qualité de l'eau souterraine dans l'éventualité où la mise en solution d'éléments se produit et dans l'éventualité où le processus d'oxydation débute avant l'ennoiment.	2	6	Les cycles de gel/dégel et de mouillage/séchage peuvent affecter la longévité du recouvrement. Cependant, avec une bonne conception, construction, maintenance ainsi qu'un programme d'assurance qualité et d'assurance contrôle, l'efficacité de cette méthode a été démontrée (MEND, 2004).	4	12
3. Complexité de conception et de construction	2	Modérée : Selon la méthode de remblayage et la période de l'année où les travaux sont effectués. Nécessite des études hydrogéologiques et géochimiques pour déterminer l'impact sur la qualité des eaux souterraines.	4	8	Complexe : Essais en laboratoire, études sur les matériaux de recouvrement, bilan hydrique et modélisations. Plusieurs couches à mettre en place, niveau de compaction à atteindre, propriété des matériaux à respecter pour atteindre performance désirée, programme d'assurance qualité et d'assurance contrôle requis, période de l'année à considérer pour la construction.	2	4
4. Acceptabilité sociale des autorités et disponibilité d'étude de cas	3	Bonne: Utilisation et performance théorique reconnue dans le domaine minier. Possibilité d'un impact sur l'eau souterraine. Peu d'étude de cas dans la littérature.	4	12	Bonne : Le MERN en a mis plusieurs en place dans le contexte des sites orphelins. Méthode grandement utilisée dans le domaine minier. Très bien documenté dans la littérature par le programme de neutralisation des eaux de drainage dans l'environnement minier (NEDEM).	5	15
5. Intégration au paysage et risque pour la communauté	1	Aucun stérile PGA ne demeure à la surface du site. Une des trois empilements est donc enlevée du paysage. Bruits et poussières durant la restauration.	3	3	Selon l'étude d'impact, la pile de roche stérile PGA recouverte et végétée, ne serait pas visible par les résidents du secteur. Transport d'une importante quantité de matériaux granulaires durant la restauration.	4	4
6. Possibilité de restauration progressive	3	Non; l'ennoiment complet prendra plusieurs années.	1	3	Oui	5	15
7. Possibilité de réutilisation / recyclage / valorisation de matériaux	1	Réutilisation des roches stériles PGA pour le remblayage de la fosse.	5	5	Valorisation du stérile NPGA concassé pour la préparation de la surface de recouvrement, d'une importante quantité de mort-terrain et de la terre végétale comme matériaux de recouvrement.	5	5
8. Coûts des travaux de fermeture et restauration	2	Très élevé (±13 M\$) : Coûts de transport élevés dus à la quantité de roche PGA à déplacer.	1	2	Modéré (±4 M\$): Coûts de transport des matériaux.	3	6
9. Suivi et maintenance postrestauration	3	Faible : Suivi de la qualité d'eau.	4	12	Élevé : Suivi de la qualité d'eau. Suivi et maintenance essentiels du recouvrement pour assurer une bonne performance.	2	6
TOTAL DES POINTS	21		29	66		34	79
						28	63

Tableau 7 Compilation des résultats pondérés

SCÉNARIO DE RESTAURATION	POINTAGE FINAL PONDÉRÉ (/105)	POINTAGE FINAL PONDÉRÉ (%)	CLASSEMENT
Concept 1 : Remblayage et ennoiement des stériles PGA dans la fosse	66	63	2
Concept 2 : Reprofilage, recouvrement multicouche et ensemencement.	79	75	1
Concept 3 : Reprofilage, recouvrement avec une géomembrane et ensemencement.	63	60	3

Tableau 8 Compilation des résultats non pondérés

SCÉNARIO DE RESTAURATION	POINTAGE FINAL NON PONDÉRÉ (/45)	POINTAGE FINAL NON PONDÉRÉ (%)	CLASSEMENT
Concept 1 : Remblayage et ennoiement des stériles PGA dans la fosse	29	65	2
Concept 2 : Reprofilage, recouvrement multicouche et ensemencement.	34	76	1
Concept 3 : Reprofilage, recouvrement avec une géomembrane et ensemencement.	28	62	3

Tableau 9 Compilation des résultats

SCÉNARIO DE RESTAURATION	POINTAGE FINAL PONDÉRÉ (%)	POINTAGE FINAL NON PONDÉRÉ (%)	CLASSEMENT
Concept 2 : Reprofilage, recouvrement multicouche et ensemencement.	75	76	1
Concept 1 : Remblayage et ennoiement des stériles PGA dans la fosse	63	65	2
Concept 3 : Reprofilage, recouvrement avec une géomembrane et ensemencement.	60	62	3

Tableau 10 Compilation des résultats excluant le cout de restauration (item 8)

SCÉNARIO DE RESTAURATION	POINTAGE FINAL PONDÉRÉ (%)	POINTAGE FINAL NON PONDÉRÉ (%)	CLASSEMENT
Concept 2 : Reprofilage, recouvrement multicouche et ensemencement.	77	78	1
Concept 1 : Remblayage et ennoiement des stériles PGA dans la fosse	67	70	2
Concept 3 : Reprofilage, recouvrement avec une géomembrane et ensemencement.	60	63	3

7. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

L'analyse comparative a permis de conclure que le scénario de restauration optimal serait le recouvrement multicouche. Afin de développer ce concept, les actions suivantes sont recommandées :

- essais en laboratoire sur les matériaux de recouvrement envisageable;
- bilan hydrique;
- étude de stabilité pour valider les pentes des empilements.

8. REFERENCES

MEND, 2004. Rapport MEND 2.21.4. Volume 1 –Summary. Design, Construction, Performance Monitoring of Cover System for Waste Rock and Tailings. 93 p.

RICHELIEU HYDROGÉOLOGIE INC., 2015. Étude hydrogéologique sur l'impact du projet. Propriété Akasaba ouest. 44 p. et Annexes.

ROLLIN ET AL., 2002. Géomembranes : guide de choix sous l'angle des matériaux. Presses inter Polytechnique. 274 p.

WILLIAM A. PRICE AND JOHN C. ERRINGTON, 1998. Guidelines For Metal Leaching and Acid Rock Drainage at Minesites in British Columbia, Ministry of Energy and Mines. 85 p.

Préparée par :



Valérie Fortin, ing.
N° OIQ : 5 016 764

Révisée par :



Jean-François St-Laurent, ing. M. Sc
N° OIQ : 140 657