







**AGNICO EAGLE**

Étude de faisabilité de l'extraction des  
ressources minières d'Akasaba en support à  
l'étude d'impact environnemental et social

REV.	Description	Révisé par	Date
00	Akasaba Ouest Étude de Faisabilité		31 mai 2017

La liste des personnes qui signent le rapport mentionné ci-dessus :

Nom	Titre	Signature
Patrice Simard	Surintendant Projet Akasaba	
Marjolaine Drouin	Surintendante Env. et Rel. Com	
Yanick Bergeron	Métallurgiste de projet	
Jean-François Lagueux	Ingénieur Sr Projet Akasaba	

La liste des personnes ayant participées à la rédaction:

<u>Nom</u>	<u>Titre</u>
Bernard Dallaire	Surintendant Concentrateur
Jill-Annette Marcotte	Géologue
Josée Brazeau	Coordonnatrice Environnement
Magalie Desjardin	Conseillère relation communautaire
Mélanie Roy	Coordonnatrice Environnement
Richard Morel	Assistant Surintendant Géologie
Tommy Leblanc	Géologue

La liste des personnes ayant révisées le document:

<u>Nom</u>	<u>Titre</u>
Louise Grondin	Vice-Présidente Senior Environnement, Développement Durable et Ressources Humaines
Michel Julien	Vice-Président Environnement
Alain Cossette	Directeur Sr développement de projet Canada et Europe
Christian Provencher	Vice Président Opération Canada
Frédéric Mercier-Langevin	Directeur Général Mine Goldex

## TABLE DES MATIÈRES

1	SOMMAIRE EXÉCUTIF .....	14
1.1	DESCRIPTION DE LA PROPRIÉTÉ, EMBLACEMENT ET POSSESSIONS .....	14
1.2	CONTEXTE GÉOLOGIQUE, TYPE DE GISEMENT ET MINÉRALISATION .....	14
1.3	OPÉRATION MINIÈRE .....	15
1.4	TRAITEMENT DU MINÉRAI ET MÉTALLURGIE .....	16
1.5	ENVIRONNEMENT .....	17
1.6	COÛTS D'INVESTISSEMENT EN CAPITAL ET COÛTS D'OPÉRATION.....	20
1.6.1	Sommaire des Coûts d'investissement en capital.....	20
1.6.2	Sommaire des Coûts d'Opération.....	20
1.7	ANALYSE ÉCONOMIQUE .....	20
2	INTRODUCTION.....	23
2.1	ABRÉVIATIONS.....	23
3	RECOURS À DES EXPERTS EXTERNES .....	27
4	DESCRIPTION DE LA PROPRIÉTÉ ET EMBLACEMENT .....	28
4.1	EMBLACEMENT .....	28
4.2	STATUT DU CLAIM ET REDEVANCES .....	30
4.3	CADRE JURIDIQUE ET RÉGLEMENTAIRE APPLICABLE .....	33
4.4	RESPONSABILITÉ ENVIRONNEMENTALE .....	33
5	ACCESSIBILITÉ, CLIMAT, RESSOURCES LOCALES, INFRASTRUCTURES ET PHYSIOGRAPHIE .....	34
5.1	ACCESSIBILITÉ .....	34
5.2	VÉGÉTATION ET CLIMAT .....	35
5.3	INFRASTRUCTURE.....	35
5.4	PHYSIOGRAPHIE ET EAU.....	36
5.5	RESSOURCES LOCALES .....	37
6	HISTORIQUE.....	38
6.1	HISTORIQUE D'EXPLORATION.....	38
7	CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET MINÉRALISATION .....	41
7.1	GÉOLOGIE RÉGIONALE .....	41
7.2	GÉOLOGIE LOCALE .....	42
7.3	GÉOLOGIE DE LA PROPRIÉTÉ.....	44
7.4	MINÉRALISATION .....	47
8	TYPES DE DÉPÔT .....	48
9	EXPLORATION .....	50
9.1	CONDAMNATION DU SECTEUR À L'EST DE LA PROPRIÉTÉ .....	50
10	FORAGE.....	52
10.1	INTRODUCTION .....	52
10.2	PROCÉDURES DE FORAGE .....	52
10.2.1	Localisation des Collets de Forage.....	52

10.2.2	Taille des Carottes .....	55
10.2.3	Localisation des collets de forage.....	55
10.2.4	Mesure de la Déviation le long du Forage .....	56
10.2.5	Description des Carottes de Forage .....	56
10.2.6	Entreposage des Carottes.....	56
11	PRÉPARATION, ANALYSE ET SÉCURITÉ DES ÉCHANTILLONS.....	59
11.1	PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS .....	59
11.1.1	Échantillonnage des carottes .....	59
11.1.2	Récupération des carottes.....	61
11.1.3	Mesure de la densité.....	61
11.1.4	Préparation, Analyse et Sécurité des échantillons.....	61
11.2	LABORATOIRES .....	61
11.2.1	Préparation des échantillons .....	62
11.2.2	Analyses des échantillons .....	62
11.3	SÉCURITÉ D'ÉCHANTILLONNAGE ET CHAÎNE DE TRAÇABILITÉ.....	62
11.4	MESURES DU CONTRÔLE DE LA QUALITÉ .....	63
11.4.1	Échantillons de standards certifiés .....	63
11.4.2	Échantillons Blancs .....	64
11.4.3	Duplicatas d'échantillons de forage (duplicatas de terrain).....	65
11.4.4	Duplicatas des rejets grossiers.....	65
11.4.5	Duplicatas des Pulpes.....	68
11.5	ÉCHANTILLONS DE CONTRÔLES D'AGNICO EAGLE.....	69
11.6	DÉCLARATION D'INDÉPENDANCE SUR LA PRÉPARATION, L'ANALYSE ET LA SÉCURITÉ DES ÉCHANTILLONS.....	72
12	VÉRIFICATION DES DONNÉES .....	73
12.1	BASE DE DONNÉES .....	73
12.1.1	Base De Données d'Alexandria Minerals Corporation .....	73
12.1.2	Base de Données de Mines Agnico Eagle.....	73
12.2	DÉCLARATION INDÉPENDANTE SUR LA BASE DE DONNÉES D'AGNICO EAGLE .....	74
12.3	CONCLUSIONS.....	74
13	TRAITEMENT DE MINERAI ET ESSAIS MÉTALLURGIQUES.....	75
13.1	INTRODUCTION.....	75
13.2	TESTS MÉTALLURGIQUES RÉCENTS.....	76
13.2.1	Objectifs.....	76
13.2.2	Description des échantillons.....	76
13.2.3	Programme de tests métallurgiques .....	83
13.3	DESIGN DES PARAMÈTRES MÉTALLURGIQUES .....	100
13.3.1	Évaluation du tonnage.....	100
13.3.2	Modèle de récupération par gravité .....	101
13.3.3	Modèle de récupération par flottation .....	101
13.3.4	Modèle de récupération par cyanuration et absorption sur charbon .....	102
13.3.5	Modèle de récupération global .....	102
14	ESTIMATION DES RESSOURCES MINÉRALES.....	103
14.1	INTRODUCTION.....	103
14.2	BASE DE DONNÉES.....	103



14.3	MODÉLISATION .....	104
14.3.1	Domaines Économiques .....	105
14.3.2	Modèle D'Excavation.....	106
14.3.3	Mort-terrain et surface topographique 3D .....	106
14.4	ÉTUDE GÉOSTATISTIQUE .....	106
14.4.1	Zone 1.....	107
14.4.2	Zone 2.....	108
14.4.3	Zone 3.....	109
14.5	TRAITEMENT DES VALEURS EXTRÊMES .....	110
14.6	COMPOSITES.....	115
14.7	MESURES DE DENSITÉ .....	117
14.8	VARIOGRAPHIE .....	117
14.9	MODÈLE DE BLOCS .....	119
14.9.1	Paramètres du modèle de blocs.....	119
14.9.2	Codification du modèle de blocs.....	119
14.9.3	Interpolation de la teneur.....	122
14.9.4	Validation du modèle de blocs.....	124
14.10	CLASSIFICATION ET DÉCLARATION DES RESSOURCES.....	128
14.10.1	Classification .....	128
14.10.2	Ressource d'Akasaba Ouest .....	129
14.10.3	Déclaration indépendante sur l'estimation des ressources minérales d'Agnico Eagle .....	130
14.10.4	Teneur de coupure.....	130
14.10.5	Calcul du Revenu Net de Fonderie (RNF) .....	130
14.10.6	Ressource de la fosse.....	131
15	ESTIMATION DES RÉSERVES MINÉRALES .....	132
15.1	CLASSIFICATION ET DÉCLARATION DES RÉSERVES .....	132
15.2	MÉTHODOLOGIE ET PARAMÈTRES D'INGÉNIEURIE .....	132
15.3	ESTIMATION DES RÉSERVES .....	132
16	OPÉRATION MINIÈRE .....	133
16.1	MÉTHODE D'EXPLOITATION ET CONCEPTION.....	133
16.2	RESSOURCES MINÉRALE DE LA FOSSE .....	137
16.3	PLAN DE PRODUCTION MINIÈRE .....	139
16.4	TRANSPORT DU MATÉRIEL ROCHEUX.....	140
16.5	ÉTUDE GÉOTECHNIQUE ET CONCEPTION .....	140
16.6	MODÈLE GÉOTECHNIQUE .....	142
16.6.1	Caractérisation du mort-terrain.....	142
16.6.2	Socle Rocheux .....	143
16.6.3	Propriétés des matériaux .....	147
16.7	PARAMÈTRES DE DESIGN DES PENTES DE LA FOSSE .....	150
16.7.1	Critères géotechniques de conception .....	150
16.7.2	Pentes dans le mort terrain .....	151
16.7.3	Pentes Dans Le Roc .....	153
16.8	PARAMÈTRES POUR LA CONCEPTION DES HALDES .....	157

16.8.1	Investigations sur le terrain.....	157
16.8.2	Design des Pentes des haldes .....	157
16.9	FORAGE ET SAUTAGE DE PRODUCTION.....	159
16.10	DRAINAGE DE LA MINE.....	160
16.11	SÉLECTION DES ÉQUIPEMENTS DE PRODUCTION .....	160
16.11.1	Temps de cycle .....	162
16.11.2	Équipements recommandés.....	162
17	MÉTHODES DE RÉCUPÉRATION.....	163
17.1	DESCRIPTION DE L'USINE DE TRAITEMENT PROPOSÉE .....	164
17.1.1	Concassage et Manipulation du Minerai.....	165
17.1.2	Broyage et Gravimétrie .....	165
17.1.3	Flottation .....	166
17.1.4	Rejets d'usine de Goldex .....	167
17.1.5	Épaississage du concentré et manutention .....	167
17.1.6	Déchargement du concentré à l'usine de traitement de LaRonde.....	167
17.1.7	Circuit de Flottation du Cuivre .....	168
17.1.8	Circuit des métaux précieux .....	169
17.1.9	Systèmes de traitement des résidus de LaRonde .....	169
17.2	CONSOMMABLES DE TRAITEMENT .....	170
17.2.1	Consommables .....	170
18	INFRASTRUCTURES DU PROJET .....	171
18.1	INFRASTRUCTURES GOLDEX .....	171
18.2	INFRASTRUCTURES DE SERVICES AU SITE AKASABA .....	173
18.2.1	Poste de Garde .....	173
18.2.2	Bureaux Administratifs .....	173
18.2.3	Vestiaires .....	173
18.2.4	Salle à Manger .....	174
18.2.5	Infrastructures de Gestion de L'eau.....	174
18.2.6	Atelier d'entretien Mine.....	174
18.2.7	Réservoirs de diesel.....	174
18.3	INFRASTRUCTURES ROUTIÈRES.....	175
18.4	DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE.....	176
18.5	CONCASSEUR .....	176
19	MARCHÉ ET CONTRATS .....	178
20	ENVIRONNEMENT.....	179
20.1	ÉTUDES ENVIRONNEMENTALES .....	179
20.1.1	Milieu Biophysique .....	180
20.1.2	Géochimie et qualité de l'eau de la fosse .....	186
20.1.3	Résultats de la caractérisation géochimique .....	187
20.1.4	Résultats de modélisation de la qualité de l'eau de la fosse.....	191
20.2	GESTION DU MATÉRIEL ROCHEUX .....	191
20.2.1	Minerai, stériles et Mort-Terrain.....	191
20.2.2	Gestion des Résidus .....	195
20.3	GESTION DES EAUX.....	195
20.3.1	Plan De Gestion Des Eaux.....	195

20.3.2	Critère de Conception .....	196
20.3.3	Bilan D'Eau .....	197
20.4	GESTION DES MATIÈRES RESIDUELLES .....	198
20.4.1	Déchets Solides Domestiques.....	198
20.4.2	Bois et Fer-Cuivre .....	198
20.4.3	Déchets Dangereux.....	199
20.4.4	Eaux Usées Domestiques .....	199
20.5	CADRE RÉGLEMENTAIRE .....	199
20.5.1	Procédures D'Évaluation Environnementale .....	199
20.5.2	Lois et Règlements Applicables .....	202
20.5.3	Permis et Autorisations .....	203
20.6	PROPRIÉTÉ DES TERRAINS.....	204
20.7	RESTAURATION MINIÈRE .....	204
20.7.1	Haldes de Dépôts Meubles .....	205
20.7.2	Haldes de Roches Stériles .....	205
20.7.3	Aire D'Entreposage de Minerai de Basse Teneur.....	206
20.7.4	Bâtiments et Infrastructures.....	206
20.7.5	Fosse .....	207
20.7.6	Sols Contaminés .....	207
20.7.7	Suivis Post-Fermeture.....	208
20.7.8	Intégrité des Ouvrages.....	208
20.7.9	Suivi Agronomique .....	208
20.7.10	Qualité de L'Effluent.....	208
20.7.11	Qualité des Eaux Souterraines.....	209
21	CONSIDÉRATIONS RELATIVES À LA COMMUNAUTÉ .....	210
21.1	CONTEXTE SOCIOÉCONOMIQUE .....	210
21.2	UTILISATION DU TERRITOIRE.....	210
21.3	CONSULTATIONS PUBLIQUES.....	212
21.4	ÉVALUATION DE L'IMPACT SOCIO-ÉCONOMIQUE, ATTÉNUATION ET SURVEILLANCE.....	218
21.4.1	Impacts Potentiels.....	218
21.4.2	Mesures D'Atténuation Possibles .....	221
22	PLAN DE PRÉPARATION OPÉRATIONNELLE .....	224
22.1	RESSOURCES HUMAINES ET DÉVELOPPEMENT DURABLE.....	224
22.1.1	Ressources Humaines .....	224
22.1.2	Santé & Sécurité et Développement durable.....	225
22.2	INGÉNIERIE .....	226
22.3	OPÉRATION MINIÈRE ET ENTRETIEN.....	227
22.4	USINE .....	227
22.5	ENVIRONNEMENT .....	228
23	COÛTS D'OPÉRATION .....	229
24	DÉPENSES EN CAPITAL.....	231
25	ANALYSE ÉCONOMIQUE .....	233
25.1	TAXES .....	234

25.2	ROYAUTÉS .....	234
25.3	ANALYSE DE SENSIBILITÉ .....	235
25.4	PÉRIODE DE RETOUR SUR L'INVESTISSEMENT .....	237
25.5	LA VIE DE LA MINE .....	237
26	RISQUES ET OPPORTUNITÉS .....	238
26.1	RISQUES.....	238
26.2	OPPORTUNITÉS.....	240
27	CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	241
27.1	CONCLUSION.....	241
27.2	RECOMMANDATIONS.....	241
28	ANNEXES.....	243
29	REFERENCES .....	244

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 - Estimation des ressources et réserves minérales au 31 décembre 2016 .....	15
Tableau 1.2 - Réserves utilisées pour l'étude économique .....	15
Tableau 1.3 - Coûts en Capital.....	20
Tableau 1.4 - Coûts d'opérations totales et unitaires.....	20
Tableau 1.5 - Flux monétaire .....	21
Tableau 2.1 - Acronymes et abréviations .....	23
Tableau 3.1 - Consultants et Entrepreneurs.....	27
Tableau 4.1 - Liste des claims de la propriété .....	30
Tableau 4.2 - Royautés sous-jacentes de la propriété .....	32
Tableau 6.1 - Compilation Historique .....	38
Tableau 10.1 - Forage au diamant (2013-2016).....	53
Tableau 10.2 - Intervalles minéralisés (2013-2016).....	57
Tableau 11.1 - Synthèse des éléments AQ/CQ utilisés en 2013 et 2014 .....	64
Tableau 11.2 - Synthèse des éléments AQ/CQ utilisés en 2016 .....	64
Tableau 11.3 - Résultats en Au, Ag et Cu pour l'original et le duplicata – Duplicata de rejets grossier et des pulpes , 2013 & 2014.....	66
Tableau 11.4 - Résultats d' Au et Cu pour l'original et le duplicata de rejets grossiers , 2016	67
Tableau 11.5 - Résultats analyses Au et Cu originale vs l'analyse duplicata de pulpe de SGS , 2016.....	70
Tableau 13.1 - Échantillons des composites d' Akasaba.....	77
Tableau 13.2 - Composite de Goldex Deep .....	80
Tableau 13.3 - Composé Akasaba 0.55% Cu .....	81
Tableau 13.4 - Description des échantillons pour le test de susceptibilité magnétique.....	83
Tableau 13.5- Résultats du test de susceptibilité magnétique.....	84
Tableau 13.6 - Caractérisation de la dureté du minerai de Goldex Deep .....	85
Tableau 13.7 - Synthèse de la dureté du minerai .....	86
Tableau 13.8 - Dureté des minerais sélectionnés pour la simulation.....	87
Tableau 13.9 - Résultats de test E-GRG.....	89
Tableau 13.10 - Résultats des simulations du circuit de gravité .....	90
Tableau 13.11 - Comparaison de temps de flottation.....	92
Tableau 13.12 - Résultats plan d'expérience avec le mélange de minerai 70/30% .....	95
Tableau 13.13 - Résultats de tests de décantation.....	98
Tableau 13.14 - Bilan global des métaux pour Akasaba.....	102
Tableau 14.1 - Estimation des ressources minérales au 31 décembre 2016.....	103
Tableau 14.2 - Traitement des valeurs extrêmes - Décembre 2016.....	111
Tableau 14.3 - Densité.....	117
Tableau 14.4 - Paramètres des variogrammes .....	118
Tableau 14.5 - Paramètres du modèle de blocs.....	119
Tableau 14.6 - Codes du modèle de blocs.....	119
Tableau 14.7 - Caractéristiques du modèle de blocs.....	121
Tableau 14.8 - Krigeage ordinaire et paramètres des ellipses de recherche .....	123
Tableau 14.9 - Pourcentage de blocs remplis par boucle – Décembre 2016.....	123

Tableau 14.10 - Paramètres économiques – Décembre 2016.....	130
Tableau 14.11 - Estimé des ressources minérales – Décembre 2016.....	131
Tableau 15.1 - Réserves au 31 décembre 2016 .....	132
Tableau 16.1 - Paramètre utilisés pour la conception de l’enveloppe de la fosse opérationnel .....	136
Tableau 16.2 - Paramètres utilisés pour la valeur calculée de RNF .....	137
Tableau 16.3 - Dilution externe et interne .....	138
Tableau 16.4 - Cédule d’exploitation et de traitement .....	140
Tableau 16.5 - Résumé des paramètres de surface des discontinuités selon les groupes structuraux.....	145
Tableau 16.6 - Stratigraphie du mort-terrain rencontré dans les forages géotechniques....	147
Tableau 16.7 - Paramètres de résistance utilisés pour l’analyse de stabilité des pentes du mort-terrain .....	148
Tableau 16.8 - Sommaire des paramètres de résistance du roc intact.....	149
Tableau 16.9 - Résultat des tests en laboratoire pour le cisaillement direct des discontinuités .....	149
Tableau 16.10 - Classification du massif rocheux et intensité de la foliation pour les unités majeures du roc.....	150
Tableau 16.11 - Lignes directrices pour guider la sélection des critères d’acceptabilité applicables au design des pentes dans le roc pour des gisements exploités par fosse.....	151
Tableau 16.12- Configuration des pentes rocheuses recommandée pour le projet d’Akasaba Ouest.....	156
Tableau 16.13 - Paramètres de forage et sautage .....	159
Tableau 16.14 - Akasaba Ouest, Flotte d’équipement mobile .....	162
Tableau 17.1 - Capacité de LaRonde pour le circuit de flottation de nettoyage du Cu/Pb ..	169
Tableau 17.2 - Consommables requis pour le traitement du minerai Goldex Deep/Akasaba .....	170
Tableau 20.1 - Sommaire des résultats du potentiel de génération d’acide.....	188
Tableau 20.2 - Caractéristiques des principales aires d’accumulation.....	192
Tableau 20.3 - Gestion du minerai Akasaba Ouest (kt).....	193
Tableau 22.1 - Besoin en Main-d’Oeuvre .....	225
Tableau 23.1 - Coûts d’Opération .....	229
Tableau 24.1 - Phase Akasaba Ouest.....	231
Tableau 24.2 - Dépenses en capital, Akasaba Ouest.....	232
Tableau 25.1 - Royautés du projet Akasaba Ouest .....	235
Tableau 25.2 - Flux de trésorerie annuels, Akasaba Ouest.....	237

## LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 - Sensibilité de la Valeur Actualisée Nette (VAN) .....	22
Figure 1.2 - Sensibilité du Taux de Rendement Interne (TRI) .....	22
Figure 4.1 - Carte de localisation de la propriété d'Akasaba Ouest dans le sud de la région minière de l'Abitibi.....	28
Figure 4.2 - Carte de localisation de la propriété d'Akasaba Ouest dans la municipalité de Val-d'Or .....	29
Figure 4.3 - Propriété d'Akasaba Ouest .....	31
Figure 5.1 - Localisation de la propriété d'Akasaba Ouest .....	34
Figure 5.2 - Plan de surface de la mine Goldex .....	35
Figure 5.3 - Propriété d'Akasaba Ouest – chemin d'accès alternatif reliant la propriété à Goldex .....	36
Figure 7.1 - Carte de la géologie régionale avec localisation de la région de Val d'Or (Chown et al., 1992).....	41
Figure 7.2 - Carte simplifiée de la région de Val-d'Or – Malartic (Desrochers et al., 1996)...	42
Figure 7.3 - Propriété d'Akasaba Ouest – Géologie locale .....	43
Figure 7.4 - Propriété Akasaba Ouest – Géologie de la propriété .....	47
Figure 8.1 - Différents types de dépôts filonniens aurifères en fonction du niveau de la croûte terrestre et du type de gîte (from Dubé et al., 2001; Poulsen et al., 2000).....	49
Figure 9.1 - Localisation d'indice minéralisé à l'extrémité Est de la propriété Akasaba Ouest. ....	51
Figure 11.1 - Rang pour les duplicatas des rejets grossiers et des pulpes de 2013 & 2014 du projet Akasaba Ouest. ....	66
Figure 11.2 – Nuage de points : analyse originale Au gpt vs Au gpt duplicatas de rejets grossiers, 2016 projet Akasaba Ouest. ....	68
Figure 11.3 – Nuage de points : Analyse Cu originale ppm vs Cu ppm duplicatas des rejets grossiers 2016 projet Akasaba Ouest. ....	68
Figure 11.4 - Nuage de point et nuage de point QQ des essais originaux d'ALS Chemex vs les essais de vérification du laboratoire SGS, 2013 & 2014 projets Akasaba Ouest.....	69
Figure 11.5 – Nuage de points : analyse originale Au gpt vs Au gpt duplicatas de pulpe maîtres (master), 2016 projet Akasaba Ouest.....	71
Figure 11.6 – Nuage de points : Analyse Cu originale ppm vs Cu ppm duplicatas des pulpe maîtres (master) 2016 projet Akasaba Ouest.....	71
Figure 13.1 - Section 6040 de la zone Goldex Deep .....	78
Figure 13.2 - Section 6160 de la zone Goldex Deep .....	78
Figure 13.3 - Section 6280 de la zone Goldex Deep .....	79
Figure 13.4 - Longitudinale vue Nord de Goldex Deep.....	79
Figure 13.5 - Vue 3D regardant vers le nord montrant la localisation des deux échantillons principaux de composite .....	80
Figure 13.6 - Dépôt Akasaba Ouest - Section 8650 - BHID 164-13-001.....	81
Figure 13.7 - Dépôt d'Akasaba Ouest - Section 8700 - BHID IAX-12-201 .....	82
Figure 13.8 - Dépôt Akasaba Ouest - Section 8800 - BHID IAX-11-184.....	83
Figure 13.9 - Cinétique de flottation de l'or.....	93
Figure 13.10 - Cinétique de flottation pour le cuivre .....	94

Figure 13.11 - Résultats des tests de SNF Canada Ltd avec le composé Akasaba .....	99
Figure 14.1- Densité des trous de forages au diamant provenant de la base de données du projet Akasaba Ouest .....	104
Figure 14.2 – Distribution des zones mineralisées du gisement Akasaba .....	106
Figure 14.3 – Corrélation entre les teneurs d’or et de cuivre par zone .....	107
Figure 14.4 - Histogramme logarithmique pour l’or de la Zone #1 (zone nord) .....	108
Figure 14.5 - Histogramme logarithmique pour le cuivre de la zone #1 (zone nord) .....	108
Figure 14.6 - Histogramme logarithmique pour l’or de la zone #2 (zone sud) .....	109
Figure 14.7 - Histogramme logarithmique pour le cuivre de la zone #2 (zone sud) .....	109
Figure 14.8 - Histogramme logarithmique de l’or pour la zone #3 (enveloppe à faible teneur) .....	110
Figure 14.9 - Histogramme logarithmique pour le cuivre de la zone #3 (enveloppe à faible teneur) .....	110
Figure 14.10 - Tracé des probabilités cumulatives des teneurs d’or et de cuivre de la zone 1 .....	112
Figure 14.11 - Tracé des probabilités cumulatives des teneurs d’or et de cuivre de la zone 2 .....	113
Figure 14.12 - Tracé des probabilités cumulatives des teneurs d’or et de cuivre de la zone 3 .....	114
Figure 14.13 - Tracé des probabilités cumulatives des teneurs d’or et de cuivre de la zone 99 .....	115
Figure 14.14 - Histogramme de fréquence de longueur montrant que la majorité des échantillons sont d’une longueur de 1,0 m .....	116
Figure 14.15 - Graphique de la tendance en or du modèle de blocs global d’Akasaba Ouest, parallèle à la direction de la zone .....	125
Figure 14.16 - Graphique de la tendance en or du modèle de blocs global d’Akasaba Ouest, perpendiculaire à la direction de la zone .....	125
Figure 14.17 - Graphique de la tendance en or du modèle de blocs global d’Akasaba Ouest, selon l’élévation .....	126
Figure 14.18 - Section 8650E montrant le modèle de blocs des teneurs en or comparées avec les teneurs en or d’un composite de 1,0m .....	127
Figure 14.19 - Section 8650E montrant le modèle de blocs des teneurs en cuivre comparées avec les teneurs en cuivre d’un composite de 1,0m .....	128
Figure 14.20 - Ressource globale du Projet Akasaba Ouest. La ressource est contenue dans l’enveloppe de la fosse des ressources .....	131
Figure 16.1 - Section typique de l’enveloppe de la fosse ultime d’Akasaba Ouest .....	133
Figure 16.2 - Enveloppe de fosse ultime opérationnelle d’Akasaba Ouest .....	134
Figure 16.3 - Rampe à voie simple ou double d’Akasaba Ouest .....	135
Figure 16.4 - Corridor limite de la zone minéralisée du banc 3280 .....	138
Figure 16.5 - Zone de départ de la fosse .....	139
Figure 16.6 – Localisation des forages géotechnique/hydrogéologique sur le projet Akasaba Ouest .....	141
Figure 16.7 - Épaisseur du mort-terrain à Akasaba Ouest et localisation forage du mort terrain .....	142
Figure 16.8 - Projection des unités géologiques attendues sur les murs de la fosse .....	143
Figure 16.9 - Section type au centre de la fosse. ....	144



Figure 16.10 - Synthèse des familles de joints sélectionnées pour l'analyse de la stabilité des pentes.....	144
Figure 16.11 - Secteurs de design pour les pentes de roc de la fosse proposée d'Akasaba .....	153
Figure 16.12 - Sections illustrant le design de construction des 5 haldes.....	158
Figure 17.1 - Schéma de l'usine de traitement Goldex adapté pour Akasaba .....	164
Figure 17.2 - Schéma simplifié de l'usine de traitement de LaRonde .....	168
Figure 18.1 - Vue en plan – Aire de déchargement de camion.....	171
Figure 18.2 - Arrangement général de la zone de déchargement des camions et de la structure de l'arche .....	172
Figure 18.3 - Infrastructures de services d'Akasaba.....	175
Figure 18.4 -Site d'Akasaba et chemin de Halage vers le concentrateur de Goldex.....	176
Figure 18.5 - Schéma du concasseur.....	177
Figure 18.6 - Vue en plan – Site de la mine .....	177
Figure 20.1 - Zone d'étude élargie .....	179
Figure 20.2 - Aire d'étude restreinte .....	180
Figure 20.3 - Plan général d'aménagement des infrastructures .....	192
Figure 25.1 – Sensibilité de la Valeur Actualisée Nette (VAN).....	235
Figure 25.2 – Sensibilité du Taux de Rendement Interne (TRI).....	236

# 1 SOMMAIRE EXÉCUTIF

## 1.1 DESCRIPTION DE LA PROPRIÉTÉ, EMPLACEMENT ET POSSESSIONS

La propriété d'Akasaba Ouest est située à l'intérieur des limites de la municipalité de Val-d'Or, chevauchant les cantons de Bourlamaque et de Louvicourt (NTS 32C/04: UTM Z18U 307,655 m est, 5,324,313 m nord) dans la province de Québec, au Canada (Figure 4.1). La propriété d'Akasaba Ouest se trouve sur le côté sud de la route 117 près de la rivière Bourlamaque, à environ 23,4 km à l'est de la mine Goldex, qui est également une propriété des Mines Agnico-Eagle, et à 15 km du centre-ville de Val-d'Or (Figure 4.2).

La propriété comprend 8 claims miniers contigus pour un total de 240.9 ha. Le tout est enregistré sous le nom de Mines Agnico Eagle Ltée. Agnico Eagle détient 100 % des intérêts dans la propriété d'Akasaba Ouest. L'ensemble des 8 claims était en règle selon les standards du GESTIM au moment de ce rapport.

## 1.2 CONTEXTE GÉOLOGIQUE, TYPE DE GISEMENT ET MINÉRALISATION

La propriété d'Akasaba Ouest est située dans la zone volcanique sud de la ceinture de roches vertes de l'Abitibi, dans le domaine sud du bloc de composite de Malartic. La partie sud de la propriété accueille aussi des roches des groupes Piché et Cadillac et de la Sous-province de Pontiac. La zone tectonique de Larder Lake-Cadillac orientée est-ouest traverse la propriété d'Akasaba Ouest dans sa partie sud. L'origine des processus de minéralisation dans les environs de la propriété d'Akasaba Ouest, y compris l'origine du dépôt d'Akasaba à l'est et le dépôt Orenada à l'ouest reste à confirmer. Il est probable que les processus de minéralisation à l'œuvre sur Akasaba Ouest soient une combinaison de plusieurs types d'événements, qui sont d'origine hydrothermaux ou de skarnification. La zone de minéralisation sur la propriété d'Akasaba Ouest se compose d'une enveloppe minéralisée de basse teneur caractérisée par la présence de chalcopryrite finement disséminée principalement contenue dans l'unité de diorite à quartz. Le Tableau 1.1 résume l'estimation des ressources et réserves minérales actuelles respectant les définitions de l'Institut canadien des mines, de la métallurgie et du pétrole (ICM). Le succès des programmes de forage de conversion de 2014 et de 2016 a conduit à la conversion totale des ressources présumées restantes de l'enveloppe de la fosse en ressources indiquées et à leur transfert en réserves probables par la création d'une fosse des réserves.

**Tableau 1.1 - Estimation des ressources et réserves minérales au 31 décembre 2016**

Classification	Tonnage (T)	Teneur		Contenu en or et en cuivre	
		Au (g/t)	Cu (%)	Au (Oz)	Cu (Kg)
Probable <sup>1</sup>	4,942,156	0.89	0.50	142,199	24,851,294
Indiquée <sup>1</sup>	2,484,094	0.66	0.40	52,691	9,940,990

<sup>1</sup> ressources et réserves minérales rapportées à un COG de 18.79 \$ / t, calculée à partir d'un prix de l'or de 1,150 \$ US / once et un prix du cuivre de 2.15 \$ US / lb. Une récupération de l'or de 81% du cuivre de 88% a été appliquée. Un 10% de dilution a 0 g / t Au et 0% Cu a été appliqué à la ressource indiquée et à la réserve probable.

La réserve probable utilisée pour l'analyse économique du projet d'Akasaba Ouest considère seulement les ressources indiquées au-dessus d'une teneur de coupure (COG) basée sur le revenu net de production (RNP) de 18.79 \$CA/tonne calculée avec un prix de l'or de 1,150 \$US/oz et un prix de 2.15 \$US/lb pour le cuivre et dans une enveloppe de fosse sélectionnée (fosse des réserves). Cette réserve probable est présentée au Tableau 1.2.

**Tableau 1.2 - Réserves utilisées pour l'étude économique**

Classification	Tonnage (T)	Teneurs		Contenu en or et en cuivre	
		Au (g/t)	Cu (%)	Au (Oz)	Cu (Tonnes)
Réserve probable	4,942,156	0.89	0.50	142,199	24,851

### 1.3 OPÉRATION MINIÈRE

Le dépôt Akasaba Ouest sera miné pendant quatre ans, en utilisant une méthode conventionnelle d'exploitation par fosse à ciel ouvert à l'aide de pelles et camions. Le taux moyen de production du minerai et stérile combiné sera de 10 000 tonnes par jour afin d'alimenter le concentrateur de Goldex à 2 800 tonnes par jour. Le taux d'extraction du minerai sera supérieur à son taux d'usinage permettant de mettre en halde du minerai basse teneur et de traiter le minerai plus riche durant l'opération minière. Le minerai basse teneur entreposé en halde sera concassé, transporté et traité à la fin de l'opération minière, pendant environ deux ans, conformément au plan minier présenté dans cette étude.

En tenant compte de la courte durée de vie de la mine, un entrepreneur civil/minier sera utilisé pour le minage du dépôt Akasaba et également pour le transport du minerai concassé au concentrateur de Goldex.

Une période de décapage initiale d'environ douze mois est planifiée pour extraire le mort-terrain et certaines quantités de roc stérile dans la partie est de la fosse afin de permettre l'accès au minerai.

L'évaluation géotechnique ainsi que les recommandations dans l'étude de faisabilité sont basées sur les résultats des investigations réalisées sur le site en 2014 et lors du premier trimestre 2015. Au total, le travail sur le terrain réalisé pour l'évaluation

géotechnique des pentes pour les murs finaux de la fosse a consisté en 4 forages géotechniques avec des essais hydrogéologiques dans deux d'entre eux, des relevés de discontinuités à l'aide d'outils géophysiques ("acoustic televiewer" ATV) dans 4 trous de forages d'exploration et des essais géomécaniques en laboratoire sur des échantillons de roc provenant de carottes de forage. De plus, 6 autres sondages (GT 06 to GT-11) ont été réalisés dans le mort-terrain pour compléter l'étude de faisabilité au niveau de la conception des pentes de mur de la fosse. Des études de niveau faisabilité ont été livrées par Golder Associés en avril et mai 2015, pour la conception des pentes de fosse dans le roc et le mort-terrain.

Les pentes dans le mort-terrain ont été conçues avec un angle général de 3H : 1V et avec une berme de 5m à la base de l'unité d'argile silteuse. Une attention particulière a été apportée au secteur nord-ouest où la fosse proposée sera développée à proximité d'un marais. Pour les besoins de l'étude de faisabilité, le système de dénoyage proposé est constitué de 3 puits de dénoyage espacés de 60m et forés à environ 35m de profondeur. Le dénoyage devrait débuter dès le début de la phase de décapage et se poursuivre jusqu'à ce que le niveau de la nappe phréatique ait été suffisamment rabattu par l'exploitation de la fosse.

Les pentes de la fosse dans le roc seront plus douces dans la partie supérieure de la fosse où le roc est plus fracturé; le design propose une pente ayant un Angle Inter-Rampe (IRA) de 46° dans le mur Sud et de 48° pour les autres murs. Sous les premiers bancs, les pentes de la fosse sont conçues à 52° dans les murs Est et Ouest, 50° dans le mur Nord et 48° dans le mur Sud. Il y a une opportunité, au niveau de la conception du design final, de redresser la pente des murs dans les parties de la fosse où la foliation du roc est moins prononcée.

Les investigations géotechniques pour la conception des zones d'entreposage de roc et de mort-terrain ont consisté en la réalisation de 12 sondages avec des tests géotechniques in situ et la collecte d'échantillons pour des essais en laboratoire. Des piézomètres ont été installés pour le suivi des eaux souterraines pour le court et le long terme. La conception des pentes des haldes a été fournie pour l'étude de faisabilité.

Le plan minier actuel est considéré comme étant conservateur. Il sera ajusté lors de la préparation du plan minier détaillé en vue d'optimiser le taux d'extraction de minerai dans le temps, de prioriser le minerai de haute teneur pour améliorer la rentabilité du projet, et permettre une production journalière pouvant atteindre les 12 000t de matériel excavé de la fosse.

#### **1.4 TRAITEMENT DU MINERAI ET MÉTALLURGIE**

La viabilité économique du projet Akasaba est dépendant de la capacité excédentaire des usines Goldex et LaRonde. Le scénario idéal consiste à demeurer aussi près que possible de leurs capacités d'usinage de conception respectives. Le tonnage nominal de la mine souterraine de Goldex Deep est prévu à 6 000 t/j. La capacité de

traitement disponible à l'usine de Goldex est évaluée à 2 800 t/j et sera comblé par le minerai d'Akasaba. Le tonnage total à traiter de Goldex-Akasaba sera donc de 8 800 t/j. Ce tonnage permet d'atteindre la limite du circuit de broyage, pour maintenir un produit de broyage (P80) de 130µm.

Il est prévu que 20% de l'or d'Akasaba soit récupéré à l'aide du circuit de séparation gravimétrique de Goldex. L'or et le cuivre restant seront récupérés par flottation dans le concentré de sulfures. Le concentré de sulfures provenant des minerais de Goldex Deep et d'Akasaba sera transporté par camion-citerne à l'usine de transformation de LaRonde, où le cuivre sera concentré à plus haute teneur par le circuit de flottation du cuivre. Le concentré final de cuivre produit à LaRonde est de 20% Cu. La majeure partie de l'or d'Akasaba sera récupérée dans le concentré de cuivre. L'or restant (non associé aux sulfures de cuivre) sera cyanuré et récupéré dans le circuit de métaux précieux de LaRonde. La récupération métallurgique globale du projet Akasaba est évaluée à 81.1% pour l'or et de 88.1% pour le cuivre.

Les investissements en capitaux pour modifier le procédé de Goldex afin de pouvoir traiter le minerai d'Akasaba demeurent raisonnables. La modification de la zone de déchargement des camions du minerai Akasaba, l'ajout d'un épaisseur à concentré et l'ajout d'un analyseur à rayon X, sont au nombre des modifications qui requièrent le plus d'investissement.

Au concentrateur LaRonde, peu d'impacts sont attendus puisque le tonnage ajouté est faible (220 t/j incluant le concentré de Goldex Deep). C'est toutefois le circuit de flottation du cuivre de LaRonde qui sera le plus sollicité étant donné que les unités de cuivre vont doubler par rapport à l'opération actuelle. La capacité du circuit actuel permet de supporter l'augmentation des unités de cuivre apportées par le concentré d'Akasaba Ouest.

## 1.5 ENVIRONNEMENT

Pour une étude d'impact environnemental exhaustive du projet minier Akasaba, deux zones d'étude ont été définies : une zone d'étude limitée de 3.7 x 5.5 km et une zone d'étude élargie de 42 x 50 km (voir chapitre 20 pour localisation des zones d'études).

Les aspects biophysiques de l'environnement considérés comprennent l'hydrogéologie, l'hydrologie, la géochimie, les plantes, les mammifères, la vie aquatique, les reptiles, les amphibiens et les oiseaux. Les plantes et les animaux observés dans la zone d'étude limitée et la zone d'étude étendue correspondent à des espèces communes de cette région géographique à l'exception du caribou forestier. Une harde d'une quinzaine d'individus est présente dans le secteur de la zone élargie et est considérée comme une espèce en péril en vertu de la loi fédérale sur les espèces en péril et une espèce vulnérable en vertu de la loi provinciale sur les espèces menacées et vulnérables.

Le site proposé est situé sur un territoire représentatif de la région, qui est dominé par des conifères à la fois dans les groupements de végétaux terrestres et des zones humides. Malgré le fait qu'il y ait quelques buttes, le territoire est généralement plat et des tourbières arbustives ou arborescentes dominent le paysage. Certaines zones sèches et humides ont fait l'objet d'un déboisement plus ou moins récent selon le secteur. En outre, il y a plusieurs signes de perturbations anthropiques sur l'ensemble du territoire, telles que la présence de chemins et de sentiers, de zones déboisées et de forages d'exploration. En ce qui concerne la pêche, des inventaires de terrain ont conclu que, dans la zone d'étude, les flux (débit de type canal ouvert, courant faible, très faible pH et substrat dominé par les particules fines) offrent un habitat de faible qualité pour les poissons, l'Épinoche et l'omble de fontaine ont été capturés pendant les campagnes de pêche. Trois espèces (3) d'oiseaux ont été identifiées comme étant des espèces en péril en vertu de la loi fédérale lors de l'inventaire effectué en 2014, à savoir l'Engoulevent d'Amérique, le Moucherolle à côtés olive et le Pygargue à tête blanche.

Le site minier proposé se draine jusqu'à un sous-bassin versant non-permanent, qui se draine vers un autre sous-bassin versant sans nom de la rivière Sabourin. L'esker du lac Sabourin est situé à deux kilomètres au sud-est du site de la mine proposée. Aucune des campagnes de forage et géotechniques précédentes n'a révélé une continuité de l'esker vers le site de la future mine Akasaba Ouest.

Les tests de géochimie indiquent que le minerai et la roche stérile ne présentent pas un potentiel à court terme de génération d'acide et de lixiviation de métaux. Pour prévenir toute possibilité de réaction à long terme de génération d'acide et de lixiviation de métaux, des mesures appropriées, décrites dans l'étude d'impact environnementale et sociale (ESIS) (1203-REP-002), seront appliquées. Ainsi, il est peu probable que, dans la phase d'exploitation de la fosse, un drainage minier acide ou une lixiviation de métaux soit généré et par conséquent, aucune mesure supplémentaire n'est nécessaire pour la protection de la nappe phréatique. Les fondements naturels des futures haldes de stérile et de minerai sont d'une perméabilité suffisamment faible.

Les minerais de haute et de basse teneur seront gérés séparément sur la même zone d'entreposage située près de la station de concassage. Après la fin des opérations dans la fosse, le minerai à faible teneur stocké sur le site sera transporté par camion à Goldex au cours d'une période d'environ deux ans (années 5 et 6). Deux haldes de stériles seront nécessaires, une pour les matériaux potentiellement acidogènes (PGA) et une seconde pour les matériaux non générateur d'acide (NPGA). Deux haldes de morts-terrains (i.e. morts-terrains organiques et inorganiques) seront situées au nord-est de la fosse.

Toutes les eaux en contact avec les infrastructures du site seront captées par des fossés qui se draineront dans le bassin d'accumulation des eaux minières du site, et seront traitées, si nécessaire, avant d'être envoyées dans un bassin de polissage, puis rejetées dans le milieu récepteur.

Les résidus d'Akasaba Ouest montrent une capacité de neutralisation et seront envoyés vers le site Manitou avec les résidus de Goldex pour être utilisés à des fins de réhabilitation. Les résidus d'Akasaba Ouest seront également utilisés comme remblai pour les travaux souterrains à la mine Goldex.

À la fermeture, la halde de mort-terrain sera soumise à une réhabilitation pour en stabiliser progressivement les pentes et contrôler l'érosion, notamment par ensemencement avec les espèces végétales appropriées ou par enrochement de certaines parties. Une grande partie du mort-terrain organique généré à partir des travaux de pré-construction, sera utilisée pour les travaux de réhabilitation sur les zones touchées par les activités minières. Quant aux dépôts inorganiques accumulés sur le site, certains vont servir à la couverture multicouche de la pile de roche stérile PGA qui permettra d'éviter l'oxydation des sulfures et la lixiviation des métaux. La pile de roche stérile NPGA sera remodelée pour assurer la stabilité à long terme et pour promouvoir sa végétalisation. Si nécessaire, une couche de matériaux granulaires et une couche de sol organique seront implantées pour promouvoir la végétalisation.

À la fin des activités dans la fosse, le pompage cessera, ce qui permettra ensuite le remplissage progressif de la fosse par des eaux souterraines avec la contribution des eaux de ruissellement. La durée de la période de remplissage est estimée à environ 16 ans. La surveillance de la qualité de l'eau de la fosse avant le débordement déterminera la nécessité d'un traitement. Pour sécuriser la fosse, aussitôt que les opérations de la mine cesseront, une berme de sécurité, composée de stériles miniers, sera érigée en périphérie afin d'en limiter l'accès.

L'étude d'impact environnemental a été soumise aux gouvernements fédéral (ACEE) et provincial (MDDELCC) au cours du troisième trimestre de 2015. Les audiences publiques du BAPE se sont déroulées en deux parties ;

- 31 janvier et 1<sup>er</sup> février 2017 – questions sur le projet par la commission et les citoyens
- 28 février et 1<sup>er</sup> mars 2017 – présentation des mémoires

Le BAPE a remis son rapport au ministre du MDDELCC le 23 mai 2017. Les recommandations au cabinet des ministres devraient être publiées par la suite.

Un plan de fermeture conceptuel a également été soumis aux organismes de réglementation au cours de la même période et sera mis à jour pour la demande de bail.



## 1.6 COÛTS D'INVESTISSEMENT EN CAPITAL ET COÛTS D'OPÉRATION

### 1.6.1 SOMMAIRE DES COÛTS D'INVESTISSEMENT EN CAPITAL

Un capital initial de 42.2M \$CA sera requis lors de la période de pré production afin de permettre la mobilisation des installations de l'entrepreneur, l'installation des différentes infrastructures requises pour la gestion des eaux et du stérile, la préparation du site y compris le décapage initial. Le Tableau 1.3 présente les dépenses en capital attendues sur la durée de vie de la mine.

**Tableau 1.3 - Coûts en Capital**

Année	Études, Décapage initial, Administration, Forage de Définition	Construction (fondation des aires d'entreposage, préparation du site, équipements, concentrateur, étangs, routes)	Maintien, fermeture, suivi post fermeture
Total ('000 CA \$)	21 711 \$	20 463 \$	12 240 \$

### 1.6.2 SOMMAIRE DES COÛTS D'OPÉRATION

Les coûts d'opération de l'activité minière ont été obtenus auprès d'entrepreneurs locaux qui ont répondu à une demande de prix budgétaires. Le reste des coûts évalués dans cette étude ont été définis par les Services Techniques AEM basés partiellement sur les coûts historiques et sur l'expérience opérationnelle. Le Tableau 1.4 présente un sommaire des coûts d'opérations unitaires et totaux du projet d'Akasaba Ouest.

**Tableau 1.4 - Coûts d'opérations totales et unitaires**

Année	2 018	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023	Total
Minerai traité ('000 Tonnes)	0	1022	1022	1022	1022	854	4 942
Coût d'opération (CA\$)	\$0	\$40 076	\$41 251	\$41 272	\$24 673	\$15 923	\$163 195
Coûts d'opération unitaires (CA\$/tonne minerai)	0.00 \$	39.21 \$	40.36 \$	40.38 \$	24.14 \$	18.64 \$	33.02 \$

## 1.7 ANALYSE ÉCONOMIQUE

L'alimentation de l'usine Goldex par le projet d'Akasaba Ouest est établie à un tonnage de 2 800 t/j ce qui équivaut à 1.022 million de tonnes par année. L'enveloppe de la fosse retenue pour l'étude contient une réserve probable de 4.94Mt avec une teneur moyenne en or de 0.89g/t et une teneur en cuivre de 0.50%. Le ratio de décapage global de stérile/minerai est de 2.11. La récupération métallurgique globale prévue pour l'or d'Akasaba est évaluée à 81.1% alors qu'elle est de 88.1% pour le cuivre. Au meilleur de la production (Année 4), 28 135 onces d'or et 11 257 000 livres de cuivre seront récupérés aux usines de la mine Goldex et de la mine LaRonde.

La projection du flux de trésorerie après impôt, suite à l'exploitation de la mine, est présentée au Tableau 1.5. Le revenu brut et le revenu net sont estimés respectivement à 262.1M\$CA et 23.27M\$CA.



**Tableau 1.5 - Flux monétaire**

<b>Année</b>	<b>Revenu Brut</b>	<b>CAËX</b>	<b>OPEX</b>	<b>NCF (après impôt)</b>	<b>Cash-Flow Cumulatif</b>
	('000\$C)	('000\$C)	('000\$C)	('000\$C)	('000\$C)
2015	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2016	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2017	\$0	\$6 924	\$0	-\$6 924	-\$6 924
2018	\$0	\$35 249	\$0	-\$35 249	-\$42 174
2019	\$53 151	\$500	\$40 076	\$10 847	-\$31 326
2020	\$51 989	\$500	\$41 251	\$8 384	-\$22 943
2021	\$65 146	\$500	\$41 272	\$16 246	-\$6 697
2022	\$59 016	\$4 776	\$24 673	\$20 455	\$55 931
2023	\$32 813	\$5 127	\$15 923	\$10 347	\$24 105
2024	\$0	\$837	\$0	-\$837	\$23 268
<b>TOTAL</b>	<b>\$262 115</b>	<b>\$54 414</b>	<b>\$163 195</b>	<b>\$23 268</b>	<b>-</b>

Le projet engendre une valeur nette positive de 12.5 \$CA actualisée à un taux de 5% et un taux de rendement interne (TRI) de 14.8% après impôt. La période de retour sur l'investissement initial est estimée à 3.33 ans après le début de l'opération commerciale considérant un prix de l'or et du cuivre à 1 200\$US/once et 2.50\$US/lb respectivement et un taux de change de CA\$1.25/US\$1.00. Cette période de retour sur l'investissement initial ne tient pas compte de l'intérêt sur les prêts et l'inflation.

En vue de bien évaluer le projet, une analyse de sensibilité a été réalisée sur la valeur présente nette et sur le taux de rendements interne considérant les variations du prix de l'or et du cuivre, du capital, des coûts d'opérations et de la récupération des métaux à l'usine. Les résultats de cette analyse sont présentés aux Figures 1.1 et Figure 1.2.

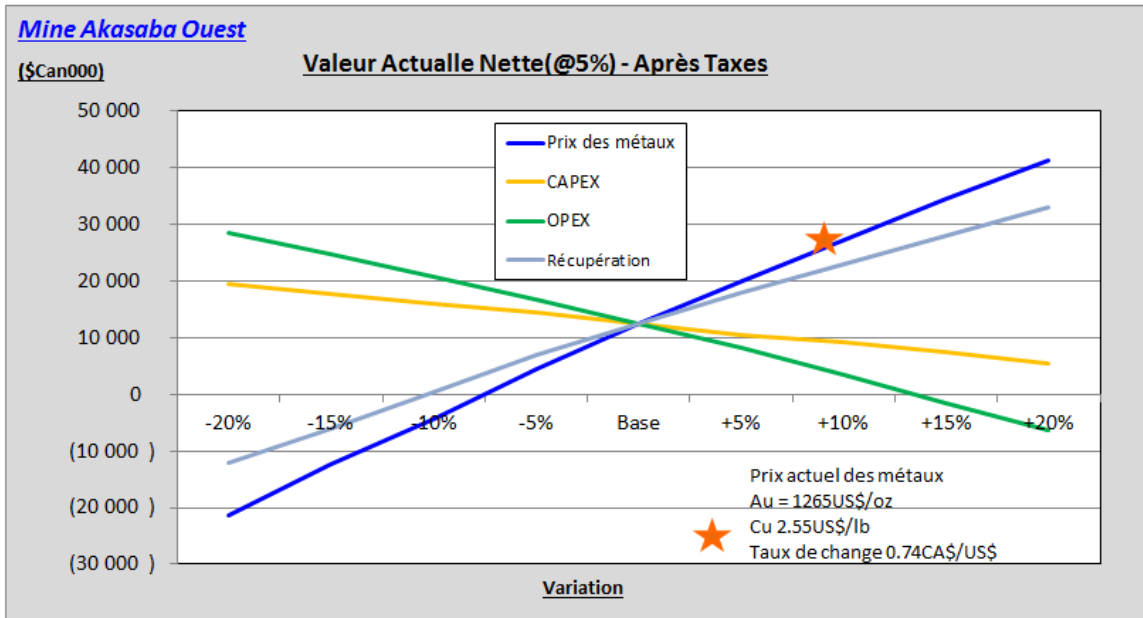


Figure 1.1 - Sensibilité de la Valeur Actualisée Nette (VAN)

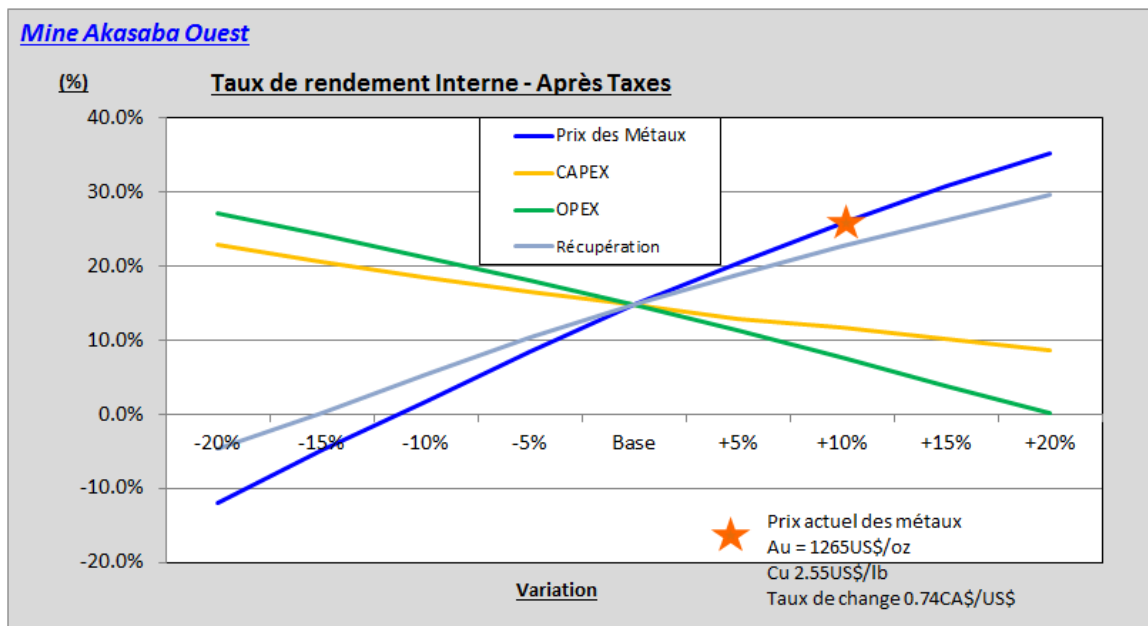


Figure 1.2 - Sensibilité du Taux de Rendement Interne (TRI)

## 2 INTRODUCTION

La propriété Akasaba Ouest est située à environ 15 km à l'est de la ville de Val-d'Or. Il s'agit d'un gisement d'or et de cuivre qui sera exploité à ciel ouvert. Le projet s'échelonne sur une période de 7 années incluant les phases de construction, exploitation et fermeture du site. Le minerai d'Akasaba Ouest sera transporté par camion à l'usine de Goldex où il sera alimenté à un taux de 2 800 t/j afin d'atteindre la pleine capacité du concentrateur. La production d'Akasaba sera assurée par un entrepreneur civil/minier supervisé par une équipe technique composée de membre du personnel d'AEM. Un peu plus de 112 700 oz d'or et 45.6Mlbs Cu seront produits lors de l'exploitation de cette fosse.

Le présent rapport vient supporter le processus environnemental en cours et a pour objectif de démontrer la viabilité du projet Akasaba.

### 2.1 ABRÉVIATIONS

**Tableau 2.1 - Acronymes et abréviations**

---

AA	Absorption Atomique
ACCF	Amélioration de la Capacité des Circuits de Flottation (circuits de cuivre et de zinc)
ACEE	Agence Canadienne des Évaluations Environnementales
AEM	Mine Agnico Eagle Limitée
Ag	Argent
Ai	Indice d'abrasion d'un minerai
AQ/CQ	Assurance de la qualité et control de la qualité
ATV	Acoustic televiewer
Au	Or
AUR	AUR Ressources Ltd.
Axb	Paramètre expérimentale de résistance d'une roche à se fracturer
AZX	«Alexandria Minerals Corporation»
BAPE	Bureau des Audiences Publiques
BBA	BBA Inc.
BFA	«Bench Face Angle», Angle du Banc
BHID	Identification d'un trou de forage (numéro)
Bi	Bismuth
BWi	Indice de dureté de Bond
CA	Certification d'autorisation
CA \$	Dollars canadiens
CIP	Charbon en pulpe
CO <sub>2</sub>	Dioxyde de carbone
COG	Teneur de Coupure (Cut of Grade)
CSS	Longueur de la fermeture d'un concasseur
Cu	Cuivre
CTZ	Larder Lake–Cadillac tectonic zone
CV	Coefficient de Variation

---

---

dBA	Décibel avec la pondération A
DDH	Trou de foreuse au diamant
DTH	Foreuse marteau fond de trou
DOE	Design of experiment
E	Est
EGL	Longueur effective d'un broyeur
ÉU	États-Unis
F80	Réfère à la taille de particule laissant passer 80% de la masse d'une alimentation
FA	Pyroanalyse « Fire Assay »
FS	Facteur de Sécurité
FS	Étude de faisabilité
FSS	FSS (Froidevaux Srivastava Schofield) International Group of Companies
FT	Faible teneur
g	Gramme
GEZ	Goldex Extension Zone
GPS	Global positioning system
GRG	Test de la récupération gravimétrique de l'or
h	Heure
HARD	Half Absolute Relative Difference (moitié de la différence relative absolue)
Hg	Mercure
HP	Cheval-vapeur
HT	Haute teneur
Hz	Hertz
ICM	Institut canadien des mines, de la métallurgie et du pétrole
ICP	Technique d'analyse chimique «Induced Coupled Plasma»
INAP	International Network for Acid Prevention
Inc	Incorporée
IRA	«Inter Ramp Angle», Pente Inter Rampe
ISO/IEC	Exigences des compétences des laboratoires d'étalonnages et d'essais
JORC	«Joint Ore Reserves Committee»
kg	Kilogramme
Km	Kilomètre
kV	Kilovolts
L.C.	Loi Canadienne
LCEE	Loi canadienne sur l'Évaluation environnementale
Ltée.	Limitée
M	Million
m	Mètre
MA	Million Années
MDDELCC	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MDDEP	Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs
MERNQ	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec
MES	Matières en suspension
MIBC	Moussant utilisé en flottation

---

---

ML	Métaux Lixiviables
MLA	Technique d'analyse d'image visant à déterminer la libération d'un mineral
mm	Millimètre
MRC	Matériaux de référence certifiés
MRNF	Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune
MW	Mégawatts
N	Nord
NAV	Nav Canada (civil air navigation service)
NE	Nord Est
NCF	Net Cash Flow (Flux de trésorerie net)
NI	National instrument
NP/AP	Potentiel de neutralisation/Potentiel acide
NO	Nord Ouest
NQ	NQ dimension des carottes de forage (47.6 mm diamètre)
NSR	Rendement net de après la fonderie
NTS	National topographic system
O	Ouest
OR	Capacité opérationnelle « Operation Readiness »
PAX	Collecteur de flottation «Potassium Amyl Xanthate»
P80	80% passant de la masse d'un produit
PAG/NPAG	Potentiellement acide générateur/Non potentiellement acide générateur
Pb	Plomb
RESIE	Résurgence des eaux de surface ou infiltration dans les égouts
POC	Pêches et Océans Canada
POF	Probabilité de rupture
RLRQ	Registre des lois et règlements du Québec
RMR	«Rock Mass Rating», Classification du massif rocheux
RNF	Rendement net de fonderie
RQD	L'indice de fracturation du roc à partir de carotte de forage
S	Sud
S	Soufre
SAF	Lixiviation par acides forts
SAG	Broyeur semi autogène
Sb	Antimoine
S/T	Sous terre
SAMREC	«South African Mineral Code»
SCR	«Solid Core Recovery»
SE	Sud Est
SGS	Laboratoire externe: Société Générale de Surveillance
SMC	Essai métallurgique «Steve Morrell Comminution»
SNF	SNF Canada Ltd
SO <sub>2</sub>	Dioxyde de soufre
SO	Sud Ouest
t	tonne
t/jour	Tonnes par jour

---

---

TCGO	Traitement du Concentré de Goldex
TCR	Total Core Recovery
Te	Tellure
tr/min	Tour par minute
TRI	Taux de rendement interne
UCS	Résistance de Compression Uniaxiale
US	États-Unis
UTM	Transverse Universelle de Mercator
VHM	Molécule à très haute densité
VPN	Valeur Présente Nette
WRA	Analyse mineralogique de l'ensemble de la roche
XD48	Modèle de concentrateur gravimétrique produit par FLSmidth
3D	Tri dimensionnel

---

### 3 RECOURS À DES EXPERTS EXTERNES

Le Tableau 3.1 montre les consultants externes et les entrepreneurs qui ont participé à cette étude de faisabilité:

**Tableau 3.1 - Consultants et Entrepreneurs**

<b>Consultant</b>	<b>Expertise</b>
Acertys	Support à la consultation de la communauté
ALS Chemex	Analyse du contenu en métal (Au, Ag, Cu, Zn)
ASDR	Traitement de l'eau
BBA	Simulations circuit de broyage
COREM	Essais métallurgiques
Corriveau	Arpentage
Dubé Excavations	Estimation des coûts de minage
Eriez Magnetics	Essais métallurgiques
FLSmidth	Essais métallurgiques
Forages Giroux	Hydrogéologie, Géotechnique
Fournier & Fils	Concept des routes et estimation des coûts de minage
Golder Associates	Mécanique des roches, géotechnique, géochimie et qualité de l'eau
Groupe Puitbec	Forage hydrogéologique, Forage de puits
Groupe Stavibel	Support en ingénierie civil
InnovExplo	Audit des ressources
Joe Zhou Mineralogy Ltd	Minéralogie
Multilab	Analyse de l'eau et des sols
Norascon	Estimation des coûts de minage
Orbit-Garant	Forage d'exploration et géotechnique
Richelieu Hydrogéologie	Hydrogéologie
Services Miniers Nord-Ouest	Estimation des coûts de minage
Services Technominex	Description des carottes de forage et échantillonnage
SNF Canada Ltd	Essais métallurgiques
SGS Canada	Analyse géochimique, analyse d'échantillons, essais métallurgiques
URSTM	Essais métallurgiques
WSP	Obtention de permis et consultation de la communauté, plan de fermeture, bilan hydrique, concept des installations de gestion des eaux, environnement phase un, conception

## 4 DESCRIPTION DE LA PROPRIÉTÉ ET EMPLACEMENT

### 4.1 EMLACEMENT

La propriété d'Akasaba Ouest est située à l'intérieur des limites de la municipalité de Val-d'Or, chevauchant les cantons de Bourlamaque et de Louvicourt (NTS 32C/04: UTM Z18U 307,655 m est, 5,324,313 m nord) dans la province de Québec, au Canada (Figure 4.1). La propriété d'Akasaba Ouest se trouve sur le côté sud de la route 117 près de la rivière Bourlamaque, à environ 23,4 km à l'est de la mine Goldex, qui est également une propriété des Mines Agnico Eagle, et à 15 km du centre-ville de Val-d'Or (Figure 4.2).

Le fait que la propriété est à proximité d'un site minier appartenant à la compagnie et qui possède une quantité significative d'équipement et d'infrastructures utilisables est essentiel à la viabilité du projet.

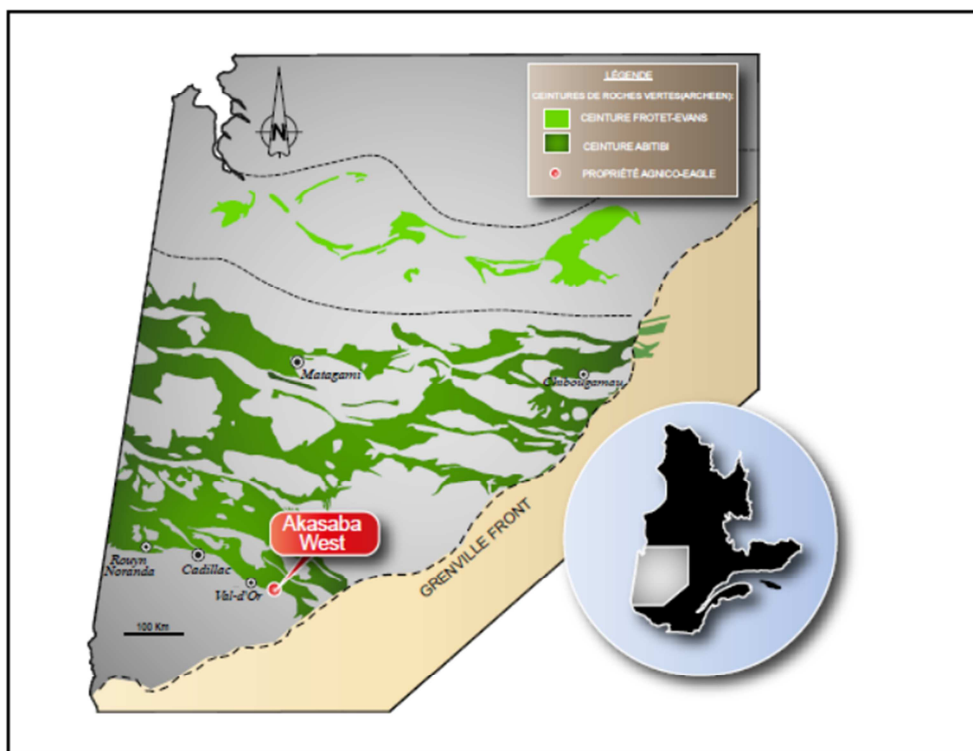


Figure 4.1 - Carte de localisation de la propriété d'Akasaba Ouest dans le sud de la région minière de l'Abitibi





Figure 4.2 - Carte de localisation de la propriété d'Akasaba Ouest dans la municipalité de Val-d'Or

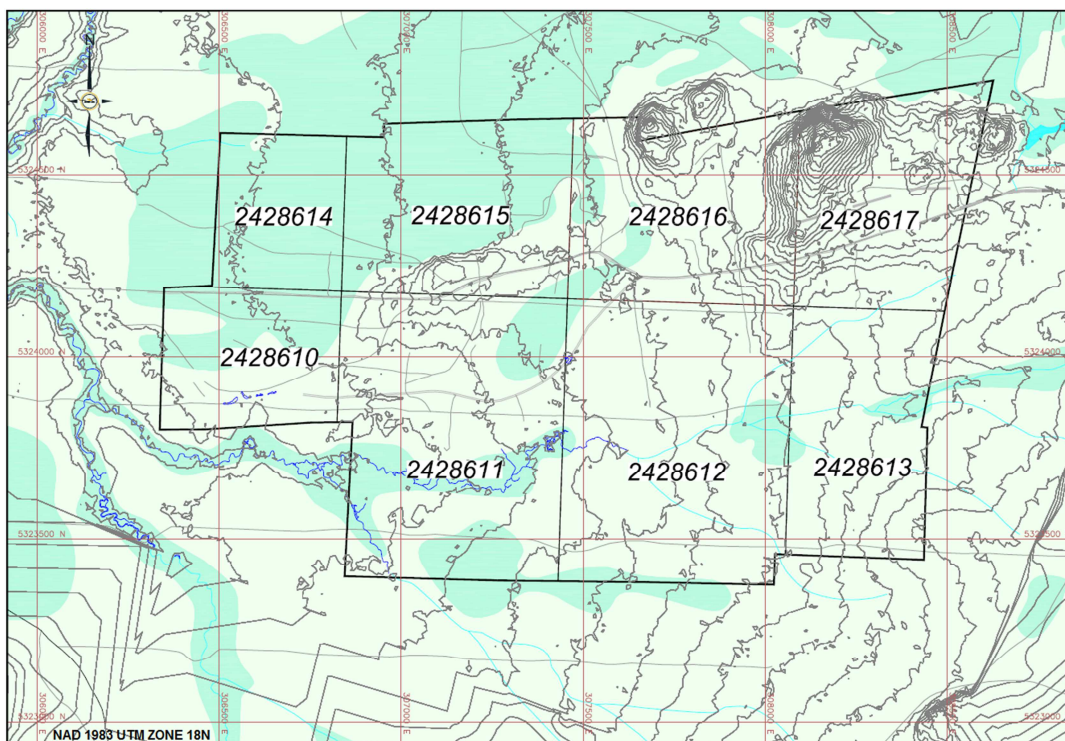
## 4.2 STATUT DU CLAIM ET REDEVANCES

Les statuts des titres miniers de la propriété ont été vérifiés à l'aide de GESTIM, le système de gestion de claim du Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec (MERNQ). La dernière mise à jour date du 18 avril 2017. La propriété comprend 8 claims miniers contigus pour un total de 240.9 ha. Le tout est enregistré sous le nom de Mines Agnico Eagle Ltée. Agnico Eagle détient 100 % des intérêts dans la propriété d'Akasaba Ouest. L'ensemble des 8 claims était en règle selon les standards du GESTIM au moment de ce rapport. Le Tableau 4.1 montre la liste des claims et les crédits applicables individuellement pour chaque claim.

**Tableau 4.1 - Liste des claims de la propriété**

NUMÉRO DE CLAIM	SUPERFICIE (ha)	SURPLUS CRÉDITS (\$)	CANTON	NTS
2428610	18.5	108 554.56	Bourlamaque	32C/04
2428611	46.9	274 907.10	Bourlamaque	32C/04
2428612	47.6	279 366.64	Bourlamaque	32C/04
2428613	26.2	153 736.74	Louvicourt	32C/04
2428614	14.9	87 313.08	Bourlamaque	32C/04
2428615	29.2	171 281.50	Bourlamaque	32C/04
2428616	30.4	178 557.59	Bourlamaque	32C/04
2428617	27.3	159 956.62	Louvicourt	32C/04
	<b>240.9</b>	<b>1 413 673.83</b>		

Afin de maintenir ces claims, le MERNQ exige qu'une somme financière soit versée pour chaque claim, soit 450.08 \$ à chaque deux ans pour les 8 claims miniers (32.77 \$ pour les claims de moins de 25 ha et 64.09 \$ pour les claims entre 25 et 100 ha). En plus de cette somme, une dépense minimale de 650 \$ en exploration par claim de moins de 25 ha et de 1625 \$ par claims de 25 à 100 ha est exigée à tous les 2 ans. Agnico Eagle possède plus de 1 413 000 \$ de crédits accumulés pour ces claims. La Figure 4.3 montre la localisation des claims.



**Figure 4.3 - Propriété d'Akasaba Ouest**

La propriété d'Akasaba Ouest a été acquise de la Corporation Minéral Alexandria en janvier 2014. Les termes de l'acquisition ont été décrits dans un communiqué de presse publié par Alexandria (AZX) en date du 14 janvier 2014. Alexandria a reçu un montant forfaitaire de 5 000 000 \$ ainsi que l'octroi de 2 % en Royauté du Rendement Net de Fonderie (RNF) sur toute production de métal au-delà de 210 000 onces d'or (Au) produites. Cependant, AEM se garde le droit de racheter la moitié de cette royauté (1 %) en payant une somme de 7 000 000 \$ à AZX et se garde le droit de préemption sur le 1 % restant du RNF.

De plus, AEM est aussi responsable des royautés préexistantes sur les claims payables à trois compagnies. Sont donc incluses comme royautés préexistantes, 2,5 % en RNF à AUR Ressources pour 7 des 8 claims (Tableau 4.2), basé sur une entente datant du 31 juillet 2006. AEM possède le droit de racheter 40 % des RNF, soit 1 %, réduisant ainsi le RNF à 1.5 %, pour un montant de 1 000 000 \$. De plus, un RNF de 2 % est payable à IAMGOLD sur 4 des 8 claims (en tout ou en partie). AEM peut racheter la moitié (1 %) du RNF d'IAMGOLD pour un montant de 500 000 \$. Aussi, conformément au même accord entre Alexandria et IAMGOLD, les quatre claims en question sont aussi sujets en tout ou en partie à une royauté, payable à Falconbridge et appliquée au Produit Net de Production (PNP) de 7,5 % au-delà de la somme de 1 000 000 \$, le premier million étant sujet à une royauté PNP de 20 %. L'entente sous laquelle cette PNP a été déterminée n'a pas été révisée par AEM.

**Tableau 4.2 - Royautés sous-jacentes de la propriété**

<b>NUMÉRO DE CLAIM</b>	<b>CANTON</b>	<b>AUR 2% RNF</b>	<b>IAMGOLD 2% RNF</b>	<b>FALCOBRIDGE PNP</b>
2428610	Bourlamaque	OUI		
2428611	Bourlamaque	OUI		
2428612	Bourlamaque	OUI	OUI	OUI
2428613	Louvicourt	OUI	OUI	OUI
2428614	Bourlamaque	OUI		
2428615	Bourlamaque	OUI		
2428616	Bourlamaque	OUI	OUI	OUI
2428617	Louvicourt		OUI	OUI



### 4.3 CADRE JURIDIQUE ET RÉGLEMENTAIRE APPLICABLE

Au Canada, selon la section 16l du Règlement désignant les activités concrètes (DORS/2012-147) qui englobent la construction d'une nouvelle mine d'or avec une capacité de production de minerai de 600 t/jour ou plus, le projet Akasaba Ouest est sujet à un examen préalable conformément à la Loi canadienne sur l'évaluation environnementale (2012) (L.C. 2012, ch. 19, art. 52). L'Agence est l'autorité responsable de la mise en œuvre du processus fédéral d'évaluation environnemental. Le présent document constitue la description de projet conformément à l'article 8 de la LCEE. Il contient aussi l'information demandée par le Règlement sur les renseignements à inclure dans la description d'un projet désigné (DORS/2012-148). Le projet est sujet aux consultations publiques ainsi qu'à un examen préalable. À la fin de ce processus, l'Agence décidera si une évaluation environnementale complète du projet est nécessaire.

À ce jour, les infrastructures minières du projet Akasaba Ouest n'empiètent directement sur aucun habitat du poisson. Cependant, la construction probable d'un chemin de halage entre la fosse et le site Manitou impliquera de traverser plusieurs cours d'eau, dont certains sont l'habitat de l'épinoche.

Un permis de fabrique d'explosifs peut être requis de la part de Ressources Naturelles Canada selon la Loi sur les explosifs, dépendamment de la méthode recommandée de gestion des explosifs, c.-à-d., que ce soit sur place ou dans une installation déjà existante hors du site. Un permis de Transport Canada selon le Règlement sur le transport des marchandises dangereuses ainsi qu'un permis de NAV Canada peuvent également être nécessaires. Enfin, le projet Akasaba Ouest sera sujet à la Loi canadienne sur la protection de l'environnement en rapport à l'Inventaire National des rejets de polluants, à la Loi sur les espèces en péril, à la Loi de 1994 sur la convention concernant les oiseaux migrateurs, au Règlement sur les effluents des mines de métaux et à une autorisation d'entreposage et de manipulation de produits chimiques.

Au Québec, la section IV.1 de la Loi sur la qualité de l'environnement (RLRQ c Q-2) exige que toute personne ou tout groupe doit suivre le processus d'évaluation environnementale et la procédure d'examen avant d'entreprendre tout projet qui tombe sous le Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement (RLRQ c Q-2, r 23). Le projet Akasaba Ouest est sujet à ces procédures puisque la production prévue dépasse les 2000 tonnes métriques par jour.

### 4.4 RESPONSABILITÉ ENVIRONNEMENTALE

Outre le forage d'exploration qui a eu lieu de manière sporadique depuis les années 1940, aucune activité minière n'a été menée sur la propriété d'Akasaba Ouest. Il n'y a pas de responsabilité environnementale liée à cette propriété.

## 5 ACCESSIBILITÉ, CLIMAT, RESSOURCES LOCALES, INFRASTRUCTURES ET PHYSIOGRAPHIE

### 5.1 ACCESSIBILITÉ

Le projet Akasaba Ouest est facilement accessible, car il est situé approximativement à 23.4 kilomètres à l'est de la mine Goldex d'AEM et à 15 km à l'est de Val-d'Or. La propriété est située approximativement à 5 km au sud de la route provinciale 117, qui relie Val-d'Or à Rouyn-Noranda (les deux centres urbains principaux de la région de l'Abitibi-Témiscamingue), et à Montréal, la grande ville la plus proche, située à approximativement 500km au sud-est du projet. Autant Val-d'Or que Rouyn-Noranda possèdent un aéroport qui peut accueillir des vols court-moyen courriers.

À partir de la route 117, une route secondaire se dirigeant vers le sud, le Chemin du Lac Sabourin à Colombière, permet d'accéder à la propriété d'Akasaba Ouest. De là, un sentier est-ouest de quelques centaines de mètres offre un accès direct à la zone du projet (Figure 5.1). Il est à noter que le Chemin du Lac Sabourin est aussi la route d'accès pour des riverains du Lac Bayeul et du Lac Ben. Les résidents les plus près sont situés à deux kilomètres au sud de la zone du projet. Une grille d'exploration coupée en intervalles de 100 mètres offre également un accès à la propriété.

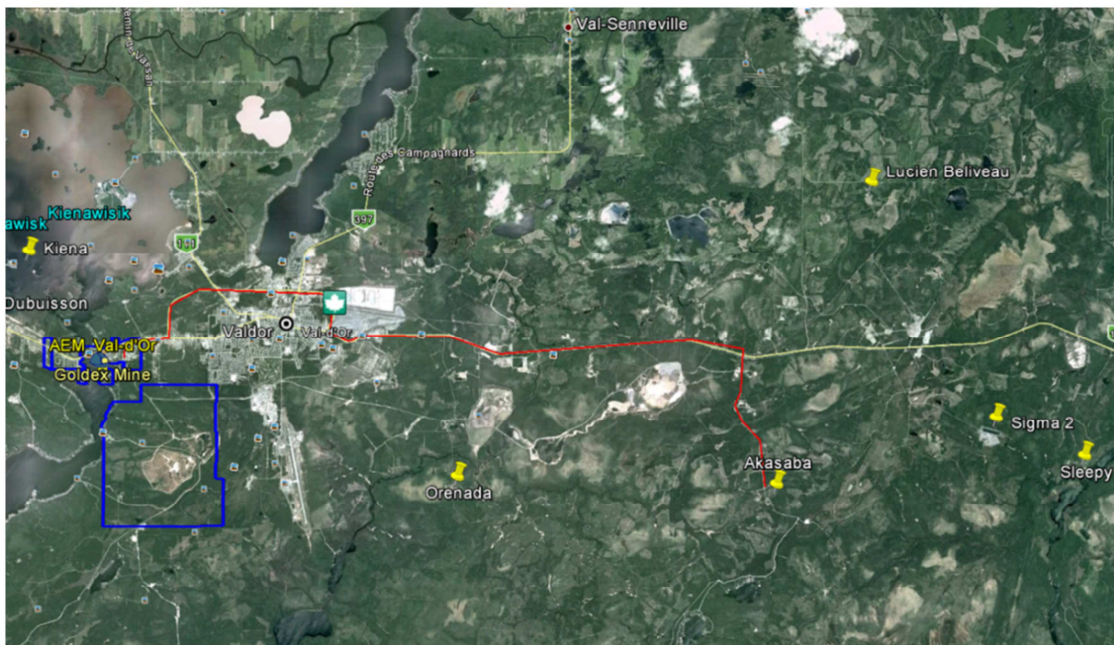


Figure 5.1 - Localisation de la propriété d'Akasaba Ouest

## 5.2 VÉGÉTATION ET CLIMAT

La région possède un climat continental avec une moyenne de précipitation annuelle de 927 mm. Ceci inclut 640 mm de chute de pluie (le maximum mensuel de pluie est de 103 mm en septembre) et 3180 mm de chute de neige (le maximum mensuel de neige est de 650 mm en décembre). La neige reste au sol de mi-novembre jusqu'à ce que la glace quitte les lacs à la mi-mai. Les hivers peuvent être froids avec des températures moyennes de  $-15^{\circ}\text{C}$  en janvier et février. Le sol n'est pas gelé de mai à octobre.

Les étés sont chauds et relativement secs avec une moyenne de température de  $22^{\circ}\text{C}$ . Il est prévu que les opérations minières soient exécutées à longueur d'année sans interruption due à des conditions météorologiques.

La région est caractérisée par une forêt de type boréale. Les tourbières et les marécages d'aulnes sont fréquents dans la région de Val-d'Or et une de ces tourbières est présente sur la propriété d'Akasaba Ouest. Les campagnes de forage au diamant sont plus facilement réalisées pendant les mois d'hiver, lorsque la tourbière est gelée.

## 5.3 INFRASTRUCTURE

Actuellement, il n'y a pas d'infrastructures construites sur la propriété d'Akasaba Ouest. Une partie des infrastructures nécessaires incluront des bureaux, une zone de concassage, des aires aménagées pour l'entreposage du minerai et le stérile et un bassin de sédimentation. Pour le concentrateur et le traitement du minerai, les installations de Goldex seront utilisées. Les infrastructures situées à Goldex sont montrées à la Figure 5.2.

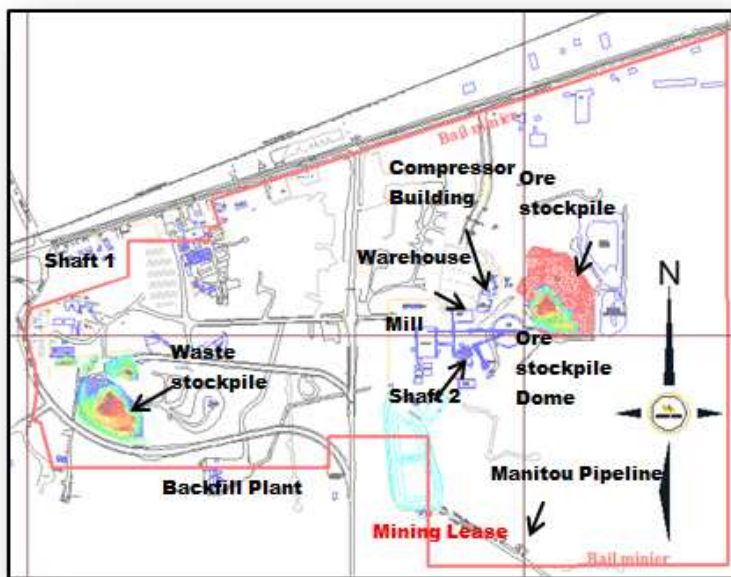
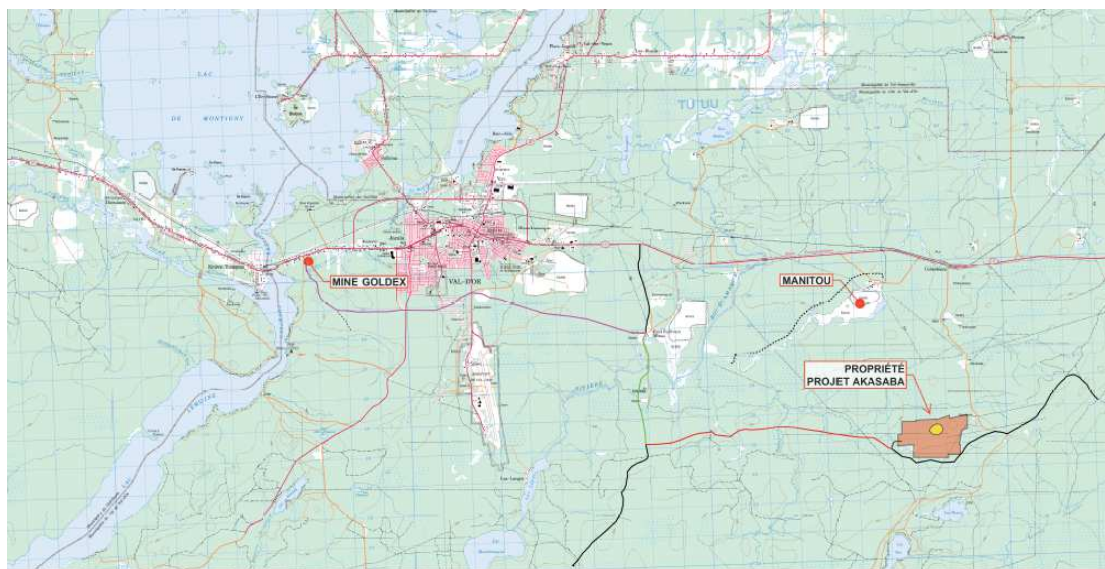


Figure 5.2 - Plan de surface de la mine Goldex

La mine Goldex, construite de 2005 à 2008, a atteint la production commerciale en 2008. En 2006, un partenariat a été établi entre Agnico Eagle et le gouvernement du Québec pour construire un pipeline enfoui de 23 km entre le site de la mine Goldex et le site orphelin de Manitou situé à l'est. L'entente prévoyait le transport par pipeline des résidus alcalins de Goldex afin qu'ils soient utilisés pour la réhabilitation du site Manitou.

Le minerai sera transporté de la propriété d'Akasaba à la mine Goldex par un chemin qui sera construit par la compagnie forestière Eacom. Ce chemin passera juste au sud de la propriété Akasaba Ouest et ira se connecter avec le tronçon déjà existant EE-4000. Par la suite, le chemin Goldex-Manitou sera utilisé pour atteindre la mine Goldex (Figure 5.3). L'utilisation de ce chemin aura comme avantage de ne pas augmenter le trafic lourd sur la 117 et éviter l'utilisation du chemin du Lac Sabourin pour le transport lourd.



**Figure 5.3 - Propriété d'Akasaba Ouest – chemin d'accès alternatif reliant la propriété à Goldex**

Goldex possède un site auxiliaire de déposition des résidus Goldex (Parc Sud), situé à 4 km au sud de la propriété Goldex. Ce site de déposition est utilisé seulement en cas d'urgence ou lorsque le pipeline est en arrêt pour entretien. Il est situé sur des terres publiques. Le bail de surface pour le parc à résidus a été obtenu auprès du gouvernement du Québec. Agnico Eagle possède suffisamment d'espace sur la propriété de Goldex pour les installations minières et de traitement ainsi que pour une future gestion des résidus.

#### **5.4 PHYSIOGRAPHIE ET EAU**

L'élévation moyenne est de 330 m au-dessus du niveau de la mer. Un esker, orienté SO-NE, est situé à approximativement 1700 m au sud-est de la future mine à ciel ouvert. Dans son ensemble, le site est généralement plat avec un relief légèrement vallonné. Quelques affleurements rocheux sont visibles et des ruisseaux mineurs se



trouvent dans les parties sud et est de la propriété. Le site est principalement recouvert d'arbres et de petits arbustes. Une tourbière est présente dans la région de la mine à ciel ouvert proposée.

## **5.5 RESSOURCES LOCALES**

La région de Val-d'Or est une région minière prolifique depuis l'ouverture de la mine Lamaque en 1933 et est bien connue dans le monde minier au niveau mondial. Le site minier Akasaba serait bien desservi étant donné sa proximité avec la ville de Val-d'Or. La région possède un excellent bassin de professionnels expérimentés du domaine minier, tant pour l'étape de la construction que pour l'opération. On y trouve également une excellente base de fournisseurs et de sous-traitants pour l'industrie minière.

Le site est localisé à quelques kilomètres de plusieurs infrastructures comme la route provinciale 117, la ligne de transport ferroviaire du Canadien National et deux lignes électriques principales d'Hydro Québec (120 kV et 25 kV). Les principales lignes de haute et basse pression de gaz naturel sont également situées à proximité.

## 6 HISTORIQUE

### 6.1 HISTORIQUE D'EXPLORATION

Les premiers travaux sur la propriété remontent à 1942. Le travail inclut des études géologiques et/ou géophysiques et des forages. Le Tableau 6.1 ci-dessous résume le travail qui a été fait entre 1941 et 2014 par les propriétaires antérieurs à AEM.

**Tableau 6.1 - Compilation Historique**

ANNÉE	PROPRIÉTAIRE	DESCRIPTION DES TRAVAUX	# DE DOSSIER DE L'ÉVALUATION
1942	Obaska Mines Ltd	Forage au diamant -- 2 forages pour 106m (F-4, 5)	GM 02085-A
1944	Goldora Mines Ltd	Forage au diamant - 4 forages pour 551m (G-02 @ 04 and 07)	GM 00411
1945	Goldora Mines Ltd	Forage au diamant - 2 forages pour 217m (MS-12, 13)	GM 00502-A, -B
1951	Obaska Lake Mines Ltd	Forage au diamant - 3 forages pour 498m (H-51 @ 53)	GM 03276-B
1952	Obaska Lake Mines Ltd	Forage au diamant - 9 forages pour 1187m (H-62 @ 70)	GM 03276-B
1954	Obaska Lake Mines Ltd	Travaux géologiques de surface	GM 03276-A
1955	Akasaba Gold Mines Ltd	Forage au diamant - 3 forages pour 457m (S-89, 96, 99)	
1967	Akasaba Gold Mines Ltd	Travaux géophysiques de Mag and EM	GM 24056
1971	Silvermaque Mining Ltd	Compilation géologique	
1972	Akasaba Gold Mines Ltd & Falconbridge Ni Mines Ltd	Travaux géophysiques de Mag, VLF and EM	GM 28252
1977	Brominco Inc.	Travaux géophysiques de Mag and EM en aéroporté	GM 33541
1978	Brominco Inc.	Travaux géophysique Mag and EM	GM 33540
1979	SOQUEM (Louvem)	Forage au diamant - 2 forages pour 438m (475-79-03, 04)	GM 35049
1981	Intl Obaska Mines Ltd & Falconbridge Ni Mines Ltd	Travaux géologiques et structuraux	GM 38234
	Intl Obaska Mines Ltd & Falconbridge Ni Mines Ltd & SOQUEM	Travaux géophysiques de Mag and IP et travaux géochimique	GM 37806, GM 37807, GM 37808
1982	Intl Obaska Mines Ltd & Falconbridge Ni Mines Ltd & SOQUEM	Forage au diamant - 3 forages pour 514m (475-82-19 @ 21)	GM 39236
1984	Brominco Inc.	Travaux géophysiques de Mag, VLF-EM et gravité	GM 41848, GM 42320

1985	Brominco Inc.	Travaux géologiques, travaux géophysiques gradio- et mag, travaux sur les la géochimie des sols (humus)	GM 42136, GM 42343 & GM 42476
	AUR Resources Ltd	Compilation géologique, relevé géochimique du till et forage au diamant - 2 forages pour 477m (403-08, 10)	GM 42889
1987	Louvem Mining Inc.	Synthèse géologique et géophysique et évaluation du potentiel économique.	
	SOQUEM	Compilation géologique	
1988	Louvem Mining Inc.	Compilation géologique	
1993	AUR Resources Ltd	Forage à circulation inverse– détails inconnus	
1994	Cambior Inc.	Travaux géophysique de IP and Max-Min , Forage au diamant - 2forages pour 649m (AK94-03, 03B)	GM 52955
	Placer Dome Canada Ltd	geophysical surveys	GM 55013
1997	AUR Resources Ltd	IP geophysical survey	GM 54614
2001	AUR Resources Ltd (CONSOREM)	Analyses des linéaments géophysiques	GM 66576
2003	Cambior Inc.	Forage au diamant - 2forages pour 1008m (AK03-14, 15)	GM 61751
2004	Cambior Inc.	Compilation géologique, travaux Pulse-EM, forage au diamant - 1forages pour 564m (AK04-16)	
	Alexis Minerals Corp.	Forage au diamant - 1forages pour 251m (AMCD-24)	GM 61829
2005	Cambior Inc.	Forage au diamant - 1forages pour 680m (AK05-22)	GM 62246
	Gestion IAMGOLD Qc Inc.	Travaux géophysiques Mag and IP	
2007	AUR Resources Ltd	Compilation géophysique	GM 63657
	Alexandria Minerals Corp.	Interprétation de l'imagerie satellite	GM 63656
2009	Alexandria Minerals Corp.	Travaux géophysiques de Mag and IP, décapage et channel sampling	GM 64805
		Forage au diamant - 3 forages pour 678m (IAX-09-60 @ 62)	GM 64805
2010	Alexandria Minerals Corp.	Forage au diamant - 6forages pour 2117m (IAX-10-96, 98, 116, 117 and 119)	GM 66680
2011	Alexandria Minerals Corp.	Forage au diamant - 16forages pour 3114m (IAX-11-120@123, 158, 160, 162@164, 170, 171, 182, 184@186, 188)	GM 66680
		3D IP, travaux géophysiques de gradients verticaux et mag	GM 66153

2012	Alexandria Minerals Corp.	Échantillonnage des sols et forage au diamant - 23forages pour 7761m (IAX-12-189, 194, 198, 200@202, 204@206, 210@223)	GM 66680
	Alexandria Minerals Corp. / Geologica Inc.	Rapport technique NI43-101	GM 66680
2013	Alexandria Minerals Corp.	Forage au diamant – 16 forages pour 6856m (IAX-13-227@229, 232@244)	GM 67710
	Alexandria Minerals Corp. / Geologica Inc.	Rapport Technique NI43-101	GM 67710
	Alexandria Minerals Corp.	Forage au diamant - 3forages pour 726m (SCAX-13-003 @ 005)	
2014	Alexandria Minerals Corp.	Travaux géophysiques IP	GM 68086

## 7 CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET MINÉRALISATION

### 7.1 GÉOLOGIE RÉGIONALE

La région de Val d'Or-Louvicourt est située dans la partie sud-est de la Sous-province de l'Abitibi, secteur typique d'une ceinture de roches vertes (Figure 7.1), situé dans la partie sud-est de la Province du Supérieure dans le Bouclier canadien. La ceinture de l'Abitibi est la plus grande ceinture de roches vertes connue dans le monde (85 000 km<sup>2</sup>; Card, 1990) et aussi l'une des régions minières les plus riches (Hodgson et Hamilton, 1989; Poulsen et al. 1992). La Sous-province de l'Abitibi s'étend à environ 700 km de la zone structurale de Kapuskasing, dans le nord-est de l'Ontario, vers l'est jusqu'au front de la province de Grenville dans le nord-ouest du Québec. La Sous-province de l'Abitibi est bornée au nord par le gneiss et la terrane plutoniques de la Sous-province d'Opatca, tandis qu'au sud elle est délimitée par des roches métasédimentaires et des plutons de la Sous-province de Pontiac.

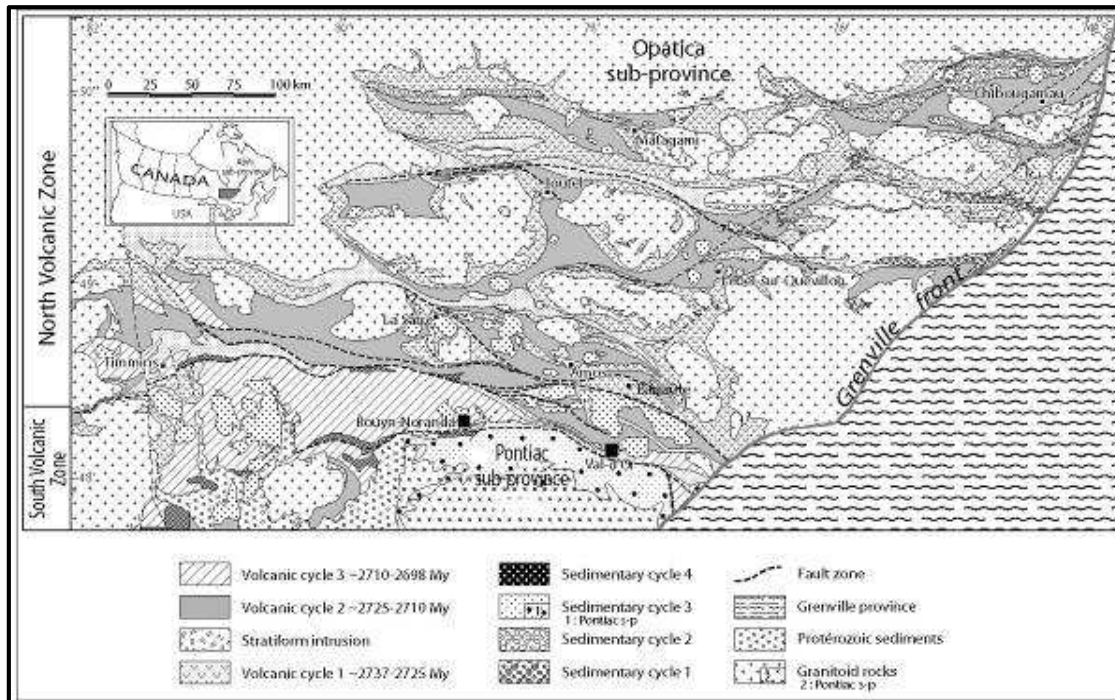
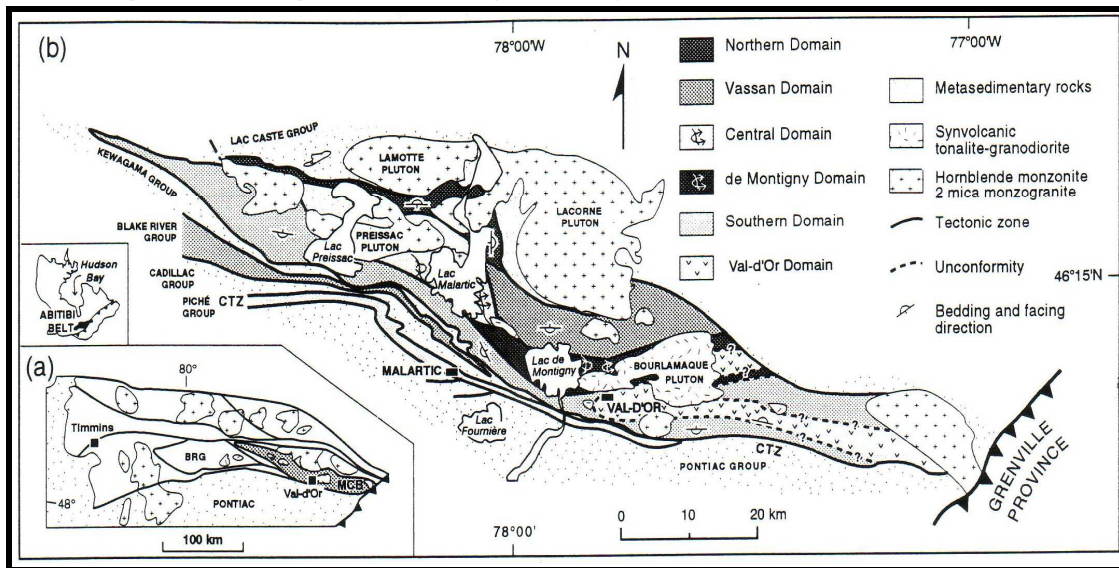


Figure 7.1 - Carte de la géologie régionale avec localisation de la région de Val d'Or (Chown et al., 1992)

La Sous-province de l'Abitibi est divisée en une "zone volcanique nord" et une "zone volcanique sud" qui est plus jeune (Ludden et al, 1986;. Chown et al., 1992; Mueller et al., 1996). La région de Val-d'Or et la propriété d'Akasaba sont situées dans la "zone volcanique sud". La zone de faille Porcupine-Destor (PDF) est interprétée comme étant la limite divisant la "zone volcanique nord" de la "zone volcanique sud". La "zone volcanique nord" est interprétée comme étant un vieil arc volcanique, 2730-2710 MA et la "zone volcanique sud" est interprétée comme étant un segment d'arc plus jeune, 2705-2698 MA (Mueller et al., 1996).

## 7.2 GÉOLOGIE LOCALE

La propriété d'Akasaba Ouest se trouve dans le domaine sud du bloc composite de Malartic (Figure 7.2). La partie sud de la propriété accueille aussi des roches des groupes de Piché et de Cadillac et de la Sous-province de Pontiac. L'orientation est-ouest de la zone tectonique de Larder Lake-Cadillac (la CTZ sur la Figure 7.2) traverse la propriété d'Akasaba Ouest dans sa partie sud. Cette zone tectonique est une zone de déformation située à la limite entre les roches métasédimentaires de la Sous-province de Pontiac (2683 MA) et des roches volcaniques basaltiques à ultramafiques du Groupe de Malartic (2705 MA).



**Figure 7.2 - Carte simplifiée de la région de Val-d'Or – Malartic (Desrochers et al., 1996)**

Les principaux groupes géologiques dans la région de Val d'Or comprennent : le Groupe de Piché, le Groupe de Cadillac, le Groupe de Malartic (ou «Block de Composite de Malartic » décrit par Desrochers et al, 1996; Desrochers et Hubert, 1996.) et le Groupe de Louvicourt (les formations d'Héva et de Val-d'Or). Une vue rapprochée de la géologie de la région de Val d'Or peut être vue à la Figure 7.3.

Le Groupe de Piché est situé le long de la zone tectonique de Larder-Lake-Cadillac. Le Groupe de Piché se compose de schiste à talc-chlorite ± carbonaté, pour lequel le protolithe correspond à des coulées magnésiennes basaltiques à komatiitiques, avec de l'olivine à cumulat ou spinifex et fortement altérée en trémolite et carbonate.

Le Groupe de Cadillac est une unité sédimentaire correspondant à des wackes quartzifères, des wackes quartzofeldspathiques, des pélites et des conglomérats polymictiques. Localement, les conglomérats contiennent des fragments de formation de fer. Les unités du Groupe de Cadillac possèdent une schistosité d'intensité variable qui est défini par des micas (biotite et/ou chlorite et/ou muscovite).



Le bloc composite de Malartic (Desrochers et al., 1996) est principalement composé de roches volcaniques tholéitiques mafiques à ultramafiques (komatiites) et peut être subdivisé en sept domaines litho-tectonique: Nord, Centrale, Vassan, Baie-Carpentier, Sud, Val-d'Or et De Montigny.

Le Groupe de Louvicourt est interprété comme un complexe d'arc volcanique. Il a une épaisseur stratigraphique de 7,5 km avec des sommets vers le sud. Les unités lithologiques ont une orientation est-ouest et un pendage sub-vertical vers le sud. Ce groupe est subdivisé en deux formations: la formation de Val-d'Or (3.5 à 5.5 km d'épaisseur) et la formation de Héva (1,5 à 2,0 km d'épaisseur).

Les lithologies présentes dans le Groupe de Pontiac correspondent principalement à des grès (60%), des pélites (40%) et des roches volcaniques mafiques (<1%). Ces roches montrent un grain tectonique orienté N285 caractérisée par la présence de biotite.

La région de Val d'Or comprend trois principaux plutons : 1) le batholite de Bourlamaque (Campiglio, 1977), un pluton transitionnel de quartz-diorite syn-volcanique ( $2700 \pm 1$  MA) interprété comme étant la source de la formation des roches volcaniques de Val-d'Or; 2) le pluton de Bevcon, une intrusion tonalitique transitoire plus élevée dans la stratigraphie; et 3) le stock de East Sullivan, un pluton alcalin monzonitique tardif ( $2684 \pm 1$  MA) (Taner, 1996). La région abrite aussi de nombreuses roches intrusives granodioritiques à tonalitiques, des dykes et des filons-couches dioritiques syn-volcaniques et des dykes porphyriques tardifs.



Figure 7.3 - Propriété d' Akasaba Ouest – Géologie locale

Deux phases principales de déformation ont été documentées dans la région de Val d'Or. Le principal événement correspond à la phase de déformation D2 caractérisée par une schistosité pénétrative est-ouest à fort pendage vers le nord et par des zones de cisaillement anastomosées (Desrochers et Hubert, 1996). Les plis est-ouest F2 possèdent des plongées variables et créent localement une inversion des sommets stratigraphiques. L'événement tardif D3 correspond à des failles cassantes nord-nord-ouest et nord-est. Le métamorphisme régional s'apparente au faciès des schistes verts, mais peut aussi atteindre le faciès des amphibolites vers le sud aux alentours de la zone tectonique de Cadillac (Imreh, 1984).

### 7.3 GÉOLOGIE DE LA PROPRIÉTÉ

La propriété d'Akasaba Ouest chevauche le contact stratigraphique entre la Formation Héva du Groupe de Louvicourt dans la partie nord de la propriété et le Groupe de Cadillac dans la moitié sud de la propriété. La formation Héva est principalement composée de roches volcaniques tholéitiques à calco-alcalines avec un peu de roches pyroclastiques de la même affinité. Tandis que le Groupe de Cadillac est principalement composé de roches sédimentaires détritiques y compris, mais sans s'y limiter, des wackes, des pélites et des conglomérats polymictiques. Dans le Groupe de Louvicourt, la séquence volcanique est sub-verticale et les sommets stratigraphiques sont toujours vers le sud.

La structure régionale dominante, à savoir la faille Cadillac-Larder Lake, traverse la propriété près de son centre. Elle est décrite comme étant une zone tectonique majeure caractérisée par un cisaillement et une déformation mécanique intenses. Cette zone tectonique est connue pour être spatialement associée à la minéralisation aurifère entre Val d'Or au Québec et Larder Lake en Ontario. Plusieurs gisements d'or, passés et présents, sont situés à proximité de cette faille majeure y compris Lapa, LaRonde, Doyon, Bousquet, Westwood, Pandora et O'Brien pour n'en nommer que quelques-uns.

Le métamorphisme régional de la région se caractérise généralement par le faciès métamorphique du schiste vert moyen, typiquement défini par un assemblage minéral de chlorite-épidote-carbonate dans des roches volcaniques tholéitiques. Cependant, localement, les roches ont subi un métamorphisme prograde ou une skarnification intense caractérisée par un assemblage minéral d'épidote-hématite-magnétite ± grenat ± amphiboles. Cette skarnification serait liée à une masse plutonique située plus en profondeur.

À l'échelle de la propriété, la stratigraphie (S0) a une tendance est-ouest (EO) et un pendage abrupt vers le sud. La schistosité (S2) est légèrement discordante à la stratigraphie à proximité de la zone minéralisée, avec une tendance est-nord-ouest-sud-ouest (ENE-OSO) ainsi qu'un pendage sub-verticale. Sur les affleurements, on peut remarquer des basaltes coussinés indiquant clairement une polarité vers le sud.



Du sud au nord, les unités stratigraphiques rencontrées sur la propriété sont décrites ci-dessous (Figure 7.4). Ces descriptions sont extraites du rapport de la campagne 2013-2014 d'exploration menée par la division d'exploration d'AEM.

**Sédiments clastiques:** Ils sont généralement décrits comme étant des greywackes argileux à de grains fins à très fins. Le plus souvent, ils sont d'un gris moyen et localement verdâtre, parfois magnétique, souvent lités et on peut y observer fréquemment des cristaux de pyrite le long des lits et/ou des plans de fracture. On peut également noter la présence de pyrrhotite dans les veines et veinules transversales de quartz, et dans une moindre mesure, de l'arsénopyrite en amas.

**Roches Volcaniques felsiques:** Généralement de couleur verte grisâtre à beige, aphanitique à grain fin, intensément à modérément folié. Elles sont souvent altérées en séricite et plus localement en chlorite et/ou en albite. Le contact avec les tufs felsiques sus-jacents est progressif et souvent flou, les unités ont relativement la même composition litho-géochimiques.

**Tufs felsiques:** Couramment vert grisâtre, aphanitique, avec des lapillis silicifiés, presque chertueux possédant une dureté variable. Les tufs sont généralement durs; cependant, ils peuvent se casser facilement à la main due à une forte altération en séricite de la matrice. Localement, on peut observer un litage apparent. À l'approche du contact nord, la matrice peut contenir jusqu'à 20% de pyrite finement disséminée. Il convient de noter qu'aucune valeur aurifère significative n'est associée à cette minéralisation.

**Diorite:** décrite comme étant une intrusion feldspathique porphyrique. Elle est souvent associée à des tufs felsiques, en « bandes » décimétriques à métriques dans les tufs, possiblement comme lapilli.

**Quartz-diorite:** de couleur gris pâle, cette unité est le résultat d'une intrusion porphyrique de feldspath et de quartz à grains fins, dont la texture porphyrique s'avère souvent floue. Cette unité est fortement déformée, présentant une texture cataclastique. Elle est souvent très poreuse. Elle est généralement dure, parfois magnétique et l'altération consiste en une faible albitisation. Cette unité est l'hôte principale de la minéralisation.

**Schiste, mylonite, cataclasite:** Ces termes génériques ont été principalement utilisés dans les zones de déformation extrêmes où le protolithe était impossible à déterminer. Il convient de noter cependant que, dans la modélisation 3D, ces unités sont principalement associées à l'unité de diorite quartzifère.

**Roches felsiques intrusives :** Il s'agit ici d'unités intrusives massives, non déformées avec de gros grains de quartz et des phénocristaux de feldspath dans une matrice de biotite et de chlorite riche en grains fins.

**Roches volcaniques intermédiaires** : Cette unité possède des caractéristiques litho-géochimiques similaire à l'unité de quartz-diorite, elle est le plus souvent présente dans l'unité de quartz-diorite fortement déformée, mais possède des caractéristiques distinctes la différenciant de l'unité de quartz-diorite. Entre autre, elle est fortement magnétique, moins déformée et aphanitique. Il convient de noter que ces caractéristiques sont peut-être seulement des variations de texture dans l'unité de quartz-diorite elle-même.

**Roches volcaniques mafiques** : Appartenant à la Formation de Héva du Groupe de Louvicourt, ces roches sont généralement décrites comme étant vertes, modérément dures à dures, souvent magnétiques, aphanitiques à grains fins avec une altération pervasive en chlorite ou en albite. Localement, ces roches ont subi un degré de skarnification caractérisé par la présence d'hématite et d'épidote, fortement décolorés ou blanchis. On peut y observer occasionnellement des textures coussinées ou brèchiques.

**Tufs mafiques**: Généralement décrite comme un tuf de cristal et/ou un tuf à lapilli à grains fins, cette unité est intercalée avec des roches volcaniques mafiques (basaltes). Elle a également subi de la skarnification, présentant un assemblage d'altération en épidote, hématite et silice.

**Porphyre de quartz-feldspath**: Unité de couleur variant du gris au rose, massive, non déformée avec du quartz à grains grossiers et des phénocristaux de feldspath baignant dans une matrice à grains fins de biotite et riche en chlorite.

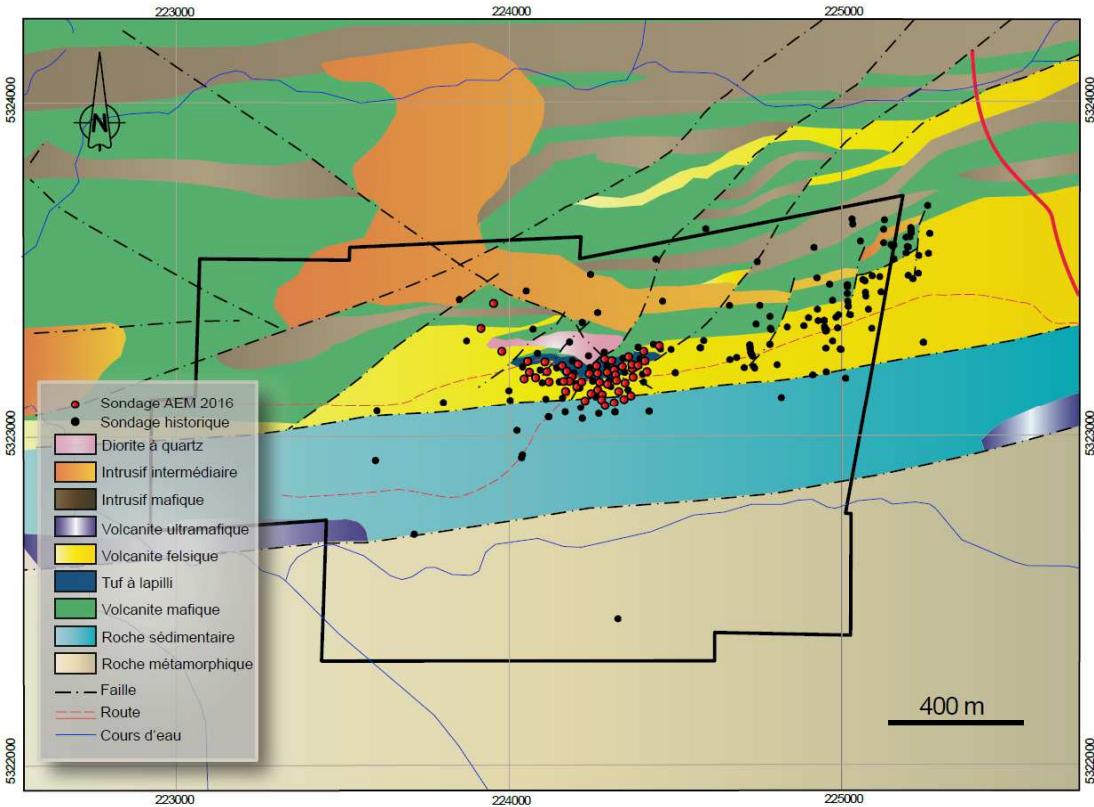


Figure 7.4 - Propriété Akasaba Ouest – Géologie de la propriété

## 7.4 MINÉRALISATION

Dans un contexte plus général, la zone de minéralisation sur la propriété d'Akasaba Ouest se compose d'une enveloppe minéralisée de basse teneur caractérisée par la présence généralisée de chalcopryrite finement disséminée. La minéralisation est principalement contenue dans l'unité de quartz-diorite. Cependant, à la marge ouest, la minéralisation se déverse dans l'unité de tuf felsique, alors qu'à la marge est, la minéralisation se déverse dans l'unité basaltique. La zone minéralisée semble structuralement contrôlée, tronquée par une faille NO-SE possédant un pendage SO à la marge ouest, et contiguë à une faille NE-SO plongeant au nord-ouest à sa marge est.

Cette enveloppe de basse teneur contient deux lentilles de plus fortes teneur sub-parallèles qui sont restreintes à l'unité de quartz-diorite. La minéralisation dans les enveloppes de haute teneur est composée de chalcopryrite finement disséminée, de bornite et de magnétite. L'encaissant de quartz-diorite est très folié et poreux. Les fortes teneurs minéralisées plongent de 40° à 50° vers l'ouest-sud-ouest (OSO). Les valeurs d'or et de cuivre sont directement proportionnelles; aucun or visible n'a été rapporté dans les rapports de forage.

## 8 TYPES DE DÉPÔT

La région de Val d'Or est une région minière d'importance depuis sa découverte au milieu des années 1930. Lors des 80 dernières années, plus de 23 millions d'onces d'or ont été extraites de 36 mines différentes. Une forte proportion de la production d'or (plus de 9 millions d'onces) provient des veines de quartz-tourmaline du gisement d'or filonien Sigma-Lamaque.

La minéralisation aurifère du camp minier de Val d'Or est décrite comme étant constituée de veines de quartz-carbonates encaissées dans la ceinture de roches vertes, ou bien de filons associés à une imposante composante structurale impliquant un cisaillement régional et/ou local et aux fractures d'extension s'y rattachant. À l'échelle régionale, la minéralisation aurifère est généralement encaissée au sein d'intrusifs de différentes tailles, comme le batholite de Bourlamaque, les intrusions de Lamaque et de Goldex, ou encore associée à des dykes tectoniques porphyriques tardifs datés de  $2694 \pm 2$  Ma et  $2680 \pm 4$  Ma. Les styles de minéralisations observées varient entre des dépôts de sulfures disséminés, des filons quartz-tourmaline aurifère à pyrite et des zones à stockwerk. Les dépôts peuvent s'associer à des activités tectoniques précoces à tardives (Figure 8.1).

Sur la propriété d'Akasaba Ouest, la minéralisation, composée de chalcopryrite finement disséminées et de bornite en quantité moindre, est encaissée dans une séquence méta-volcanoclastique cisailée, une unité de basalte à l'est, unités felsique et intrusion intermédiaire, quartz-diorite, dans le centre et un tuf felsique à l'ouest. La minéralisation se présente sous deux lentilles sub-parallèles, une lentille à haute teneur et une lentille à faible teneur, généralement orientées ENE-OSO,  $080^\circ$  E et à fort pendage vers le sud. La zone minéralisée, composée de deux lentilles à haute teneur contenues dans une enveloppe plus large à basse teneur, semble être limitée par deux failles. La marge ouest est coupée par une faille d'orientation NO-SE déplaçant les lithologies dans un mouvement dextre, tandis que la marge orientale est définie par une faille NE-SO qui semble tronquer l'unité de quartz-diorite, en plongeant au nord-ouest. À l'échelle régionale, les failles NE-SO semblent se buter contre la faille de tendance NO-SE. La minéralisation or-cuivre (Au-Cu) plonge entre  $40^\circ$  et  $50^\circ$  ouest-sud-ouest (OSO).

L'assemblage minéral s'apparentant au skarn, en particulier celui de l'épidote-amphibole-magnétite  $\pm$  grenat, semble être répandue à l'échelle régionale. Cet assemblage est observé sur la propriété Orenada située à 10 kilomètres à l'ouest, ainsi que sur le dépôt d'Akasaba situé quelques kilomètres à l'est. À l'ancienne mine Akasaba, l'assemblage minéral est seulement observé dans l'unité basaltique au nord des lentilles minéralisées. Sur la propriété Akasaba Ouest, les assemblages de minéraux d'altération hydrothermaux typiques observés autour des lentilles minéralisées sont caractérisés par des assemblages d'albite-chlorite-séricite-épidote, et de feldspaths-K-biotite-séricite.

L'origine des processus de minéralisation dans les environs de la propriété d'Akasaba Ouest, y compris l'origine du dépôt d'Akasaba à l'est et le dépôt Orenada à l'ouest,

reste controversée. Actuellement, deux hypothèses différentes sont présentées. Une hypothèse par Jeanne Lebel, 1987, favorise la genèse d'un sulfure massif volcanogène, alors que Lev Vorobiev, 1998, soutient l'idée que la minéralisation se soit mise en place au cours d'une phase de développement d'un skarn. Il est plus probable que le processus de minéralisation sur le site d'Akasaba Ouest soit une combinaison de plusieurs événements, soit hydrothermale, orogénique et skarnifère.

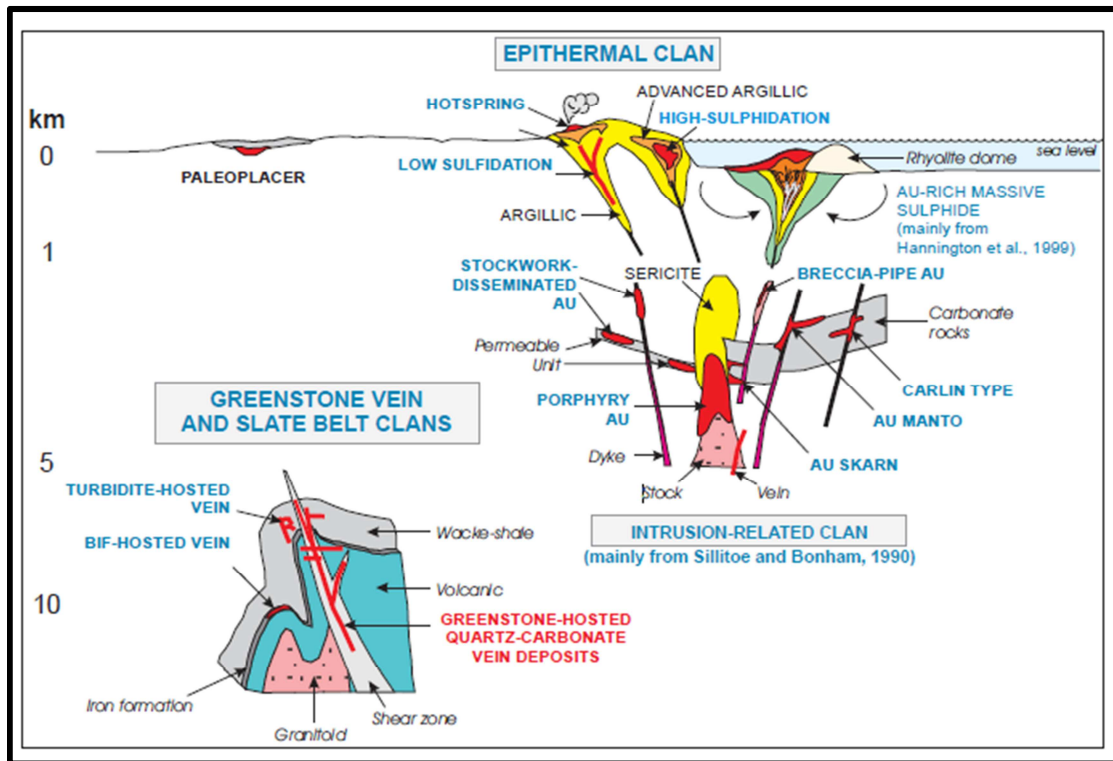


Figure 8.1 - Différents types de dépôts filonniens aurifères en fonction du niveau de la croûte terrestre et du type de gîte (from Dubé et al., 2001; Poulsen et al., 2000).

## 9 EXPLORATION

Aucun programme d'exploration récent, sauf pour le forage de conversion du dépôt Akasaba Ouest n'a été effectué sur la propriété par les Mines Agnico Eagle. Aucun autre travail d'exploration de surface n'a été effectué sur la propriété depuis la publication du dernier rapport NI43-101 produit pour Alexandria Minerals Corporation par Geologica (Beauregard, 2013).

### 9.1 CONDAMNATION DU SECTEUR À L'EST DE LA PROPRIÉTÉ

Un indice faiblement minéralisé a été délimité à l'extrémité Est de la propriété par des forages exécutés par Alexandria Minerals Corporation et par Agnico Eagle (Figure 9.1) soit à 400m à l'est de la zone minéralisée principale (fosse Akasaba).

L'étude de ce secteur a permis de définir une structure minéralisée sur 160m de long (Est-Ouest), 10 à 15m de largeur (épaisseur variable, Nord-Sud) et 250m de profond depuis la surface similaire à celle observée dans la fosse Akasaba. Cette structure est limitée dans l'espace et est bordée de tous les côtés par plusieurs forages stériles. Un modèle de blocs a été appliqué sur la structure minéralisée afin de quantifier le tonnage minéralisé et la teneur en or et en cuivre de ce secteur. Le krigeage ordinaire a été utilisé comme principale méthode d'interpolation.

Selon l'interpolation, la teneur moyenne de la lentille a été estimée à 0.60 g/t Au avec des traces de cuivre. Le volume et les teneurs identifiés par forage et interprétation sont nettement insuffisants pour justifier une production commerciale, considérant la quantité importante de matériaux stériles qu'il faut excaver pour une exploitation en fosse à ciel ouvert, ou encore considérant les coûts plus élevés pour une exploitation souterraine à partir d'une rampe de surface.



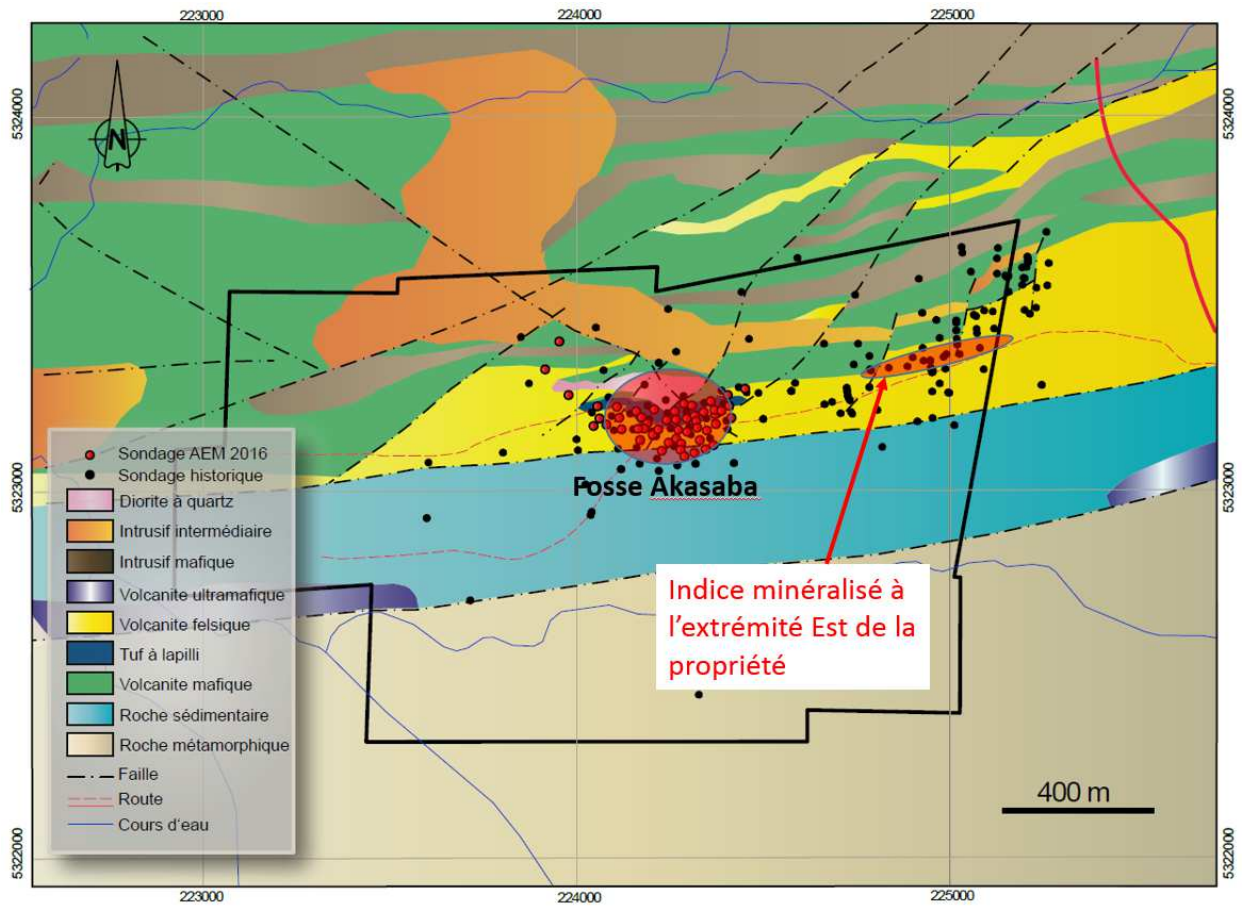


Figure 9.1 - Localisation d'indice minéralisé à l'extrémité Est de la propriété Akasaba Ouest.

## 10 FORAGE

### 10.1 INTRODUCTION

Quatre (4) campagnes de forage ont été réalisées par les Mines Agnico Eagle sur la propriété Akasaba Ouest, la première entre le 4 et le 10 décembre 2013 (3 forages), la deuxième entre le 4 février et le 23 mars 2014 (30 forages), la troisième entre le 24 novembre 2014 et le 29 novembre 2014 (8 forages) et la quatrième entre le 5 février et le 18 mars 2016 (53 forages). Au total, quatre-vingt-quatorze (94) trous de forage ont été complétés par Agnico Eagle pour un total de 18 536 m. La campagne de forage au diamant 2013-2014 a été principalement axée sur la délimitation du gisement Akasaba Ouest alors que la campagne de forage au diamant 2016 avait pour but de confirmer la continuité des axes «nord-sud» et «est-ouest» des zones minéralisées à l'intérieur du gisement. Du même coup, ces trous de forage ont pu apporter plus de précision quant à la profondeur du mort-terrain. Quelques trous de forage ont été planifiés pour effectuer des travaux géotechniques, de la condamnation et la détermination de la profondeur du mort-terrain. Tous les forages ont utilisé de la carotte de calibre NQ et sont entreposés en permanence sur le site de la mine Goldex d'AEM. Le Tableau 10.1 résume la position géographique des trous de forage au diamant.

Suite à l'intégration de toutes les données relatives à la campagne de forage de 2016, aucune autre campagne de forage aux diamants n'est prévue sur le site minier Akasaba Ouest.

### 10.2 PROCÉDURES DE FORAGE

#### 10.2.1 LOCALISATION DES COLLETS DE FORAGE

Pendant les campagnes de forage de 2013, 2014 et 2016, un total de quatre-vingt-quatorze (94) trous de forage au diamant (18 533 m) ont été complétés.

Au cours de la campagne de 2013, trois (3) trous (164-13-001 à 164-13-003), soit 582.1 m, ont été forés dans le cadre d'un processus de diligence raisonnable.

En 2014, trente-huit (38) trous de forage (5 746.4 m) ont été forés dans le cadre d'un programme de forage de conversion des ressources. De ce nombre, vingt-neuf (29) trous (164-14-004 à 164-14-027 et 164-14-032 à 164-14-036) ont été complétés afin de convertir les «ressources présumées» en «ressources indiquées», deux (2) trous (164-14-028 et 164-14-029) ont été forés dans une optique de condamnation et deux (2) trous (164-14-030 et 16-014-031) ont été complétés afin de déterminer plus précisément la profondeur du mort-terrain. Cinq (5) trous de forage (164GT-14-001 à 164GT-14-005), soit 962.85 m, ont été complétés à des fins géotechniques afin de déterminer les angles optimaux dans murs et de la fosse.



Au début de l'année 2016, cinquante (50) trous (AK16-001 à AK16-048), soit 10 527.4 m, ont été forés afin de confirmer la qualité et la continuité des zones minéralisées pour préciser les ressources indiquées. Trois (3) trous (AK16-049 à AK16-051), soit 714 m, ont été forés dans le but de repérer un déplacement possible de la minéralisation, potentiellement contrôlé par une faille d'orientation NO-SE, au nord-ouest de la fosse.

Les sondages ont été implantés et arpentés sur le terrain à l'aide d'un appareil GPS Leica Viva GS15. Au départ de chaque trou de forage, l'attitude a été mesurée à l'aide de l'appareil APS de REFLEX. La campagne de forage, menée sur le gisement Akasaba Ouest, continue d'indiquer un grand volume d'or, à faible teneur, disséminé (Au) et associé à une minéralisation cuprifère (Cu). Le Tableau 10.1 fournit une liste complète des trous de forage réalisés en 2013, 2014 et 2016. Les trous AK16-001 à AK16-048, forés en 2016, ont aussi été utilisés pour le calcul des ressources de la mine à ciel ouvert proposée sur le site d'Akasaba Ouest.

**Tableau 10.1 - Forage au diamant (2013-2016)**

No. Forage	(UTM, NAD83, Z18)		Azimut °	Pendage °	Longueur m
	Est	Nord			
161-13-001	307675	5324221	350	-51	201
161-13-002	307772	5324246	350	-50	180.1
164-13-003	307575	5324220	350	-45	201
164-14-004	307860	5324335	351	-46	129
164-14-005	307810	5324327	350	-45	99
164-14-006	307508	5324317	348	-47	99
164-14-007	307824	5324243	350	-44	180
164-14-008	307517	5324262	348	-48	150
164-14-009	307765	5324295	352	-50	126
164-14-010	307531	5324178	351	-46	276
164-14-011	307779	5324200	351	-52	240
164-14-012	307581	5324179	350	-49	279
164-14-013	307723	5324234	350	-51	194.5
164-14-014	307624	5324222	349	-55	249
164-14-015	307681	5324181	349	-54	300
164-14-016	307566	5324269	350	-45	128.4
164-14-017	307668	5324268	351	-47	165.5
164-14-018	307635	5324149	347	-55	378
164-14-019	307689	5324129	352	-54	360
164-14-020	307589	5324135	357	-56	330
164-14-021	307615	5324290	349	-46	114
164-14-022	307735	5324161	354	-51	318
164-14-023	307711	5324314	351	-43	90
164-14-024	307466	5324271	347	-50	150
164-14-025	307661	5324303	352	-52	102

164-14-026	307633	5324205	002	-54	249
164-14-027	307867	5324288	350	-43	150
164-14-028	307014	5324004	350	-45	201
164-14-029	307126	5323778	350	-45	201
164-14-030	307644	5324403	000	-90	15.5
164-14-031	307605	5324347	000	-90	25.5
164-14-032	307566	5324310	351	-51	75
164-14-033	307585	5324314	032	-51	69
164-14-034	307650	5324387	172	-45	72
164-14-035	307636	5324240	359	-53	171
164-14-036	307762	5324326	351	-51	60
164GT-14-001	307752	5324286	188	-55	281
164GT-14-002	307430	5324212	166	-68	200.3
164GT-14-003	307537	5324289	046	-55	78.25
164GT-14-004	307759	5324325	322	-55	199.1
164GT-14-005	307533	5324286	037	-52	204.2
AK16-001	307483	5324288	352	-50	120
AK16-002	307601	5324256	352	-50	177
AK16-003	307609	5324226	352	-50	225
AK16-004	307547	5324224	352	-50	225
AK16-005	307541	5324257	352	-50	177
AK16-006	307537	5324285	352	-50	135
AK16-007	307586	5324272	352	-50	150
AK16-008	307591	5324225	352	-50	225
AK16-009	307598	5324197	352	-50	267
AK16-010	307616	5324239	352	-50	201
AK16-011	307653	5324164	352	-50	315
AK16-012	307646	5324223	352	-50	252
AK16-013	307636	5324276	352	-50	150
AK16-014	307691	5324271	352	-50	96
AK16-014R	307691	5324271	352	-50	156
AK16-015	307694	5324248	352	-50	192
AK16-016	307669	5324247	352	-50	201
AK16-017	307674	5324186	352	-50	281
AK16-018	307696	5324198	352	-50	261
AK16-019	307723	5324216	352	-50	201
AK16-019R	307723	5324216	352	-50	252
AK16-020	307751	5324224	352	-50	231
AK16-021	307745	5324257	352	-50	180
AK16-022	307739	5324285	352	-50	141
AK16-023	307771	5324267	352	-45	162
AK16-024	307802	5324235	352	-50	231
AK16-025	307790	5324297	352	-50	132
AK16-026	307836	5324312	352	-50	141
AK16-027	307836	5324284	352	-50	171

AK16-028	307845	5324250	352	-50	222
AK16-029	307757	5324194	352	-50	282
AK16-030	307714	5324151	352	-50	342
AK16-031	307707	5324166	352	-50	312
AK16-032	307799	5324275	352	-50	171
AK16-033	307723	5324251	352	-47	192
AK16-034	307777	5324219	352	-46	225
AK16-035	307508	5324238	352	-45	177
AK16-036	307699	5324220	352	-50	231
AK16-037	307705	5324182	352	-50	274.9
AK16-038	307744	5324157	352	-50	339
AK16-039	307631	5324210	352	-55	297
AK16-040	307800	5324259	352	-50	192
AK16-041	307795	5324177	352	-50	297
AK16-042	307771	5324167	352	-50	330
AK16-043	307881	5324327	352	-50	135
AK16-044	307818	5324270	352	-45	180
AK16-045	307715	5324291	352	-45	120
AK16-046	307490	5324256	352	-50	165
AK16-047	307748	5324241	352	-50	204
AK16-048	307471	5324237	352	-50	195
AK16-049	307345	5324391	352	-50	240
AK16-050	307384	5324464	352	-50	222
AK16-051	307406	5324321	352	-50	252

### 10.2.2 TAILLE DES CAROTTES

La campagne de forage au diamant entreprise en 2013 a été exécutée par Forage Spektra. Les campagnes de forage de 2014 et de 2016 ont été exécutées par Forage Orbit-Garant. Toutes les campagnes de forage ont utilisé des carottes de calibre NQ (diamètre 60,3 mm). En 2013 et 2014, tous les tubages de trous de forage, à l'exception d'un seul, ont été laissés en place et identifiés. En 2016, seulement cinq (5) tubage ont été retirés. Ces campagnes de forage ont été exécutées en conformité avec les lois et procédures environnementales du Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune (MRNFAQ).

### 10.2.3 LOCALISATION DES COLLETS DE FORAGE

Tous les collets des campagnes de forage de 2013 et 2014 ont été arpentés par un arpenteur-géomètre qualifié, à l'emploi de Jean-Luc Corriveau & Associés. Un GPS Trimble, composé d'une base et d'une unité mobile, avec une erreur de  $\pm 20$  mm a été utilisé. Pour la campagne de 2016, tous les trous ont été arpentés par un technicien en génie civil qualifié de la compagnie Agnico Eagle, en utilisant un GPS Leica Viva GS15, composé d'une base et d'une unité mobile, avec une erreur estimée de  $\pm 25$  mm. L'azimut et le pendage ont été mesurés avec un instrument

APS-BT1 avec une erreur de  $\pm 1^\circ$  d'arc. Toutes les coordonnées ont été mesurées selon le système de coordonnées UTM NAD83, zone 18.

#### **10.2.4 MESURE DE LA DÉVIATION LE LONG DU FORAGE**

La déviation des trous de forage a été mesurée en utilisant des instruments de mesure le long du trou de forage qui sont fournis par l'entrepreneur de forage. Ce dernier a utilisé un instrument de type EZ-TRAC de REFLEX. Des mesures ponctuelles ont été prises à chaque intervalle de 50 m le long des trous de forage. De plus, des mesures en rafales (multi-shots) ont été réalisées à la fin de chaque forage mesurant l'azimut, le pendage et le champ magnétique à tous les 3 m pour les campagnes de forage de 2013 et de 2014 et à tous les 6 m pour la campagne de forage menée en 2016.

#### **10.2.5 DESCRIPTION DES CAROTTES DE FORAGE**

Pour les campagnes de 2013 et de 2014, des géologues de la compagnie Agnico-Eagle ont effectué la description des carottes de forage. Les carottes de forage de la campagne de 2016 ont, pour leur part, été décrites par un géologue de la compagnie Agnico Eagle et un géologue contractuel de la compagnie Services Technominex, sous la supervision du géologue d'AEM. Toutes les descriptions des carottes de forage ont été effectuées en utilisant des codes normalisés pour les lithologies, les altérations, les structures, les veines et les minéralisations. Les données ont été incorporées dans le logiciel DHLogger, de Century Systems. Les intervalles d'intérêt pour l'échantillonnage sont définis par la présence de minéralisation sulfurée comprise dans une séquence volcano-sédimentaire. Le Tableau 10.2 résume les meilleures interceptions minéralisées tirées de la campagne de forage de 2016. Des échantillons de carottes sont recueillis en continu avec des longueurs variant entre 0,5 à 1,5 m et sont ajustés aux contacts lithologiques.

#### **10.2.6 ENTREPOSAGE DES CAROTTES**

Toutes les intervalles de carottes de forage échantillonnées ont été sciées en deux et les demi-carottes restantes ont été conservées pour des consultations ultérieures. Les carottes restantes de forage de la campagne de 2016, des campagnes de 2013 et de 2014 en plus de celles récupérées d'Alexandria Minerals suivant l'acquisition du projet par AEM, sont entreposées dans une carothèque située sur le site de la mine Goldex. Les carottes à échantillonner ont été sciées en deux longitudinalement. Une des deux moitiés de carotte a été envoyée pour analyse et l'autre moitié a été replacée dans sa boîte et a été conservée pour référence. Ces carottes de forage sont cataloguées avant leur entreposage. Chaque boîte est identifiée avec une étiquette métallique agrafée sur la face avant de la boîte. L'étiquette comprend le numéro de trou de forage, le numéro de boîte ainsi que l'intervalle de carotte contenue dans la boîte.

**Tableau 10.2 - Intervalles minéralisés (2013-2016)**

No. Forage	De	À	Longueur*	Au g/t	Cu %
164-13-001	73.5	180.0	106.5	1.14	0.56
164-13-002	72.3	144.2	71.9	0.61	0.40
164-13-003	75.0	166.5	91.5	0.47	0.30
164-14-004	9.5	54.0	44.5	0.19	0.09
164-14-005	13.0	57.0	44.0	0.51	0.25
164-14-006	24.0	43.0	19.0	0.15	0.07
164-14-007	87.0	172.7	85.7	0.51	0.26
164-14-008	34.0	109.4	75.4	0.41	0.27
164-14-009	21.0	78.8	57.8	1.27	0.63
164-14-010	136.0	229.0	93.0	0.34	0.19
164-14-010	121.0	211.0	90.0	0.31	0.21
164-14-012	142.0	246.0	104.0	0.39	0.29
164-14-013	60.0	186.9	126.9	0.91	0.47
164-14-014	82.0	187.0	105.0	0.84	0.50
164-14-015	153.0	264.0	111.0	1.61	0.71
164-14-016	42.0	94.3	52.3	0.76	0.33
164-14-017	45.0	129.0	84.0	1.41	0.59
164-14-018	204.0	291.0	87.0	0.66	0.41
164-14-019	213.0	311.5	98.5	1.13	0.66
164-14-020	204.0	267.0	63.0	0.56	0.44
164-14-021	52.9	88.7	35.8	0.84	0.30
164-14-022	166.0	262.0	96.0	0.84	0.48
164-14-023	37.5	60.7	23.2	1.01	0.75
164-14-024	23.0	87.0	64.0	0.19	0.14
164-14-025	33.0	91.9	58.9	0.98	0.38
164-14-026	102.0	223.0	121.0	1.10	0.74
164-14-027	58.0	98.0	40.0	0.86	0.34
164-14-033	31.1	44.0	12.9	1.4	0.93
164-14-034	37.2	46.0	8.8	2.18	0.67
164-14-035	70.0	149.0	45.0	1.12	0.72
164-14-036	28.0	46.5	18.5	1.9	0.81
164GT-14-004	32.25	59.9	27.65	2.86	1.05
AK16-001	34.5	73.5	39.0	0.27	0.18
AK16-002	86.0	130.0	44.0	1.28	0.50
AK16-003	115.0	156.0	41.0	1.00	0.40
AK16-004	141.0	181.0	40.0	0.43	0.11
AK16-005	98.0	133.5	35.5	0.27	0.10
AK16-006	39.0	59.0	20.0	0.49	0.45
AK16-007	65.0	89.0	24.0	1.12	0.34

AK16-008	130.0	172.0	42.0	0.48	0.11
AK16-009	143.0	167.0	24.0	0.51	0.38
AK16-010	87.0	104.7	17.7	1.51	0.66
AK16-011	172.0	197.0	25.0	1.58	1.59
AK16-012	121.0	158.0	37.0	1.03	0.34
AK16-013	42.0	78.0	36.0	0.79	0.34
AK16-014	54.0	95.5	41.5	0.93	0.40
AK16-014R	53.0	94.0	41.0	0.82	0.35
AK16-015	82.0	122.0	40.0	0.70	0.30
AK16-016	123.0	160.0	37.0	1.13	0.44
AK16-017	154.0	190.0	36.0	1.65	1.12
AK16-018	165.0	196.0	31.0	0.78	0.27
AK16-019	175.0	195.0	20.0	2.55	1.07
AK16-019R	128.0	156.0	28.0	1.12	0.56
AK16-020	162.0	187.5	25.5	1.02	0.57
AK16-021	135.0	166.0	31.0	1.40	0.78
AK16-022	81.0	102.4	21.4	2.23	1.04
AK16-023	67.0	84.0	17.0	0.77	0.56
AK16-024	116.0	150.0	34.0	0.32	0.21
AK16-025	37.0	79.5	42.5	0.41	0.23
AK16-026	26.0	60.0	34.0	0.55	0.29
AK16-027	100.5	127.5	27.0	0.50	0.37
AK16-028	73.5	136.5	63.0	0.49	0.22
AK16-029	201.0	211.7	10.7	1.58	0.91
AK16-030	260.0	279.0	19.0	1.79	0.95
AK16-031	145.5	193.0	47.5	0.49	0.37
AK16-032	66.0	112.5	46.5	0.50	0.30
AK16-033	127.0	148.6	21.6	2.40	1.12
AK16-034	141.0	155.0	14.0	0.91	0.30
AK16-035	101.0	135.0	34.0	0.40	0.17
AK16-036	172.0	203.2	31.2	2.14	1.25
AK16-037	204.0	231.3	27.3	1.93	1.04
AK16-038	208.0	235.0	27.0	1.12	0.72
AK16-039	139.0	176.0	37.0	0.86	0.38
AK16-040	80.0	92.0	12.0	0.80	0.60
AK16-041	141.0	219.0	78.0	0.32	0.21
AK16-042	207.0	234.0	27.0	0.42	0.19
AK16-043	13.5	49.5	36.0	0.16	0.10
AK16-044	44.0	81.0	37.0	0.50	0.29
AK16-045	73.0	90.4	17.4	1.65	1.13
AK16-046	44.5	116.5	72.0	0.33	0.22
AK16-047	120.0	157.0	37.0	1.12	0.67
AK16-048	93.0	131.0	38.0	0.26	0.14

---

\*Longueur de la carotte

## 11 PRÉPARATION, ANALYSE ET SÉCURITÉ DES ÉCHANTILLONS

### 11.1 PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS

Agnico Eagle a repris le projet du dépôt cuivre-or d'Akasaba Ouest d'Alexandria en janvier 2014 et a poursuivi les protocoles d'échantillonnage qui avaient été établis par Alexandria Minerals Corporation (Beauregard, 2013). Depuis 2013, toutes les activités d'échantillonnage et de description des carottes de forages du projet Akasaba Ouest sont dirigées par Agnico Eagle.

#### 11.1.1 ÉCHANTILLONNAGE DES CAROTTES

Une fois que la carotte de forage ait été extraite, le procédé d'échantillonnage suit les étapes suivantes:

- 1) Les boîtes de carottes, transportées tous les jours par la compagnie de forage, sont reçues, ouvertes et placées sur des tables pour la description.
- 2) On s'assure que l'ensemble des échantillons suit l'ordre dans lequel les carottes ont été extraites. Les carottes sont ensuite lavées à l'aide d'une brosse et de l'eau. Les marqueurs de profondeur, contenus à l'intérieur de chacune des boîtes de carotte, sont tous vérifiés afin de s'assurer qu'il n'y ait pas d'erreur de mesure de la profondeur;
- 3) Le taux de récupération totale, le taux de récupération de carottes solides et le RQD sont ensuite mesurés. Toutes les fractures (mécaniques et naturelles), la dureté de la roche et le degré d'altération météoritique sont comptabilisés.
- 4) La géologie et les contacts lithologiques sont marqués à l'aide d'un crayon de cire jaune et les descriptions sont saisies dans un programme de description de carotte (DH logger / CAE Min. System). Les échantillons, prélevés à des fins d'analyses, sont alors marqués et décrits. Profitant du fait que la carotte soit encore intacte dans la boîte originale, le géologue marque le début et la fin de l'échantillon directement sur la carotte avec un crayon de cire de couleur rouge. Cette façon de faire permet l'échantillonnage du même morceau de carotte à l'étape de la coupe;
- 5) La carotte est généralement échantillonnée sur des intervalles réguliers variant entre 50 cm et 150 cm;
- 6) Les échantillons sont mesurés au décimètre près et, lorsqu'approprié, les intervalles des échantillons coïncident avec les principales limites lithologiques;
- 7) Une étiquette d'échantillon double, faite de papier imperméable et marquée à l'encre lisible, est placée à la fin de l'intervalle d'échantillonnage. Chaque numéro d'échantillon est unique et est inséré dans la base de données; une série distincte est utilisée (par exemple CAEX275555);
- 8) L'étiquette est placée à l'endroit approprié dans la boîte de carottes par le géologue. De plus, des standards sont placés environ à tous les 20 échantillons. Lorsque le technicien procède à l'échantillonnage de la carotte (la coupe en deux



- moitiés), il est également chargé de préparer les standards associés aux échantillons.
- 9) Les boîtes de carottes sont prises en photo dans leur intégralité lorsque tout le processus de description est terminé;
  - 10) Les carottes sont divisées en deux, longitudinalement à l'aide d'une scie à roche électrique dans la carothèque de la mine Goldex à Val-d'Or. Les carottes sont entreposées dans la cour de la mine Goldex.
  - 11) La moitié supérieure des échantillons est placée séparément dans un sac en plastique. Le bord est replié trois fois et agrafé avec trois broches. L'autre moitié est replacée dans la boîte de carotte selon sa position d'origine. Ces carottes sont conservées à des fins de référence future et/ou comme échantillon témoin;
  - 12) Dans le cas des carottes très fracturées, on prélève des échantillons à la main avec une pelle et une partie représentative est conservée dans la boîte de carottes originale.
  - 13) Les étiquettes d'échantillons, agrafées sous la moitié de la carotte entreposée dans la boîte, sont placées «face vers le haut» afin de pouvoir facilement se référer au numéro d'échantillon. De plus, les étiquettes seront placées à la fin de l'intervalle échantillonné afin de marquer la fin de l'échantillon;
  - 14) Les sacs sont scellés avec un collier de serrage en plastique. Un formulaire de demande de laboratoire est complété avec les informations suivantes : la procédure d'analyse souhaitée, les échantillons à analyser et le gabarit utilisé lors de la présentation des résultats d'analyse. Les échantillons sont ensuite ramassés directement à la carothèque par l'employé de laboratoire et un formulaire de réquisition est signé;
  - 15) Un standard d'or commercial provenant de Research Ore & Exploration Pty Ltd est introduit dans chaque série de 20 échantillons. Tous les standards sont préalablement emballés dans des sacs métallisés et scellés de 60 g. Les standards introduits sont:
    - OREAS 502b d'une valeur d'or égale à 0,495 ppm Au (+/- 0,015 ppm Au), d'argent égale à 2,09 ppm Ag (+/- 0,17 ppm Ag) et de cuivre égale à 7730 ppm de Cu (+/- 200 ppm Cu)
    - OREAS 504b d'une valeur d'or égale à 1,61 ppm Au (+/- 0,04 ppm Au), d'argent égale à 3,07 ppm Ag (+/- 0,22 ppm Ag)
    - OREAS 206 d'une valeur d'or égale à 2,197 ppm Au (+/- 0,081 ppm Au).
  - 16) Un échantillon blanc (matériel stérile) est également ajouté dans le lot de 20 échantillons. L'échantillon blanc est normalement introduit dans une zone à l'intérieur de laquelle on peut s'attendre à avoir des valeurs en or et en cuivre. L'échantillon blanc utilisé est constitué de gravier provenant de la gravière Fournier (Val d'Or) (Annexe A: 1205-REP-022).
  - 17) Un échantillon, par lot de 20 échantillons, est sélectionné pour être le duplicat grossier d'un échantillon choisi pour être analysé au laboratoire primaire. À la fin de la campagne, 10% des certificats d'analyses reçus sont aléatoirement sélectionnés et envoyés au laboratoire secondaire pour procéder à la ré-analyse



des pulpes maîtres (master) à titre de duplicat des pulpes pour le programme du contrôle de la qualité.

#### **11.1.2 RÉCUPÉRATION DES CAROTTES**

Dans les zones dites de minerai, le taux de récupération des carottes dans les intersections minéralisées utilisé dans l'estimation des ressources, est de 97%.

#### **11.1.3 MESURE DE LA DENSITÉ**

Les mesures de densités ont été réalisées au cours de la campagne de forage de 2014. Au total, 840 échantillons ont été traités suivant les protocoles AQ/CQ appropriés. Les résultats de 2014 valident et supportent les densités détaillées à la section 14.

#### **11.1.4 PRÉPARATION, ANALYSE ET SÉCURITÉ DES ÉCHANTILLONS**

Agnico Eagle a effectué la préparation d'échantillon et le protocole d'analyse avec les mêmes paramètres que ceux utilisés par les précédents propriétaires du projet, Alexandria Minerals Corporation. Les différentes méthodes sont décrites dans le rapport technique sur la propriété d'Akasaba NI 43-101 datant du 1er mai 2012 (Beauregard, 2013). Depuis janvier 2014, toutes les préparations d'échantillons, les analyses et les activités de sécurité dans le projet ont été menées par l'équipe d'Agnico Eagle.

### **11.2 LABORATOIRES**

Tous les échantillons de carottes du projet Akasaba Ouest récoltés lors des programmes d'exploration de 2014 et 2016 ont été envoyés chez ALS Chemex (laboratoire principal) pour la préparation et l'analyse de l'or (Annexe A: 1205-REP-022). ALS Chemex a achevé la préparation des échantillons et des analyses pour les teneurs en or, argent et de cuivre dans son laboratoire de Val-d'Or. Des échantillons de contrôle ont été envoyés à SGS Canada Inc. (SGS Laboratories) à Vancouver B.C. Ce laboratoire a été utilisé comme laboratoire secondaire (Annexe B: 1205-REP-019).

ALS Chemex a un système de gestion de la qualité et est un laboratoire accrédité conforme aux exigences de la CAN-P-1579, CAN-P-4E (ISO/ CEI 17025: 2005). SGS Laboratories dispose d'un système de gestion de la qualité qui a été accrédité par le Conseil canadien des normes (CCN) comme étant conforme aux exigences de la norme ISO/IEC 17025 et ses installations sont certifiées ISO 9001.

### 11.2.1 PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS

Une fois rendu au laboratoire ALS Chemex, les sacs scellés contenant les échantillons sont inspectés pour détecter les potentielles altérations. Par la suite, chaque numéro d'échantillons est vérifié individuellement selon la liste jointe à l'envoi d'échantillons. Les échantillons sont séchés pendant plusieurs heures dans une étuve à 110 ° C. Ils sont par la suite pesés et broyés dans un broyeur à mâchoire standard, généralement avec un minimum de 70% passant 10 mesh (1,7 mm). À partir de chacun des échantillons, un prélèvement de 250 g est fait à l'aide d'un séparateur rotatif. Cette portion d'échantillon est ensuite pulvérisée à 85% passant 200 mesh (75 µm). Des contrôles d'analyse granulométriques sont exécutés à la fois sur les échantillons broyés et pulvérisés au rythme d'un échantillon pour chaque lot de four. Des blancs de nettoyage sont insérés entre les échantillons à l'étape de la pulvérisation et sont jetés par la suite.

### 11.2.2 ANALYSES DES ÉCHANTILLONS

Chez ALS Chemex, des aliquotes représentatives de 30 g sont séparées de la pulpe et analysées en utilisant des techniques de pyroanalyses standards avec une finition par absorption atomique (AAS) pour l'or. Pour tous les échantillons de plus de 3 g/t Au, des techniques de pyroanalyses standards avec une finition gravimétrique (GV) pour l'or ont été utilisées. Les analyses pour l'argent et le cuivre sont complétées par digestion aqua-regia et quantitativement déterminées par ICP-AES.

Chaque lot de 23 échantillons est testé dans le laboratoire avec les échantillons de contrôle suivants:

- AEM insère un standard externe de 30 g;
- AEM insère un blanc externe;
- AEM a demandé un duplicata des rejets grossiers externes;
- Un standard interne de 30 g (standard du laboratoire);
- Un blanc pulvérisé interne (blanc du laboratoire);
- Un duplicata des rejets grossiers internes (duplicata de rejet grossier du laboratoire);
- Un duplicata de pulpe interne (duplicata de pulpe du laboratoire).

### 11.3 SÉCURITÉ D'ÉCHANTILLONNAGE ET CHAÎNE DE TRAÇABILITÉ

Les échantillons de carottes sont entreposés à la carothèque de la mine Goldex dans des boîtes de bois et sont étiquetées. Tous les échantillons pour analyse sont placés dans des sacs et sont scellés avec un collier de serrage en plastique. Un formulaire de demande de laboratoire est complété et comprend les instructions relatives à la procédure d'essai, les échantillons à analyser et le gabarit exigé pour la présentation des résultats d'analyse. Les échantillons sont ensuite pris en charge par l'employé de

laboratoire directement à la carothèque et un formulaire de réquisition est signé. Il n'y a eu aucun signe de falsification des échantillons à la carothèque, en cours de route, ou dans le laboratoire pendant les différents programmes sur le terrain.

## 11.4 MESURES DU CONTRÔLE DE LA QUALITÉ

Agnico Eagle a suivi le même protocole d'échantillonnage établi par Alexandria Minerals Corporation. La compagnie a mené un programme rigoureux d'assurance et de contrôle de la qualité (AQ/CQ) sur des échantillons prélevés lors des programmes de forage d'exploration et de définition des ressources, menés en 2013, 2014 et 2016.

En 2013 et 2014, un total de 5141 échantillons ont été analysés incluant 186 standards d'or commerciaux, 198 blancs et 198 duplicatas de rejet grossier. En 2016, un total de 8090 échantillons ont été analysés incluant 383 standards d'or commerciaux, 386 blancs, 382 duplicatas de rejet grossier ainsi que 835 duplicatas de pulpe maître (master). Les sections suivantes font part de l'analyse des résultats pour les échantillons soumis aux programmes de forage menés en 2013, 2014 et en 2016 pour le projet Akasaba Ouest.

### 11.4.1 ÉCHANTILLONS DE STANDARDS CERTIFIÉS

Au cours des années 2013 et 2014, Agnico Eagle a émis 186 standards provenant d'échantillons standards certifiés avec l'ensemble des échantillons d'Akasaba ouest. En 2016, Agnico Eagle a émis 383 standards d'or commerciaux certifiés avec l'ensemble des échantillons d'Akasaba Ouest. Les teneurs certifiées des standards se situent entre 0,495 g/t et 2,197 g/t d'or. Ces teneurs sont semblables aux teneurs de coupure économiques attendues ainsi qu'à la teneur moyenne du gisement. Pour l'argent et le cuivre, se référer à l'Annexe A: 1205-REP-022 et à l'Annexe B: 1205-REP-019. Il est à noter que pour la campagne de forage de 2016, les résultats analytiques pour l'argent n'ont pas été comptabilisés, car l'argent n'est pas matériel au projet d'Akasaba Ouest.

Le programme AQ/CQ d'Agnico Eagle estime qu'un résultat d'analyse de standard a échoué si celui-ci est en dehors d'une plage de  $\pm 2$  écarts-types de la valeur certifiée du standard. Les lots dans lesquels les valeurs des standards ont échoués ont été prudemment évaluées et une décision sur l'action à prendre a été prise par le gérant de la base de données ainsi que la personne qualifiée (QP). Ces actions peuvent inclure, mais n'y sont pas limitées à accepter le certificat tel qu'il est ou à demander des reprises d'analyses partielles à l'intérieur d'un lot. Dans certains cas, il a été demandé de faire la ré-analyse complète du lot en question. Les nouveaux résultats des échantillons étaient vérifiés selon l'AQ/CQ et seuls les résultats d'analyse acceptables ont été utilisés dans la base de données. Les données sommaires de tous les standards utilisées au cours du programme d'exploration de 2013, 2014 et de 2016 sont présentées dans les Tableau 11.1 et Tableau 11.2.

**Tableau 11.1 - Synthèse des éléments AQ/CQ utilisés en 2013 et 2014**

Identité du standard	Valeurs calculées				Numéro d'échantillon	Données de l'échantillon de référence		
	Moyenne Au g/t	Écart-type	CV	Biais Moyen		Au g/t Attendu	Valeur Min	Valeur Max
OREAS 502b-AEM	0,511	0,152	0,297	0,032	64	0,495	0,465	0,525
OREAS 504b-AEM	1,563	0,105	0,067	-0,029	61	1,61	1,53	1,69
OREAS 206-AEM	2,136	0,231	0,108	0,028	61	2,197	2,035	2,359
Z-Blank	0,009	0,050	5,417	-	198	0,00		
Identité du standard	Moyenne Ag g/t	Écart-type	CV	Biais Moyen	Numéro d'échantillon	Ag g/t Attendu	Valeur Min	Valeur Max
OREAS 502b-AEM	2,115	0,182	0,086	0,012	65	2,09	1,75	2,43
OREAS 504b-AEM	3,175	0,122	0,038	0,034	61	3,07	2,63	3,51
Identité du standard	Moyenne Cu ppm	Écart-type	CV	Biais Moyen	Numéro d'échantillon	Cu ppm Attendu	Valeur Min	Valeur Max
OREAS 502b-AEM	7801,094	260,050	0,033	0,009	64	7,730	7330	8130
OREAS 504b-AEM	11025	163,554	0,015	770	61	11,100	10,260	11,940

**Tableau 11.2 - Synthèse des éléments AQ/CQ utilisés en 2016**

Identité du standard	Valeurs calculées				Numéro d'échantillon	Données de l'échantillon de référence		
	Moyenne Au g/t	Écart-type	CV	Biais Moyen		Au g/t Attendu	Valeur Min	Valeur Max
OREAS 502b-AEM	0.489	0.028	0.057	1.21	129	0.495	0.465	0.525
OREAS 504b-AEM	1.597	0.067	0.042	0.81	129	1.61	1.53	1.69
OREAS 206-AEM	2.19	0.068	0.031	0.32	125	2.197	2.035	2.359
Z-Blank	0.004	0.004	1.003	n/a	386	0		
Identité du standard	Moyenne Cu ppm	Écart-type	CV	Biais Moyen	Numéro d'échantillon	Cu ppm Attendu	Valeur Min	Valeur Max
OREAS 502b-AEM	7737.36	0.187	0.024	-0.1	129	7730	7330	8130
OREAS 504b-AEM	11020	0.02	0.018	0.72	129	11100	10260	11940

#### 11.4.2 ÉCHANTILLONS BLANCS

Il y a eu 198 échantillons blancs utilisés en 2013-2014 et il y a eu 386 blancs utilisés en 2016. Ces blancs ont fait partie du protocole de AQ/CQ d'Agnico Eagle et ont été analysé par ALS Chemex. Les blancs utilisés possèdent une granulométrie maximale de ¾ de pouce et proviennent d'une gravière de la ville de Val-d'Or. Ils sont préparés par Fournier & Fils (et étiquetés comme Z-Blank).

Le programme AQ/CQ d'Agnico Eagle estime qu'un résultat d'analyse de blanc se situant en-dehors de 3 fois la plage de la limite de détection de la méthode utilisée est

considéré comme ayant échoué. Les lots dans lesquels les valeurs des blancs ont échoués ont été sélectionnés pour des vérifications d'analyses. Les résultats issus dans ces dernières analyses doivent se conformer aux AQ/CQ et seuls les résultats d'analyse acceptables ont été utilisés dans la base de données. Les données sommaires de tous les blancs utilisés avec le programme d'exploration d'Akasaba Ouest sont présentées dans les Tableau 11.1 et Tableau 11.2.

#### **11.4.3 DUPLICATAS D'ÉCHANTILLONS DE FORAGE (DUPLICATAS DE TERRAIN)**

Aucun duplicata de terrain n'a été utilisé pour le projet Akasaba Ouest.

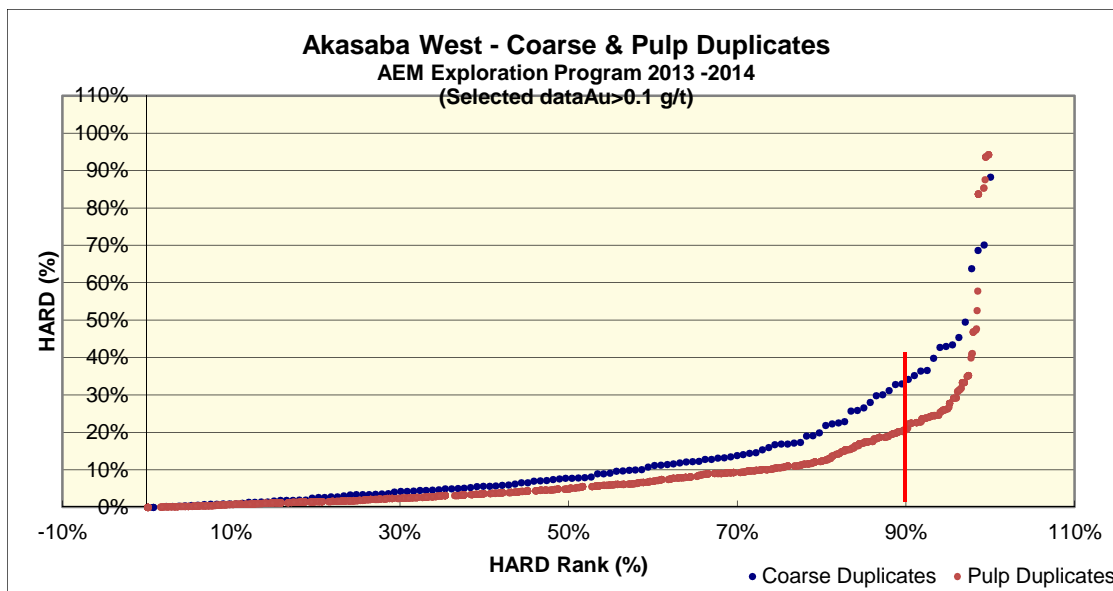
#### **11.4.4 DUPLICATAS DES REJETS GROSSIERS**

Durant les campagnes d'exploration 2013 et 2014, un total de 198 duplicatas de rejet grossier a été complété avec des échantillons du projet Akasaba Ouest à ALS dans le cadre du programme AQ/CQ d'AEM (Tableau 11.3).

Les duplicatas des rejets grossiers ont été soumis à une évaluation de la précision du concassage, du pulvérisage et du processus analytique. Au laboratoire, les échantillons de carottes ont été broyés à l'aide d'un concasseur à mâchoires, à une taille maximale de 1,7 mm. Ces échantillons broyés sont, par la suite, divisés en deux pour produire un échantillon plus petit qui sera ensuite pulvérisé. L'analyse d'un échantillon à partir de la partie rejetée de l'échantillon broyé grossièrement, soit le duplicata de rejet grossier, fournit une moyenne afin de mesurer la précision et l'efficacité de cette étape particulière dans le processus de préparation de l'échantillon.

L'analyse statistique des duplicatas de rejet grossier indique qu'il n'y a pas de biais entre les données originales et les duplicatas. De plus, il y a un haut degré de corrélation (avec des coefficients de corrélation de 0,9508).

La précision, telle que mesurée par la moitié de la différence relative absolue (HARD) tracée contre la moyenne des échantillons originaux et des duplicatas grossiers, pour toutes les données recueillies en 2013 et 2014 montrent que 80% des données avaient une meilleure précision que le seuil de  $\pm 20\%$  tel que représenté sur la Figure 11.1 où une différence de teneur relative de 2,99% a été déterminé pour l'or (Tableau 11.3). Ces résultats indiquent que le sous-échantillonnage des duplicatas d'échantillons grossiers est bien contrôlé et que le niveau acceptable de précision concorde avec le type de minéralisation du dépôt. Un sous-échantillon plus important (c'est-à-dire 500 g) pourrait être bénéfique, mais plus de tests seraient nécessaires avant d'affirmer quoi que ce soit en ce sens.



**Figure 11.1 - Rang pour les duplicatas des rejets grossiers et des pulpes de 2013 & 2014 du projet Akasaba Ouest.**

**Tableau 11.3 - Résultats en Au, Ag et Cu pour l'original et le duplicata – Duplicata de rejets grossier et des pulpes , 2013 & 2014**

Rang ppm	No. échantillons	Moyenne Originale	Moyenne des Dup grossiers	É-T Original	É-T des Dup grossiers	CV Original	CV Dup grossiers	Différence réelle %
<b>Au ppm</b>								
0.0 – Max	198	0.545	0.562	0.825	0.87	1.513	1.549	2.993
<b>Ag ppm</b>								
0 - 21.6	198	1.346	1.328	2.726	2.457	2.025	1.85	-1.388
<b>Cu ppm</b>								
0 - 9591	184	2034.168	2049.223	2349.76	2332.347	1.155	1.138	0.74
<b>Duplicatas des pulpes internes</b>								
Rang Au	No. échantillons	Moyenne Au Originale	Moyenne Au des Dup grossiers	É-T Original	É-T Dup	CV Original	CV Dup	Différence réelle %
Total (All data)	1467	3.72	3.834	16.641	17.006	4.474	4.435	3.077

Pour la campagne de forage de 2016, un total de 382 duplicatas de rejet grossier a été complété avec des échantillons du projet Akasaba Ouest à ALS Chemex dans le cadre du programme AQ/CQ d'Agnico Eagle. Tel que mentionné ci-haut, ce type de duplication est très utile pour établir une mesure de l'homogénéité du matériel minéralisé. Pour cette campagne, l'échantillon duplicata de rejet grossier n'a été analysé que pour l'or (Au) et le cuivre (Cu). Un sommaire des comparaisons statistiques est fourni dans le Tableau 11.4 et graphiquement représenté sur les Figure 11.2 et Figure 11.3.

**Tableau 11.4 - Résultats d'Au et Cu pour l'original et le duplicata de rejets grossiers , 2016**

Rang ppm	No. échantillons	Moyenne Originale	Moyenne des Dup grossiers	É-T Original	É-T des Dup grossiers	CV Original	CV Dup grossiers	Différence réelle %
<b>Au ppm</b>								
0.0 – Max	382	0.476	0.479	0.718	0.747	1.508	1.561	-0.63
<b>Cu ppm</b>								
0 -10000	359	2017.09	2009.33	2318.23	2311.1	1.149	1.15	0.385
>10000	21	13890	13740	0.431	0.423	0.31	0.308	1.08

L'analyse statistique des duplicatas de rejet grossier indique qu'il n'y a pas de biais entre les données originales et les duplicatas et qu'il y a un haut degré de corrélation avec les coefficients de corrélation de 0,9025 pour l'or (Au) et de 0.9884 pour le cuivre (Cu).

Pour l'or (Au), la corrélation varie légèrement et est observable sur toute la gamme des valeurs aurifères. De plus, elle est bien distribuée de part et d'autre de la ligne de constante à 45°. Plusieurs valeurs se retrouvent à l'extérieur des lignes de tolérance à 20% (Figure 11.2). La plus forte variabilité est associée aux 6 échantillons qui ont retourné une valeur aurifère supérieure à 3 g/t Au et subséquemment ré-analysé par pyroanalyse avec une finition gravimétrique. Dans le cas de ces 6 échantillons en particulier, le coefficient de corrélation baisse à 0.32 (Marcotte et Simard, 2016).

Le cuivre (Cu), quant à lui, démontre une très bonne corrélation entre les paires d'échantillons. La majorité des échantillons sont contenus à l'intérieur de la tolérance de 20% (Figure 11.3).



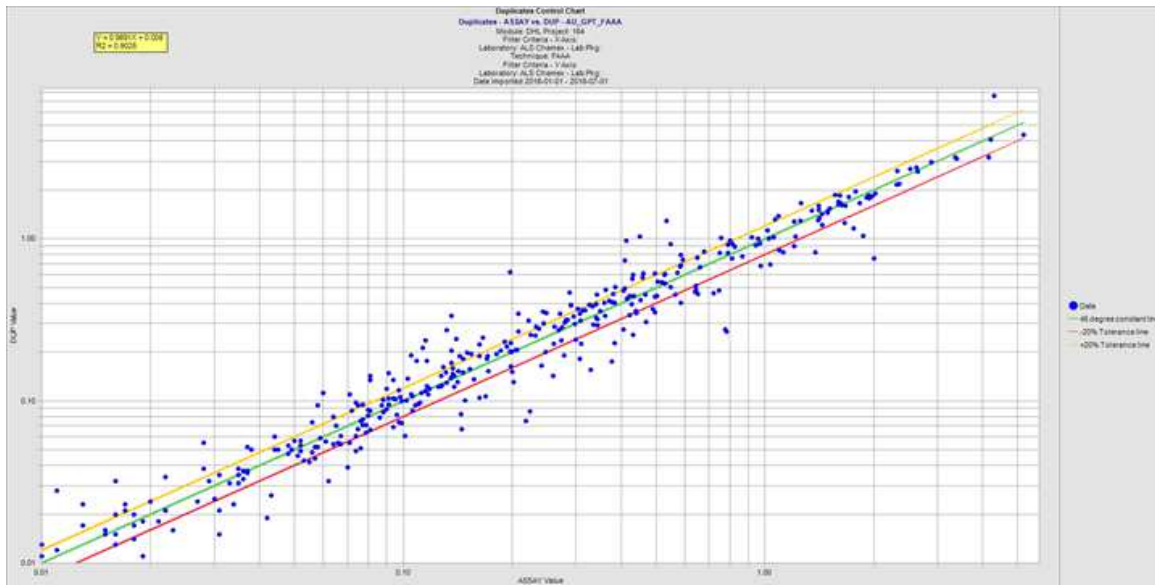


Figure 11.2 – Nuage de points : analyse originale Au gpt vs Au gpt duplicatas de rejets grossiers, 2016 projet Akasaba Ouest.

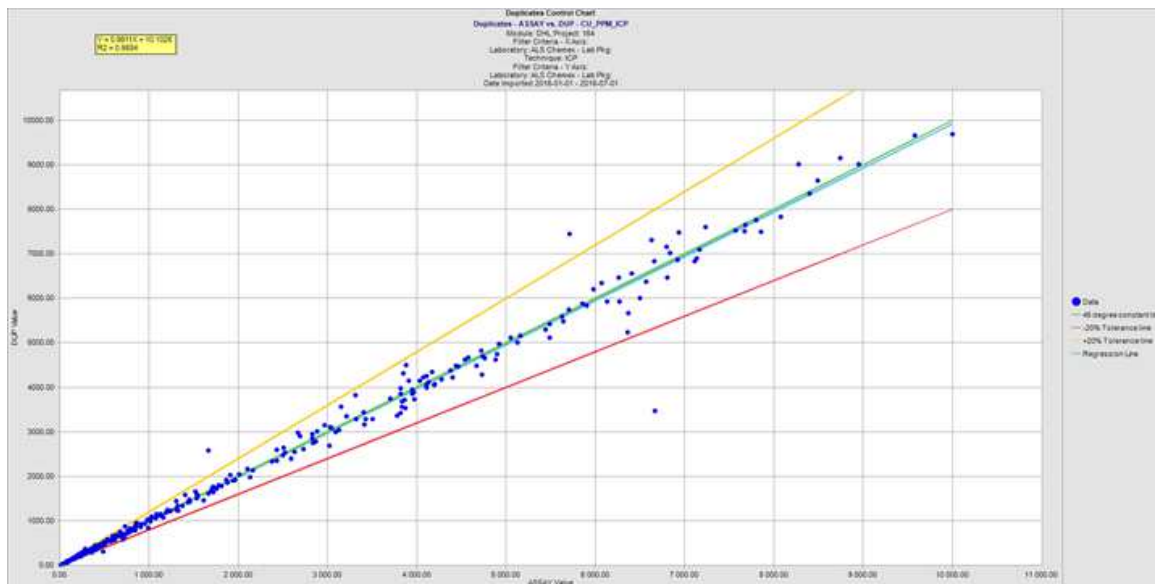


Figure 11.3 – Nuage de points : Analyse Cu originale ppm vs Cu ppm duplicatas des rejets grossiers 2016 projet Akasaba Ouest.

#### 11.4.5 DUPLICATAS DES PULPES

Les duplicatas de pulpe sont utilisés pour évaluer la précision du broyage et du processus analytique. Ils comprennent une seconde séparation du sous-échantillon de l'échantillon pulvérisé. Les résultats des teneurs des duplicatas de l'échantillon des pulpes indiquent également l'efficacité de l'étape de pulvérisation et du sous-échantillonnage de la matière pulvérisée.

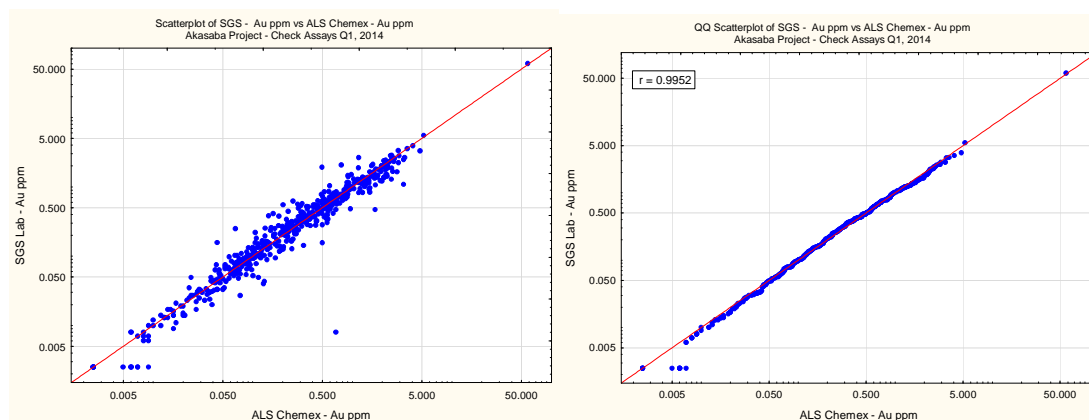
Au laboratoire, les duplicatas d'échantillons sont sélectionnés à partir de la matière pulvérisée par le personnel du laboratoire et sont dosés comme s'ils provenaient d'un échantillon séparé. L'analyse d'un échantillon de même matériel, le duplicata de pulpe, fournit un moyen de mesurer la précision et l'efficacité de cette étape particulière dans le processus de préparation de l'échantillon.

L'analyse statistique des données du duplicata de pulpe indique qu'il n'y a pas de biais entre les échantillons originaux et les duplicatas. La précision, telle que mesurée par rapport à la moitié de la différence relative absolue (HARD) vis-à-vis la moyenne, montre que 75% des duplicatas de pulpe ont une meilleure précision que  $\pm 10\%$  ou une différence de teneur relative de 3.1%. Ces résultats indiquent que le sous-échantillonnage des échantillons pulvérisés est bien contrôlé, sans biais et de précision acceptable.

Cette procédure d'échantillonnage du duplicat, à partir du matériel pulvérisé prélevé par le personnel du laboratoire, n'a pas été traitée lors du AQ/CQ de la campagne de forage de 2016.

## 11.5 ÉCHANTILLONS DE CONTRÔLES D'AGNICO EAGLE

Pendant la campagne 2014, tous les résultats des échantillons blancs du contrôle de la qualité, des standards et des duplicatas ont été suivis et un rapport a été écrit à chaque trimestre par le personnel d'Agnico Eagle. À la fin du programme, 542 échantillons, soit environ 13% des échantillons originaux, ont été envoyés pour des essais de contrôle dans un laboratoire secondaire (laboratoire SGS) afin de dupliquer les mêmes analyses. La corrélation de toutes les valeurs d'or pour les originaux avec les valeurs aurifères d'essai de contrôle pour 2013 et 2014 a été très bonne ( $r = 0,9952$ ), comme le montre la Figure 11.4.



**Figure 11.4 - Nuage de point et nuage de point QQ des essais originaux d'ALS Chemex vs les essais de vérification du laboratoire SGS, 2013 & 2014 projets Akasaba Ouest**

Pendant la campagne de forage de 2016, tous les résultats des échantillons blancs du contrôle de la qualité, des standards et des duplicatas ont été suivis en temps réel et tout problème analytique rencontré lors de la campagne a été corrigé immédiatement. À la fin de la campagne, 835 échantillons, soit environ 10% des échantillons originaux, ont été envoyés pour des essais de contrôle dans un laboratoire secondaire (laboratoire SGS) afin de répéter les mêmes résultats d'analyses. Tel que mentionné ci-haut, ces types d'essais de duplication analytique sont utiles pour la détermination du degré d'homogénéité du matériel minéralisé pulvérisé et pour la répétition des valeurs analytiques. Pour cette campagne de forage, les essais analytiques ont été fait pour l'or (Au) et le cuivre (Cu). Un sommaire des comparaisons statistiques est fourni dans le Tableau 11.5 et graphiquement représenté sur les Figure 11.5 et Figure 11.6.

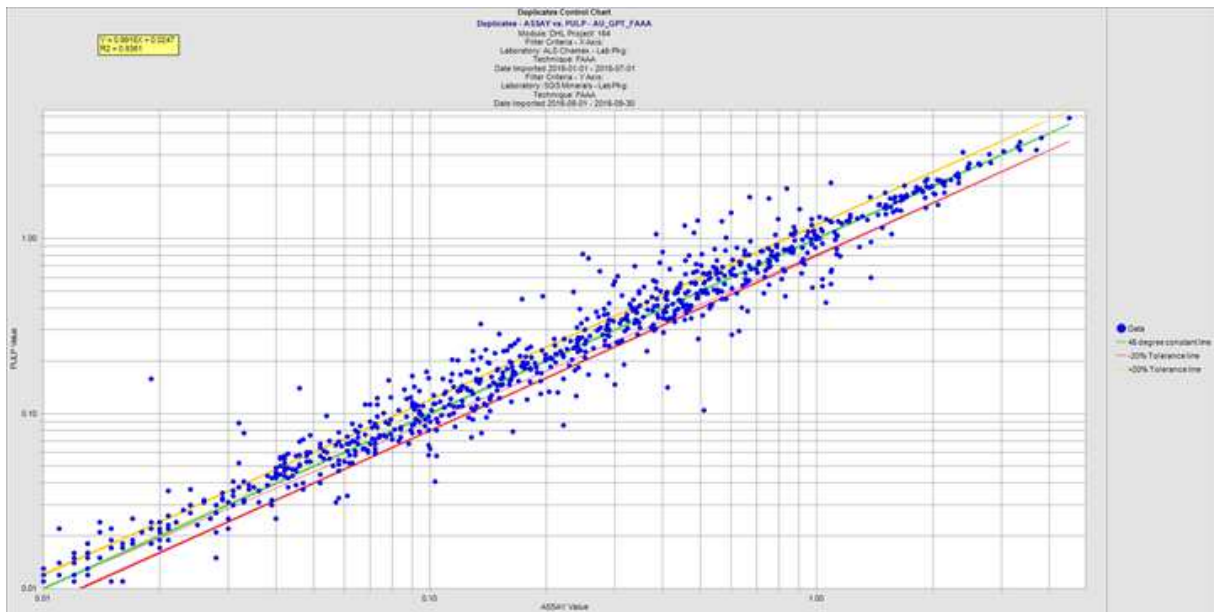
**Tableau 11.5 - Résultats analyses Au et Cu originale vs l'analyse duplicata de pulpe de SGS , 2016**

Range ppm	No. Samples	Mean Orig	Mean Pulp Dup	SD Orig	SD Pulp Dup	CV Orig	CV Pulp Dup	RelDiff%
<b>Au ppm</b>								
0.0 – Max	835	0.46	0.48	0.61	0.62	1.33	1.3	-4.34
<b>Cu ppm</b>								
0 - 10000	804	2169.05	2172.86	2316.62	2331.78	1.07	1.07	-0.176
>10000	31	13300	13000	0.32	0.3	0.24	0.23	2.256

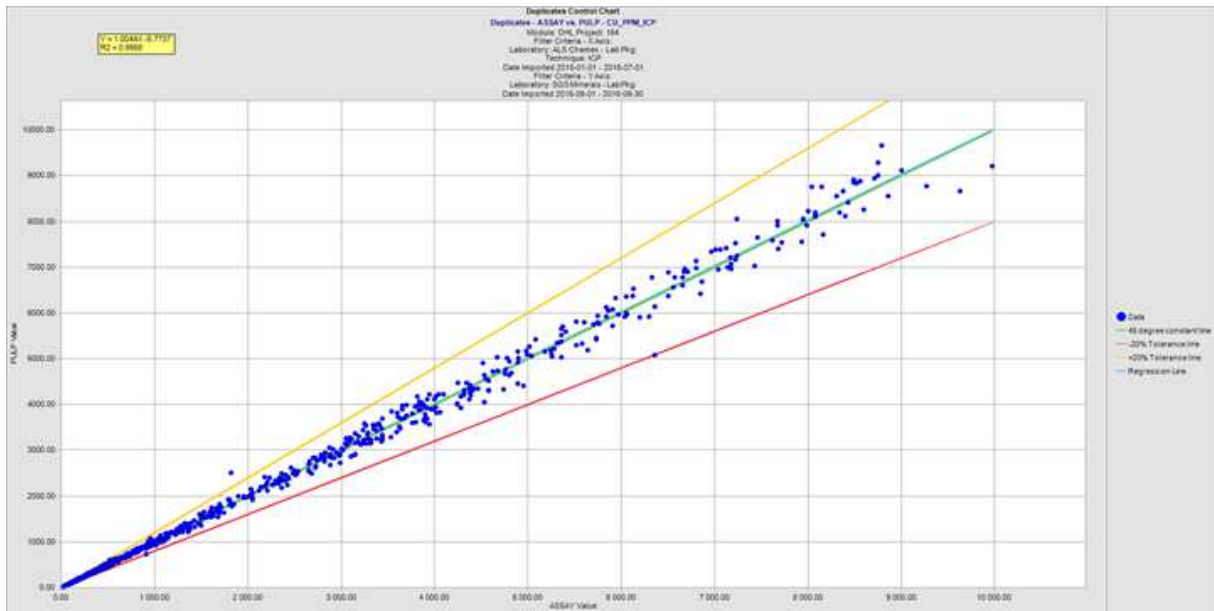
L'analyse statistique des duplicatas de pulpe chez SGS, versus les essais originaux provenant de ALS Chemex, indique qu'il n'y a aucun biais entre les données originales et les duplicatas. De plus, il y a un haut degré de corrélation avec des coefficients de corrélation de 0,9361 pour l'or (Au) et de 0.9958 pour le cuivre (Cu).

Pour l'or (Au), la corrélation varie légèrement et est observable sur toute la gamme des valeurs aurifères. De plus, elle est bien distribuée de part et d'autre de la ligne de constante à 45°. Plusieurs valeurs se retrouvent à l'extérieur des lignes de tolérance à 20% (Figure 11.5). (Marcotte et Simard, 2016).

Le cuivre (Cu), quant à lui, démontre une très bonne corrélation entre les paires d'échantillons, d'où la majorité des échantillons sont contenus à l'intérieur du 20% de tolérance (Figure 11.6).



**Figure 11.5 – Nuage de points : analyse originale Au gpt vs Au gpt duplicatas de pulpe maîtres (master), 2016 projet Akasaba Ouest.**



**Figure 11.6 – Nuage de points : Analyse Cu ppm vs Cu ppm duplicatas des pulpe maîtres (master) 2016 projet Akasaba Ouest.**

L'analyse des duplicatas concernant les standards, les blancs, les terrains, les rejets grossiers et les pulpes pour le projet Akasaba Ouest indique que la préparation des échantillons et les processus d'analyse employés par ALS Chemex sont appropriés pour ce type minéralisation de cuivre-or.

## **11.6 DÉCLARATION D'INDÉPENDANCE SUR LA PRÉPARATION, L'ANALYSE ET LA SÉCURITÉ DES ÉCHANTILLONS**

InnovExplo a effectué un examen indépendant de l'estimation de la ressource minérale de mi-année de 2014 pour le projet Akasaba Ouest. La préparation, l'analyse et la sécurité des échantillons ont été inclus dans leur rapport. (Annexe C : 1205-REP-020). L'auteur estime que les données du projet Akasaba Ouest sont fiables et de haute qualité pour une utilisation dans une estimation des ressources.

## 12 VÉRIFICATION DES DONNÉES

### 12.1 BASE DE DONNÉES

Suite à l'acquisition de la propriété Akasaba Ouest, la base de données de l'ancien propriétaire a été intégrée à la base de données centrale de Mines Agnico Eagle. Après cette importation, tous les trous de forage ont été enregistrés dans le logiciel DHLogger et compilés dans le logiciel Fusion 7 de CAE Mining.

#### 12.1.1 BASE DE DONNÉES D'ALEXANDRIA MINERALS CORPORATION

La base de données originale de l'ancien propriétaire était sous le format fusion CAE qui est le même format utilisé par les Mines Agnico Eagle. Cent quatre (104) trous historiques ont été importés dans un processus de validation rigoureux documenté à l'Annexe D : 1205-REP-018. Après l'importation de la base de données, Agnico Eagle a corroboré 10% de celle-ci en comparant les certificats d'analyse originaux, les rapports d'arpentage originaux et les rapports de forage originaux. Ce processus confirme la fiabilité de la base de données du gisement Akasaba Ouest.

Des erreurs mineures de conversion d'unités ont été trouvées à l'extérieur de la limite de l'estimation actuelle des ressources. Treize 13 trous de forage au diamant ont ensuite été corrigés pour la conversion de ppm Cu en pourcentage de Cu.

#### 12.1.2 BASE DE DONNÉES DE MINES AGNICO EAGLE

Agnico-Eagle a utilisé le système de Fusion 7 CAE Mining pour gérer la base de données de forage d'Akasaba Ouest. Tous les forages ont été enregistrés dans DHLogger, le logiciel de description de forages de CAE mining. Ce logiciel avertit l'utilisateur automatiquement lorsque des anomalies ou des incohérences sont détectées tels que: des chevauchements d'unités de roches principales et/ou des intervalles d'échantillon. L'alerte est donnée même en cas de chevauchements d'unités rocheuses mineures ou d'anomalies diverses dans la minéralisation décrite, dans les textures, les structures et les veines.

Lorsque des écarts dans les azimuts ou le pendage des trous de forage dépassent 10° d'une lecture à l'autre, le texte apparaît automatiquement en rouge pour alerter l'utilisateur, lui permettant de continuer avec l'entrée ou non des données. Le système rejette également le chevauchement des intervalles d'échantillon d'analyse. Une fois le trou de forage terminé, le journal de forage doit être enregistré dans une base de données centrale. Le processus d'enregistrement sera automatiquement annulé si le système détecte un numéro d'échantillon d'analyse en double dans la base de données centrale.

Cette action empêche le même numéro d'échantillons d'être associé à deux échantillons différents.



Lorsque les données des certificats d'analyse sont importées dans la base de données, une alerte apparaît si un blanc ou un standard a échoué. Si une valeur d'un certificat d'analyse diffère de celui prévu, le processus d'importation échoue. Si des analyses sont manquantes dans le certificat, l'utilisateur doit approuver l'importation d'un certificat partiel. La politique d'Agnico Eagle interdit la modification de tout certificat d'analyse. Aucune modification de résultats d'analyse ne peut être effectuée par l'utilisateur une fois la valeur de l'analyse importée dans la base de données.

Avant de quitter un journal de forage, le géologue doit vérifier toutes les données saisies dans le journal, y compris les coordonnées de collet, les tests d'orientation du forage, les unités principales et secondaires, les teneurs, etc. Tous les géologues signant un journal de forage doivent être membres officiels d'une association professionnelle reconnue.

Un module de CAE Mining appelé "Audit Log", permet le suivi de toutes les modifications du journal de forage. Ce module est conçu pour assurer le respect des meilleures pratiques et des lignes directrices établies pour l'évaluation des ressources minérales par les organismes de réglementation nationaux et internationaux tels que Sarbanes Oxley, National Instruments 43-101, JORC, SAMREC et autres.

Une fois la base de données fermée pour le processus d'estimation, un rapport d'erreurs décrivant les données manquantes de déviation, de duplicatas, les lacunes et les chevauchements est généré lors de l'importation de la base de données dans Datamine. De plus, une comparaison visuelle avec des importations de base de données de trous de forage précédents se fait dans le logiciel Datamine. Cette étape met en évidence rapidement la localisation des collets ou des traces de trous de forage anormaux.

## 12.2 DÉCLARATION INDÉPENDANTE SUR LA BASE DE DONNÉES D'AGNICO EAGLE

La base de données d'Akasaba Ouest a été validée par un auditeur indépendant, d'InnovExplo Inc. Toutes les observations sont énumérées dans le rapport intitulé «Review of the 2014 Mid-Year Mineral Resource Estimate for the Akasaba West Project» par M. Richard en 2014 (Annexe C: 1205-REP-020). M. Richard déclare «*InnovExplo considère la base de données d'Akasaba fournie par AEM comme étant valide et de qualité suffisante pour être utilisée pour l'estimation des ressources minérales présentes...*».

## 12.3 CONCLUSIONS

De l'avis d'Agnico Eagle, la base de données de forage d'Akasaba Ouest est robuste et adéquate pour une utilisation dans une estimation des ressources minérales.

## 13 TRAITEMENT DE MINERAI ET ESSAIS MÉTALLURGIQUES

### 13.1 INTRODUCTION

Le projet d'Akasaba Ouest est un gisement d'or et de cuivre qui sera traité au concentrateur de Goldex, par flottation, pour produire un concentré de sulfures. Ce concentré sera transporté par camion citerne aux installations de LaRonde afin de produire un concentré de cuivre pouvant être vendu à une raffinerie de cuivre.

Les résultats des essais historiques ont été présentés lors de l'étude précédente (Annexe E : 1202-SSR-000). Dans le cadre de ce rapport, seuls les résultats récents seront discutés en détail. Ces nouveaux résultats ont pour but d'accroître le niveau de compréhension des paramètres métallurgiques et de répondre à certaines interrogations formulées lors de l'étude précédente.

Les travaux d'essai récents ont consisté à :

- Effectuer des tests supplémentaires sur la caractérisation de la dureté du minerai de Goldex Deep (qui serait traité en même temps que le minerai d'Akasaba);
- Effectuer un test E-GRG pour obtenir le potentiel de récupération de l'or d'Akasaba par procédé gravimétrique;
- Étudier la susceptibilité magnétique du minerai et les risques de traitement associés;
- Réaliser une analyse minéralogique de type «Gold deportment» sur les produits de flottation (rejet et concentré);
- Étudier les dosages des réactifs et le temps de conditionnement pour la flottation d'Akasaba;
- Réaliser des essais de sédimentation sur les rejets de flottation;
- Compléter des tests de remblai en pâte;
- Évaluer la capacité structurale du tunnel de service situé en-dessous de la zone de décharge de camion (se référer à la section 18.1 Infrastructures Goldex).

Principales conclusions des travaux de cette étude :

- La présente étude indique que le minerai Goldex Deep est plus dur qu'envisagé initialement. L'augmentation de la dureté moyenne du minerai Goldex Deep fera en sorte que certain jour la cible de 130µm pourrait ne pas être respectée. Toutefois, le tonnage de 8 800 demeure réalisable;
- La récupération par gravité de l'or du minerai d'Akasaba est plus faible que prévu et;
- Le concentré de flottation de Goldex/Akasaba sera rebroyé à LaRonde avant d'être alimenté dans le circuit de flottation du cuivre.

## 13.2 TESTS MÉTALLURGIQUES RÉCENTS

Les essais métallurgiques récents d'Akasaba réfèrent à ceux effectués en 2015 par l'équipe des Services Techniques d'AEM et par des laboratoires externes tels que SGS Canada (SGS), COREM, Joe Zhou Mineralogy Ltd et Eriez Magnetics.

### 13.2.1 OBJECTIFS

Les essais métallurgiques de 2015 consistaient à confirmer les hypothèses concernant la récupération de Goldex Deep-Akasaba et la capacité d'usinage tel que:

- Concevoir un programme d'essais (Design Of Experience - DOE) pour le dosage des réactifs et le temps de conditionnement ;
- Effectuer des essais de variabilité en flottation sur les différentes zones minéralisées du gisement Akasaba;
- Effectuer des essais de sédimentation sur les résidus et le concentré de flottation;
- Réaliser des essais de gravimétrie E-GRG sur le composé principal d'Akasaba et le mélange des minerais Goldex Deep-Akasaba;
- Compléter des essais de remblai en pâte avec le mélange Goldex Deep-Akasaba;
- Déterminer la minéralogie de l'or d'Akasaba à l'aide d'échantillons de résidus et de concentrés de flottation.

De cette liste :

- Les essais de variabilité de flottation n'ont pas été effectués; il est toutefois prévu de réaliser ces essais car les résultats qui en découleront aideront à prévoir le comportement du minerai en flottation;
- Le test de sédimentation sur du concentré de flottation a été suspendu suite à la décision d'ajouter un épaississeur à concentré supplémentaire;
- L'essai E-GRG sur le mélange Goldex Deep-Akasaba n'était pas requis car FLSmidth-Knelson a effectué une simulation de la performance du circuit de gravimétrie en utilisant les résultats individuels des essais E-GRG de Goldex et Akasaba.

### 13.2.2 DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS

Le composé de 0,55% Cu d'Akasaba a été utilisé pour effectuer les essais de flottation et le E-GRG. Les teneurs en or et en cuivre d'Akasaba sont très similaires à la moyenne des essais du composite Akasaba 0,55% Cu tel qu'indiqué au Tableau 13.1. Un ratio de minerai 30/70 a été utilisé pour les tests de flottation du mélange de 0,55% Cu d'Akasaba et de Goldex Deep.

**Tableau 13.1 - Échantillons des composites d'Akasaba**

Nom de l'échantillon	Teneurs	
	Au (g/t)	Cu (%)
Akasaba 0.55%Cu	0.90	0.49
Akasaba Ouest	0.88	0.49

Trois nouveaux composites Goldex Deep ont été requis pour réaliser des essais de caractérisation de la dureté du minerai. Ces échantillons sont décrits dans la section suivante.

#### Composés Goldex Deep

La zone Goldex Deep se prolonge jusqu'au niveau 120 et se compose de huit niveaux (85, 90, 95, 100, 105, 110, 115 et 120). Les Services Techniques d'Agnico Eagle ont mené une étude sur les caractéristiques de broyabilité de trois composites Goldex Deep à partir des forages 77-028, 95-025 et 95-027. Un total de 45 demi-carottes de taille NQ ont été sélectionnées par le département de géologie. Pour le trou 77-028, l'intervalle de 352,5 m à 402 m a été sélectionné (les numéros d'identification correspondants sont CAGOD-114770 et CAGOD-114806), pour le trou 95-025 l'intervalle de 454,5 m à 496,5 m a été récupéré (les numéros d'identification des échantillons correspondants sont CAGOD-169070 et CAGOD-169100) et pour le trou 95-027, l'intervalle de 400,5 m à 445,5 m a été sélectionné (les numéros d'identification correspondants aux échantillons sont CAGOD-169867 et CAGOD-169899). La sélection des échantillons vise les ressources indiquées. Par conséquent, trois échantillons de broyage de 50 kg, totalisant 150 kg, ont été envoyés chez SGS pour analyse. Les Figures 13.1 à 13.4 présentent l'emplacement des nouveaux échantillons ainsi que la localisation des anciens échantillons Goldex Deep. Les nouveaux échantillons sont principalement situés entre les niveaux 100 à 110 alors que les anciens s'étendaient jusqu'au niveau 120 m. L'échantillon de BHID 77-028 est situé dans la partie ouest du gisement.

Depuis la révision du dépôt Goldex Deep en juin 2015, à peu près un tiers de l'échantillon provenant du forage 95-027 a été transféré en non-économique. Il s'agit plus précisément de la sélection partant de 424.5 à 436.5m qui a été retiré du plan de minage. Toutefois, comme seul des essais de dureté ont été effectués sur cet échantillon, les résultats sont considérés représentatifs. En effet, les essais de comminution sont généralement moins sensibles à la variation de la teneur, comparativement aux essais de flottation, par exemple, où la teneur en or est très importante.

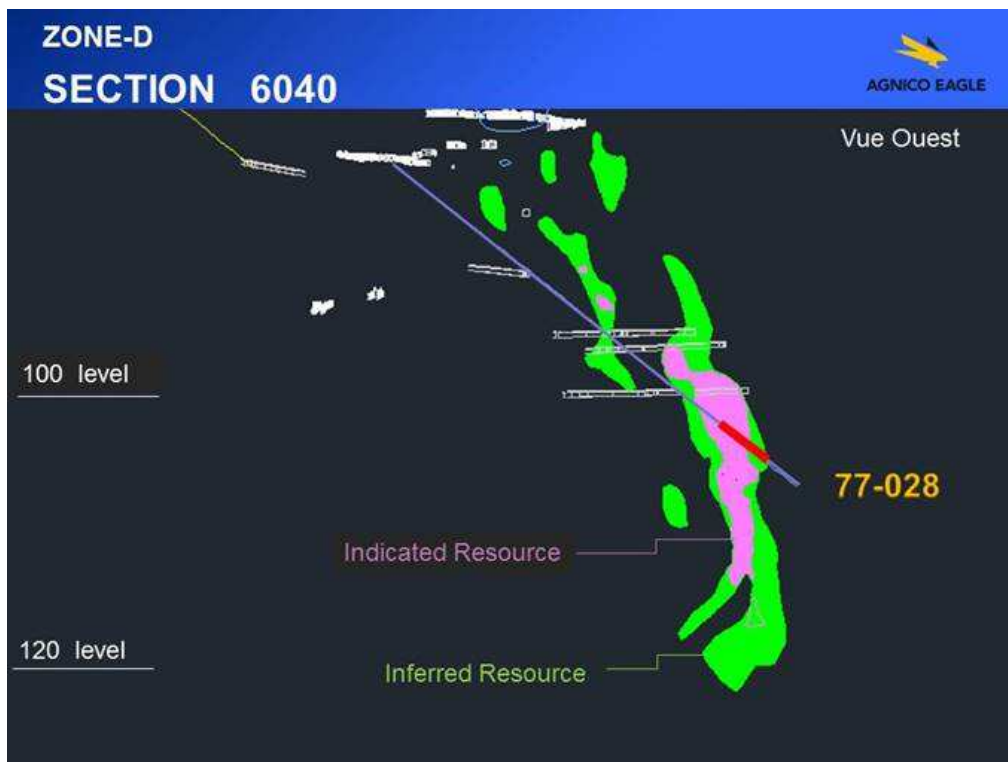


Figure 13.1 - Section 6040 de la zone Goldex Deep

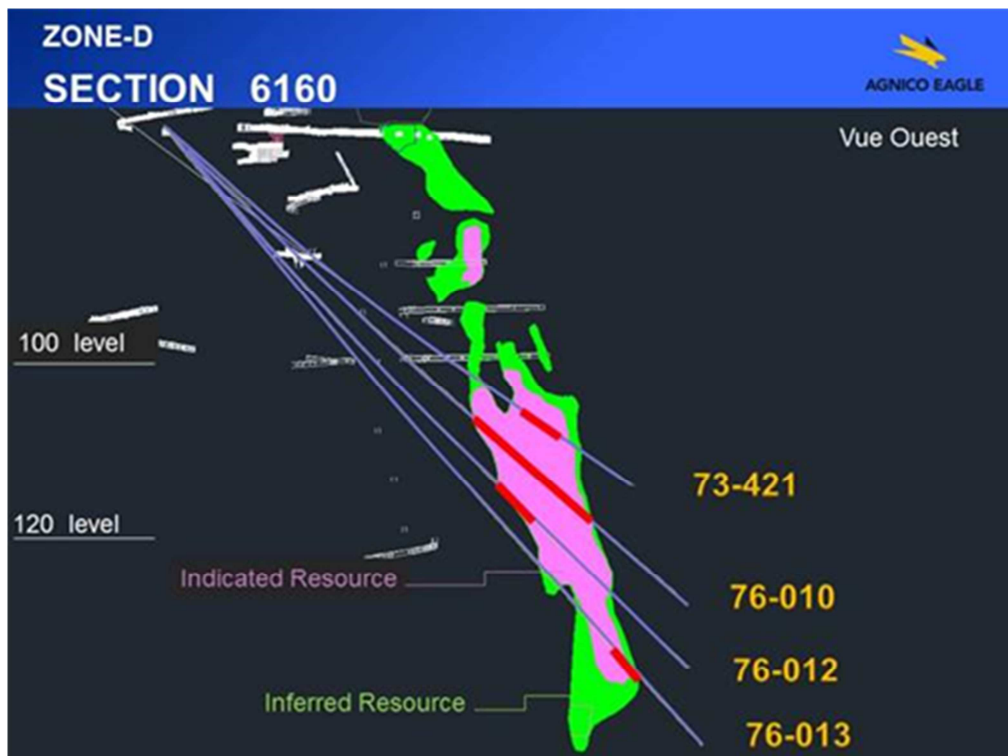


Figure 13.2 - Section 6160 de la zone Goldex Deep

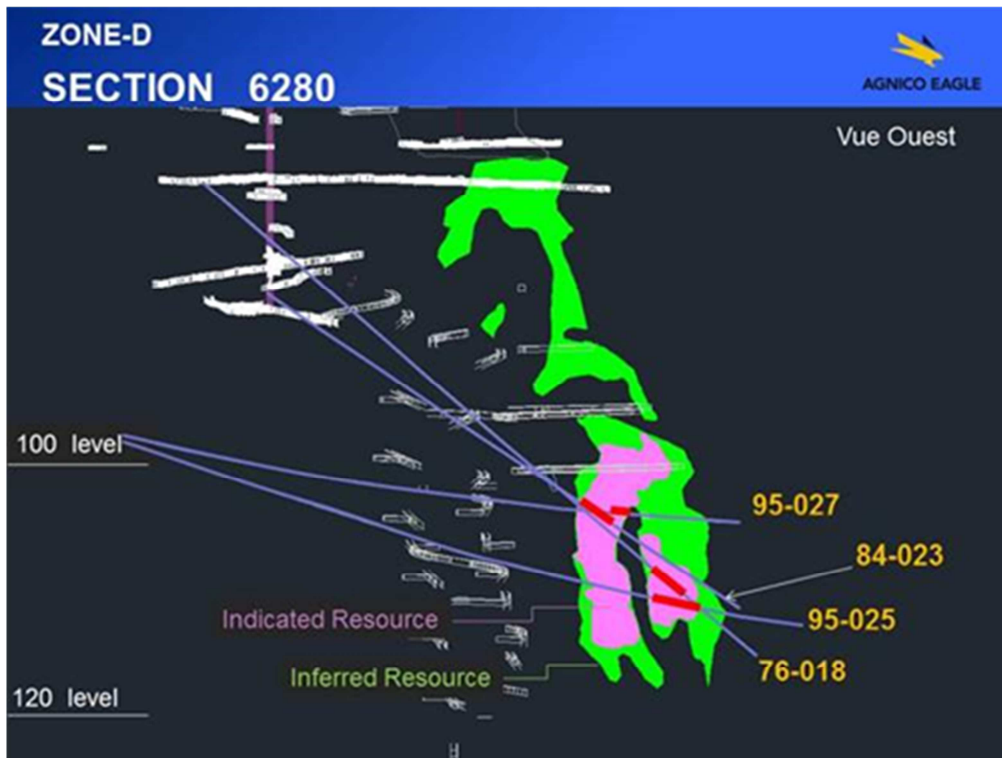


Figure 13.3 - Section 6280 de la zone Goldex Deep

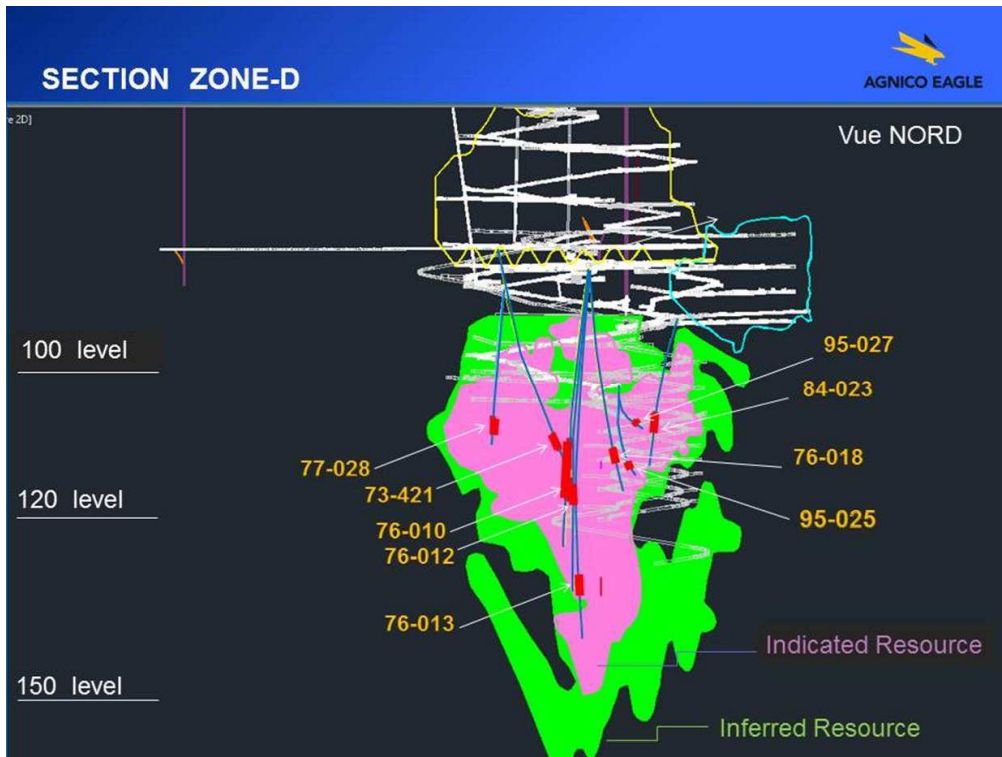


Figure 13.4 - Longitudinale vue Nord de Goldex Deep



Le Tableau 13.2 présente la moyenne pondérée de la teneur en or calculée à partir de l'analyse chimique des échantillons d'exploration. La teneur en or varie de 2,9 à 4,4 g/t.

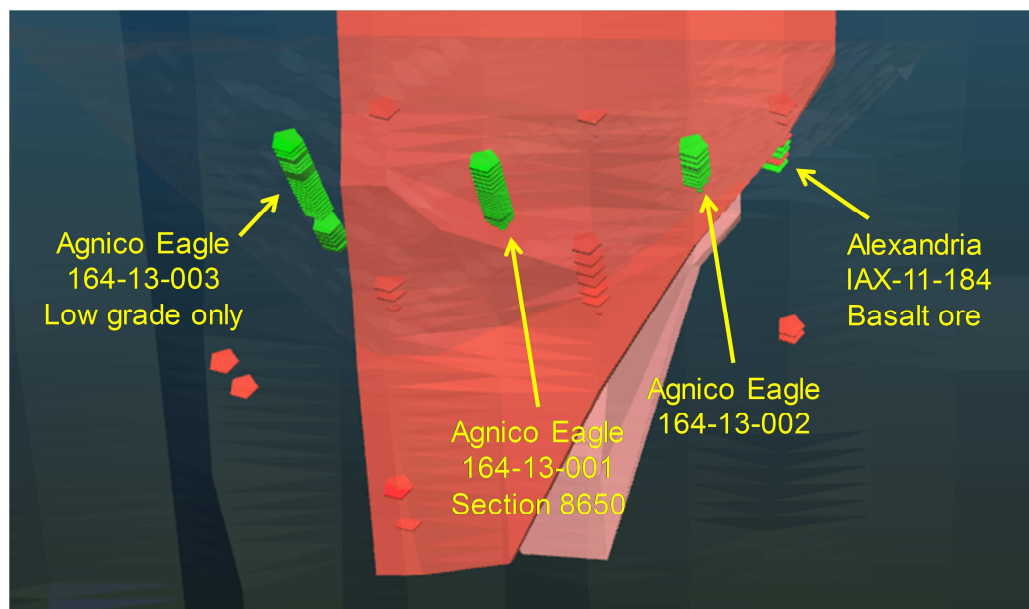
**Tableau 13.2 - Composite de Goldex Deep**

BHID	De	À	Teneur	Masse
	m	m	Au (g/t)	kg
77-028	352.5	402.0	2.90	51.2
95-025	454.5	496.5	4.41	46.4
95-027	400.5	445.5	3.26	50.0

Aucune dilution n'a été incluse dans les composés de Goldex Deep. Ces échantillons sont considérés représentatifs des niveaux de 100 à 120 seulement.

#### Composite Akasaba 0.55% Cu

Ce composite est réalisé à partir d'échantillons de rejet de laboratoire préalablement concassés à 90% passant 2 mm. Ces échantillons proviennent du programme de forage d'AEM de 2013 (BHID 164-13-001/002/003) ainsi qu'à partir d'un forage d'Alexandria (IAX-11-184). Les échantillons ont été sélectionnés de manière à reproduire la moyenne du gisement Akasaba. Le forage d'Alexandria a été incorporé aux composés afin d'intégrer la minéralisation des roches de basalte situées à l'extrémité est du dépôt d'Akasaba. La Figure 13.5 montre des disques verts qui sont la localisation des échantillons des composites d'Akasaba 0,55% Cu. Les détails quant aux échantillons sélectionnés sont présentés à l'annexe F : 1205-FSR-001\_REF1.



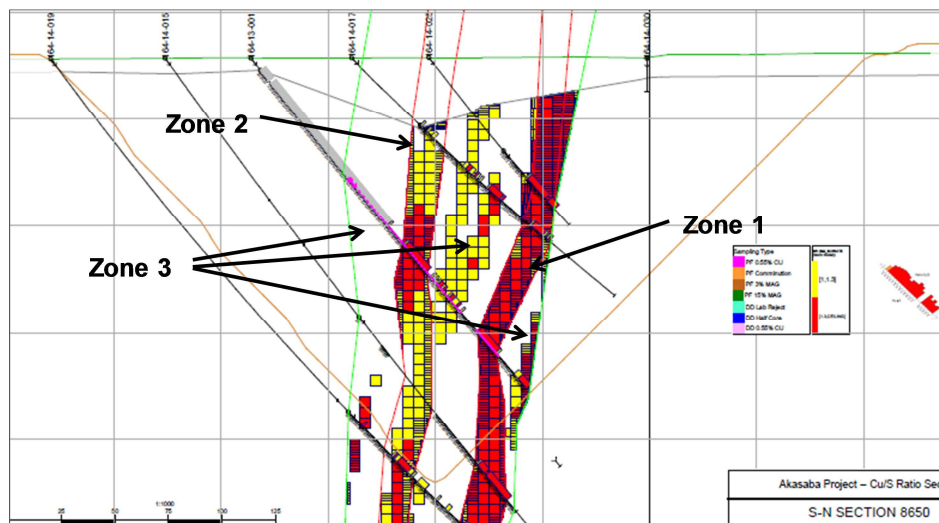
**Figure 13.5 - Vue 3D regardant vers le nord montrant la localisation des deux échantillons principaux de composite**

Les rejets de laboratoire ont été préparés par les Services Techniques. Les échantillons ont tous été concassés à l'aide d'un concasseur à rouleaux avant d'être homogénéisés et divisés avec un séparateur rotatif. Chaque forage a été séparé et préparé individuellement selon la zone minéralisée afin d'accroître la flexibilité lors de la fabrication des composés. Le composé Akasaba 0,55% Cu utilise donc différentes proportions massiques des forages afin de représenter adéquatement les teneurs moyennes du dépôt Akasaba. Le Tableau 13.3 présente la pondération des masses et des teneurs selon l'identification du forage (BHID). Les teneurs proviennent des analyses chimiques d'exploration et sont pondérées, donnant 0,92 g/t pour l'or et 0,50% pour le cuivre. Les teneurs d'alimentation recalculées provenant de 17 essais de flottation sur le composite d'Akasaba 0,55% Cu ont dévoilées une teneur moyenne de 0,88 g/t en or et de 0,49% en cuivre.

**Tableau 13.3 - Composé Akasaba 0.55% Cu**

BHID	Zone	Teneur		Proportion %	Masse kg
		Au (g/t)	Cu (%)		
164-13-001	1-3	1.14	0.59	59.3	23.5
164-13-002	1-3	0.63	0.43	17.2	8.3
164-13-003	3	0.54	0.32	18.1	8.7
IAX-11-184	2-3	0.65	0.36	5.4	2.6
Akasaba 0.55%Cu	1-2-3	0.92	0.50		

La majeure partie de la masse du composite (59%) provient du BHID 164-13-001 qui se trouve au milieu du dépôt d'Akasaba à la section 8650 où les teneurs en or et en cuivre sont les plus élevées. La Figure 13.6 montre, en rose, les échantillons sélectionnés où sont localisées les trois zones minéralisées. Les zone 1 et 2 sont des minéralisations à haute teneur et la zone 3 contient du minerai à faible teneur.



**Figure 13.6 - Dépôt Akasaba Ouest - Section 8650 - BHID 164-13-001**

La section du BHID 164-13-002 est similaire à celle du BHID 164-13-001 et passe à travers les trois zones minéralisées cependant, le BHID 164-13-003 ne passe que dans la zone à faible teneur (zone 3).

### Échantillons du test de susceptibilité magnétique

Le test de susceptibilité magnétique réalisé lors de l'étude précédente avait été fait sur un échantillon de minerai ayant un contenu en magnétite de 3%, ce qui est la plus grande valeur observée dans l'enveloppe économique d'Akasaba. Les résultats indiquaient une forte probabilité d'observer des problèmes avec l'électro-aimant de l'usine Goldex qui pourrait alors récupérer la magnétite au lieu de seulement récupérer les détritres de métal. C'est pourquoi il avait été recommandé d'effectuer de nouveaux essais. Les échantillons utilisés sont les mêmes que ceux utilisés lors des essais de broyage de 2014 d'Akasaba. Ils proviennent donc du forage BHID IAX-12-201 pour les trois zones minéralisées, du BHID IAX-11-184 pour la zone 2 composée de basalte minéralisé. Ces quatre échantillons avaient été préparés et broyés en 2014 par SGS afin d'effectuer la caractérisation de dureté. La Figure 13.7 montre la localisation d'échantillon provenant du sondage BHID-IAX-12-201 alors que la Figure 13.8 montre la localisation de l'échantillon de basalte sélectionné dans le sondage BHID-IAX-11-184.

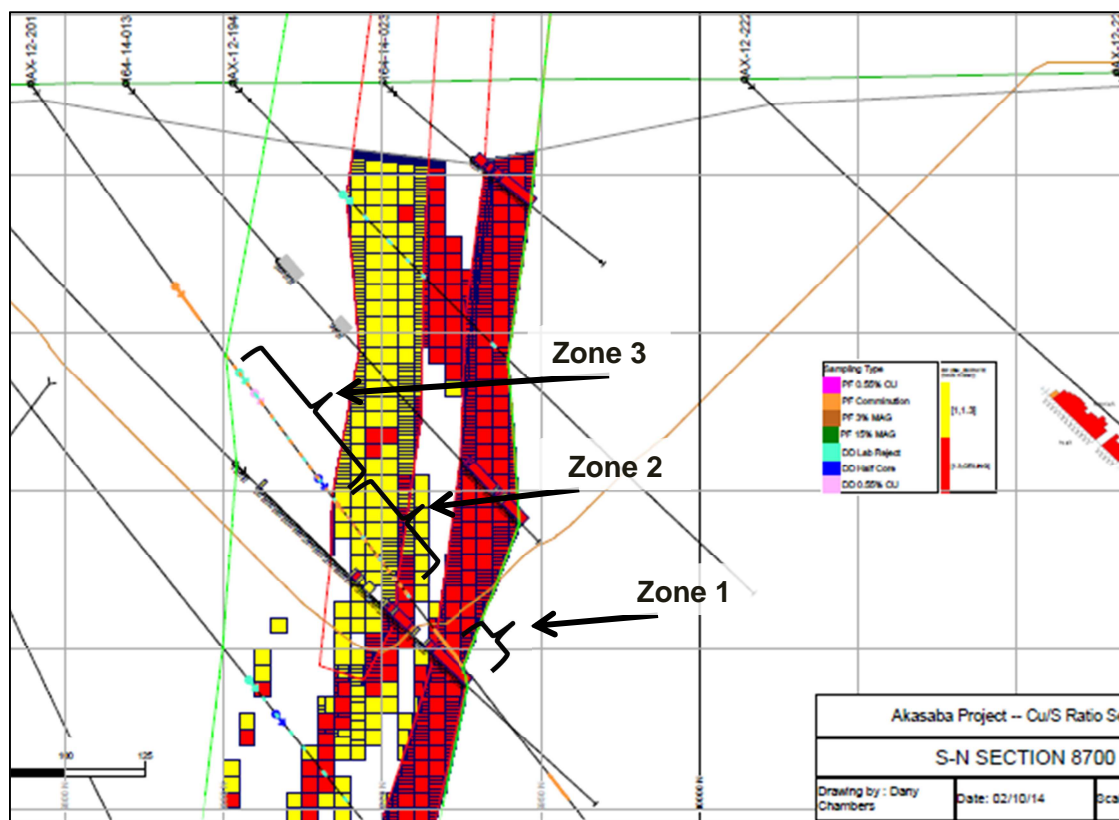


Figure 13.7 - Dépôt d'Akasaba Ouest - Section 8700 - BHID IAX-12-201

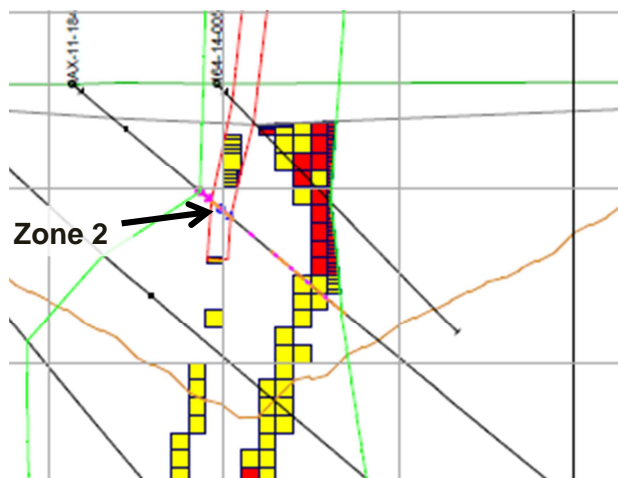


Figure 13.8 - Dépôt Akasaba Ouest - Section 8800 - BHID IAX-11-184

Le Tableau 13.4 résume les caractéristiques des échantillons à partir des observations visuelles effectuées par l'équipe de géologie.

Tableau 13.4 - Description des échantillons pour le test de susceptibilité magnétique

BHID	Zone	Lithologie	Teneur		Magnétite %	Profondeur	
			Au (g/t)	Cu (%)		De (m)	À (m)
IAX-12-201	3	Dacite/Basalt (V1D/V3B)	0.40	0.32	0	105.5	164.0
IAX-12-201	2	Basalt/Diorite (V3B/I2I)	1.26	0.60	0.5	164.0	200.0
IAX-12-201	1	Diorite (I2I)	1.96	0.91	0	214.0	228.6
IAX-11-184	2	Basalt (V3B)	1.24	0.58	1.9	47.8	60.0

### 13.2.3 PROGRAMME DE TESTS MÉTALLURGIQUES

#### Test de susceptibilité magnétique

Quatre échantillons ont été expédiés à Eriez Magnetics Research & Development, à Erie, en Pennsylvanie, pour effectuer un test de susceptibilité magnétique. Le premier objectif est de déterminer si les échantillons minéralisés vont réagir à l'électro-aimant. L'aimant utilisé pour faire ce test est un Eriez modèle SE-7530 similaires à ceux installés à Goldex. Pour plus de détails, se rapporter au rapport d'Eriez présenté à l'annexe G : 1205-REP-010.

Le Tableau 13.5 montre que les échantillons IAX-11-184 Z2 et IAX-12-201 Z2 ont récupérés quelques fragments de minerai magnétiques. Les échantillons IAX-12-201 Z1 et Z3 donnent une récupération magnétique négligeable et ne sont pas présentés. L'échantillon IAX-12-201 Z2 montre une récupération massique de 0,5% lorsqu'il est exposé à 1750 Gauss. Si l'on compare avec l'opération de Goldex, cette valeur de 1750 Gauss équivaut à deux fois la puissance actuellement utilisée pour retirer le métal de l'alimentation. Basée sur ce résultat, la probabilité de faire face à des

problèmes avec le système de retrait du métal à Goldex est peu probable avec ces échantillons. Toutefois, l'échantillon IAX-11-184 Z2 est composé de basalte qui montre de petites veines de magnétites qui sont plus susceptibles d'être récupérable par les électro-aimants. En effet, 2% de cet échantillon a été récupéré par le séparateur magnétique. Le minerai a besoin d'un contenu en magnétite de plus de 30% pour être récupéré par un champ magnétique de 800 Gauss. L'échantillon de basalte montre donc une récupération massique potentielle de 1.3% dans la plage d'opération de l'électro-aimant de Goldex. La probabilité de récupérer de la magnétite est donc élevée. De ce fait, l'accumulation de magnétite, dans la benne à métal, deviendrait un irritant opérationnel important. Il est recommandé de définir une stratégie d'alimentation de la magnétite au concentrateur Goldex. Il est aussi proposé de séparer la magnétite d'Akasaba directement au site à l'aide d'un convoyeur aimant installé dans le circuit de concassage. Cette option nécessite d'identifier les zones de minerais riches en magnétite, présente à Akasaba, afin de gérer l'acheminement de ce minerai à Goldex. Le minerai, riche en magnétite, pourrait être acheminé à Goldex de manière contrôlé en évitant les périodes pendant lesquelles il y a du hissage du minerai Goldex Deep, par exemple.

**Tableau 13.5- Résultats du test de susceptibilité magnétique**

Akasaba BHID IAX-11-184 Z2						
Distance (pouces)	Gauss	Masse (g)	Distribution de la masse	Distribution cumulée	Distance reliée avec l'aimant SE-7715 de Goldex	Probabilité d'être récupéré dans l'usine
15	627	57	0,3%	0,3%	17	100% récupéré
11	999	169	1,0%	1,3%	12	>50% susceptible d'être récupéré
8	1383	38	0,2%	1,6%	9	<50% peu probable d'être récupéré
6	1750	50	0,3%	1,9%	6	Pas récupéré
Rejets	16593	98%				Pas récupéré
TOTAL	16908	100%				
Akasaba BHID IAX-12-201 Z2						
Distance (pouces)	Gauss	Masse (g)	Distribution de la masse	Distribution cumulée	Distance reliée avec l'aimant SE-7715 de Goldex	Probabilité d'être récupéré dans l'usine
6	1750	86	0,5%	0,5%	6	Pas récupéré
Rejets		10857	64%			Pas récupéré
TOTAL		10943	65%			

En raison de sa teneur en or et en cuivre, le retrait complet du minerai magnétique n'est pas recommandé.

#### Caractérisation de la dureté du minerai

Trois (3) composés de minerai Goldex Deep ont été envoyés au laboratoire de SGS à Lakefield en Ontario pour effectuer la caractérisation de la dureté. Chacun des composés a été testés comme suit:

- Test SMC;
- Test de broyabilité Bond pour broyeur à boulets, BWI;
- Indice d'abrasion, Ai;

- Analyses chimiques élémentaires par ICP (SAF);
- Analyse de la composition minéralogique par WRA; et
- Soufre et Carbone total par Leco;

Les analyses chimiques ne sont pas liées aux essais de broyage, mais elles sont effectuées en même temps pour trouver des corrélations avec la dureté. Les résultats de dureté du minerai Goldex Deep sont disponibles dans l'annexe H : 1205-REP-006.

Des essais de broyage supplémentaires avaient été recommandés en raison de l'importance de la dureté du minerai Goldex Deep sur la capacité d'usinage. Le Tableau 13.6 compare les résultats de la nouvelle étude avec ceux de l'étude précédente effectuée lors de la pré-faisabilité. Ce rapport porte le numéro 1202-SSR-000 et est présenté à l'Annexe E.

**Tableau 13.6 - Caractérisation de la dureté du minerai de Goldex Deep**

BHID	Étude	Densité	Paramètres JK		BWI	Ai
		t/m <sup>3</sup>	Axb	ta	kWh/t	g
77-028	Faisabilité	2.71	41.4	0.40	17.2	0.582
95-025	Faisabilité	2.74	39.2	0.37	16.6	0.681
95-027	Faisabilité	2.74	44.3	0.42	17.3	0.627
Moyenne	Faisabilité	2.73	41.6	0.40	17.0	0.630
73-421	Scoping	2.72	44.3	0.42	17.2	0.683
84-023	Scoping	2.73	52.1	0.49	16.8	0.535
76-012	Scoping	2.73	47.8	0.45	15.9	0.579
Moyenne	Scoping	2.73	48.0	0.45	16.6	0.599
<b>Moy. globale</b>	<b>Les deux</b>	<b>2.73</b>	<b>44.8</b>	<b>0.43</b>	<b>16.8</b>	<b>0.615</b>

En termes de résistance par impact (Axb), les échantillons de Goldex Deep ont été classés *moyen* et seul l'échantillon provenant du BHID 95-025 a été classé *modérément dur*. La moyenne de ces nouveaux résultats présente une dureté plus grande que ceux de l'étude précédente.

En terme de BWI, les échantillons de Goldex Deep se sont classés *modérément dur* à *dur*. En moyenne, les nouveaux tests présentent une dureté légèrement plus élevée comparativement à celle de l'étude précédente, toutefois cette différence n'est pas significative d'un point de vue statistique.

SGS a également classé les résultats des essais d'abrasion (Ai) en utilisant leur propre base de données. Les échantillons ont été classés *abrasif* à *très abrasif*. En moyenne, les résultats des nouveaux tests sont similaires aux résultats précédents.



Basé sur ces nouveaux résultats, le minerai de Goldex Deep est maintenant considéré légèrement plus dur. Comparé au minerai GEZ, Goldex Deep est moins dur en ce qui concerne les Axb, mais il est semblable en termes BWi. Cette analyse indique que le minerai de Goldex Deep serait plus facile à broyer dans le SAG comparativement au minerai de la GEZ.

Les échantillons d'Akasaba proviennent majoritairement du BHID IAX-12-201, qui est situé dans le milieu du dépôt, alors que le basalte provient du forage IAX-11-184 (voir Figures 13.7 et 13.8). La sélection des échantillons d'Akasaba est relativement limitée en termes de localisation. Plus d'essais pourraient être faits pour étendre la sélection à d'autres endroits du gisement. Toutefois, comme les paramètres de Axb et BWi sont similaires, pour les principales zones minéralisées, il a été décidé de ne pas faire davantage d'essais. La dureté des minerais d'Akasaba et de Goldex Deep est résumée dans le Tableau 13.7. Les échantillons du minerai d'Akasaba sont beaucoup moins durs comparativement au minerai de Goldex Deep. Cependant, la roche constituée de basalte, trouvée à l'extrémité est du dépôt, est plus dure que le minerai de Goldex Deep en termes de Axb et aussi plus abrasive. La dilution a aussi été évaluée et l'éponte sud présente des caractéristiques similaires à la minéralisation principale, toutefois, l'éponte nord est plus dure car elle est composée exclusivement de basalte.

**Tableau 13.7 - Synthèse de la dureté du minerai**

Dépôt	Zones	Densité	Paramètres JKtech		BWI	Ai
		t/m <sup>3</sup>	A x b	ta		
Akasaba	1,2,3	2.63	66.2	0.66	11.9	0.131
Akasaba (Basalte)	2,3	3.13	32.9	0.27	14.3	0.722
Goldex	Deep	2.73	44.8	0.43	16.8	0.615
Akasaba	Éponte sud	2.81	61.0	0.56	11.5	0.160
Akasaba	Éponte nord	2.96	31.4	0.27	17.1	0.806

De façon générale, le minerai de Goldex Deep est nettement plus dur et plus abrasif que le minerai d'Akasaba. Comme le minerai de Goldex est le plus dur et le plus abondant dans l'alimentation, c'est lui qui contrôle la capacité du circuit de broyage. Néanmoins, une trop grande proportion de basalte dans l'alimentation devrait réduire le tonnage. Aucune simulation n'a été effectuée pour évaluer cette possibilité, toutefois une baisse de 500 à 800 t/j serait envisageable. Il est recommandé d'effectuer une bonne gestion du basalte et de mélanger ce minerai avec du minerai moins compétent pour minimiser son impact sur le circuit de broyage ainsi que sur les rendements métallurgiques.

#### Simulation du circuit de broyage

La simulation du circuit de broyage réfère au rapport 1205-REP-008, présenté à l'Annexe I. Aucune nouvelle simulation n'a été effectuée suite à la réception des nouveaux résultats de dureté du minerai Goldex Deep. En résumé, la firme conseil

BBA a été mandatée en 2014 pour effectuer une simulation du circuit de broyage de Goldex afin de confirmer la possibilité de traiter 6 000 t/j de Goldex Deep et 2 800 t/j d'Akasaba simultanément, ce qui correspond à un ratio de 70/30 respectivement. Le logiciel JKSimMet a été utilisé pour effectuer les simulations. Le logiciel a été calibré en utilisant les données d'opération et les résultats de la campagne d'échantillonnage de Mars 2010. Cette campagne de caractérisation a été sélectionnée en raison du tonnage élevé et en raison de la qualité et quantité d'information disponible nécessaire à la calibration des simulations.

Utilisant les résultats des essais de broyage de 2014, le résultat d'Akasaba le plus dur (excluant le basalte) ainsi que la moyenne arithmétique des échantillons de Goldex Deep ont été utilisés pour estimer la dureté du mélange de minerai. Toutes les données sont résumées dans le Tableau 13.8.

**Tableau 13.8 - Dureté des minerais sélectionnés pour la simulation**

Paramètres	Unités	Akasaba	Akasaba	Moyenne	Goldex Deep
		IAX-12-201 Zone 1	Converti par BBA	Arithmétique Goldex Deep	Converti par BBA
Densité	t/m <sup>3</sup>	2.65	2.83	2.73	2.69
ta	-	0.54	0.61	0.45	0.55
Axb	-	54.7	53.2	48.1	48.5
BWI	KWh/t	12.4	12.4	16.6	16.6

Pour valider le tonnage d'Akasaba, la variation de la dureté de Goldex Deep a été vérifiée en comparant le résultat le plus dur du minerai de Goldex Deep (73-421) (Axb de 41 avec un BWI de 17,2 kWh/t) avec la dureté moyenne de Goldex Deep (Axb 48 avec un BWI de 16,6 kWh/t). La simulation indique une perte de 300 t/j de tonnage. La capacité du circuit de broyage de Goldex est donc sensible à la dureté du minerai de Goldex Deep. C'est pourquoi le basalte présent dans le dépôt d'Akasaba devra être suivi et mélangé avec du minerai moins dur afin de maintenir le tonnage stable ainsi que les performances métallurgiques.

Toutes les simulations utilisent une charge circulante de 168% afin de ne pas excéder la capacité volumique de pompage limité à 600 m<sup>3</sup>/h. La bonne pratique de l'industrie situe normalement la charge circulante entre 250% et 300%. Plus la charge circulante est élevée, meilleure est l'efficacité de circuit de broyage. BBA a évalué la possibilité d'accroître la charge circulante à Goldex en effectuant des simulations de broyage. Le rapport est présenté dans l'Annexe J : 1205-REP-009 et montre un potentiel d'augmentation de tonnage. Toutefois, l'augmentation de la charge circulante nécessite un investissement significatif pour effectuer les modifications mécaniques et électriques. Une évaluation préliminaire indique la nécessité de changer les pompes à pulpe, les moteurs et le cabinet électrique des pompes, ainsi que le changement des apex et vortex des cyclones. Considérant le risque de ne pas

rencontrer les performances attendues et du coût relativement élevé des modifications requises, cette opportunité n'est pas recommandée.

Les simulations du circuit de broyage confirment la possibilité d'opérer à 8 800 tpj en utilisant les paramètres de dureté moyenne identifiée en 2014. Ce tonnage atteint les limites de circuit de broyage, ce qui le rend sensible aux variations de la caractéristique du minerai. La plus récente caractérisation de la dureté du minerai Goldex Deep indique que le minerai Goldex Deep pourrait être un peu plus dur qu'anticipé. Afin de maintenir le tonnage à 8 800 tpj, le produit de broyage pourrait varier autour de 130µm en fonction des caractéristiques du minerai alimenté à l'usine.

Deux suggestions sont proposées pour stabiliser le tonnage à 8 800 tpj:

1. Réduire la granulométrie d'alimentation au SAG

En 2011, la distribution granulométrique de l'alimentation du SAG a été réduite afin d'évaluer l'augmentation de la capacité de broyage et de déterminer le bénéfice de procéder ainsi. Le test consistait à fermer le concasseur à cône pour atteindre une fermeture (CSS) de 50 mm, ce qui est 14 mm inférieur à la valeur normale d'opération. Le deuxième test consistait à ajouter un concassage tertiaire sur 10% de l'alimentation pour le concasser à moins de 25 mm. Ce test a été fait avec des équipements de concassage portables par un entrepreneur local. Dans les deux cas, le tonnage a été augmenté par 800 à 1 000 tpj ce qui a permis de dépasser 8 800 tpj.

2. Réduire l'apport de Goldex Deep

Comme le minerai Akasaba est moins dur comparativement au minerai de Goldex Deep, il est possible de conserver 8 800 tpj nominal et un produit à 130µm en réduisant la proportion de Goldex Deep à l'alimentation. L'évaluation des duretés des minerais indique un ratio 3 :2 pour la capacité d'usinage, c'est-à-dire le retrait de 200 tonnes de Goldex permet de traiter environ 300 tonnes d'Akasaba.

Essais de gravimétrie

Un échantillon du composé Akasaba 0,55% Cu a été envoyé à COREM pour faire une analyse du GRG. Le rapport technique est présenté à l'Annexe K: 1205-REP-001. Les résultats confirment que le minerai d'Akasaba a une susceptibilité limitée à la récupération de l'or par gravimétrie. Le

Tableau Tableau 13.9 montre les résultats de l'essai de E-GRG. La récupération GRG de la première étape est reconnue pour représenter la performance minimale de l'usine et la récupération de la seconde étape peut également être considérée. Il est donc suggéré que la récupération par gravimétrie du minerai Akasaba se situera entre 15 et 27% où la valeur de 27% est le pourcentage cumulé de la récupération GRG pour les deux premières étapes de test. La récupération gravimétrique utilisée dans la présente étude est de 20%.

**Tableau 13.9 - Résultats de test E-GRG**

Étapes	Récup. GRG (%)	Teneur d'alim. (g/t)	Teneur Con. (g/t)	Poids Con. (%)	Alim % -75µm	P80 (µm)
Étape 1	15,3	0.90	41.58	0.34	31.2	563
Étape 2	12,1	0.80	27.15	0.42	51.1	206
Étape 3	9,2	0.68	23.21	0.37	79.4	76
Total	36,6	0.93	30.21	1.13	--	--

Des simulations de récupération de l'or par gravimétrie ont été effectuées par FLSmidth pour évaluer la récupération du mélange de minerai Goldex Deep-Akasaba. Le rapport est présenté à l'annexe L : 1205-REP-004. Pour simuler la performance de la gravimétrie, FLSmidth utilise l'étude E-GRG précédente effectué avec un échantillon de minerai de Goldex Deep qui a été décrit dans le rapport KRTS20663. Le rapport est présenté à l'annexe M : 1205-REP-004\_REF1. Les simulations impliquent différentes cibles de broyage et différentes charges circulantes au broyage afin d'évaluer les variations dans la performance du circuit gravimétrique. Deux tailles de broyage ont été étudiées (110 et 140µm) et quatre charges circulantes (150, 200, 250 et 300%). Chacune de ces conditions a été évaluée avec différents minerais 100% de minerai de Goldex Deep, 100% d'Akasaba et un mélange de 70/30% de Goldex Deep-Akasaba. Le Tableau 13.10 résume les simulations et les résultats. Les simulations en caractères gras représentent les conditions les plus significatives pour le projet.

Étant donné qu'Akasaba contient de la magnétite, FLSmidth a inclus un facteur qui tient compte du potentiel d'influence de la magnétite sur la récupération gravimétrique. Un déclassement de 33% a été appliqué à la récupération GRG, ce qui réduit les performances de récupération gravimétrique des minerais Akasaba et Goldex Deep. Ce facteur peut être considéré comme un facteur de sécurité qui tient compte des pertes potentielles de performance en raison de la présence de magnétite dans le minerai Akasaba. Toutefois, le déclassement pourrait ne pas se refléter sur les performances d'opérations réelles, car le seul site similaire aux conditions Goldex Deep-Akasaba que FLSmidth connaît, n'est pas affectée par la présence de magnétite. Agnico Eagle, via le site de Meadowbank, expérimente la gravimétrie avec une concentration de magnétite atteignant 15% dans l'alimentation. La récupération des concentrateurs séquentiels «batch» n'est pas affectée. Comme le minerai de Meadowbank est 5 fois plus riche en magnétite que le minerai Akasaba et 15 fois plus riche si l'on considère la dilution de Goldex Deep, le risque d'observer des pertes de récupération avec les concentrateurs Knelson est faible. Par conséquent, les simulations sont considérés conservatrices.

**Tableau 13.10 - Résultats des simulations du circuit de gravité**

Type de minerais	Charge circ. (%)	Alim. par XD48 (tph)	P80 (µm)	Récup. Grav. (%)
<b>Goldex</b>	<b>150</b>	<b>174</b>	<b>110</b>	<b>68</b>
Goldex	200	232	110	68
Goldex	250	290	110	66
Goldex	300	348	110	65
Goldex	150	174	140	63
Goldex	200	232	140	62
Goldex	250	290	140	60
Goldex	300	348	140	58
Akasaba	150	174	110	15
Akasaba	200	232	110	15
Akasaba	250	290	110	14
Akasaba	300	348	110	14
<b>Akasaba</b>	<b>150</b>	<b>174</b>	<b>140</b>	<b>13</b>
Akasaba	200	232	140	13
Akasaba	250	290	140	12
Akasaba	300	348	140	11
70/30				
Mélange 70/30	150	174	110	57
Mélange 70/30	200	232	110	56
Mélange 70/30	250	290	110	55
Mélange 70/30	300	348	110	54
<b>70/30</b>				
<b>Mélange</b>	<b>150</b>	<b>174</b>	<b>140</b>	<b>51</b>
Mélange 70/30	200	232	140	50
Mélange 70/30	250	290	140	47
Mélange 70/30	300	348	140	46

Trois conclusions découlent de ces travaux:

1. Akasaba montre peu de susceptibilité gravimétrique avec 13 -15% de récupération;
2. L'augmentation de l'alimentation en solide au concentrateur Knelson, via l'augmentation de la charge circulante par exemple diminue la récupération gravimétrique;
3. L'augmentation de la taille des particules (P80) diminue la récupération gravimétrique;

La simulation la plus représentative, pour le mélange de Goldex Deep-Akasaba, est atteinte avec la charge circulante de 150% et une taille de broyage de 140µm, ce qui donne une récupération de gravimétrie de 51%. La contribution d'Akasaba peut être estimée à 13% dans ces conditions. En utilisant ces valeurs, la récupération par gravimétrie du minerai Goldex Deep est estimée à 60%. Par rapport à l'opération actuelle de Goldex, l'ajout du minerai Akasaba à Goldex pourrait réduire la récupération gravimétrique de 8 à 10% en considérant un facteur de déclassement de 33%. Cependant, le procédé Goldex démontre que le circuit de flottation arrive à compenser pour les variations de la récupération gravimétrique.

Les simulations portent seulement sur les concentrateurs Knelson et ne comprennent pas la performance des tables Gemini. La récupération gravimétrique d'Akasaba suppose que tout l'or récupéré à l'aide des Knelson sera également récupéré par les tables Gemini.

Les tables à secousses sont très efficaces pour les particules d'or ayant une dimension supérieure à 145 microns. La minéralogie de l'or effectuée sur le concentré de flottation et le «SP tip» indique que les particules d'or présentes dans Akasaba sont petites et généralement plus fines que 30 µm. Ces particules d'or sont généralement rejetées par les tables et devraient se retrouver dans le concentré de flottation. Basé sur cette observation, il est possible que la récupération de l'or par gravité soit plus basse pour Akasaba en raison de la taille des particules d'or dans le minerai Akasaba. Toutefois, des pépites ont été observées dans quelques échantillons.

#### Test de flottation

Les tests de flottation ont été principalement réalisés en 2013 et 2014 lors des phases d'études précédentes. L'analyse minéralogique effectuée sur les résidus de flottation indique qu'il restait du cuivre libre qui aurait dû être récupéré, ce qui suggère d'effectuer des essais de flottation. Un programme d'essais a été conçu pour évaluer l'impact du dosage des réactifs et le temps de conditionnement sur les performances métallurgiques. Le programme d'essais ne se concentre pas sur la performance, mais tente habituellement de mettre en évidence le comportement de la flottation en amplifiant les paramètres du test. Les essais ont été effectués sur le minerai Goldex Deep et Akasaba avec un mélange de 70/30% broyé à 132µm. Aussi, afin d'avoir une meilleure définition de la cinétique de flottation, une quatrième étape de dégrossissage a été ajoutée. Le collecteur et le moussant utilisés sont respectivement le xanthate et le MIBC comme au concentrateur Goldex. En 2016, l'introduction d'un nouveau collecteur a été fait. Le Danafloat 233 est devenu le collecteur primaire, mais le xanthate est toujours requis. Lors des essais de flottation d'Akasaba l'utilisation de ce collecteur n'était pas validé et ce dernier n'a pas été testé. Les paramètres de flottation sont également semblables au programme de test de flottation précédent :

- Appareil de flottation D-12;
- Cellule de 5 litres;

- Pulpe à pH 9,5;
- Pourcentage solide de 40%;
- P80 de 132 µm;
- Débit d'air de 11 à 12 L/min. (le RPM a été ajustée afin d'obtenir un débit d'air constant);
- RPM 1400 à 1550;
- Temps de conditionnement de 0 à 10 minutes,
- Temps de flottation constant à 6 minutes;
- Collecteur *Potassium Amyle Xanthate* (PAX-51) de 50 à 100 g/t;
- Moussant MIBC de 12 à 24 g/t;

Tel que présenté au Tableau 13.11, le temps de flottation utilisé a varié selon le niveau d'étude. Les temps présentés dans le cadre du «*Due diligence*» représentent le temps typique utilisé à Goldex pour représenter leur circuit de flottation avec le minerai Goldex.

**Tableau 13.11 - Comparaison de temps de flottation**

Étape de flottation	Programme d'essais		Étude Scoping		Due Diligence	
	Conditionnement	Flottation	Conditionnement	Flotation	Conditionnement	Flottation
	min	min	min	min	min	min
Primary Cond.	0-10	-	5.0	-	3.0	-
Rougher 1	0.5	1.0	1.0	1.5	0.5	1.0
Rougher 2	0.5	1.0	1.0	1.5	0.5	1.0
Rougher 3	0.5	1.0	1.0	1.5	-	1.0
Rougher 4	0.5	1.0	-	-	-	-
Scavenger	0.5	2.0	0.5	3.0	0.5	3.0



Les cinétiques de flottation pour l'or et le cuivre sont respectivement présentées aux Figures 13.9 et 13.10. Dans la légende, le premier chiffre est le dosage de collecteur en g/t, le deuxième est le dosage de moussant en g/t et le dernier est le temps de conditionnement. Les récupérations en or sont stables avec une récupération comprise entre 95,2 à 91,1%. Ce qui est en concordance avec les résultats du programme de flottation précédent. Après 6 minutes de flottation, le dosage des réactifs et le temps de conditionnement ne semblent pas affecter les récupérations. Toutefois, les plus hauts dosages de réactifs donnent des cinétiques un peu plus rapides.

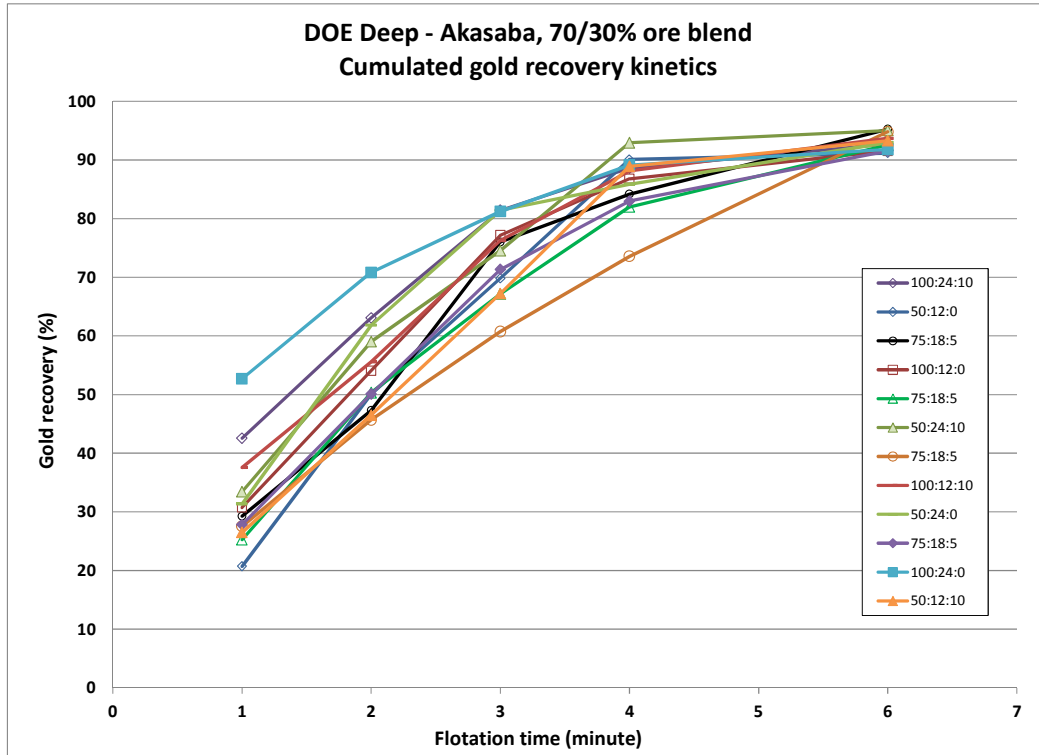


Figure 13.9 - Cinétique de flottation de l'or

La cinétique de flottation du cuivre montre une récupération variant de 91,6 à 86,5% ce qui confirme l'observation voulant que la récupération du cuivre soit inférieure lorsque le minerai d'Akasaba est mélangé avec le minerai de Goldex Deep. Les variations du dosage des réactifs et du temps de conditionnement n'améliorent pas la récupération ou la cinétique de flottation du cuivre. Il est recommandé d'effectuer des tests avec différents collecteurs pour améliorer la récupération et la cinétique de flottation du cuivre en mélange.

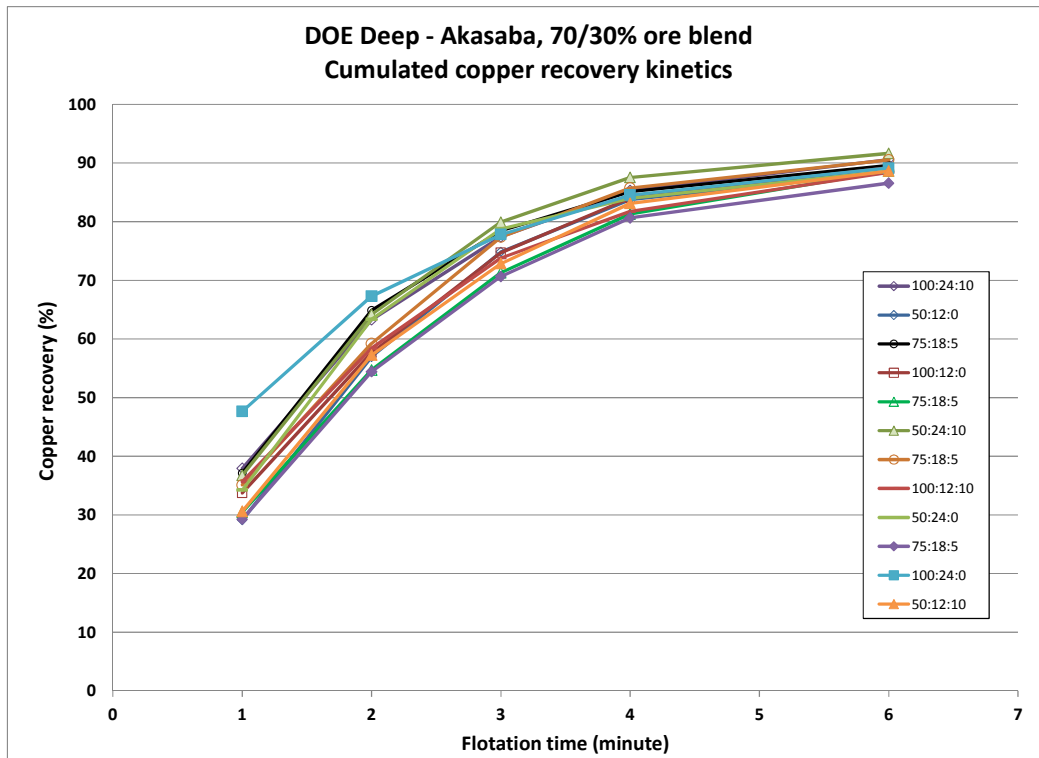


Figure 13.10 - Cinétique de flottation pour le cuivre

Les résultats plus détaillés sont présentés au Tableau 13.12. Les teneurs d'alimentations moyennes sont dans la plage attendue considérant le mélange 70/30. Le soutirage du concentré de flottation est en moyenne de 2,8%, ce qui est dans l'intervalle de 2,3 à 2,8% des essais antérieurs.

**Tableau 13.12 - Résultats plan d'expérience avec le mélange de minerai 70/30%**

Nom du composite	P80	Soutirage massique	Récupérations		Teneur de tête recalculée		Teneur des résidus	
			Au	Cu	Au	Cu	Au	Cu
	P80 (µm)	%	%	%	g/t	%	g/t	%
	132	2.84	92.7	90.6	1.69	0.15	0.13	0.015
	134	2.17	91.1	88.4	1.44	0.15	0.13	0.018
	133	2.58	95.2	89.6	2.12	0.15	0.10	0.016
	133	2.68	91.5	89.2	2.00	0.15	0.17	0.017
Composite Goldex Deep à 70%	133	2.89	92.5	88.6	1.56	0.15	0.12	0.018
Composite d'Akasaba 0.55% Cu à 30%	133	2.79	95.0	91.6	1.95	0.15	0.10	0.013
	133	2.91	94.8	90.5	1.86	0.15	0.10	0.015
	133	3.01	93.6	88.4	1.84	0.15	0.12	0.018
	133	2.58	92.9	88.6	1.34	0.16	0.10	0.019
	133	2.66	91.5	86.5	1.57	0.16	0.14	0.022
	133	3.75	91.7	89.1	1.40	0.16	0.12	0.018
	133	2.60	93.2	88.6	1.54	0.16	0.11	0.019
<b>Moyenne</b>		<b>2.8</b>	<b>93.0</b>	<b>89.0</b>	<b>1.69</b>	<b>0.16</b>	<b>0.12</b>	<b>0.018</b>
Maximum		3.7	95.2	91.6	2.12	0.16	0.17	0.022
Minimum		2.2	91.1	86.5	1.34	0.15	0.10	0.013

En 2014, le programme de flottation a permis d'identifier deux relations permettant d'estimer la teneur des rejets en fonction de la granulométrie du produit de broyage.

- Rel. 1: teneur en or des résidus (g / t) = 0,0009 x P80 (um) + 0,0243
- Rel. 2: teneur en cuivre des résidus (%) = 0,0001 x P80 (um) + 0,0178; plafonné à 91,8% lorsque mélangé avec Goldex Deep

Ces relations sont toujours en vigueur pour l'évaluation économique d'Akasaba. La récupération du cuivre demeure plafonnée à 91,8% pour représenter la perte de récupération attribuable au mélange. La récupération de l'or est plus sensible à la granulométrie que le cuivre.

#### Récupérations de l'or et du cuivre de Akasaba-Goldex Deep à LaRonde

Aucun nouvel essai n'a été effectué pour déterminer les performances du concentré Akasaba – Goldex au concentrateur LaRonde. Les essais de flottation effectués, lors de l'étude précédente, ont démontré la possibilité de traiter le concentré de Goldex-Akasaba à LaRonde, et ce, sans affecter négativement le procédé LaRonde. Les récupérations globales de l'or et du cuivre d'Akasaba à LaRonde demeurent respectivement à 95% et 96%. Il est assumé que l'or d'Akasaba sera récupéré uniquement par le circuit de flottation du cuivre. Cette approche est considérée conservatrice d'un point de vue économique.

Le minerai d'Akasaba contient de la molybdénite qui se retrouvera dans le concentré de sulfures de Goldex. Aucune problématique n'est identifiée en lien avec la présence de molybdénite dans le concentré. Le concentré d'Akasaba a été testé pour des éléments mineurs tels que l'As, Bi, Cd, Sb et Te. Les résultats indiquent que le concentré d'Akasaba n'impactera pas la valeur du concentré de cuivre produit à LaRonde. Il est même attendu que ce minerai pourrait même globalement réduire la teneur en impureté du concentré de cuivre LaRonde.

L'analyse minéralogique de l'or du minerai Akasaba indique la présence de mercure (Hg). Les essais de flottation montrent aussi que le mercure est récupéré par flottation avec le concentré de sulfures. L'or d'Akasaba, récupéré à la gravimétrie, entrainera donc lui aussi une certaine quantité de mercure vers la raffinerie. En fonction de la récupération gravimétrique de l'or d'Akasaba, de la zone traitée et ainsi que de la quantité de mercure retirée lors de la calcination du concentré de tablage, la brique d'or produite à la raffinerie Goldex devrait contenir des traces de mercure. À LaRonde, l'ajout de mercure, via le concentré de sulfures, n'impactera pas la santé des travailleurs ni les récupérations ou la valeur des produits (concentrés de cuivre et du doré).

Le concentrateur de LaRonde possède un circuit de flottation de zinc qui active la sphalérite en utilisant le sulfate de cuivre. Une fois activée, la sphalérite flotte comme la chalcopryrite. Les essais de flottation effectués à LaRonde indiquent que plus de zinc flotte avec le cuivre lorsque le concentré d'Akasaba est ajouté à l'alimentation de LaRonde. Ce risque est réel mais il est considéré minime en raison de la faible teneur de zinc attendue pendant la période d'exploitation prévue d'Akasaba.

Avec l'appui de l'équipe métallurgique de LaRonde, il a été convenu d'ajouter le concentré Goldex Deep - Akasaba dans le broyeur à boulets de LaRonde. Ce changement favorise une meilleure libération de l'or et du cuivre, afin d'assurer des surfaces fraîches pour la flottation tout en réduisant le risque d'interférences avec des réactifs de Goldex. En contrepartie, il est recommandé d'installer un échantillonneur au circuit de broyage primaire de LaRonde qui permettra de conserver la mesure de la teneur de l'alimentation. Cette nouvelle installation est incluse dans le Capex du projet Akasaba.

#### Travaux d'essais minéralogiques

Dans l'étude précédente, les informations minéralogiques d'Akasaba provenaient de deux programmes d'essai: SGS (minéralogie des produits de flottation et libération) et un mémorandum interne basé sur les résultats du COREM (produits minéralogiques de minerai et de flottation MLA) présentés aux annexes N et O (1202-REP-005 et 1202-REP-008). Ces deux rapports sont principalement axés sur la minéralogie globale d'Akasaba. Afin d'avoir un portrait plus précis, il était recommandé de procéder à une étude minéralogique de caractérisation de l'or «*Gold deportment*». Joe Zhou Mineralogy Ltd a été mandaté pour effectuer une étude de la caractérisation complète de l'or et du cuivre à partir de résidus de flottation et du concentré de flottation. Le rapport est présenté à l'Annexe P : 1205-REP-005. L'or et

le cuivre ont été caractérisés en termes de libération, d'association, de composition et de taille.

Dans le concentré, le cuivre est principalement associé à la chalcopryrite et la bornite mais aussi, dans une moindre mesure, à la chalcocite. Dans le concentré de flottation, 68% du cuivre se retrouve libéré ou associé à de la pyrite. Le 32% restant est associé aux silicates. Dans les rejets de flottation, le cuivre est principalement associé à des silicates ou à la magnétite représentant respectivement 60% et 24% de la teneur des rejets. Toutefois, environ 16% du cuivre était libéré et pourrait être récupéré par flottation. Cette observation confirme la nécessité d'approfondir l'aspect de flottation en évaluant la possibilité d'utiliser d'autres collecteurs ou en combinaison avec le PAX.

Dans le minerai Akasaba, l'or se retrouve principalement sous forme libre natif ou d'électrum et associé aux sulfures. D'autres grains d'or ont aussi été observés, mais en moins grande quantité, sous forme de kustelite (Ag, Au), associé au mercure (Au, Ag, Hg), d'aurotellures (Au, Te) et autres complexes d'or (Au, Ag, Bi, Cu). Dans le concentré de flottation, environ 69% de l'or était, soit libéré, soit associé aux sulfures. Dans les rejets de flottation, l'or était associé à la magnétite et aux silicates respectivement dans les proportions de 16% et 57%. Aussi, toujours au rejet, 27% de l'or est associé aux sulfures, ce qui indique qu'une partie de l'or demeure récupérable par la flottation des sulfures.

Environ 7% des grains d'or observés ont une teneur de mercure variant de 7 à 15% Hg. La présence de mercure dans le concentré a été validée par SGS en utilisant la digestion à l'acide avec le protocole d'absorption atomique à vapeur froide. Basé sur les résultats d'analyse, la teneur en mercure dans le concentré Akasaba seul devrait être d'environ 0,8 g/t Hg. Le mercure ne se retrouve pas dans le rejet de flottation.

Les résidus de flottation sont composés à 92% de silicates et d'une quantité modérée de magnétite représentant environ 8%. Malgré sa faible pondération, la magnétite contient une proportion appréciable d'or et de cuivre avec 16% et 24% respectivement du contenu des rejets. Cela signifie que la magnétite contribue à accroître la teneur des rejets. Toutefois, la magnétite n'est pas un sulfure et ne se récupère pas bien avec les collecteurs employés à Goldex. Seul une meilleure libération pourrait permettre de récupérer une partie des unités métaux d'or et de cuivre.

### Travaux d'essai sur la sédimentation

Le test de sédimentation consiste à évaluer la capacité du rejet issu du mélange de minerai Goldex Deep-Akasaba à s'épaissir. COREM a été sélectionné pour réaliser les essais sur plusieurs échantillons de rejets de flottation provenant du composite Akasaba 0,55% Cu, mélange Goldex Deep-Akasaba et aussi en utilisant les résidus réel de l'exploitation de la mine Goldex. Les résidus de Goldex ont été utilisés à titre de base comparative afin d'évaluer les taux de décantation d'Akasaba et du mélange de minerai. Le rapport COREM est présenté à l'annexe Q : 1205-REP-002.

Le test de décantation statique consiste à ajouter différents dosages de flocculant (10, 20 et 30 g/t) à la pulpe préparé à 12% solide. La pulpe est ajoutée à un cylindre graduée et mélangée. Lorsque le test débute, la décantation du solide est chronométrée et noté pour calculer les paramètres.

Tel que présenté dans le Tableau 13.13, la granulométrie P80 des échantillons étaient différents. L'alimentation de l'épaississeur de Goldex et le composite d'Akasaba 0,55% Cu étaient plus fin avec un P80 respectivement de 90 µm et 93 µm comparé au minerai du mélange Goldex Deep-Akasaba qui était plus grossier avec 122 µm. Une granulométrie grossière aide généralement à obtenir une meilleure vitesse de sédimentation, mais la différence entre les granulométries est négligeable et demeure dans le même ordre de grandeur.

**Tableau 13.13 - Résultats de tests de décantation**

Source du minerai	Dosage de flocculant (g/t)	Turbidité (UNT)	Taux de sédimentation (m/h)	Densité finale de la sousverse (%)	P80 (µm)	Viscosité (cP)
L'alimentation épaississeur	10	3.2	19.6	57.1	90.2	4.7
	20	1.4	27.0	55.9		
	30	1.0	26.1	54.7		
Akasaba 0.55% Cu	10	2.0	15.2	56.8	93.2	5.0
	20	0.6	15.3	55.6		
	30	0.5	15.3	54.5		
Mélange Goldex Deep Akasaba	10	2.8	19.2	56.9	122.3	4.9
	20	1.4	25.2	55.7		
	30	0.9	25.2	54.5		

Les résultats indiquent que l'échantillon de résidus d'Akasaba 0,55% Cu montre une vitesse de sédimentation inférieure comparativement au mélange Goldex Deep-Akasaba et à l'alimentation de l'épaississeur Goldex. Cependant, Akasaba ne sera pas alimenté seul. Le minerai du mélange Goldex Deep-Akasaba montre des résultats de décantation similaires comparés à l'alimentation actuelle de l'épaississeur à rejet de Goldex, ce qui est une bonne indication pour traiter les minerais provenant des dépôts d'Akasaba et de Goldex Deep. Considérant que Goldex a déjà opéré à 9 000 t/j et compte tenu que ce mélange de minerai présente à peu près les mêmes performances d'épaississage, on peut conclure que

l'épaississeur de Goldex suffira à la tâche. En ce qui concerne le pompage des résidus vers Manitou, une modification a été évaluée pour accroître la capacité du second train de pompe. Le premier train de pompe avait été augmenté en 2011 afin de permettre le traitement de 9 000 t/j. Avec le démarrage de l'usine de remblai en pâte, les quantités de rejets sont moindres lorsque celle-ci est en opération. La modification du second train de pompes n'est donc pas requise. Toutefois, cette possibilité de modification sera réévaluée après le démarrage d'Akasaba et ne figure donc pas aux modifications d'usines requises.

Le minerai Akasaba a été soumis à SNF Canada pour déterminer si l'utilisation de d'autres floculants permettraient d'améliorer les performances de décantation de ce minerai. La note technique de SNF Canada est présentée à l'Annexe R : 1205-REP-011. Actuellement, Goldex utilise le Flomin 905MC qui est largement utilisé en Abitibi. Tel que présenté dans la Figure 13.11, le Flomin 910VHM montre la meilleure performance de décantation. Cette amélioration permet au minerai Akasaba de retrouver la même vitesse de sédimentation que le minerai de la mine Goldex. La principale différence entre les séries 905 et 910 est le pourcentage d'extrémités anioniques. La série 905 possède 5% d'extrémités anioniques et la série 910 en a 10% d'extrémités anioniques, ce qui signifie que le Flomin 910 VHM a deux fois plus d'extrémités actives comparativement au 905MC. Ce résultat indique la possibilité de modifier le floculant pour celui de la série 910, au besoin, afin d'augmenter la vitesse de décantation du minerai d'Akasaba.

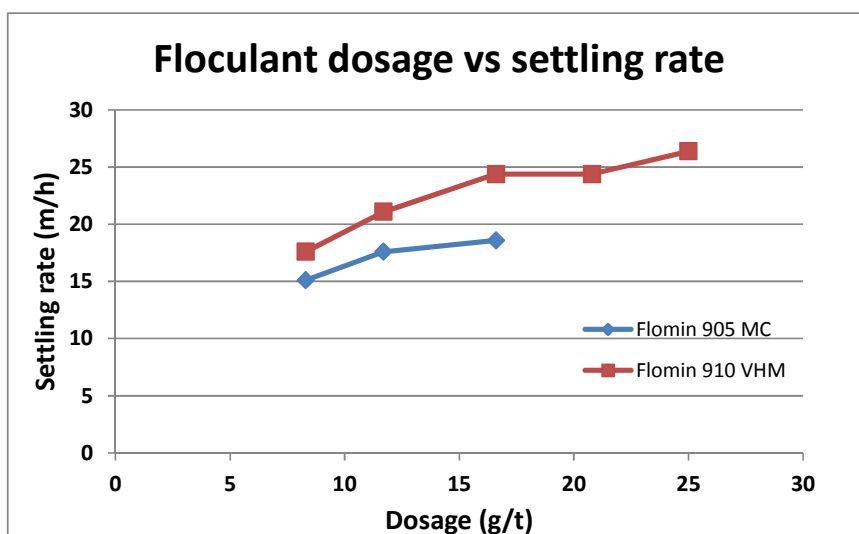


Figure 13.11 - Résultats des tests de SNF Canada Ltd avec le composé Akasaba



### Tests sur le remblai en pâte

Une étude (URSTM, 2015) a été effectuée afin de comparer la performance de deux types de remblais destinés au remblayage souterrain de Goldex à l'aide d'essais de résistance mécanique non confinée en compression uniaxiale (UCS). Des mélanges ont été préparés avec deux types de liants (GUL et Slag-GU) et deux pourcentages de liant (4 et 3,5 %) ont été testés. Les résultats obtenus, basés sur les seuls tests de caractérisation physique (granulométrie, densité relative et surface spécifique) suggèrent que les résidus Akasaba/Goldex Deep, demanderont moins d'eau en raison de leur composition de particules plus grossières qui présentent moins de surface de contact que les résidus Goldex. Cette observation est renforcée par les courbes d'affaissement obtenues sans liant, où la valeur cible de 75 % solide des mélanges avec les résidus Akasaba/Goldex Deep n'a pu être déterminée à cause d'une consistance de pâte trop liquide, tandis qu'elle est atteinte pour un «*slump*» de 107 mm pour les résidus Goldex. Les résultats des UCS obtenus montrent que le ciment Slag GU-80-20 permet le développement de fortes résistances dès 7 jours de cure (entre 350 et 600 kPa), particulièrement avec les résidus Akasaba/Goldex Deep (pour une valeur UCS de 587 kPa). Cette tendance est maintenue jusqu'à 28 jours de cure où la résistance atteinte est supérieure à 1 000 kPa. Considérant les résultats, l'ajout du minerai Akasaba à celui de Goldex ne réduit pas les performances du remblai, aucune augmentation du dosage de ciment n'est anticipée. Pour plus de détails, le rapport est joint à l'annexe S : 1205-REP-012.

## **13.3 DESIGN DES PARAMÈTRES MÉTALLURGIQUES**

Cette section présente les récupérations et les performances métallurgiques issues des résultats des programmes de test.

### **13.3.1 ÉVALUATION DU TONNAGE**

Les simulations du circuit de broyage confirment la possibilité d'opérer à 8 800 t/j en utilisant les paramètres de duretés nominales. L'évaluation du minerai Goldex Deep en 2015 indique que ce minerai serait parfois plus dur. De même, le minerai de basalte d'Akasaba pourrait entraîner des variations dans la finesse de broyage s'il est alimenté en quantité supérieure à 5%. En maintenant le tonnage à 2 800 t/j, le produit de broyage pourrait alors varier et ne pas toujours se maintenir 130 µm. Quelques pistes de solution ont été identifiées afin de maintenir le produit de broyage sur la cible.

1. Augmenter l'apport d'Akasaba dans l'alimentation en diminuant l'apport de Goldex Deep;
2. Retirer les fines de l'alimentation du concasseur à cône de Goldex pour davantage fermer l'ouverture du concasseur et permettre un concassage plus fin;
3. Concasser plus finement (<25mm) une fraction du minerai Goldex Deep en utilisant un concasseur tertiaire au site de Goldex;

### 13.3.2 MODÈLE DE RÉCUPÉRATION PAR GRAVITÉ

L'usine de traitement de la mine Goldex a une récupération gravimétrique élevée d'environ 70% pour l'or. Le minerai d'Akasaba montre une susceptibilité gravimétrique limitée. Le test E-GRG indique une récupération par gravimétrie entre 15 à 27%. Basé sur ces résultats, il est évalué que 20% de l'or d'Akasaba sera récupéré par le circuit de gravimétrie de Goldex.

La réduction de la récupération par gravité d'Akasaba a un impact modéré sur la récupération globale de l'or. Les unités d'or non récupérées par le circuit de gravimétrie de Goldex se rapporteront au circuit de flottation des sulfures.

### 13.3.3 MODÈLE DE RÉCUPÉRATION PAR FLOTTATION

#### Récupérations à Goldex

La récupération du cuivre est établie à 91,8% en moyenne pour les résultats du mélange 70/30 de minerai Goldex Deep-Akasaba, lorsque celui-ci est broyé à 80% passant à 133µm. Le dosage des réactifs a été augmenté de 30%, comparativement au test standard de flottation en laboratoire de la mine Goldex afin de compenser pour l'augmentation de minéraux sulfurés apportés par Akasaba.

La récupération de l'or du mélange Goldex Deep-Akasaba provient du test de flottation d'Akasaba à 100%, où l'équation 1 a été dérivée.

$$\text{Eq.1: Teneur en or des résidus (g/t)} = 0.0009 \times P80 (\mu\text{m}) + 0.0243$$

Comparé à la récupération du cuivre, la récupération de l'or ne montre pas de différence lorsqu'il est mélangé avec du minerai de Goldex Deep. En raison de la plus grande variabilité de la teneur en or des échantillons de minerai Goldex Deep, la récupération de l'or d'Akasaba est estimée par réconciliation et se situe entre 74 à 91%, ce qui est conforme à la Eq. 1. Sur la base de cette estimation, la récupération de l'or Akasaba, à Goldex, est de 84,3%, ce qui inclut la récupération par gravité. La flottation seule compte pour 64,3% de la récupération où la récupération par gravimétrie est de 20%.

#### Récupérations à LaRonde

Appuyé par les résultats de test de LaRonde, la récupération en cuivre et en or sont de 96 et 95% respectivement. Toutefois, comme les essais de flottation de LaRonde sont limités à l'étape du dégrossissage, ils ne représentent pas le circuit de nettoyage. Dans le but de représenter la récupération après l'étape de nettoyage, il a été déterminé de limiter la récupération du cuivre et de l'or.

### 13.3.4 MODÈLE DE RÉCUPÉRATION PAR CYANURATION ET ABSORPTION SUR CHARBON

#### Récupération par cyanuration à LaRonde

Il est assumé que tout l'or sera récupéré par le circuit de flottation du cuivre et aucun modèle de récupération n'a été développé spécifiquement pour le circuit de cyanuration de LaRonde. Toutefois, à partir des résultats de test, aucune problématique n'a été observée en ce qui concerne les performances de ce circuit.

### 13.3.5 MODÈLE DE RÉCUPÉRATION GLOBAL

Les récupérations globales du projet Akasaba sont présentées dans la Tableau 13.14. Ce bilan métallurgique représente seulement la récupération d'Akasaba et ne représente donc pas la récupération de Goldex. La récupération du cuivre est obtenu à partir du mélange de minerai Goldex Deep-Akasaba 70/30. Le bilan indique une récupération globale de 81,1% et 88,1% respectivement pour l'or et le cuivre.

**Tableau 13.14 - Bilan global des métaux pour Akasaba**

Goldex plant - Akasaba estimated metal balance

Goldex plant product	Mass	Mass	Grade			Metal unit			Distribution		
	dmt/d	%	Au g/t	Cu %	S %	Au g	Cu kg	S kg	Au %	Cu %	S %
Feed	2 800	100	0.88	0.49	0.55	2 464	13 720	15 400	100.0	100.0	100.0
Gravity concentrate	0	0.0	n/a	0.00	n/a	493	0	0	20.0	0.0	0.0
Goldex (Au/Cu) sulfide concentrate	112	4.0	14.14	11.25	12.65	1 584	12 595	14 168	64.3	91.8	92.0
Total - Gravity + Flotation	--	--	--	--	--	2 076	12 595	--	84.3	91.8	92.0
GoldexTail	2 688	96.0	0.14	0.04	0.05	388	1 125	1 232	15.7	8.2	8.0
						Onces		67			

LaRonde performance on Concentrate (test conducted with Akasaba concentrate of 75 micron)

Cu recovery (%)	96.0
Au recovery (%)	95.0

Goldex + Laronde plant - Akasaba estimated metal balance

Goldex + LaRonde plant product	Mass	Mass	Grade			metal unit			Distribution		
	dmt/d	%	Au g/t	Cu %	S %	Au g	Cu kg	S kg	Au %	Cu %	S %
Feed	2 800	100	0.88	0.49	0.55	2 464	13 720	15 400	100.0	100.0	100.0
Goldex Gravity concentrate	0	0.0	n/a	0.00	n/a	493	0	0	20.0	0.0	0.0
LaRonde (Au/Cu) concentrate	53	1.9	n/a	23.00	n/a	1 504	12 091	n/a	61.1	88.1	n/a
Total - Goldex + Laronde	--	--	--	--	--	1 997	12 091	--	81.06	88.13	n/a
Goldex + LaRonde Tail	2 747	98.1	0.17	0.06	n/a	467	1 629	n/a	18.9	11.9	n/a
						Onces		64			

Avec l'ajout d'Akasaba, le concentré de flottation Goldex Deep sera traité différemment à l'usine LaRonde. Due au rebroyage du concentré à LaRonde, il est envisageable que la récupération en or de Goldex soit améliorée.

## 14 ESTIMATION DES RESSOURCES MINÉRALES

### 14.1 INTRODUCTION

Cette section décrit la méthodologie et les hypothèses utilisées par Agnico Eagle pour présenter l'estimation des ressources minérales du dépôt d'Akasaba Ouest. Les travaux visant l'estimation de la ressource ont été complétés par Richard Morel, ing. (OIQ, no. 130335), une "personne qualifiée" appropriée tel que définie dans le règlement 43-101. La mise à jour de la déclaration des ressources date de décembre 2016.

La présente estimation des ressources minérales pour le dépôt d'Akasaba Ouest considère 154 trous de forage au diamant forés par les Mines Agnico Eagle Ltée et les anciens propriétaires entre 2009 et 2016. Le Tableau 14.1 résume l'estimation des ressources minérales actuelles.

Les définitions de l'ICM ont été utilisées pour cette déclaration de ressources minérales. Pour classer la ressource, une teneur de coupure par Revenu Net de Fonderie (RNF) de 18.79\$/t a été utilisée. Un prix de l'or de 1150\$US /once et un prix du cuivre de 2.15\$US/lbs ont été utilisés pour établir cette teneur de coupure. Les teneurs maximales pour l'or ont été limitées à 15 g/t.

**Tableau 14.1 - Estimation des ressources minérales au 31 décembre 2016**

Classification	Tonnage (T)	Teneurs		Contenu en or et cuivre	
		Au (g/t)	Cu (%)	Au (Oz)	Cu (Kg)
Indiquée <sup>1</sup>	2,484,094	0.66	0.40	52,691	9,940,990

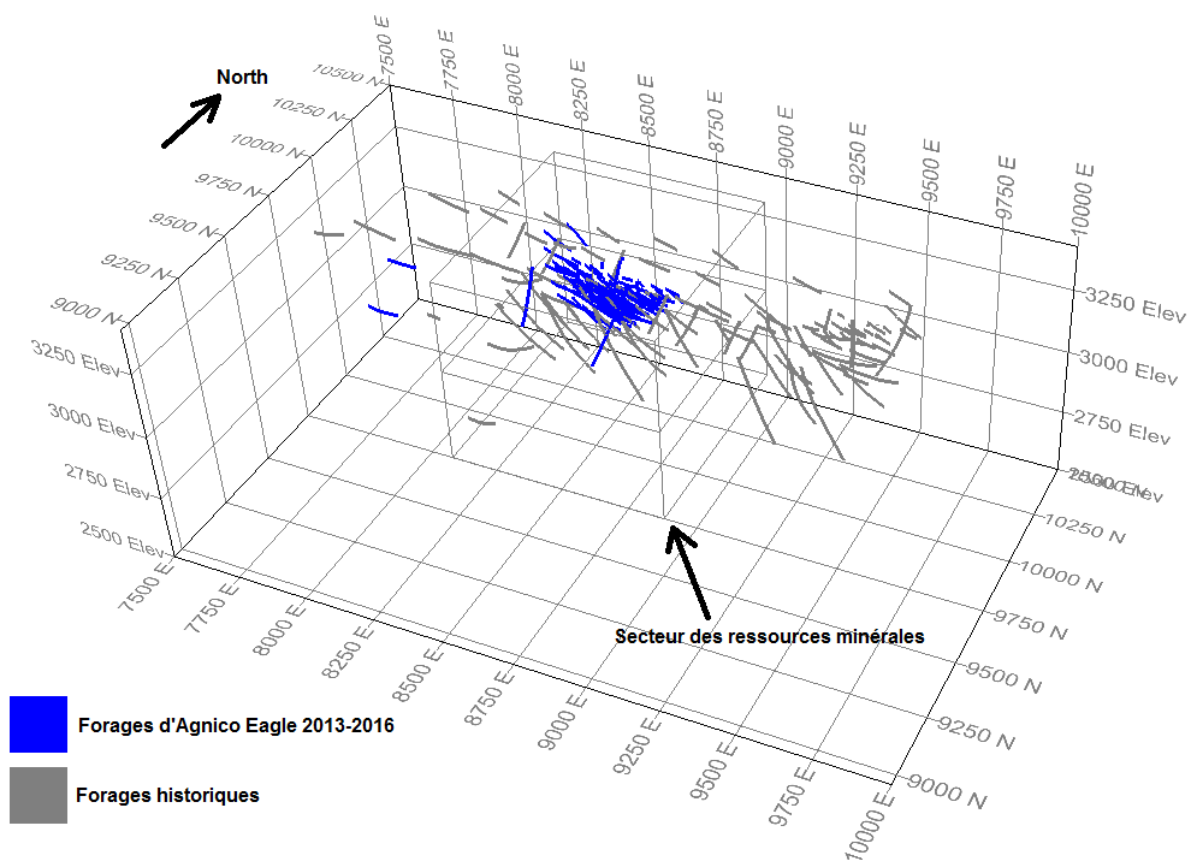
1 – Ressources minérales rapportées au dessus d'une teneur de coupure basée sur le revenu net de production (RNP) de 18.79\$/t, calculées à partir d'un prix de l'or de 1150\$US/once et un prix du cuivre de 2.15\$US/lbs et un taux de change de 1.20 \$CAN/\$US. Une récupération de l'or de 81.1% et une récupération du cuivre de 88.1% ont été appliquées. Une dilution de teneur de 10% à 0 g/t a été appliquée pour les ressources indiquées.

CAE Studio Version 3.24.25.0 a été utilisé pour construire les solides 3D, préparer les données de l'analyse géostatistique et construire le modèle de blocs. Supervisor V.8.2 a été utilisé pour effectuer les analyses géostatistiques, l'analyse variographique et le traitement des valeurs extrêmes. L'enveloppe de la fosse des ressources a été bâtie par Agnico Eagle avec le logiciel Maxipit V.4.

### 14.2 BASE DE DONNÉES

La base de données du projet Akasaba Ouest est contrôlée par le logiciel CAE Mining Fusion 7. La saisie des données se fait dans DHlogger puis ces dernières sont exportées en .csv dans Datamine Studio. L'estimation actuelle des ressources minérales a été faite en utilisant seulement les données des trous de forages au diamant. Ces trous ont été arpentés sous deux grilles différentes : MTM Z09 et UTM

Z18. La localisation de tous les trous de forage au diamant a été transférée dans la grille locale d'Akasaba Ouest. L'ensemble de la base de données contient 198 trous (48,192 m). Parmi ceux-ci, 63 sondages faits par les anciens propriétaires (2009-2013) pour 21,192 m et 94 sondages faits par Agnico Eagle (2013-2016) pour 18,413 m sont situés à l'intérieur de l'aire de la ressource minérale estimée. À l'intérieur du secteur étudié, des sondages abandonnés, sans QA/QC, de morts-terrains et certains sondages géotechniques ont été rejetés. Conséquemment, 4 trous récemment forés (IAX-12-213, 164-14-30, 164-14-31 and 164GT-14-003) et tous les sondages historiques ont été rejetés. De plus, les intersections de carottes non-récupérées et de mort-terrain n'ont pas été utilisées lors de la conception des composites et ont été considérées comme absentes. La Figure 14.1 illustre la localisation de tous les trous de forage au diamant dans la base de données, colorés selon les différentes phases de forage. La petite boîte grise montre la zone où la ressource minérale a été estimée.



**Figure 14.1- Densité des trous de forages au diamant provenant de la base de données du projet Akasaba Ouest**

### 14.3 MODÉLISATION

La modélisation des solides 3D économiques a été exécutée par Agnico Eagle à l'aide du logiciel CAE Studio Version 3.24.25.0. Toute la base de données a été utilisée pour établir les continuités entre les contacts et les teneurs, incluant les trous de forage au diamant qui ont été exclus à l'étape de l'estimation. Les domaines économiques ont d'abord été interprétés en sections espacées de 25 m et puis

validés selon une vue 3D. Finalement, chaque section a été reliée les unes aux autres pour construire un solide 3D.

#### 14.3.1 DOMAINES ÉCONOMIQUES

Le dépôt d'Akasaba Ouest est principalement encaissé dans une intrusion porphyrique. L'intrusion et les roches volcaniques avoisinantes sont les hôtes d'une large enveloppe disséminée d'or et de cuivre. Trois domaines principaux de minéralisation ont été interprétés à Akasaba Ouest, soient une enveloppe à faible teneur (FT) et deux zones à hautes teneurs (HT). Les zones minéralisées ont été interprétées en utilisant une teneur de coupure RNF de 18\$/t pour la zone à faible teneur (Zone 3) et à une teneur de coupure RNF de 75\$/t pour les zones à haute teneur (Zone 1 et 2). L'épaisseur réelle globale de la zone à faible teneur varie entre 60 et 100m par 575m de longueur et peut atteindre une profondeur de 500m. À l'intérieur de l'intrusion et de la zone à faible teneur, il existe deux zones à haute teneur.

Ces deux zones varient entre 10m et 20m d'épaisseur, sont approximativement longues de 375 m et s'enfoncent jusqu'à 350m de profondeur. Toutes les zones respectent une épaisseur réelle minimale de 5,0 m. Les zones à haute teneur sont associées à des zones de forte déformation, d'altération en magnétite, d'occurrence de bornite et d'une forte porosité. Suivant la schistosité régionale, les 3 zones possèdent un pendage de 85° et une orientation de 280°. La Figure 14.2 montre à la fois la zone à faible teneur (en beige) ainsi que les deux zones à haute teneur (zone 1 et 2) selon la même échelle. La zone rose au nord est appelée zone #1 et la zone rouge au sud est appelée zone #2. Les zones à haute teneur ont été allongées approximativement jusqu'à 10 m au-delà du dernier trou de forage au diamant de même que sous la plus profonde intersection d'un trou avec la zone, puis les zones ont été prolongées de 20m d'est en ouest. La zone à faible teneur a été allongée de la demi-distance des forages, soit 25m.

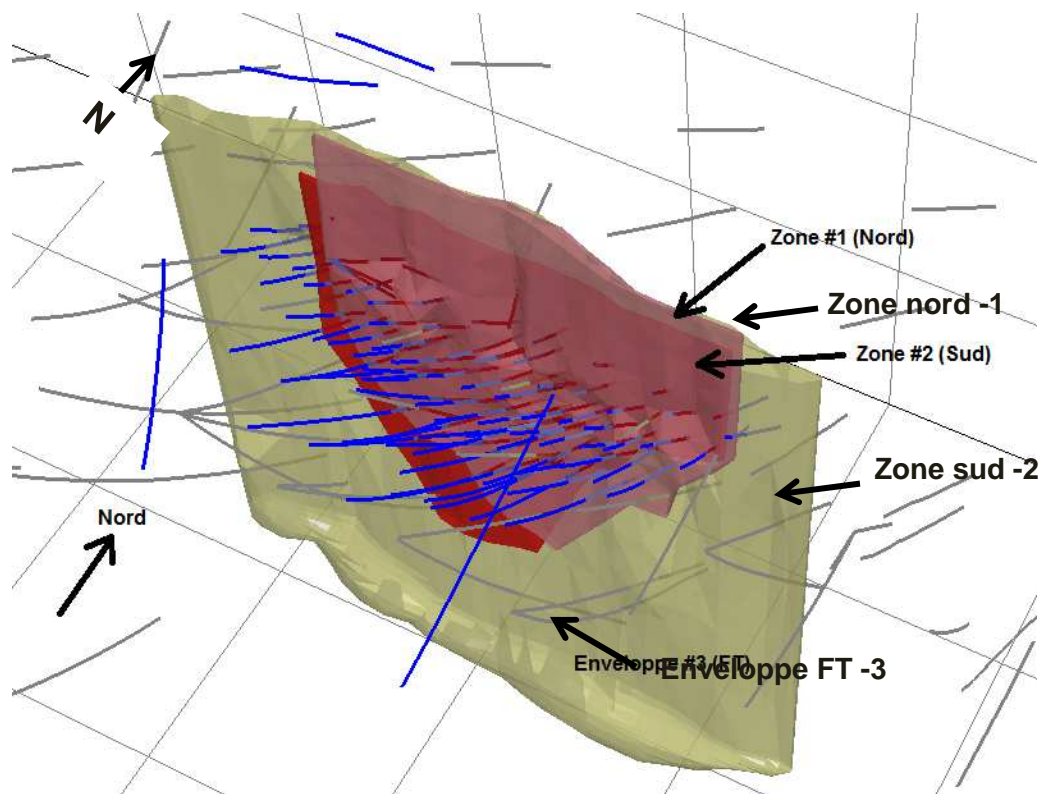


Figure 14.2 – Distribution des zones mineralisées du gisement Akasaba

#### 14.3.2 MODÈLE D'EXCAVATION

Aucune ancienne excavation de mine souterraine ou de fosse à ciel ouvert n'a eu lieu sur le projet Akasaba Ouest.

#### 14.3.3 MORT-TERRAIN ET SURFACE TOPOGRAPHIQUE 3D

La surfaces topographiques provient d'un levé LIDAR et possède une précision  $\pm 25\text{cm}$ . La surface rocheuse a été créée en utilisant les informations provenant des trous de forage au diamant (explorations, géotechniques, hydrogéologiques) ayant été arpenté par une méthode d'arpentage fiable. Ainsi plusieurs trous historiques ont été ignorés pour cette modélisation.

### 14.4 ÉTUDE GÉOSTATISTIQUE

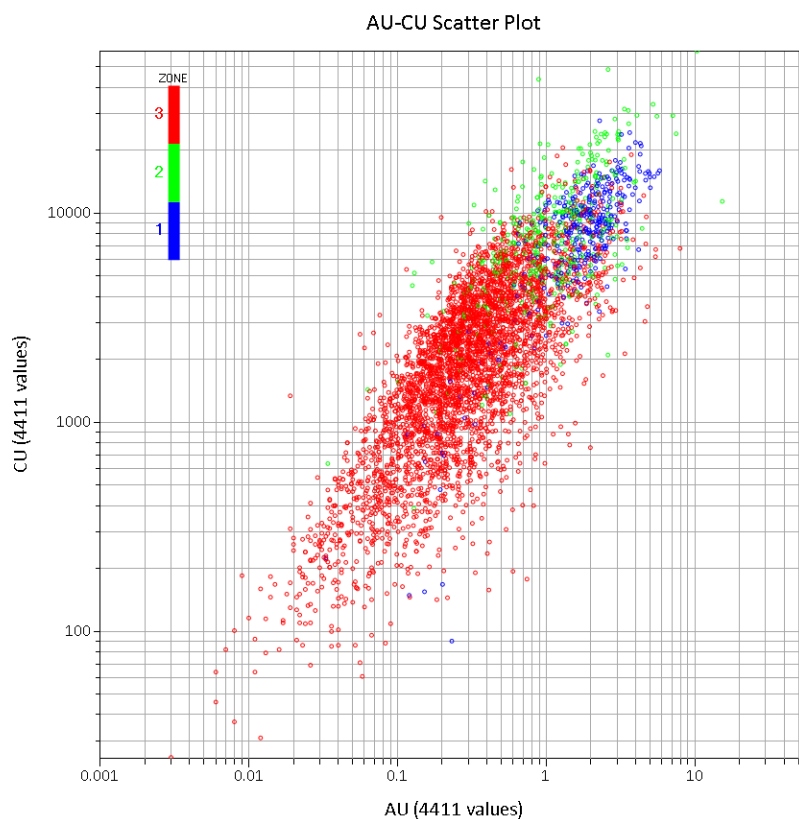
Les analyses de chacun des forages ont été codées dans la base de données selon leur domaine de minéralisation et sont utilisées dans l'analyse de la longueur des échantillons, dans la génération des statistiques, pour générer les composites et dans l'analyse variographique. Les statistiques incluses dans cette section sont pondérées selon la longueur des échantillons.

Les Zones 1 et 2 possèdent la moyenne la plus élevée à la fois dans les teneurs en or et en cuivre. Les moyennes d'or entre ces deux zones sont assez différentes en contraste avec les moyennes de cuivre qui sont similaires. La Zone 1 montre un ratio



Cu/Au plus bas que la zone 2. Spatialement, le ratio Cu/Au est plus bas dans la moitié nord du dépôt avec de plus hautes teneurs en or. Cette différence de concentration de métal n'a pas été documentée et ne peut pour l'instant être corrélée avec aucune particularité géologique. Globalement, le pourcentage du ratio Cu/Au est de 0,56.

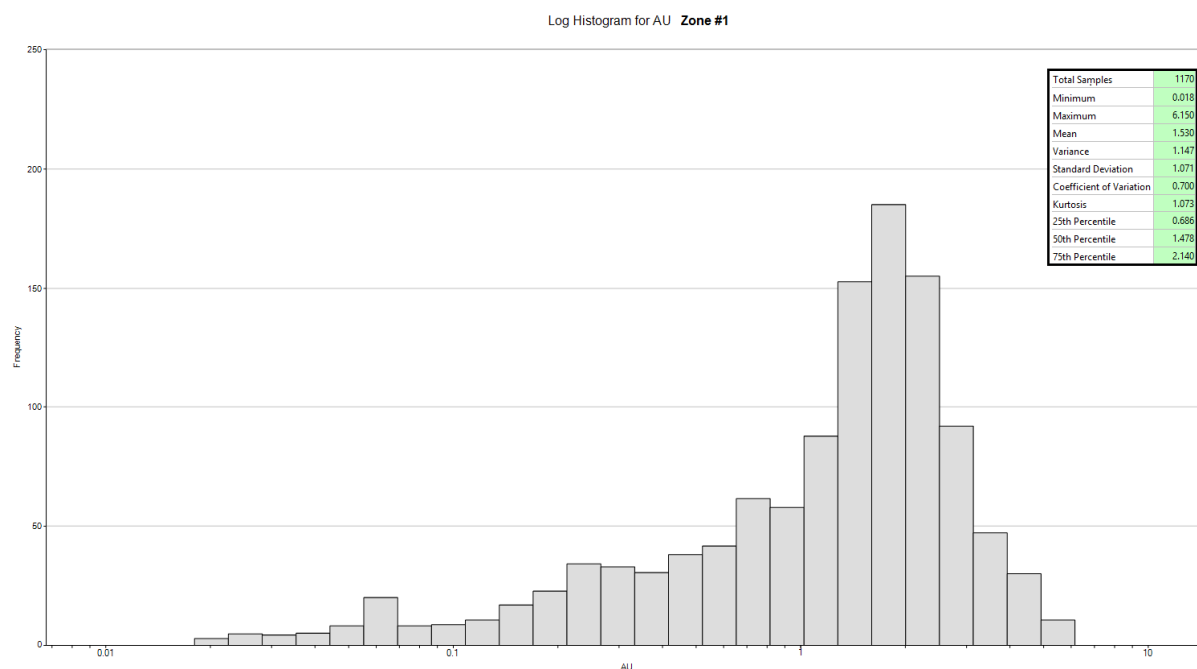
Dans la Figure 14.3, un nuage de points à échelle logarithmique montre la relation globale entre l'or et le cuivre selon les zones. Une excellente corrélation peut être vue entre les deux métaux pour l'ensemble du dépôt. Ici encore, la zone 1 est plus près de l'axe de l'or, mais une excellente corrélation avec le cuivre est maintenue.



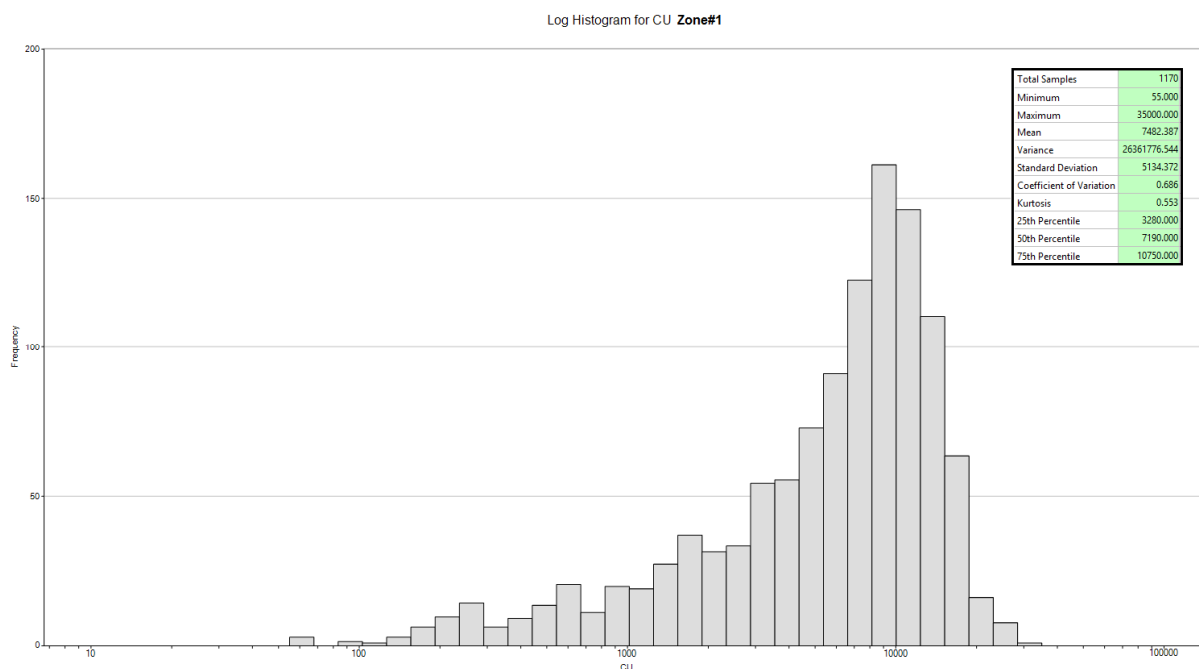
**Figure 14.3 – Corrélation entre les teneurs d'or et de cuivre par zone**

#### 14.4.1 ZONE 1

La zone nord (#1) est la plus riche en or (1,53 g/t) et montre une teneur inférieure en cuivre (0,75%) à la zone plus au sud. Le ratio Cu/Au est de 0,49, ce qui est bas lorsqu'on compare avec les autres domaines. Les coefficients de variation (CV) sont relativement bas pour l'or et le cuivre, ce qui indique une faible dispersion des valeurs (Figure 14.4 et Figure 14.5).



**Figure 14.4 - Histogramme logarithmique pour l'or de la Zone #1 (zone nord)**

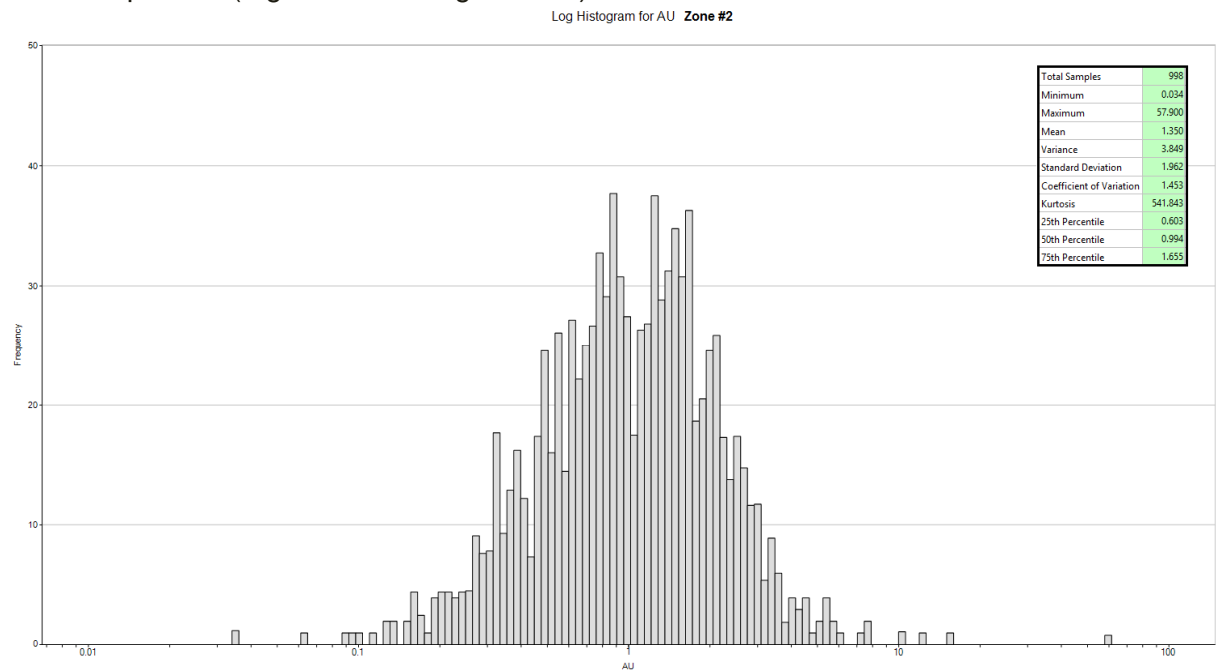


**Figure 14.5 - Histogramme logarithmique pour le cuivre de la zone #1 (zone nord)**

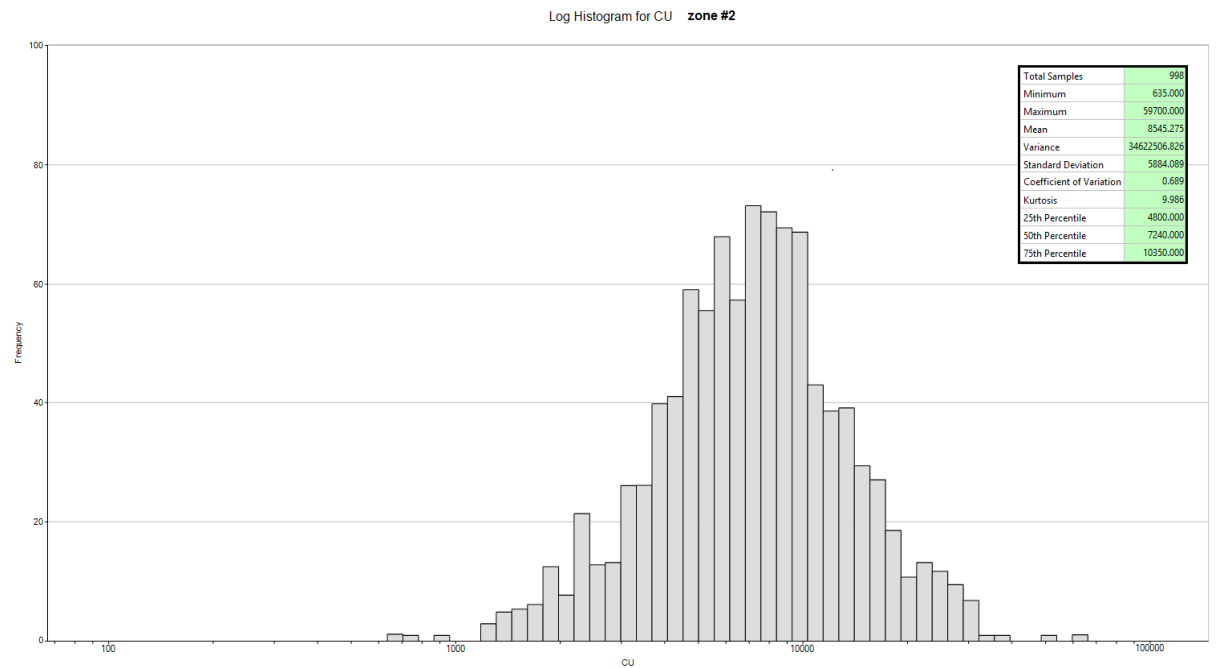
#### 14.4.2 ZONE 2

La zone sud montre une teneur en or plus faible que la zone #1 (1.35 g/t Au Vs 1.53 g/t Au), mais une teneur supérieure à la zone #1 en ce qui concerne le cuivre (0.85% Cu Vs 0.75% Cu). Le ratio Cu/Au est de 0,63 et se situe plus près de la moyenne globale. Le CV de l'or est élevé avec une valeur de 1,45, illustrant une large

dispersion avec une valeur maximale de 57,9 g/t. Le CV du cuivre à 0,69 montre une faible dispersion (Figure 14.6 et Figure 14.7).



**Figure 14.6 - Histogramme logarithmique pour l'or de la zone #2 (zone sud)**

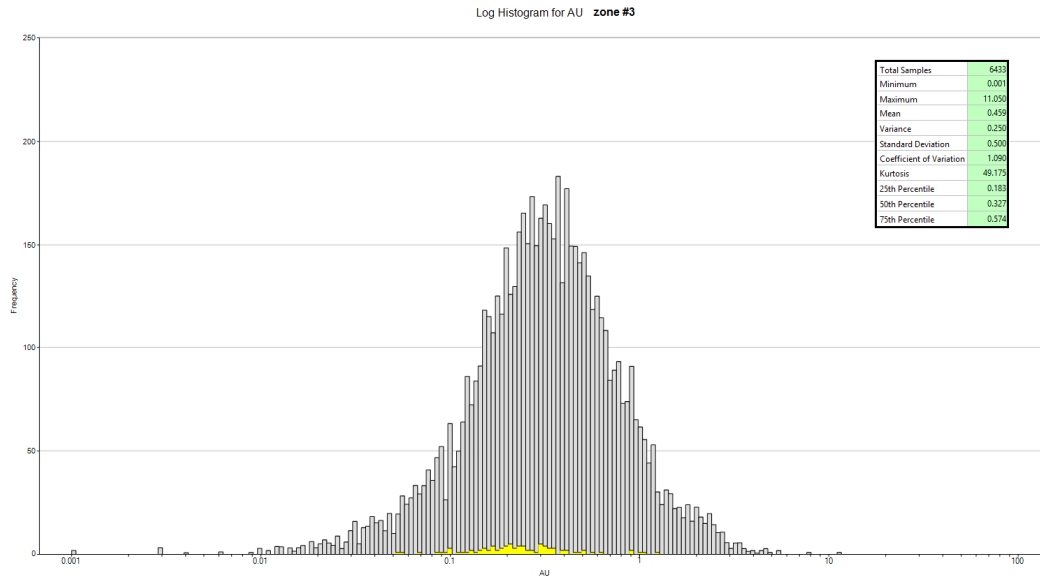


**Figure 14.7 - Histogramme logarithmique pour le cuivre de la zone #2 (zone sud)**

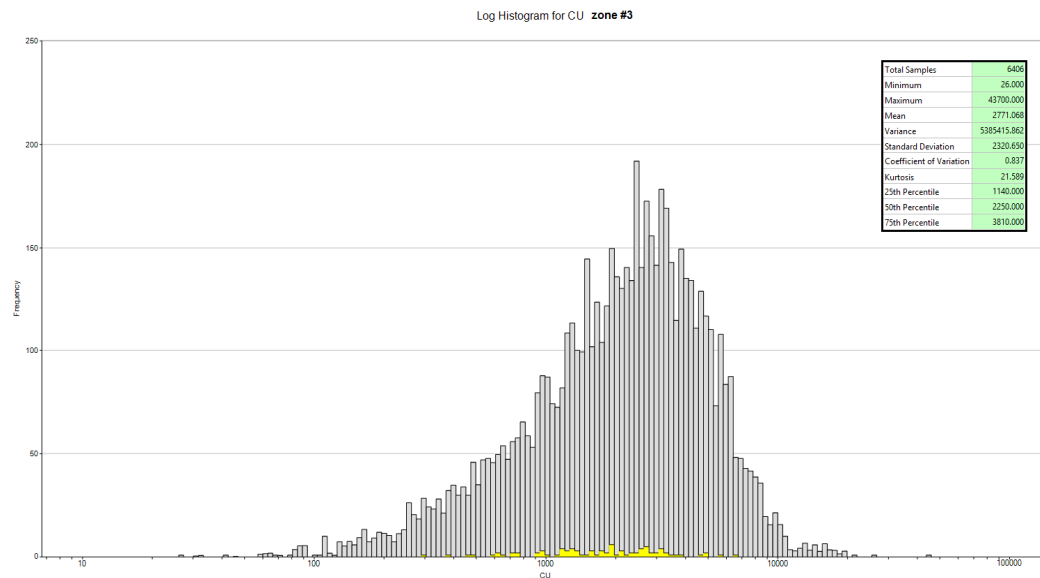
### 14.4.3 ZONE 3

L'enveloppe à faible teneur est constituées du volume restant non considéré dans les deux zones à haute teneur. Quelques sections montrent des hautes teneurs locales

dans des secteurs isolés mais sans continuité évidente. Par conséquent, l'enveloppe à faible teneur est un mélange de contenu à faible et à haute teneur à l'intérieur d'une enveloppe économique. Cette enveloppe concorde avec l'intrusion de I21 (Diorite Quartzifère) et la roche volcanique adjacentes. Malgré une origine hétérogène, l'enveloppe à faible teneur montre des géostatistiques intéressantes avec une population normale et un CV de 1,09 pour l'or et 0,73 pour le cuivre. La moyenne en or est à 0.46 g/t et en cuivre à 0.28%. Le ratio Cu/Au est à 0,60 et près de la moyenne globale (Figure 14.8 et Figure 14.9).



**Figure 14.8 - Histogramme logarithmique de l'or pour la zone #3 (enveloppe à faible teneur)**



**Figure 14.9 - Histogramme logarithmique pour le cuivre de la zone #3 (enveloppe à faible teneur)**

## 14.5 TRAITEMENT DES VALEURS EXTRÊMES

Le dépôt Akasaba Ouest est divisé en 4 domaines économiques: zone nord (#1), zone sud (#2), l'enveloppe à faible teneur (#3) et le stérile (#99). Afin de respecter les

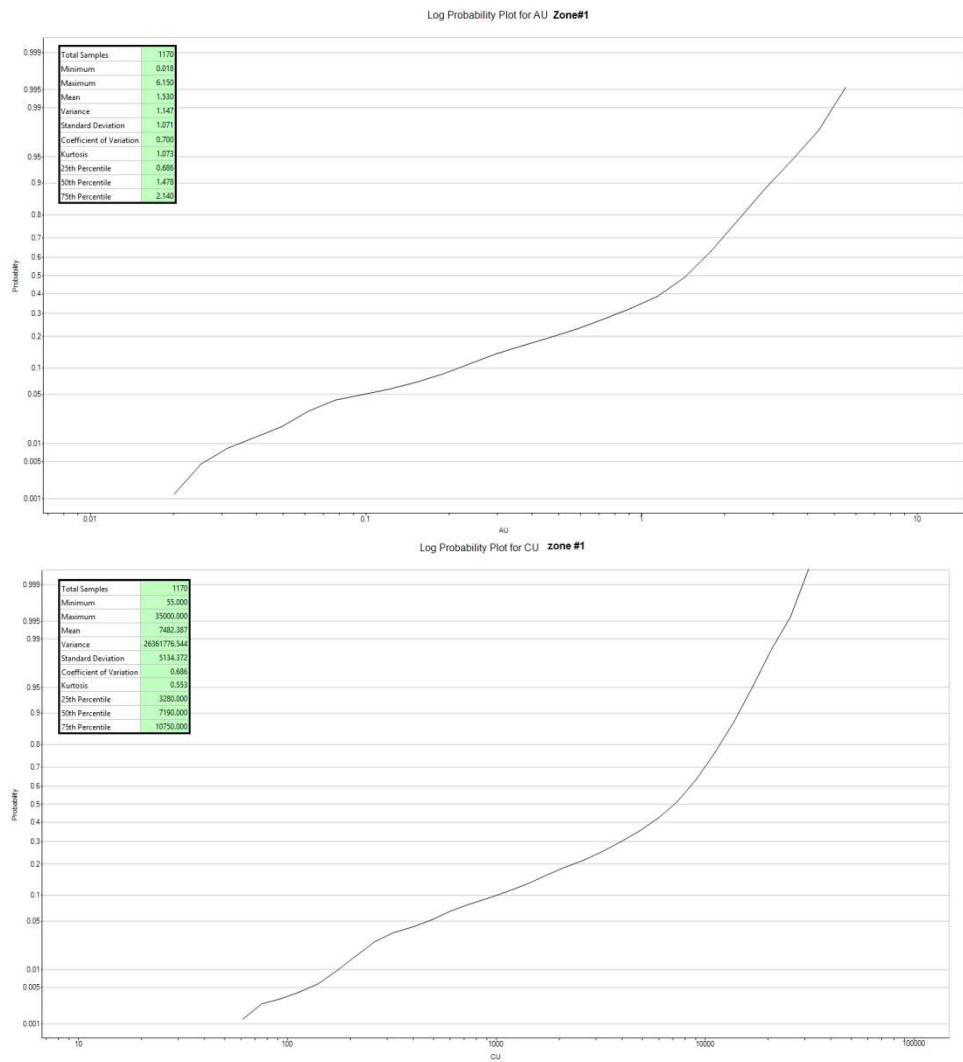
bonnes pratiques de l'estimation des ressources, un traitement des valeurs extrêmes a été appliqué sur les analyses originales, pondérées sur la longueur des échantillons. Le Tableau 14.2 montre que seulement les valeurs aurifères des zones 2 (sud) et 99 (stérile) ont fait l'objet d'une teneur de coupure supérieure.

**Tableau 14.2 - Traitement des valeurs extrêmes - Décembre 2016**

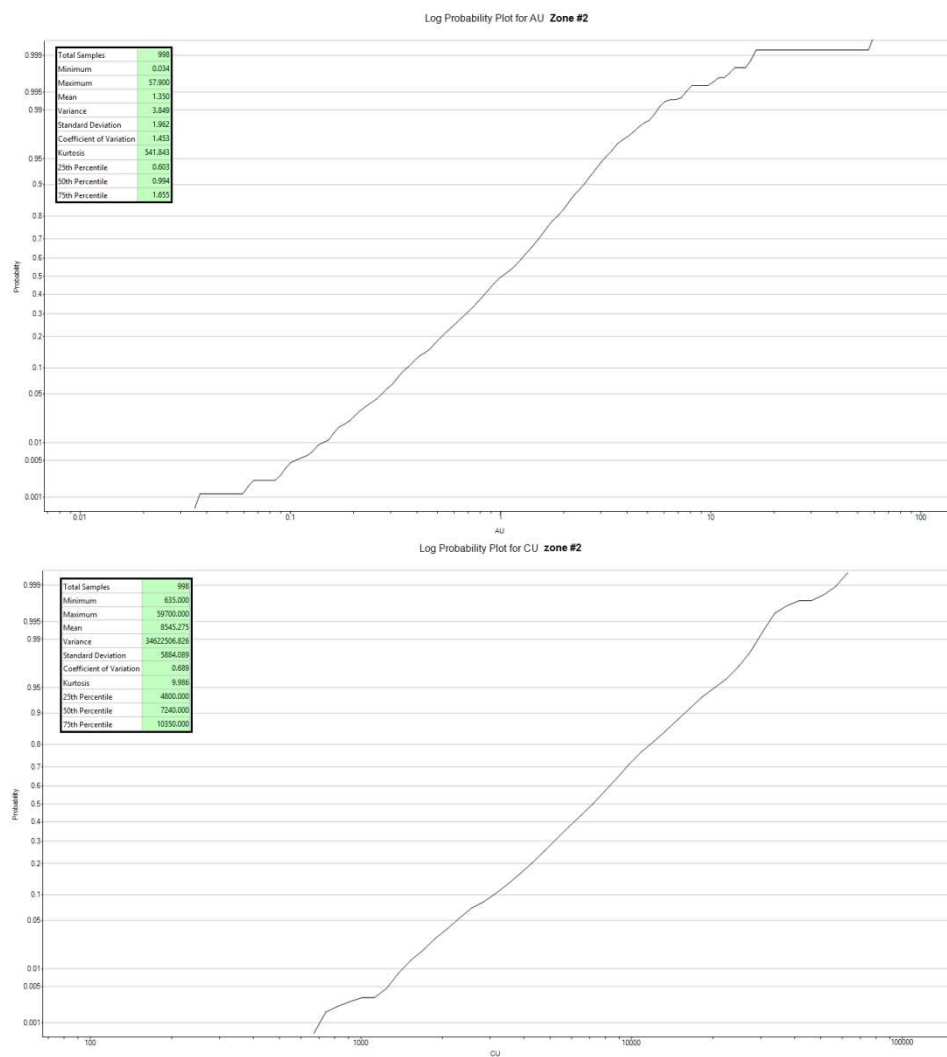
ZONE	MÉTAL	Teneur de coupure	Moyenne non coupée	Moyenne coupée	Nombre d'échantillons coupés	Réduction du métal	% Analyses affectés
1	AU	Non coupée	1.53 g/t	1.53 g/t	0	0.00%	0.00%
	CU	Non coupée	7482 ppm	7482 ppm	0	0.00%	0.00%
2	AU	15 g/t	1.35 g/t	1.32 g/t	2	-2.22%	0.20%
	CU	Non coupée	8545 ppm	8545 ppm	0	0.00%	0.00%
3	AU	Non coupée	0.46 g/t	0.46 g/t	0	0.00%	0.00%
	CU	Non coupée	2771 ppm	2771 ppm	0	0.00%	0.00%
99	AU	5 g/t	0.12 g/t	0.11 g/t	24	-7.76%	0.14%
	CU	Non coupée	502 ppm	502 ppm	0	0.00%	0.00%

La détermination des teneurs de coupure a été basée sur 3 critères :

- 1) Méthode graphique utilisant un tracé des probabilités cumulatives. Cette méthode visuelle aide à trouver rapidement les valeurs aberrantes des populations étudiées. Les Figure 14.10 à Figure 14.13 montrent les différents tracés de probabilité.
- 2) Le CV ne devrait pas être plus élevé que 2.0.
- 3) Le dernier 1% de la population (99<sup>e</sup> centile) ne devrait pas représenter plus de 10% du contenu en métal.

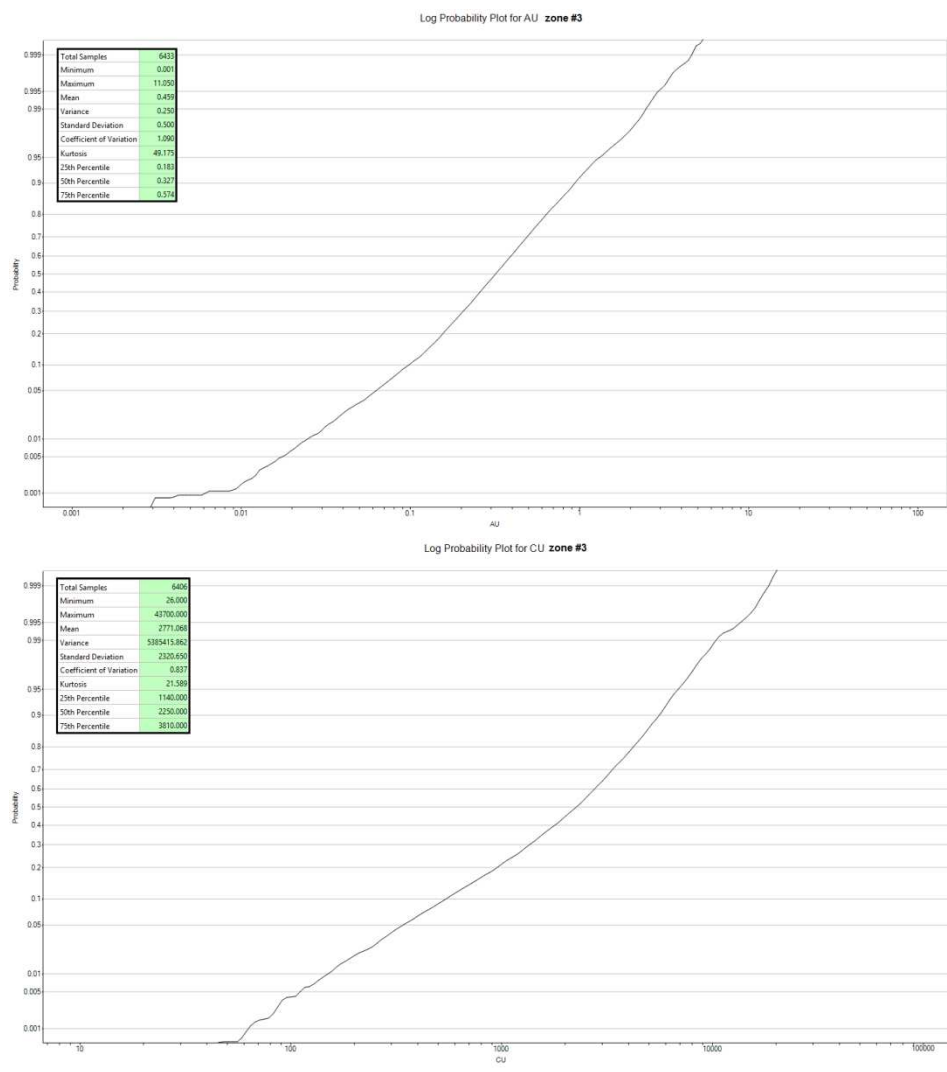


**Figure 14.10 - Tracé des probabilités cumulatives des teneurs d'or et de cuivre de la zone 1**

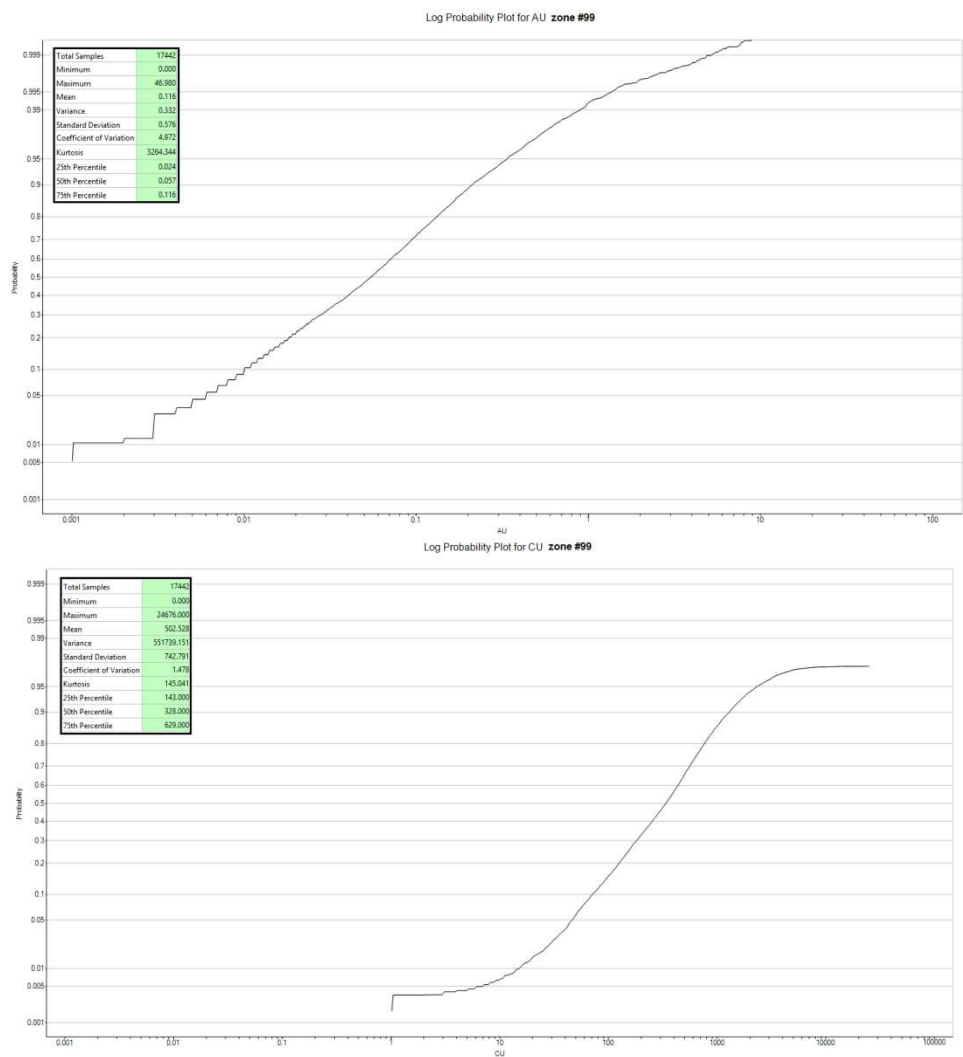


**Figure 14.11 - Tracé des probabilités cumulatives des teneurs d'or et de cuivre de la zone 2**





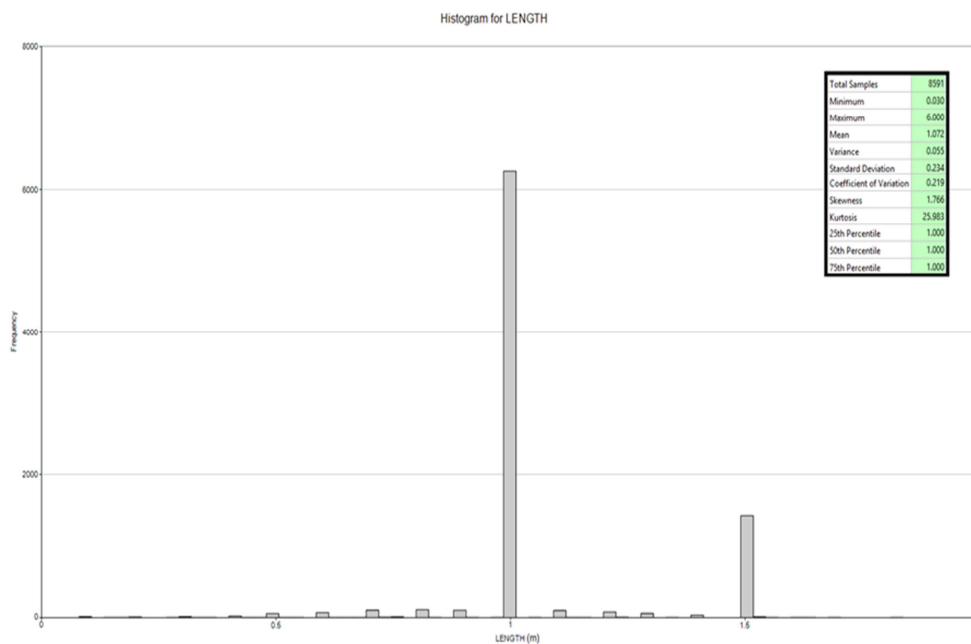
**Figure 14.12 - Tracé des probabilités cumulatives des teneurs d'or et de cuivre de la zone 3**



**Figure 14.13 - Tracé des probabilités cumulatives des teneurs d'or et de cuivre de la zone 99**

## 14.6 COMPOSITES

La longueur moyenne des échantillons dans les 3 domaines minéralisés est de 1,07 m, avec un minimum de 0,03 m et un maximum de 6,0 m. Les longueurs inhabituelles ont été validées et corrigées manuellement lorsque nécessaire. Environ 73% des échantillons à l'intérieur des domaines minéralisés sont de 1,0 m de longueur, tandis que 17% sont d'une longueur de 1,5 m. Les statistiques des longueurs des échantillons à l'intérieur de la zone minéralisée sont montrés dans la Figure 14.14.



**Figure 14.14 - Histogramme de fréquence de longueur montrant que la majorité des échantillons sont d'une longueur de 1,0 m**

Pour la présente estimation des ressources minérales, la longueur d'un composite est établie à 1,0m. La longueur spécifique peut varier afin de bien distribuer les valeurs résiduelles. Les échantillons, après analyse, sont composités le long des trous de forages à l'intérieur des 3 domaines minéralisés. Dans le projet, les composites ont généralement une longueur de 1,0 m avec un minimum de 0,20 m et un maximum de 1,4 m.

## 14.7 MESURES DE DENSITÉ

Le projet Akasaba Ouest montre un corps minéralisé poreux. Dans le dernier 43-101 (Beauregard, et al., 2013), une densité de 2.65 g/cm<sup>3</sup> était appliquée systématiquement dans le minerai et le stérile. Agnico Eagle a été capable de définir la zone poreuse et de sélectionner 6 trous de forage au diamant pour effectuer des mesures de densité en tenant compte de cette porosité. Huit-cent-quarante (840) échantillons de carottes ont été envoyés au laboratoire ALS de Val-d'Or, Québec. Deux méthodes distinctes ont été utilisées pour obtenir les valeurs de densité.

- 1- Si la roche hôte est poreuse, l'échantillon est pesé, couvert d'une couche de cire de paraffine et pesé à nouveau. L'échantillon est ensuite pesé pendant qu'il est mis en suspension dans l'eau.
- 2- Si la roche hôte n'est pas poreuse, un échantillon préparé (3,0 g) est pesé dans un pycnomètre vide. Le pycnomètre est rempli avec un solvant (méthanol ou acétone) et puis pesé.

Les données recueillies montrent une zone de porosité hétérogène qui varie entre 1-5% de porosité et entre 2,31 g/cm<sup>3</sup> à 2,89 g/cm<sup>3</sup>. Les zones à haute teneur sont situées dans les régions montrant une haute porosité et une densité plus faible. L'enveloppe à plus faible teneur est plus près de la moyenne globale et est près de valeur utilisée précédemment, soit 2.65 g/cm<sup>3</sup>. Le Tableau 14.3 montre la densité moyenne de chaque domaine. Selon ces statistiques, une densité moyenne de 2,49 g/cm<sup>3</sup> pour la zone #1, de 2,57 g/cm<sup>3</sup> pour la zone #2, de 2,64 g/cm<sup>3</sup> pour la zone #3 et de 2,76 g/cm<sup>3</sup> pour la zone #99 à été utilisé. Ces données ont été utilisées pour obtenir le tonnage dans la présente estimation des ressources minérales.

**Tableau 14.3 - Densité**

Domaine	Densité	Nombre d'échantillons
1	2.49	53
2	2.57	58
3	2.64	362
99	2.76	367

## 14.8 VARIOGRAPHIE

Les variogrammes, orientés dans la direction des trous de forages et les variogrammes directionnels, ont été modélisés avec le logiciel Supervisor V.8.2. Ils ont été calculés en utilisant des composites d'une longueur de 1,0m. La modélisation des variogrammes sur les données brutes montrent peu ou pas de structures dans tous les cas. Ainsi, les teneurs brutes d'or et de cuivre ont été normalisées. Dans le but de minimiser le bruit de fond, les valeurs d'or de moins de 0,05 g/t et de moins de 300 ppm de cuivre ont été enlevées de la variographie, mais utilisées lors de l'interpolation de la teneur. Chaque domaine et chaque matière première ont été

examiné indépendamment, sauf pour les variogrammes or et cuivre des zones 3 et de la zone stérile qui ont été traitées ensemble.

Pour trouver l'orientation maximale de la continuité, les variogrammes ont été modélisés sur les 3 plans principaux; horizontal, parallèle et dans la direction de la plongée. Pour déterminer la direction de la continuité maximale, une rosette de variance a été modélisée sur chacun des 3 principaux plans, puis la direction avec la meilleure continuité a été choisie.

L'effet pépité est fixé avec un variogramme orienté dans la direction des trous de forage. Puis, avec cet effet pépité, les variogrammes directionnels ont été modélisés dans la direction maximale de continuité trouvées précédemment avec les rosettes de variance. Enfin, les équations finales ont été retransformées pour être utilisables avec les données brutes avant normalisation, pour être interpolé en krigeage ordinaire. Le Tableau 14.4 résume les paramètres utilisés pour l'interpolation de la teneur dans les variogrammes retransformés.

Tous les variogrammes ont été modélisés selon deux structures sphériques. Les portées sont relativement longues, mais reflètent la continuité d'un dépôt à faible teneur disséminé. Les effets pépites sont relativement bas, mais encore une fois cela était anticipé par le contexte géologique du dépôt.

**Tableau 14.4 - Paramètres des variogrammes**

	ZONES DE MINERAI - OR			ZONES DE MINERAI - CUIVRE		
	ZONE 1	ZONE 2	ZONE 3/99	ZONE 1	ZONE 2	ZONE 3/99
Rotation (3,1,3) <sup>1</sup>	(-175 ; 80 ; 180)	(170 ; 80 ; 180)	(180; 85 ; 90)	(-175 ; 85 ; 90)	(180 ; 85 ; 90)	(175 ; 90 ; 95)
Effet pépité	0.34	0.69	0.14	0.17	0.23	0..56
Plafond 1	0.48	0.20	0.67	0.38	0.27	0.11
Portée 1 le long de X	13.333	35	5	13	22	24
Portée 1 le long de Y	5	5	6	7	5	4
Portée 1 le long de Z	12.333	29	34	10	39	102
Plafond 2	0.18	0.11	0.19	0.45	0.50	0.33
Portée 2 le long de X	71	42	151	27	77	142
Portée 2 le long de Y	16	22	28	16	32	46
Portée 2 le long de Z	87	45	115	29	65	115

1: Rotation dans la convention de Datamine (Z, X, Z) à partir de la grille locale Akasaba Ouest.

## 14.9 MODÈLE DE BLOCS

### 14.9.1 PARAMÈTRES DU MODÈLE DE BLOCS

Le modèle de blocs construit pour le projet Akasaba Ouest est constitué de blocs possédant des dimensions de 12,5m x 5m x 5m (X, Y, Z). Les tailles sélectionnées correspondent en X à un quart de l'espacement moyen entre les forages, en Y à la plus petite unité de minage et en Z à la moitié de la hauteur d'un banc. Le modèle de blocs sans rotation est orienté à N189 ° dans la grille de coordonnées UTM et parallèle à la grille locale. L'origine du modèle de blocs est positionnée dans la grille locale à 8251X, 9500Y et à 2750Z. Le modèle de blocs possède 61 blocs en X, 160 blocs en Y et 140 blocs en Z. Des sous-blocs ont été utilisés pour permettre au bloc parent d'être divisé et de remplir avec plus de précision le volume des solides 3D. Les dimensions minimales d'un bloc sont de 3,125m le long de la zone, 1,25 m en élévation et de longueur variable lorsque parallèle à la zone selon les limites du solide 3D. Le Tableau 14.5 résume les paramètres du modèle de blocs.

**Tableau 14.5 - Paramètres du modèle de blocs**

PARAMÈTRES	EST	NORD	ÉLÉVATION
ORIGINE <sup>1</sup>	8251	9500,0	2750,0
COORDONÉES MAXIMALES <sup>1</sup>	9013,5	10300,0	3450,0
DIMENSIONS DU BLOC (m)	12,5	5	5
NOMBRE DE BLOC	61	160	140
TAILLE MINIMUM DES SOUS-BLOCS (m)	3,125	VARIABLE	1.25
ROTATION		NON	

1 Coordonnées dans la grille locale d'Akasaba Ouest

### 14.9.2 CODIFICATION DU MODÈLE DE BLOCS

Les blocs ont été codés selon les différents solides et surfaces 3D utilisés pour alimenter le modèle de blocs. Le Tableau 14.6 présente les codes utilisés pour chaque domaine présent dans le modèle de blocs actuel.

**Tableau 14.6 - Codes du modèle de blocs**

DOMAINE	TYPE	CODE DE ZONE	CODE DU TYPE DE ROCHE
ZONE NORD	ECONOMIQUE	1	1
ZONE SUD	ECONOMIQUE	2	1
ENVELOPPE FAIBLE TENEUR	ECONOMIQUE	3	1
STÉRILE	ECONOMIQUE	99	1
MORT-TERRAIN	-	1001	1001
AIR	-	5	1002

À l'intérieur du modèle de blocs final, une série de modèles ont été incorporés pour ajouter les caractéristiques essentielles de chaque bloc. Le Tableau 14.7 montre les caractéristiques ajoutées.



**Tableau 14.7 - Caractéristiques du modèle de blocs**

CARRACTÉRISTIQUES	DESCRIPTION
DENSITÉ	DENSITÉ FIXE PAR DOMAINES
TRDIP	ANGLE DE PLONGÉE DU SOLIDE 3D ASSOCIÉ AU BLOC
TRDIPDIR	DIRECTION DE PLONGÉE DU SOLIDE 3D ASSOCIÉE AU BLOC
AUOK	TENEUR D'OR PAR KRIGEAGE ORDINAIRE
AUIPD	TENEUR D'OR PAR IPD <sup>2</sup>
AUNN	TENEUR D'OR PAR LE PLUS PROCHE VOISIN
AUUNCAP	TENEUR D'OR PAR KRIGEAGE ORDINAIRE NON-COUPÉ
CUOK	TENEUR DE CUIVRE PAR KRIGEAGE ORDINAIRE
CUIPD	TENEUR DE CUIVRE PAR IPD <sup>2</sup>
CUNN	TENEUR EN CUIVRE PAR LE PLUS PROCHE VOISIN
CUUNCAP	TENEUR EN CUIVRE PAR KRIGEAGE ORDINAIRE NON-COUPÉ
NSOK	NOMBRE DE COMPOSITE UTILISÉS POUR INTERPOLER LE KRIGEAGE ORDINAIRE
NSIPD	NOMBRE DE COMPOSITES UTILISÉS POUR INTERPOLER EN IPD <sup>2</sup>
NSNN	NOMBRE DE COMPOSITES UTILISÉS POUR INTERPOLER PAR LE PLUS PROCHE VOISIN
SCHOK	ELLIPSOIDE DE RECHERCHE UTILISÉE POUR L'INTERPOLATION DANS LE KRIGEAGE ORDINAIRE
SCHIPD	ELLIPSOIDE DE RECHERCHE UTILISÉ POUR INTERPOLER EN IPD <sup>2</sup>
SRCHNN	ELLIPSOIDE DE RECHERCHE UTILISÉ POUR INTERPOLER PAR LE PLUS PROCHE VOISIN
VAROK	VARIANCE DE L'ESTIMATION AVEC LE KRIGEAGE ORDINAIRE
VARIPO	VARIANCE DE L'ESTIMATION AVEC IPD <sup>2</sup>
MDOK	DISTANCE TRANSFORMÉE DE L'ÉCHANTILLON LE PLUS PRÈS DANS LE KRIGEAGE ORDINAIRE
MDIPD	DISTANCE TRANSFORMÉE DE L'ÉCHANTILLON LE PLUS PRÈS EN IPD <sup>2</sup>
MDNN	DISTANCE TRANSFORMÉE DE L'ÉCHANTILLON LE PLUS PRÈS DANS LE PLUS PROCHE VOISIN
CLAIM	NUMÉRO DE JALON
LITHO	LITHOLOGIE
ROY	REDEVANCES PAYABLES
NSR	RENDEMENT NET DE FONDERIE
REVAUGOL	REVENU D'OR À GOLDEX
REVAULAR	REVENU D'OR À LARONDE
REVCULAR	REVENU DE CUIVRE À LARONDE
COSTCU	COÛT ASSOCIÉ AU CUIVRE À LARONDE
CAT	CATÉGORISATION SANS TENEUR DE COUPURE
PITRES	RESSOURCES À L'INTÉRIEUR OU À L'EXTÉRIEUR DE LA FOSSE DES RESSOURCES
RESCAT	CATÉGORISATION AVEC TENEUR DE COUPURE

### 14.9.3 INTERPOLATION DE LA TENEUR

Le Krigeage ordinaire a été utilisé comme principale méthode d'interpolation pour le projet Akasaba Ouest. L'interpolation est bâtie par domaine en utilisant des frontières rigides pour la sélection des échantillons de chaque domaine. La dimension et l'orientation des ellipses ont été sélectionnées selon la variographie. L'anisotropie dynamique a été utilisée de façon à respecter les changements locaux d'orientation et de pendage des domaines à haute teneur (1 et 2). L'anisotropie dynamique a utilisé les angles des solides pour assigner la plongée et l'orientation de plongée pour chaque bloc dans le modèle. La recherche d'ellipse et les variogrammes subissent ensuite une rotation dans ces orientations pour respecter la plongée et l'orientation de la plongée spécifique de chaque bloc. L'interpolation est faite à l'intérieur des cellules mères de 12,5m (X) par 5m (Y) par 5m (Z), ainsi les sous-blocs subséquents héritent de cette teneur interpolée.

L'interpolation des blocs a été complétée en faisant varier une ellipse de recherche selon trois boucles. La première ellipse de recherche a été ajustée à 90% de la valeur plafond des variogrammes. La deuxième ellipse de recherche a été ajustée à 100% de la valeur plafond des variogrammes. La troisième ellipse de recherche a été ajustée à 150% de la deuxième ellipse de recherche. La troisième ellipse de recherche a été utilisée dans le but d'interpoler tous les blocs dans le modèle.

Les composites de 1,0m ont été utilisés pour estimer la teneur. Les hautes valeurs ont été coupées tel que décrit dans la section 14,5. Pour toutes ces zones, un minimum de 6 composites et un maximum de 16 composites ont été utilisés pour interpoler les teneurs en or et en cuivre. Un maximum de 4 composites peut être utilisé pour le même trou de forage au diamant pour les deux premières boucles. Aucune restriction n'a été appliquée dans la troisième boucle, et les composites peuvent provenir du même trou. Aussi, la restriction par octant n'a pas été appliquée. Le Tableau 14.8 résume les ellipses de recherche et les paramètres utilisés avec le krigeage ordinaire.

**Tableau 14.8 - Krigeage ordinaire et paramètres des ellipses de recherche**

MÉTAL	ZONE	BOUCLE	BOUCLES D'ELLIPSE DE			NOMBRE D'ÉCHANTILLONS		
			ORIENTATION <sup>1</sup>	RECHERCHE (m)	ANISOTROPIE DYNAMIQUE	MIN	MAX	MAX PAR TROU
OR	1	BOUCLE 1	DYNAMIC	70/90/20		6	16	4
		BOUCLE 2	DYNAMIC	140/180/40	OUI	6	16	4
		BOUCLE 3	DYNAMIC	210/270/60		6	16	0
	2	BOUCLE 1	DYNAMIC	45/45/22		6	16	4
		BOUCLE 2	DYNAMIC	90/90/44	OUI	6	16	4
		BOUCLE 3	DYNAMIC	135/135/66		6	16	0
	3	BOUCLE 1	0/95/0	150/115/30		6	16	4
		BOUCLE 2	0/95/0	300/230/60	NON	6	16	4
		BOUCLE 3	0/95/0	450/345/90		6	16	0
99	BOUCLE 1	0/100/0	150/115/30		6	16	4	
	BOUCLE 2	0/100/0	300/230/60	NON	6	16	4	
	BOUCLE 3	0/100/0	450/345/90		6	16	0	
CUIVRE	1	BOUCLE 1	DYNAMIC	30/30/20		6	16	4
		BOUCLE 2	DYNAMIC	60/60/40	OUI	6	16	4
		BOUCLE 3	DYNAMIC	90/90/60		6	16	0
	2	BOUCLE 1	DYNAMIC	80/65/30		6	16	4
		BOUCLE 2	DYNAMIC	160/130/60	OUI	6	16	4
		BOUCLE 3	DYNAMIC	240/195/90		6	16	0
	3	BOUCLE 1	0/95/90	140/115/45		6	16	4
		BOUCLE 2	0/95/90	280/230/90	NON	6	16	4
		BOUCLE 3	0/95/90	420/345/135		6	16	0
99	BOUCLE 1	0/100/0	140/115/45		6	16	4	
	BOUCLE 2	0/100/0	280/230/90	NON	6	16	4	
	BOUCLE 3	0/100/0	420/345/135		6	16	0	

1 L'orientation est selon la convention de Datamine (ZYZ)

Le Tableau 14.9 montre le nombre de blocs rempli lors de chaque boucle d'estimation pour tous les domaines minéralisés. Tel que montré, la majorité des blocs sont remplis lors de la première boucle et plus de 99% des blocs sont remplis lors des deux premières boucles utilisant l'intervalle complet de la variographie.

**Tableau 14.9 - Pourcentage de blocs remplis par boucle – Décembre 2016**

ZONE	POURCENTAGE DE BLOCS ESTIMÉS (%)		
	BOUCLE 1	BOUCLE 2	BOUCLE 3
1	99.87%	0.13%	0.00%
2	88.48%	10.99%	0.53%
3	86.06%	13.94%	0.00%
Total	86.79%	13.19%	0.02%

#### 14.9.4 VALIDATION DU MODÈLE DE BLOCS

Plusieurs vérifications ont été effectuées sur les résultats du Krigeage ordinaire pour valider les estimations. Ceux-ci incluent la validation visuelle des teneurs estimées à l'aide de vues en section et en plan et une analyse du graphique de tendance comparant les teneurs de différentes méthodes d'interpolation en tranches.

##### Analyse du graphique de tendance

Lors de l'estimation des ressources effectué en mars 2015, le modèle de blocs final et les composites ont été coupés en tranches de 25 m parallèlement à la direction (X), perpendiculairement à la direction (Y) et en élévation (Z). Les graphiques de tendances montrent la teneur moyenne d'un composite de 1.0 m ainsi que la teneur moyenne obtenue par différentes méthodes d'interpolation tels que le krigeage ordinaire, IPD<sup>2</sup> et du plus proche voisin. Tous sont tracés en g/t incluant le nombre de composites de chaque tranche. Les Figure 14.15 à Figure 14.17 montrent les analyses des graphiques de tendance d'or pour le modèle de blocs global d'Akasaba Ouest. Cette analyse n'a pas été refaite lors de l'estimation des ressources de décembre 2016, puisque le résultat global de l'estimation était très similaire à celui de mars 2015.

Dans tous ces graphiques de tendance, les teneurs estimées ne concordent jamais aux pics et aux creux des teneurs du composite; mais leurs tendances sont très rapprochées. Pour les trois méthodes d'interpolation, les tendances sont plus uniformes que les composites et elles sont très proches l'une de l'autre. Dans les régions moins échantillonnées, la corrélation entre les composites et les teneurs interpolées est faible, mais les tendances générales sont préservées. Les graphiques de tendance du cuivre ont aussi été tracés, mais ne seront pas montrés dans ce rapport. Les mêmes relations peuvent être observées. Agnico Eagle considère les teneurs estimées fidèles aux données originales.

##### Validation visuelle

Pour valider le modèle de blocs final de krigeage ordinaire, les teneurs d'or et de cuivre ont été visuellement comparées avec les teneurs des composites nord-sud des vues en plan et en section. Cet exercice montre une corrélation spatiale adéquate entre les teneurs des blocs et les teneurs des composites pour l'estimation des ressources de décembre 2016. Des exemples de sections sont montrés dans les Figure 14.18 et Figure 14.19 qui représentent la section 8650E de la grille locale.

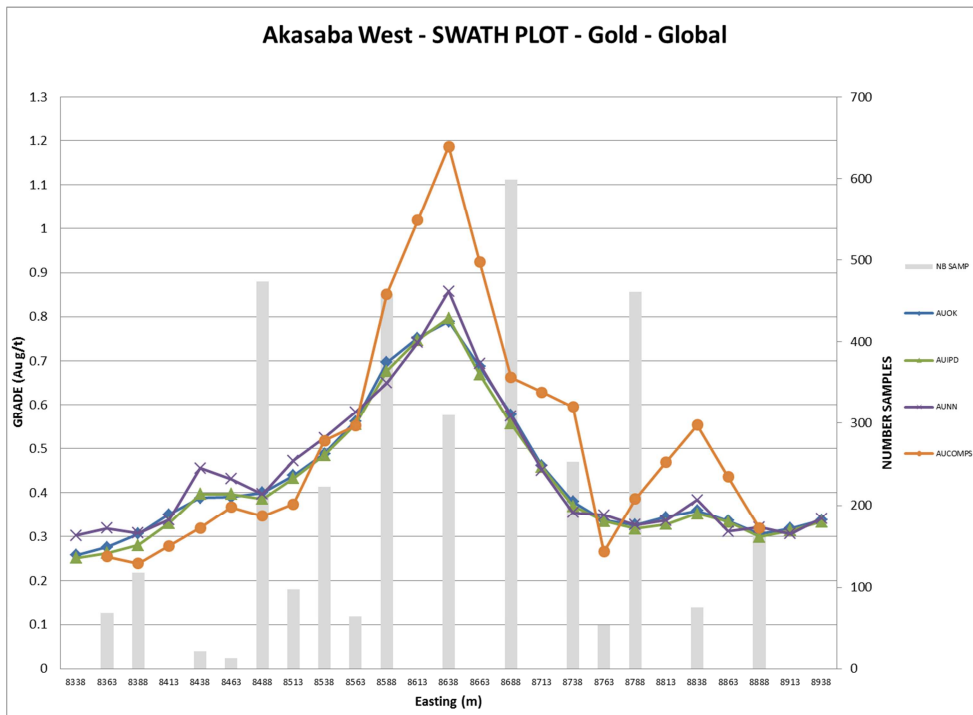


Figure 14.15 - Graphique de la tendance en or du modèle de blocs global d'Akasaba Ouest, parallèle à la direction de la zone

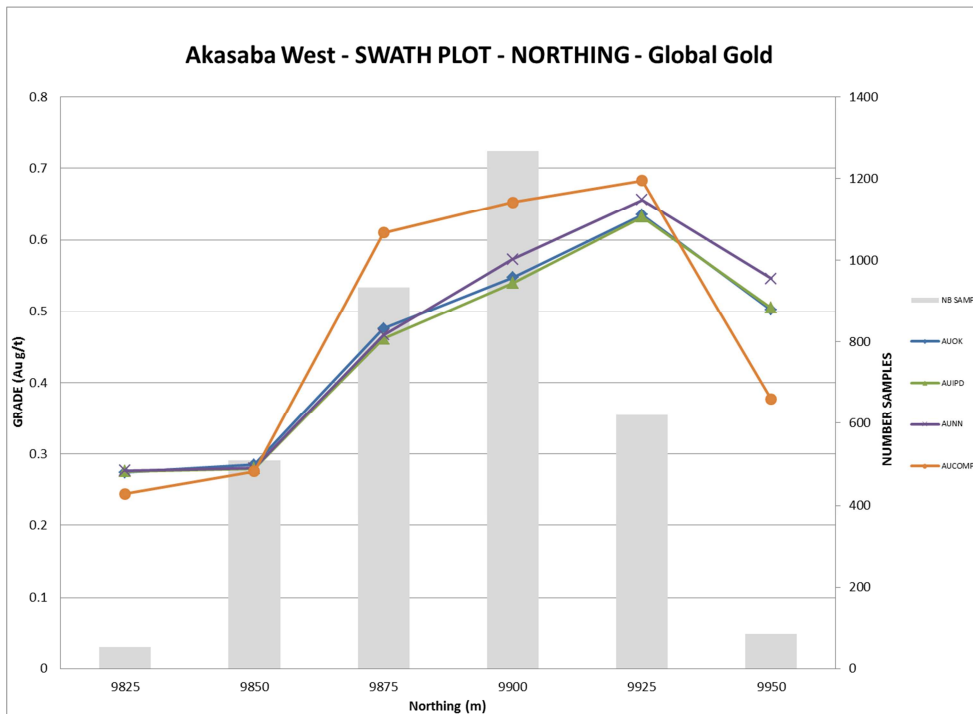
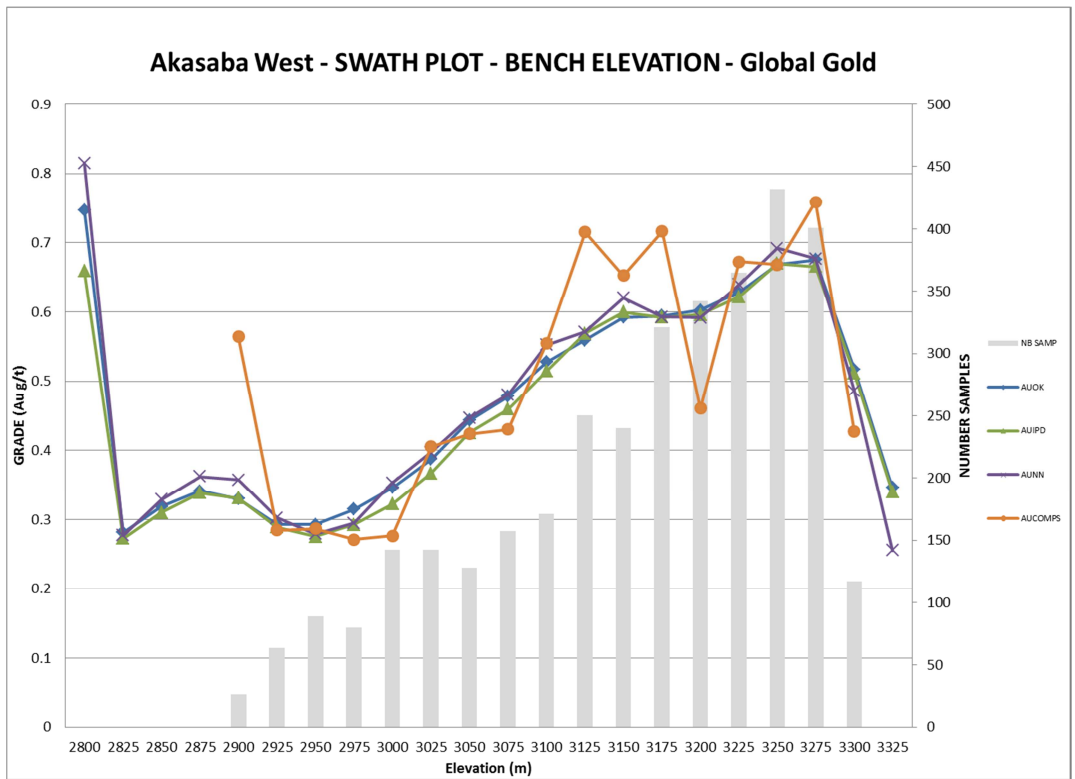


Figure 14.16 - Graphique de la tendance en or du modèle de blocs global d'Akasaba Ouest, perpendiculaire à la direction de la zone



**Figure 14.17 - Graphique de la tendance en or du modèle de blocs global d'Akasaba Ouest, selon l'élévation**

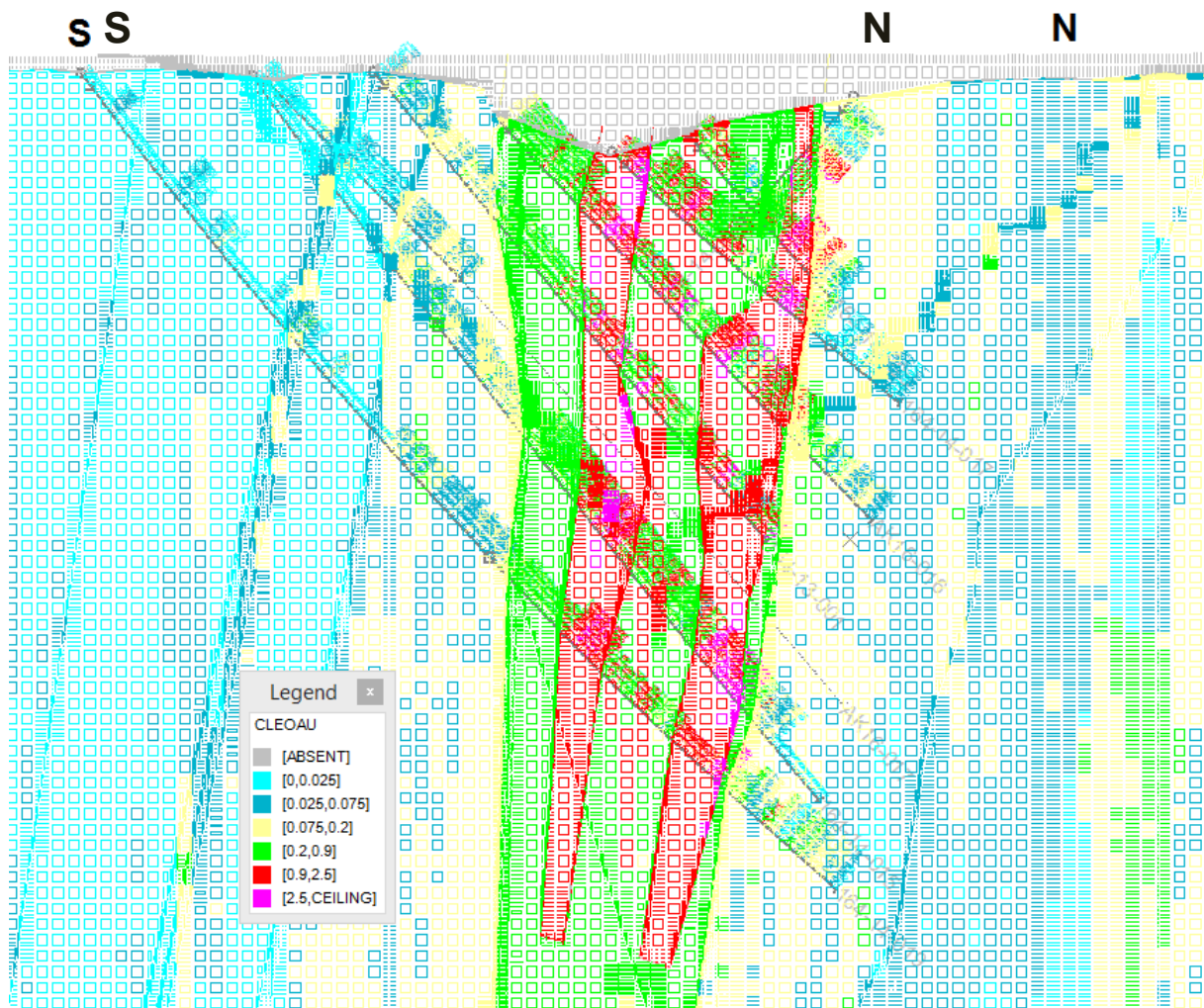


Figure 14.18 - Section 8650E montrant le modèle de blocs des teneurs en or comparées avec les teneurs en or d'un composite de 1,0m



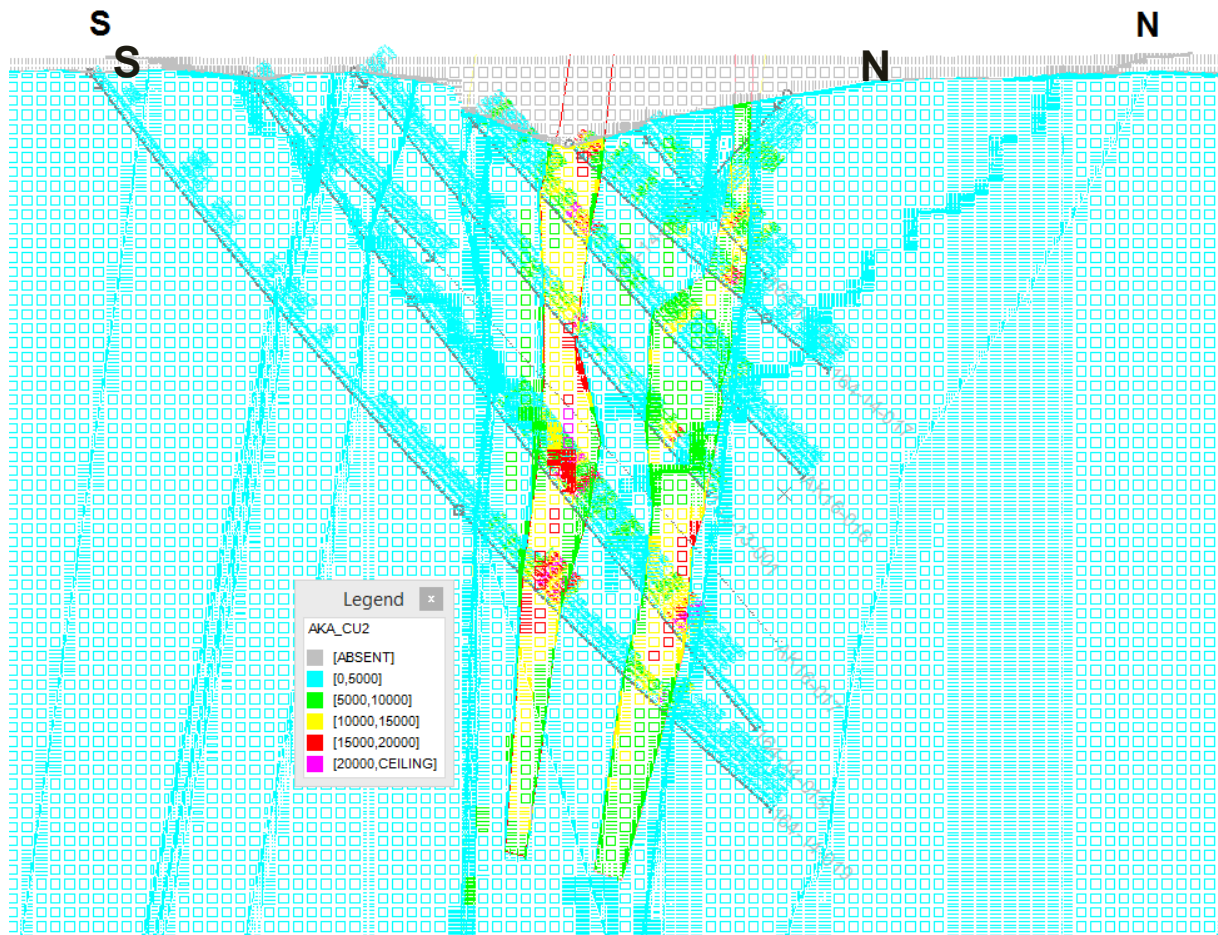


Figure 14.19 - Section 8650E montrant le modèle de blocs des teneurs en cuivre comparées avec les teneurs en cuivre d'un composite de 1,0m

## 14.10 CLASSIFICATION ET DÉCLARATION DES RESSOURCES

### 14.10.1 CLASSIFICATION

Les définitions de la classification de la ressource utilisée dans ce document sont celles adoptées par le Conseil de l'ICM le 10 mai 2014 et publiées dans le document "CIM Definition Standards for Mineral Resources and Reserves".

#### **Ressource minérale mesurée:**

Une ressource minérale mesurée est la partie d'une ressource minérale dont la quantité, la teneur ou la qualité, la densité, la forme et les caractéristiques physiques sont estimées avec une confiance suffisante pour permettre l'application de facteurs modificateurs pour appuyer la planification et l'évaluation finale de la viabilité économique du dépôt. La preuve géologique est dérivée d'une exploration, d'une campagne d'échantillonnage et de tests détaillés et fiables. Cette preuve est suffisante pour confirmer la continuité géologique et la continuité de la teneur ou de la qualité entre les points d'observation. Une ressource minérale mesurée à un niveau de confiance plus élevée que celle appliquée pour une ressource minérale indiquée ou une ressource minérale présumée. Il est possible de convertir la ressource

minérale mesurée en une réserve minérale prouvée ou une réserve minérale probable.

***Ressource minérale indiquée:***

Une ressource minérale indiquée est une partie d'une ressource minérale pour laquelle la quantité et la teneur ou la qualité sont estimées à partir de preuves géologiques et d'un échantillonnage de confiance permettant de supporter une planification minière ainsi qu'une évaluation économique du dépôt. La preuve géologique est dérivée de travaux d'exploration, d'échantillonnage et de tests suffisamment précis pour assumer la continuité géologique et la continuité de la teneur entre les points d'observations. Une ressource indiquée possède un niveau de confiance moins élevé qu'une ressource mesurée et peut seulement être convertie en réserve probable.

***Ressource minérale présumée:***

Une ressource minérale présumée est une partie d'une ressource minérale pour laquelle la quantité et la teneur ou la qualité sont estimées à partir de preuves géologiques et d'un échantillonnage limité. La preuve géologique est suffisante pour supposer, mais insuffisante pour vérifier la continuité géologique et la continuité de la teneur ou de la qualité. Une ressource minérale présumée a un niveau de confiance plus bas que celle appliquée à une ressource minérale indiquée et ne peut pas être convertie en une réserve minérale. Il est raisonnable de s'attendre à ce que la majorité de la ressource minérale présumée peut être convertie en ressource minérale indiquée en poursuivant l'exploration.

Dans le projet Akasaba Ouest, la classification de la ressource est principalement basée sur l'espacement des forages qui respecte la variographie. La ressource est classée comme étant indiquée si l'espacement des forages correspond au patron de 50m x 50m. À l'intérieur de la fosse des ressources, il n'y a pas de ressources inférées, car elles ont été intégralement converties en ressources indiquées après les travaux de forage de 2014. Les autres blocs à l'extérieur de la fosse de ressource ne sont pas considérés.

#### **14.10.2 RESSOURCE D'AKASABA OUEST**

Pour agir en conformité avec les définitions de "perspectives raisonnables d'extraction économique" de l'ICM, Agnico Eagle utilise une teneur de coupure, une enveloppe de fosse de ressource et des paramètres d'ingénieries pour évaluer les proportions du modèle de blocs (indiquée ou présumée) qui pourraient être minées dans une fosse à ciel ouvert. Le Tableau 14.10 résume les paramètres économiques et les abréviations utilisées dans les différents calculs et formules dans la présente estimation de la ressource minérale.

### 14.10.3 DÉCLARATION INDÉPENDANTE SUR L'ESTIMATION DES RESSOURCES MINÉRALES D'AGNICO EAGLE

L'estimation de la ressource minérale d'Akasaba Ouest effectuée en 2014 a été validée par un audit indépendant de l'entreprise InnovExplo Inc. Toutes les observations sont énumérées dans le rapport nommé « Review of the 2014 Mid-Year Mineral Resource Estimate for the Akasaba West Project » par Richard, 2014, (Annexe C: 1205-REP-020) M. Richard a lui-même déclaré « L'estimation de la ressource d'Akasaba Ouest a été produite en suivant les meilleures pratiques, en utilisant les procédures standards de l'industrie et s'avère de très bonne qualité. ».

### 14.10.4 TENEUR DE COUPURE

La teneur de coupure pour le rendement net de fonderie (RNF) a été fixée en se basant sur les paramètres économiques expliqués dans le Tableau 14.10. Agnico Eagle déclare les ressources d'Akasaba Ouest à une teneur de coupure équivalente à 18,79 \$CA par tonne. Cette teneur de coupure représente le coût total du minerai qui est de 21,33\$CA moins 2,54\$CA par tonne pour le crédit de réhabilitation de PGA (18,79\$CA/t) avec 10% de teneur de dilution à 0 g/t. Suivant les politiques internes de l'entreprise, AEM déclare toujours les ressources indiquées avec une dilution minière

**Tableau 14.10 - Paramètres économiques – Décembre 2016**

	PARAMÈTRES	DESCRIPTION	ABBREVIATION
	Prix de l'or (\$US/Oz)	1150	GPUS
	Prix du cuivre (\$US/lbs)	2.15	CPUS
	Taux de change \$US/\$CA	1.20	EX
	Coût total du minerai traité (\$CA/t)	28.64	TMMC
	Coût de récupération si minerai envoyé dans stérile	2.54	RHAB
	Coût total du minerai avec le crédit de récupération	18.79	COG
	Récupération du cuivre de Goldex (%)	0	CRG
	Récupération du cuivre de LaRonde (%)	88.1	CRL
14.	Récupération de l'or de Goldex (%)	20	GRG
	Récupération de l'or de LaRonde (%)	61	GRL
	Or payable à Goldex (%)	100	PGG
	Or payable à LaRonde (%)	96.5	PGL
	Cuivre payable à LaRonde (%)	94.5	PCL
	Coût de raffinage de l'or à Goldex (\$US/OZ)	3.70	RCGGUS
	Coût de raffinage de l'or à LaRonde (\$US/OZ)	0	RCGLUS
	Coût de raffinage du cuivre à LaRonde (\$US/CT) <sup>1</sup>	354	RCCLUS
	Concentré de cuivre %	20	CC%
	Dilution (%)	10	DIL
	Teneur de dilution (g/t)	0	DILG
	Angles des murs (°)	45 to 47	WA
	Redevances (%NSR) <sup>2</sup>	1.0 to 2.5	ROY

1 Par tonne de cuivre concentrée à 20%, incluant le coût de raffinement de l'or

2 Selon hypothèse de rachat de 1% de royautés

#### ENU NET DE FONDERIE (RNF)

Le revenu net de fonderie est le revenu total moins les coûts de production. À Akasaba Ouest, pour tous les blocs, le RNF a été calculé.

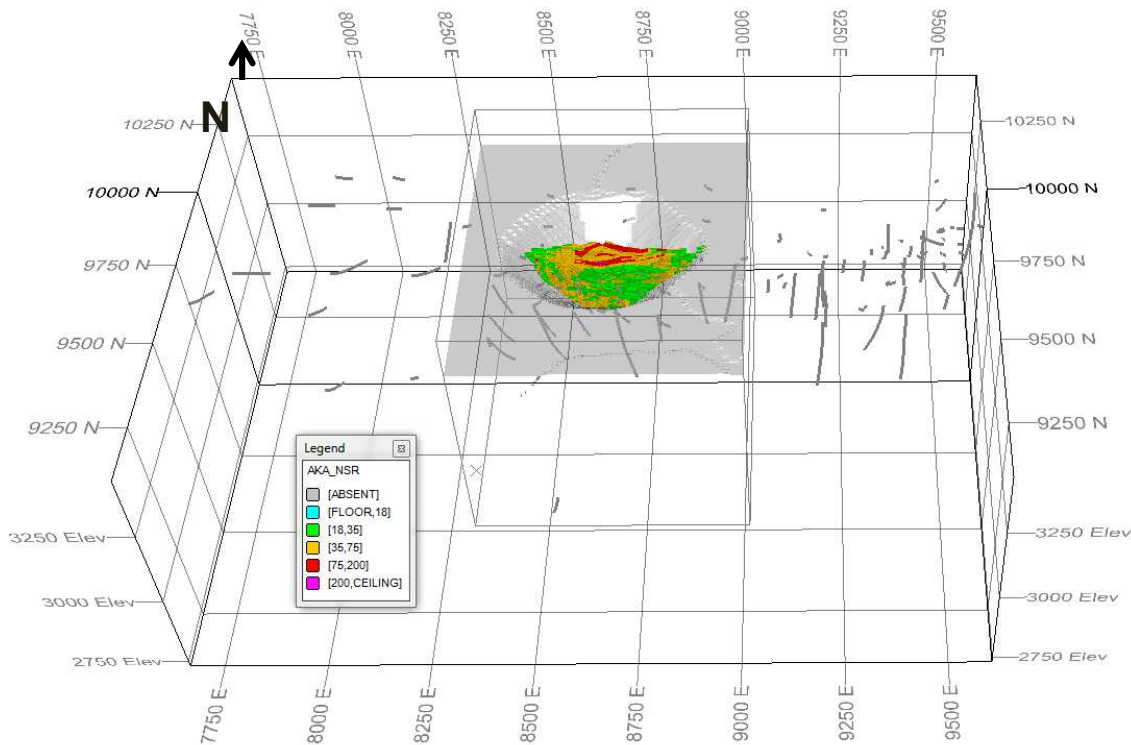
## 14.10.6 RESOURCE DE LA FOSSE

Le modèle de blocs a été exporté à partir de Datamine vers Maxipit V4. Les paramètres d'optimisation sont détaillés dans le Tableau 14.10. Le lecteur est averti que la ressource de la fosse est utilisée pour tester les “perspectives raisonnables d'extraction économique” par une opération de mine à ciel ouvert et ne représente pas un estimé des réserves minérales. Agnico Eagle considère que les blocs situés à l'intérieur de la fosse de ressources possèdent des “perspectives raisonnables d'extraction économique” et peuvent être rapportés comme des ressources minérales. Les ressources minérales sont présentées dans le Tableau 14.11 et la Figure 14.20 montre ces ressources spatialement avec une échelle de RNF. La fosse des ressources a une profondeur d'environ 200m.

**Tableau 14.11 - Estimé des ressources minérales – Décembre 2016**

Classification	Tonnage (T)	Teneurs		Contenu en or et en cuivre	
		Au (g/t)	Cu (%)	Au (Oz)	Cu (Tonnes)
Indiquées <sup>1</sup>	2,484,094	0.66	0.40	52,691	9,941

1 – Ressources minérales rapportées à une teneur de coupure représentant un coût de 18.79\$/t, calculé à partir d'un prix de l'or de 1150\$ US/once et un prix du cuivre de 2.15\$US/lbs et un taux de change de 1.20 \$CAN/\$US. Une récupération de l'or de 81.1% et une récupération du cuivre de 88.1% a été appliquée. Une dilution de 10% à une teneur de 0 g/t a été appliquée pour les ressources indiquées.



**Figure 14.20 - Ressource globale du Projet Akasaba Ouest. La ressource est contenue dans l'enveloppe de la fosse des ressources**

## 15 ESTIMATION DES RÉSERVES MINÉRALES

### 15.1 CLASSIFICATION ET DÉCLARATION DES RÉSERVES

Les définitions de la classification de la réserve présentée dans ce document sont celles adoptées par le Conseil de l'ICM le 10 mai 2014 et publiées dans le document "CIM Definition Standards for Mineral Resources and Reserves".

#### **Réserve probable :**

« La réserve probable est la portion économiquement minable de la ressource minérale indiquée, et dans certaines circonstances de la ressource minérale mesurée, démontrée par au moins une étude préliminaire de faisabilité. Cette étude doit inclure des informations adéquates sur les méthodes de minage, d'usinage, de métallurgie, de rentabilité et tout autre facteur qui démontre, au moment du dépôt du rapport d'étude, qu'une extraction économique peut être justifiée. »

#### **Réserve prouvée :**

« La réserve prouvée est la portion économiquement minable de la ressource minérale mesurée, démontrée par au moins une étude préliminaire de faisabilité. Cette étude doit inclure des informations adéquates sur les méthodes de minage, d'usinage, de métallurgie, de rentabilité et tout autre facteur qui démontre, au moment du dépôt du rapport d'étude, qu'une extraction économique est justifiée. »

### 15.2 MÉTHODOLOGIE ET PARAMÈTRES D'INGÉNIERIE

Selon les paramètres économiques présentés dans le Tableau 14.10, une fosse des réserves a été déterminée par Agnico Eagle en utilisant le logiciel Maxipit V.4 et le module MSO de Datamine.

### 15.3 ESTIMATION DES RÉSERVES

Agnico Eagle a utilisé un prix de l'or de 1150\$US/Once, un prix du cuivre de 2.15 \$US/Lbs et un taux de change de 1.20 pour classer les réserves à l'intérieur de la fosse sélectionnée en date du 31 décembre 2016. Le Tableau 15.1 présente la réserve minérale déclarée par AEM.

**Tableau 15.1 - Réserves au 31 décembre 2016**

Classification	Tonnage (T)	Teneurs		Contenu en or et en cuivre	
		Au (g/t)	Cu (%)	Au (Oz)	Cu (Tonnes)
<b>Réserves probables<sup>1</sup></b>	4,942,156	0.89	0.50	142,199	24,851

Réserves rapportées à une teneur de coupure représentant un coût de de 18.79\$/t, calculé à partir d'un prix de l'or de 1150\$ US/once et un prix du cuivre de 2.15\$US/lbs et un taux de change de 1.20 \$CAN/\$US. Une récupération de l'or de 81.1% et une récupération du cuivre de 88.1% a été appliquée. Une dilution de 10% à une teneur de 0 g/t a été appliquée pour les réserves probables.

## 16 OPÉRATION MINIÈRE

### 16.1 MÉTHODE D'EXPLOITATION ET CONCEPTION

L'exploitation du gisement du projet d'Akasaba Ouest se fera par une méthode conventionnelle de fosse à ciel ouvert à l'aide de camions et pelles/ chargeuses. Les dimensions de la fosse projetée sont de 470m (Axe Est-Ouest) x 385m (Axe Nord-Sud) x165m (Profondeur). Les sections suivantes de ce rapport décrivent la méthodologie et les paramètres (géotechniques et autres) considérés pour le développement du gisement, la conception de la fosse finale, l'établissement de la ressource minérale exploitable, le plan d'exploitation et les ressources requises.

La Figure 16.1 présente une section typique de l'enveloppe ultime de la fosse Akasaba Ouest.

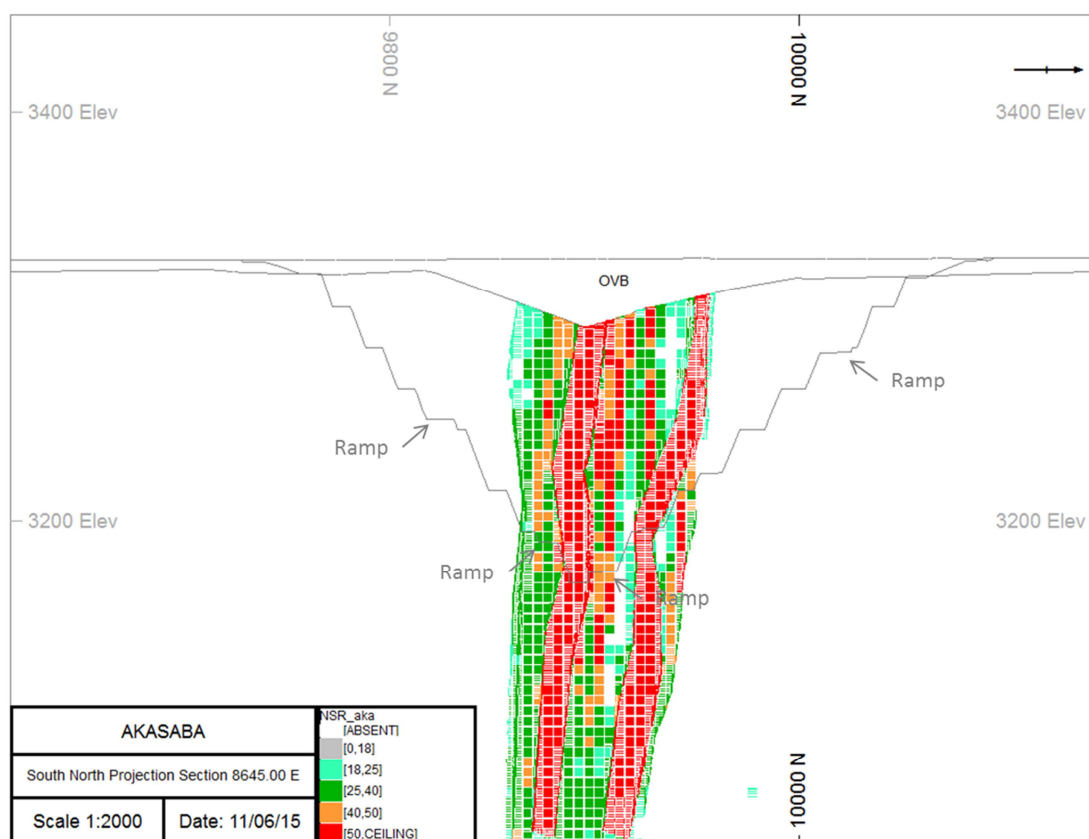


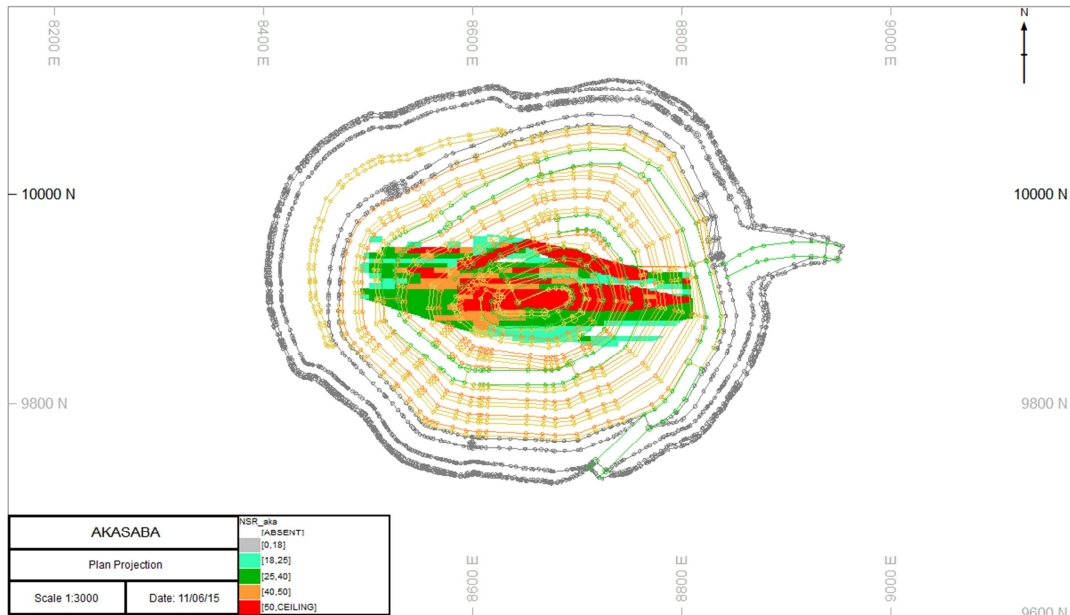
Figure 16.1 - Section typique de l'enveloppe de la fosse ultime d'Akasaba Ouest

En considérant la durée de vie relativement courte du projet minier, (un peu plus de 4 ans d'exploitation) un entrepreneur sera embauché pour le décapage initial et pour l'exploitation.



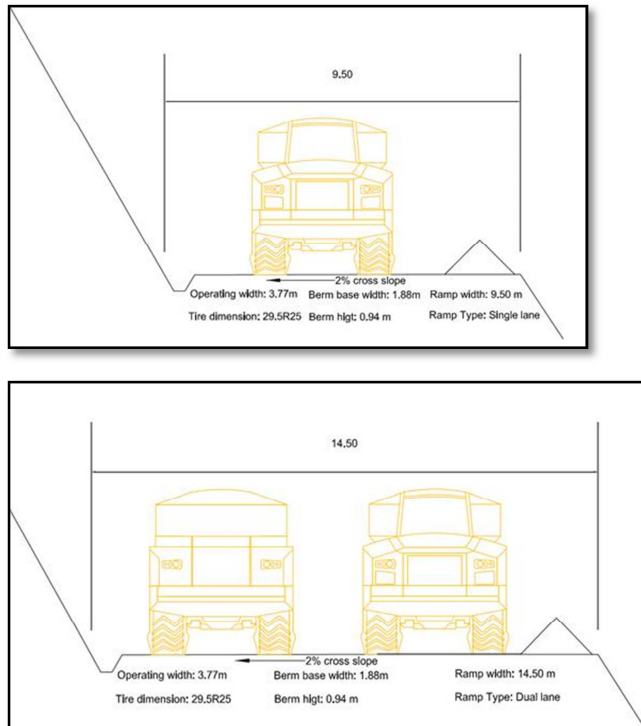
Une rampe ayant un dénivelé de 10% et une largeur de 14.5m permettra l'accès aux divers bancs de la fosse par des camions de 40 tonnes de capacité. Dans l'optique de réduire le volume de stérile miné, le gradient de la rampe permettant d'accéder au trois (3) à cinq (5) derniers bancs situés au fond de la fosse sera augmenté à 12% et sa largeur réduite à 9.5m permettant d'accommoder une voie simple seulement pour ce segment.

Les Figure 16.2 et Figure 16.3 présentent respectivement l'emprunte finale de l'exploitation de la fosse et une section typique de la rampe (voie simple et voie double) servant au transport du minerai et stérile.



**Figure 16.2 - Enveloppe de fosse ultime opérationnelle d'Akasaba Ouest**





**Figure 16.3 - Rampe à voie simple ou double d'Akasaba Ouest**

Diverses rampes temporaires seront développées durant la période de décapage afin de réduire la distance de transport entre la fosse et les haldes qui serviront à l'entreposage des matériaux stériles (mort-terrain et roc).

Durant la phase d'optimisation de la fosse économique ultime, une pente globale se situant entre  $43^\circ$  et  $47^\circ$  a été considérée afin de permettre l'inclusion de la rampe et l'établissement du mur final de la fosse (pente inter rampe) à un pendage se situant entre  $48^\circ$  et  $52^\circ$  suivant les recommandations géotechniques élaborées en 2014 par la firme Golder Associates (voir la section 16.5). Des campagnes d'investigations additionnelles complétées lors de l'étude de faisabilité ont permis d'identifier certaines opportunités d'optimisation (redressement des pentes de mur inter-rampe à certains endroits) (voir la section 16.7.3) qui dépendront de l'intensité de la foliation présente dans le massif rocheux. Le Tableau 16.1 présente le résumé des paramètres utilisés pour la conception de la fosse finale.

**Tableau 16.1 - Paramètre utilisés pour la conception de l'enveloppe de la fosse opérationnel**

Paramètres	unité	ouest	nord	est	sud
<b>Mur de fosse</b>					
Pente globale	(°)	47	45	47	43
Pente inter-rampe	(°)	52	50	52	48
Pente mort terrain <sup>1</sup>	(°)	18	18-22	22	22-18
<b>Paramètre banc</b>					
Dimension du banc	(m)	2 x 10m	2 x 10m	2 x 10m	2 x 10m
Minerai	(m)	10	10	10	10
Stérile	(m)	10	10	10	10
Angle de Face	(°)	75	75	75	75
Largeur de la berme	(m)	10.5	11.5	10.5	12.5
<b>Rampe de transport</b>					
Double voie	(m)	14.5	14.5	14.5	14.5
Simple voie	(m)	9.5	9.5	9.5	9.5
Gradient de rampe	(%)	10	10	10	10

<sup>1</sup> Les pentes dans le mort-terrain varieront en fonction de l'épaisseur et de la nature du sol. Les valeurs présentées sont des maximums.

Selon l'emplacement sur le site, l'épaisseur de mort-terrain varie de 0.3 à 30 m. Du côté nord-ouest de la fosse, la pente de l'excavation dans le mort-terrain sera de 18° (3H :1V) avec une berme de 5 m à la base de l'unité d'argile silteuse. Sur les côtés est et sud de la fosse où le mort-terrain a une profondeur inférieure à 8 m, les pentes de mort-terrain seront excavées à une inclinaison de 22° (2.5H :1V). Une berme de 10 mètres de largeur a été prévue au contact roc et mort-terrain. Les pentes dans le mort-terrain ont été évaluées par la firme d'ingénierie Golder Associates, compétente en la matière et suivant des méthodologies d'analyse et d'investigations reconnues (Section 16.7.2).

Une hauteur d'excavation de banc de 10 m a été établie pour l'excavation du minerai et du stérile, Cependant la mise en place de bermes sur les murs finaux sera réalisée sur des double bancs, résultant en des hauteurs de banc finales de 20 m. Des tirs de pré-découpage seront utilisés sur les murs finaux de la fosse afin de réduire les bris hors-profil et d'améliorer la stabilité des parois rocheuses.

Durant la période de décapage préliminaire, les dépôts meubles (sol minéral et végétal) seront déposés dans une aire allouée à cet effet et pourront éventuellement servir pour certain type de travaux. Toutefois, la terre déblayée riche en nutriments pour les végétaux sera déposée à part pour une éventuelle remise en végétation sur le site.

Le roc stérile sera, pour sa part, entreposé sur deux aires distinctes selon qu'il ait le potentiel ou non de générer de l'acidité. Les deux haldes de stérile seront réhabilitées à la fin du projet en fonction des caractéristiques du matériel qui les composent et selon l'approche discutée à la section 20.

Le minerai sera soit transporté au concasseur primaire ou entreposé sur la halde de minerai selon que celui-ci doivent être acheminé ou non à l'usine de traitement Goldex.

Le minerai de plus haute teneur sera séparé de celui de plus faible teneur et entreposé à un endroit spécifique sur la halde.

Tout le minerai concassé sera transporté au concentrateur de la mine Goldex. De plus, une réserve d'environ 30 000 tonnes de minerai concassé sera maintenue à proximité de l'usine Goldex en cas de situations d'urgence.

## 16.2 RESSOURCES MINÉRALE DE LA FOSSE

Étant donné que le gisement est de type polymétallique Cu- Au, une valeur de revenu net de la fonderie (RNF) en \$CA par tonne de minerai pour chaque bloc minéralisé (après les frais d'affinage et considérant la récupération métallurgique anticipée) est calculée en vue d'établir lesquels seront envoyés à l'usine. Les paramètres considérés pour définir la valeur RNF sont présentés dans le Tableau 16.2.

**Tableau 16.2 - Paramètres utilisés pour la valeur calculée de RNF**

	unit	value	comments
Prix de l'or	\$us/oz	1150	
Prix du cuivre	\$us/lbs	2.15	
Taux de change	\$us/\$CA	1.25	
Or payable par gravimétrie	%	100%	
Or payable au conc	%	96.5%	
Cuivre payable au conc.	%	94.5%	
Récupération minière	%	97.5%	
Dilution minière	%	7.9%	
Récupération de cuivre à l'usine	%	88.13%	
Récupération de l'or à l'usine	%	81.1%	
Royauté	%	1.0 % or 2.5%	Selon le claim
Prix du raffinage de l'or	\$CA/oz	4.00	
Prix de raffinage du cuivre	\$CA/lbs	0.75	

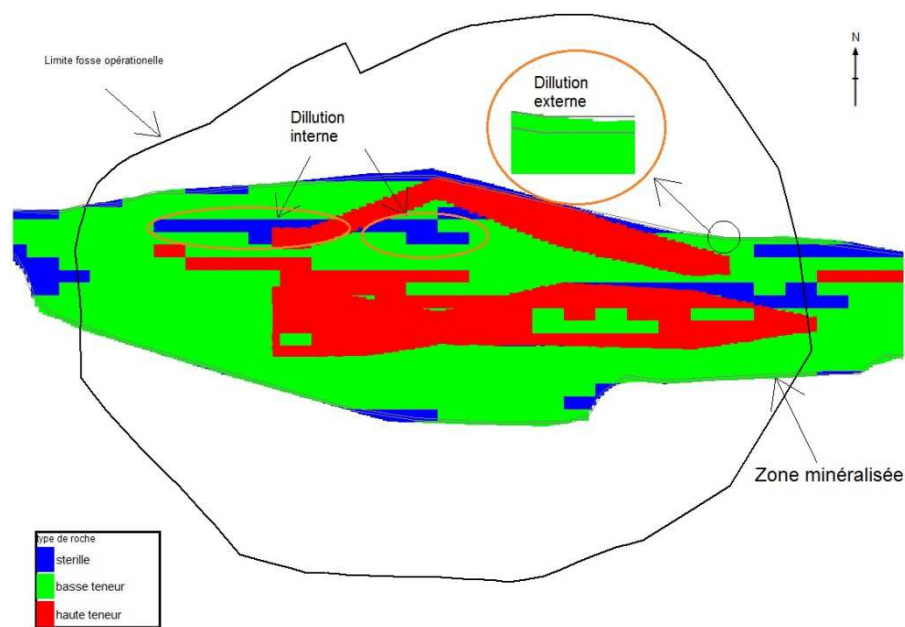
La ressource minérale exploitée a été définie en considérant une teneur de coupure représentant un coût de 18.79 CA\$ par tonne basée sur une estimation des coûts de minage, de traitement du minerai, d'entretien du site et d'administration.

L'enveloppe de la fosse optimale a été établie à l'aide de l'algorithme Lerch\_Grossman en considérant les résultats obtenus lors de l'étude préliminaire en termes de coûts d'exploitation et de récupération métallurgique et minière envisagés. Les coûts de fermeture liés à la réhabilitation des aires d'accumulation de matériel stérile ont été considérés et inclus dans les coûts unitaires d'exploitation du roc stérile (PGA et NPGA) et du mort-terrain.

Comme décrit dans la section 16.7.3, les pentes des murs dans le roc sont les mêmes que celles présentées dans l'étude préliminaire. Les pentes dans le mort-terrain ont été ajustées en conformité avec l'étude de 2015 faite par Golder Associates à ce sujet. Ces pentes sont présentées en détail dans la section 16.7. Considérant le contenu en cuivre et or pour chaque bloc géologique, un corridor minéralisé a été défini sur chacun des bancs d'exploitation à l'intérieur duquel on retrouve du minerai de haute et faible teneurs ainsi qu'une minime quantité de matériel stérile localisé entre et au pourtour des blocs minéralisés entraînant une dilution du minerai (Figure 16.4). Le Tableau 16.3 illustre la dilution interne et externe considérées dans le processus de sélection du minerai.

**Tableau 16.3 - Dilution externe et interne**

	tonne (t)	AU (g/t)	CU %	Dilution %	Observations
Minerai	4 532 575	0.95	0.52		
Dilution externe	142 036	0.29	0.59	2.75	Déplacement de 0.5m de la zone minéralisée vers l'extérieur
Dilution interne	267 545	0.32	0.16	5.18	Stérile inclus dans la zone minéralisée exploitée
<b>Total</b>	<b>4 942 156</b>			<b>7.90%</b>	

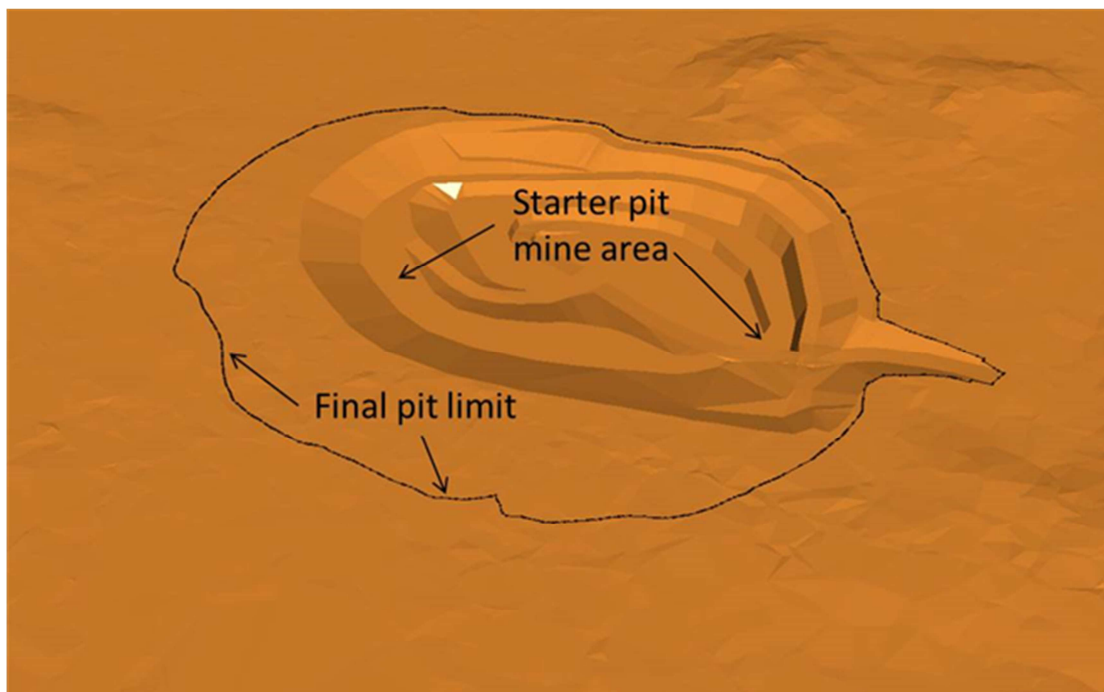


**Figure 16.4 - Corridor limite de la zone minéralisée du banc 3280**

### 16.3 PLAN DE PRODUCTION MINIÈRE

Le plan de production pour ce projet est planifié pour un taux d'alimentation de l'usine de 2800 tonnes par jour correspondant à la capacité résiduelle pouvant être comblée au circuit de traitement de la mine Goldex pour maintenir le taux journalier moyen à 8 800 tonnes par jour. Durant les prochaines années, l'alimentation du concentrateur à Goldex proviendra en partie d'une zone minéralisée souterraine de Goldex située en profondeur appelé " Zone Deep 1. Le minerai d'Akasaba Ouest apportera une opportunité de combler la capacité résiduelle de l'usine Goldex. Considérant la ressource minérale exploitable identifiée dans la présente étude et un taux journalier de 2 800 tonne par jour, Akasaba permettra d'alimenter l'usine Goldex pour une durée d'environ cinq (5) ans.

Lors du décapage initial, une fosse préliminaire (Figure 16.5) sera développée afin d'accéder à du matériel rocheux non-acide requis pour fin de construction de diverses infrastructures du site tel que les routes ainsi que pour les fondations requises sous les aires d'accumulation et diverses infrastructures.



**Figure 16.5 - Zone de départ de la fosse**

La séquence d'exploitation a été développée de sorte que le minerai le plus riche (>50\$/t RNF) sera traité en priorité tandis que le minerai de plus faible valeur produit en excès de la capacité d'usinage sera entreposé sur le site près du concasseur primaire pour être manutentionné et traité plus tard. L'accumulation de minerai de faible teneur économique débutera lors de la troisième année de production basée sur la cédule d'exploitation courante.

Une récupération minière de 97.5% du minerai présent dans la fosse est considérée, la différence étant des pertes lors des diverses activités d'exploitation et lors de la remanutention du matériel entreposé.

Le plan d'exploitation définit dans la présente étude Tableau 16.4 considère une approche conservatrice d'exploitation complète de chaque banc avant de passer au banc suivant. Une période de 10 mois sera nécessaire pour le décapage initial d'une quantité suffisante de stérile (roc et mort-terrain afin de dégager suffisamment de minerai pour être en mesure de soutenir l'alimentation de l'usine Goldex à un taux de 2800 tonnes par jour. Pendant cette période, le minerai extrait sera entreposé et disponible lors de la période de mise en service des installations de concassage et usinage.

**Tableau 16.4 - Cédule d'exploitation et de traitement**

Année	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Total
<b>Mort terrain (x1000t)</b>	2 219	433	0	0	0	0	<b>2 651</b>
<b>Stérile (x1000t)</b>	1 173	2 313	2 434	1 834	0	0	<b>7 755</b>
<b>Minerai (x1000t)</b>	258	904	1 216	1 816	749	0	<b>4 942</b>
<b>Total miné (x1000t)</b>	<b>3 650</b>	<b>3 650</b>	<b>3 650</b>	<b>3 650</b>	<b>749</b>	<b>0</b>	<b>15 349</b>
<b>Tonne usiné (x1000t)</b>	0	1 022	1 022	1 022	1 022	854	<b>4 942</b>
<b>Production Au (oz)</b>	0	22 628	22 213	28 135	25 588	14 144	<b>112 708</b>
<b>Production Cu (x1000lbs)</b>	0	9 392	9 185	11 257	10 114	5 682	<b>45 629</b>

#### 16.4 TRANSPORT DU MATÉRIEL ROCHEUX

Une flotte de camions articulés de 40 tonnes de capacité sera considérée pour accomplir toutes les tâches reliées au transport du matériel rocheux de la fosse vers les haldes ou le plan de concassage primaire. Des camions routiers d'une capacité de 30 à 40 tm seront utilisés pour le transport du minerai concassé vers le site Goldex.

#### 16.5 ÉTUDE GÉOTECHNIQUE ET CONCEPTION

Les investigations et études géotechniques pour la conception des pentes de la fosse du projet Akasaba ont progressées par étapes et les forages ont été réalisés en même temps que les travaux géologiques afin d'optimiser les ressources sur le terrain. Une étude préliminaire réalisée par Golder Associates (Annexe U : 1205-REP-013 et 1205-REP-013\_appendix) a été livrée en avril 2014 ce qui a permis de fournir une évaluation des données disponibles et de proposer un plan d'investigation pour la préparation de l'étude économique préliminaire (Annexe V : 1205-REP-015 et 1205-REP-015\_appendix). Par la suite, du forage additionnel et des analyses supplémentaires ont été réalisés pour avancer la conception des pentes de la fosse et la conception des haldes d'entreposage pour la présente étude de faisabilité. La conception géotechnique et les recommandations de l'étude de faisabilité sont basées sur les résultats des études sur le terrain réalisées en 2014 et 2015.

Au total, pour la conception des pentes de mur dans le roc, 4 sondages géotechniques orientés ont été effectués, dont deux dans lesquels des essais



hydrogéologiques ont été réalisés. De plus, 4 forages d'exploration ont fait l'objet de relevés géophysiques en forage de type 'acoustic televiwer' permettant le relevé des discontinuités in situ. Enfin, des échantillons de roc ont été prélevés pour les différentes analyses de laboratoire. En plus de ces relevés spécifiques, des mesures géotechniques de base ont été prises sur les carottes de tous les forages de la campagne géologique de 2014. Dans les trous géologiques, les données suivantes ont été enregistrées : RQD, SCR, TCR, la fréquence des fractures, un index de la résistance du roc et l'altération, en plus des relevés géologiques habituels.

Les mesures géotechniques de base, les sondages géophysiques et deux forages géotechniques orientés (GT-01 et GT-02) réalisés en mars 2014, ont été utilisés pour la conception préliminaire des pentes de mur. Suite à la revue et la mise à jour du modèle géologique, deux forages géotechniques additionnels ont été complétés (GT 03, GT-05), en novembre 2014, avec des essais hydrogéologiques. Ces sondages visaient plus spécifiquement le mur nord ainsi qu'une structure interprétée, traversant la fosse et orientée NO-SE. 6 sondages dans le mort-terrain (GT-06 à GT 11) ont également été réalisés pour l'étude de faisabilité. Une étude de niveau faisabilité, des murs dans le roc et des pentes du mort-terrain ont été complétés par Golder Associates (l'Annexe X : 1205-REP-014 et l'Annexe Y : 1205-REP-016) en avril et mai 2015. La localisation des forages d'investigation géotechnique est illustrée à la Figure 16.6.

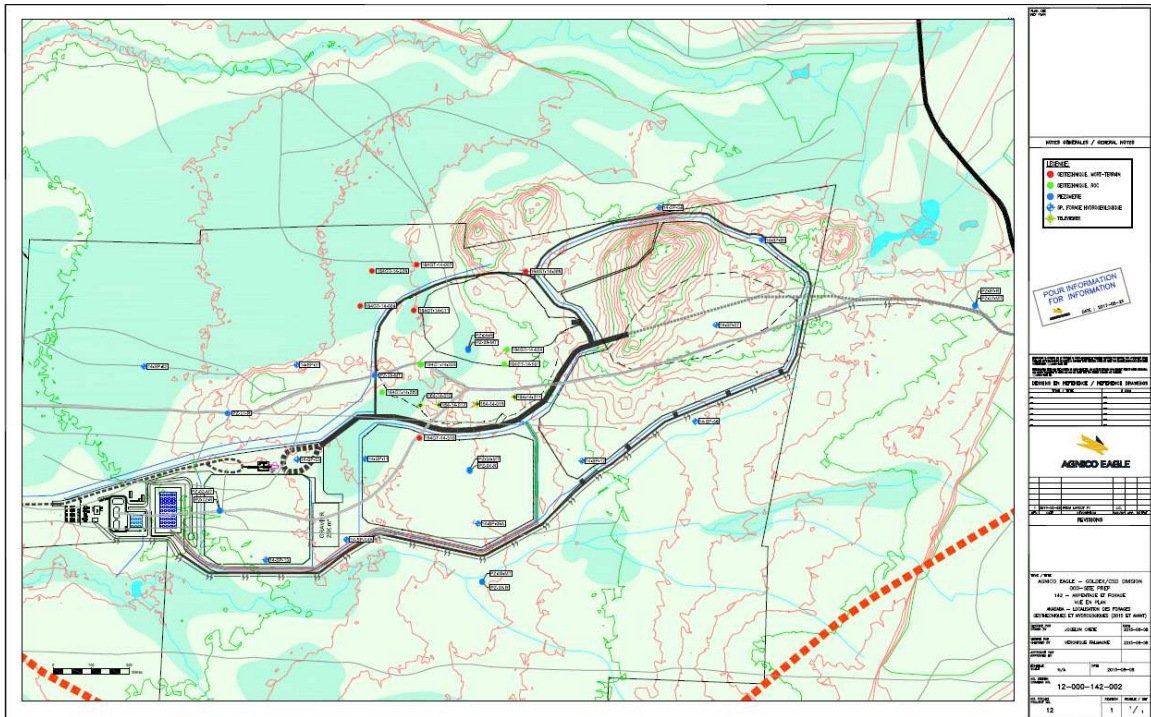


Figure 16.6 – Localisation des forages géotechnique/hydrogéologique sur le projet Akasaba Ouest



## 16.6 MODÈLE GÉOTECHNIQUE

### 16.6.1 CARACTÉRISATION DU MORT-TERRAIN

L'épaisseur du mort-terrain a été modélisée à l'aide des différents forages effectués sur le site ainsi qu'avec les résultats d'une campagne de forage systématique du mort-terrain sur les pourtours de la fosse et finalement, en incluant les relevés d'arpentages des affleurements rocheux. Dans l'aire de la fosse proposée, l'épaisseur du mort-terrain varie entre 0.3 et 30 m (Figure 16.7).

En général, le profil du mort-terrain peut être caractérisé par de la tourbe, recouvrant du sable ou recouvrant le socle rocheux au nord-est de la fosse, près d'une petite colline. Le profil de mort-terrain du secteur ouest est plus épais et peut se caractériser par les couches suivantes : tourbe, sable et sable silteux, recouvrant une couche de silt qui se transforme en sable puis till graveleux recouvrant le roc. À quelques endroits, la couche supérieure de sable est absente et la tourbe recouvre la couche de silt. Un dépôt d'argile ou d'argile silteuse est observé dans le secteur nord-ouest de la fosse, près de la surface.

En général, le site est plat et il est bordé par deux ruisseaux coulant vers l'ouest, l'un au nord et l'autre au sud de la propriété. Le drainage du site est généralement vers l'ouest. La nappe phréatique se trouve près de la surface. La conductivité hydraulique mesurée dans le mort-terrain varie entre  $9.7 \times 10^{-6}$  m/s pour les dépôts de sable/sable silteux à  $1.6 \times 10^{-9}$  m/s pour les dépôts d'argile. Le régime hydrogéologique du site devrait être influencé par la surface de roc moins perméable avec un écoulement des eaux souterraines généralement vers le nord-ouest. La majorité des infiltrations d'eau dans la fosse devraient donc provenir de la partie profonde du mort-terrain située au nord-ouest ainsi que du roc fracturé près de la surface au pourtour de la fosse.

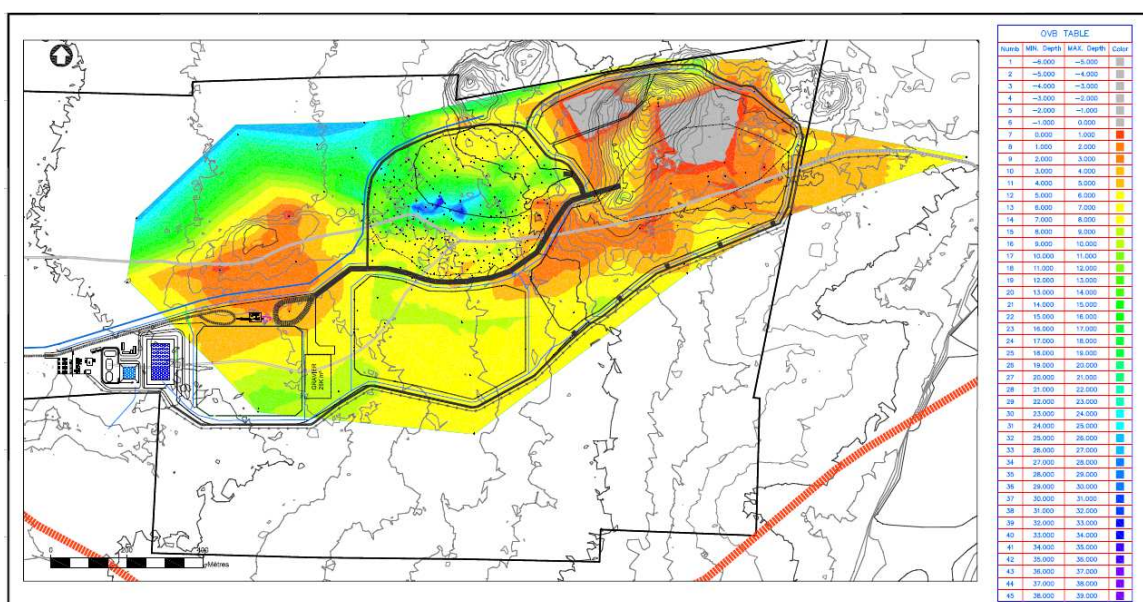


Figure 16.7 - Épaisseur du mort-terrain à Akasaba Ouest et localisation forage du mort terrain

## 16.6.2 SOCLE ROCHEUX

### Géologie

Basé sur le modèle géologique et les données de forage, les principales unités se retrouvant dans la fosse sont les suivantes :

- **Mur sud (Éponte supérieure):** Sédiment (S3), Dacite (V1D), Diorite (I2J), Quartz Diorite (I2I), Tuf felsique (V9A) et les zones minéralisées
- **Mur nord (Éponte inférieure):** Zone/Schiste, Andesite (V2J), Basalte (V3B), Dacite (V1D), Diorite (I3J), Quartz Diorite (I2I) et Granodiorite (I1C)
- **Zone potentiellement minéralisée:** Les principales intersections sont dans la Quartz Diorite (I2I) et la Dacite (V1D) mais il peut y avoir de l'Andesite (V2J), Basalte (V3B), Tuf Felsique (V9A), Diorite (I3J) et Granodiorite (I1C). On prévoit que ces unités seront projetées sur les murs est et ouest.

Les unités géologiques projetées sur les murs de la fosse sont présentées à la Figure 16.8 alors que la Figure 16.9 présente une section aux environs du centre de la fosse.

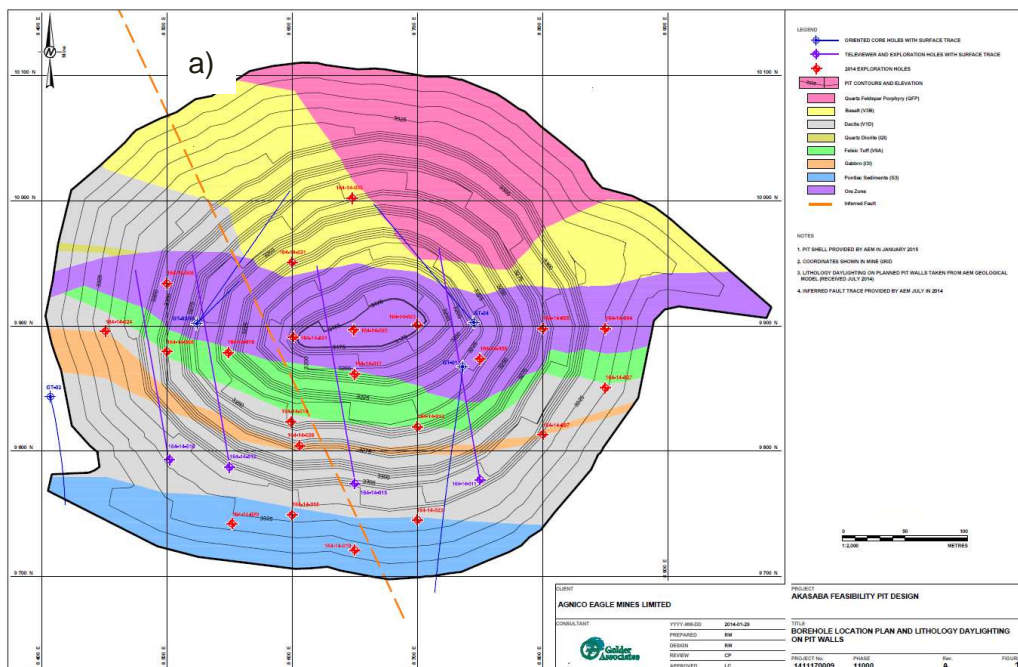
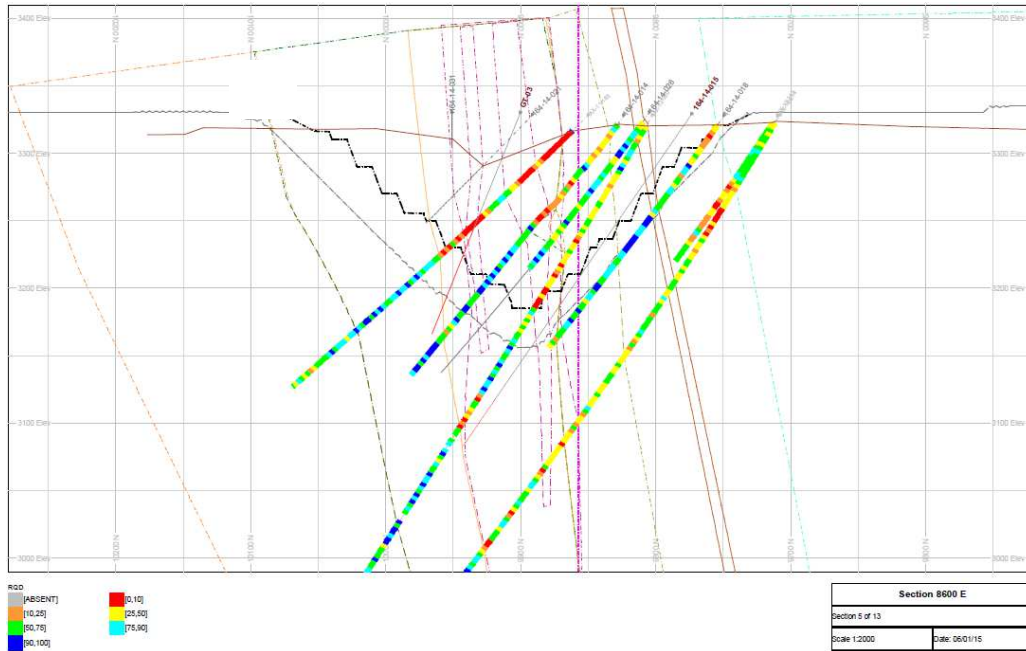


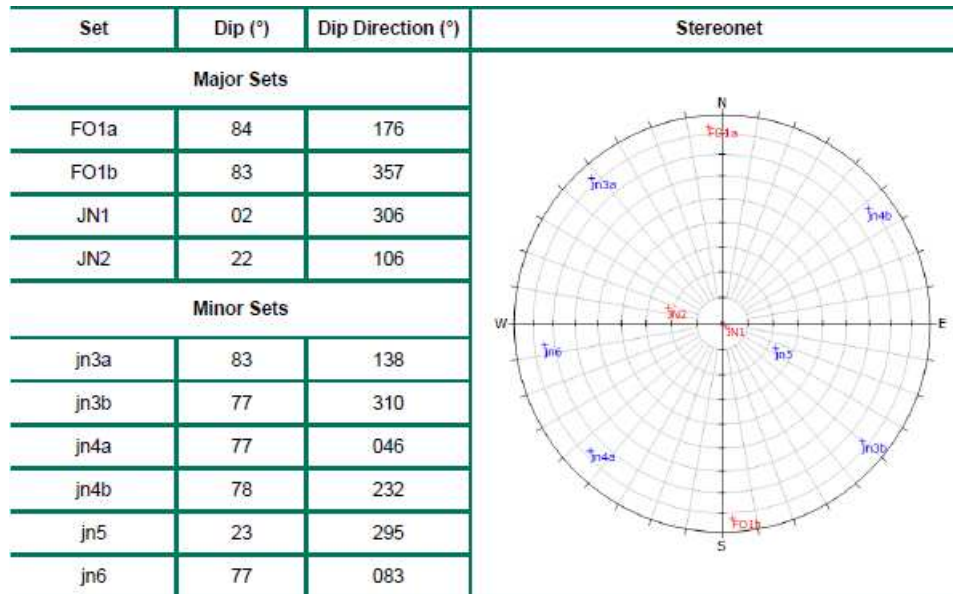
Figure 16.8 - Projection des unités géologiques attendues sur les murs de la fosse



**Figure 16.9 - Section type au centre de la fosse.**

### Structure

À partir des trous d'exploration, les relevés géophysiques (ATV) et les carottes orientées, on estime que les structures à Akasaba Ouest sont généralement contrôlées par la foliation sub-v verticale d'orientation Est-Ouest (F01) avec deux familles de discontinuités sub-horizontale (JN1 et JN2). Quatre familles de discontinuités mineures (jn3 à jn6) sont également observées. L'ensemble des structures est synthétisé à la Figure 16.10.



**Figure 16.10 - Synthèse des familles de joints sélectionnées pour l'analyse de la stabilité des pentes**

La carotte de forage recueillie est décrite selon les paramètres du système de classification Rock Mass Rating RMR<sub>76</sub> (Bieniawski 1976). De plus, les données concernant les discontinuités ont été également recueillies selon l'indexe Q (Barton et al 1974) du Norwegian Geotechnical Institute Rock Mass Classification System. Les caractéristiques typiques observées pour chaque famille de discontinuités sont résumées au Tableau 16.5.

**Tableau 16.5 - Résumé des paramètres de surface des discontinuités selon les groupes structuraux**

Set	Typical Discontinuity Surface Characteristics							Average Spacing <sup>(a)</sup> (m)	
	Shape	Roughness	Infill Character	Infill Type	Jr	Ja	Jcon	All Data	Open Data
FO1a	Undulating to Planar	Smooth to Rough	Clean to Slightly Altered	Sericite	1-3	1-2	12-20	0.3 ± 0.7 (3518)	1.6 ± 2.9 (834)
FO1b	Undulating to Planar	Smooth to Rough	Clean to Slightly Altered	Sericite	1-3	1-2	12-20	0.2 ± 0.6 (3740)	1.0 ± 2.2 (761)
JN1	Undulating to Planar	Rough	Clean	None	1.5-3	1	25	3.3 ± 5.0 (333)	6.5 ± 9.7 (156)
JN2	Undulating to Planar	Rough	Clean	None	1.5-3	1	25	3.5 ± 6.6 (283)	10.1 ± 13.9 (73)
jn3a	Undulating	Smooth to Rough	Clean to Slightly Altered	Sericite	1.5-3	1-2	20-25	17.0 ± 23.0 (43)	21.0 ± 21.8 (17)
jn3b	Undulating	Smooth to Rough	Clean to Slightly Altered	Chlorite	1.5-3	1-4	12-25	7.0 ± 15.6 (84)	4.4 ± 11.4 (68)
jn4a	Undulating	Smooth to Rough	Clean to Slightly Altered	Sericite	3	1-2	20-25	15.9 ± 17.9 (28)	15.9 ± 15.3 (20)
jn4b	N/A (Insufficient core logging data)							41.8 ± 48.9 (9)	N/A <sup>(b)</sup>
jn5	Undulating to Planar	Rough	Clean to Slightly Altered	Biotite / Sericite	1.5-3	1-2	20-25	9.9 ± 12.1 (58)	6.8 ± 10.2 (38)
jn6	Undulating to Planar	Rough	Clean to Slightly Altered	None	1.5-3	1-2	20-25	9.5 ± 14.1 (21)	5.9 ± 7.3 (15)

Note:

a) Average Spacing ±Standard Deviation (Number of Data Points).

b) Insufficient data was collected for jn4b to determine discontinuity surface characteristics and open discontinuity spacing

Selon la modélisation géologique, une faille inférée de direction NO-SE est interprétée comme traversant la zone de la fosse tel que présenté à la Figure 16.8. Cette faille est modélisée avec une orientation similaire aux joints mineurs du groupe jn4. Les sondages géotechniques GT-03 et GT-05 traversent la faille inférée et les relevés des carottes indiquent une zone où on note une intensité accrue de la foliation avec présence de gouge d'argile au contact entre la Dacite et le Quartz Diorite. En réalisant un test avec obturateur pneumatique sur cet intervalle, les résultats ont démontré une perméabilité plus élevée ( $10^{-6}$  à  $10^{-7}$ m/s) en comparaison avec d'autres tests réalisés lors de l'investigation. La continuité, le pendage et la

nature de la zone de la faille potentielle ne sont pas totalement déterminés. Toutefois, en se basant sur les résultats obtenus, il est raisonnable de présumer que l'écoulement souterrain suivra préférentiellement la direction de la structure et atteindra le mur nord-ouest de la fosse. La cartographie géotechnique des premiers bancs excavés sera nécessaire pour évaluer la structure plus en détail.



### 16.6.3 PROPRIÉTÉS DES MATÉRIAUX

#### Mort terrain

Pour l'étude de faisabilité, 6 sondages ont été forés dans le mort-terrain (GT-06 à GT 11) autour de la fosse et 12 sondages (14-SP-01 à 14-SP-12) ont été forés dans le mort-terrain pour la conception des haldes d'entreposage. Les forages ont été réalisés en décembre 2014 et janvier 2015 et les emplacements ont été sélectionnés pour maximiser les utilisations à la fois pour le design géotechnique et les besoins de l'hydrogéologie. La stratigraphie rencontrée dans les 18 forages géotechniques est présenté au Tableau 16.6.

**Tableau 16.6 - Stratigraphie du mort-terrain rencontré dans les forages géotechniques**

Borehole	Peat / Silty Peat / Organic Silt		Sand / Silty Sand		Silty Clay to Clayey Silt		Silt / Sandy Silt		Sand and Gravel / Gravelly Sand Till		Bedrock
	From (m)	To (m)	From (m)	To (m)	From (m)	To (m)	From (m)	To (m)	From (m)	To (m)	
14-SP-01	0.0	0.15	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15
14-SP-02	0.0	0.9	0.9	3.35	4.0	12.3	3.35	4.0	-	-	26.2
			13.5	16.1	17.4	20.2	12.3	13.5			
			20.2	26.2			16.1	17.4			
14-SP-03	0.0	1.0	1.0	1.6	-	-	-	-	1.6	2.45	2.45
14-SP-04	0.0	0.5	0.5	1.5	-	-	1.5	7.1	7.1	9.4	9.4
14-SP-05	0.0	1.0	-	-	-	-	1.0	3.4	3.4	6.5	6.5
14-SP-06	0.0	0.9	0.9	1.8	-	-	1.8	5.0	-	-	5.0
14-SP-07	0.0	0.65	0.65	1.35	-	-	-	-	-	-	1.35
14-SP-08	0.0	0.9	-	-	-	-	0.9	4.6	-	-	4.6
14-SP-09	0.0	1.0	-	-	-	-	1.0	1.65	-	-	1.65
14-SP-10	0.0	0.3	4.3	4.85	-	-	0.3	4.3	5.9	10.4	10.4
					4.85	5.9					
14-SP-11	0.0	1.2	1.2	1.6	-	-	1.6	6.2	-	-	6.5
			6.2	6.5							
14-SP-12	-	-	0.0	6.0	-	-	-	-	6.0	7.6	7.6
GT-06	-	-	0.0	2.5	3.7	9.1	2.5	3.7	-	-	25.8
			9.1	9.3							
			9.75	11.0	9.3	9.75	11.0	20.6			
			20.6	25.8							
GT-07	0.0	1.3	11.4	11.9	5.5	10.3	1.3	5.5	11.9	15.7	15.7
							10.3	11.4			
GT-08	0.0	0.45	0.45	0.6	2.6	8.0	0.6	2.6	-	-	16.8
			8.5	10.0			8.0	8.5			
							10.0	16.8			
GT-09	-	-	0.0	2.3	-	-	-	-	2.3	5.4	5.4
GT-10	0.0	1.2	-	-	-	-	1.2	6.75	6.75	7.2	7.2
GT-11	0.0	0.7	0.7	2.1	2.1	7.0	7.0	11.5	-	-	13.7
			11.5	13.7							

De l'argile silteuse molle a été observée dans la zone nord-ouest de la fosse proposée. Avec les dépôts de silt, cette couche gouverne la stabilité des pentes de mort-terrain autour de la fosse. Le Tableau 16.7 présente les caractéristiques de

résistance de chaque zone géotechnique utilisée pour l'analyse de stabilité des pentes de la fosse.

**Tableau 16.7 - Paramètres de résistance utilisés pour l'analyse de stabilité des pentes du mort-terrain**

Material		Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Friction Angle ( $\phi'$ )	Cohesion (kPa)
Peat		11	N/A	15
Silty Clay	Undrained	18	N/A	28
	Drained		24	0
Silt/ Sandy Silt		19	28	0
Sand/ Silty Sand		19	32	0
Sandy Till		20	35	0

### Massif Rocheux

La résistance du massif rocheux a été évaluée par des estimés sur le terrain (ISRM Field Strength) et des tests de double poinçonnement, des tests en laboratoire (résistance en compression uniaxiale (UCS), test brésilien, test triaxial et test de cisaillement sur les discontinuités) et la classification du massif rocheux selon le RMR<sub>76</sub> (Bieniawski, 1976).

La qualité du roc attendue pour la fosse d'Akasaba est influencée par la proximité de la zone minéralisée. L'intensité de la foliation (schistosité) devient plus forte à proximité de la zone minéralisée et c'est cette intensité qui gouverne la résistance du massif rocheux. Un roc de faible qualité est attendu dans les Zones de Faille (RMR<sub>76</sub> 20 à 25), où une forte intensité de la foliation est observée. Une foliation de forte à moyenne intensité a été relevée dans les unités de Zone Minéralisée, Quartz Diorite, Andésite et Tuf Felsique. La qualité du roc dans ces unités varie de Moyenne à Bonne (RMR<sub>76</sub> 42 à 57). Dans la roche Sédimentaire, le Basalte et la Granodiorite, on note une foliation faible à nulle qui se traduit par une Bonne qualité de massif rocheux (RMR 61 à 77). L'intensité de la foliation varie de forte à nulle dans les unités de Diorite et de Dacite dans les journaux de sondage des forages d'exploration effectués par Agnico Eagle. Toutefois, dans les forages géotechniques, la Diorite et la Dacite présentent généralement une Bonne qualité de roc (RMR 61 à 77). Ceci indique soit une différence dans la façon de quantifier l'intensité de la foliation, soit, plus probablement, des variations spatiales de l'intensité de la foliation dans les mêmes unités rocheuses.

Les paramètres de résistance en cisaillement de Hoek et Brown et les propriétés des matériaux sont dérivés à partir des données obtenues en laboratoire et des résultats de la classification géomécanique. Les paramètres dérivés et les propriétés du roc intact sont résumés dans le Tableau 16.8. Il faut noter que le nombre de tests sur chaque type de roche est limité et peut être complété durant les opérations si cela est justifié.



**Tableau 16.8 - Sommaire des paramètres de résistance du roc intact**

Rock Type	UCS (Laboratory)			Hoek-Brown			Point Load Test		Density (g/cm <sup>3</sup> )	Young's Modulus, E (GPa)	Poisson's ratio ( $\mu$ )
	Average (MPa)	Standard Deviation (MPa)	Count	$\sigma_{ci}$ (MPa)	$m_i$	$\sigma_{ti}$ (MPa)	Average $I_{s(50)}$ (MPa)	K			
Basalt	61.5	41.9	3	-	-	-	9.89	6.2	2.98	21.2	0.20
Mineralized Zone	32.4	1.0	2	29.2	14.2	-2.1	1.16	25.2	2.78	11.3	0.11
Dacite	45.8	20.6	2	64.6	21.5	-3.0	5.83	11.1	2.73	24.1	0.13
QFP	94.1	12.0	2	-	-	-	-	-	2.73	31.1	0.11
Diorite	53.7	-	1	-	-	-	2.18	24.6	2.68	16.6	0.11

Note:  $m_i$  = Hoek-Brown material coefficient;  $\sigma_{ci}$  = intact compressive strength;  $\sigma_{ti}$  = tensile strength  
Where available,  $\sigma_{ci}$  was used instead of laboratory UCS to calculate K.

Les tests de cisaillement direct ont été réalisés sur trois échantillons de carotte de Dacite et deux échantillons de Quartz Diorite pour évaluer les paramètres de résistance de la foliation intacte et ouverte. Les résultats obtenus de la résistance résiduelle sont présentés dans le Tableau 16.9. Les tests de cisaillement direct ont donné un angle de friction résiduel de 20° pour les plans de foliation ouverte et de 24° pour la surface de foliation intacte dans la Dacite. Un angle de friction résiduel plus élevé (34° et 43°) a été déterminé pour le Quartz Diorite lors des tests réalisés en Décembre 2014. Les valeurs présentées représentent la résistance résiduelle en cisaillement sans tenir compte de la cohésion. Pour les besoins des analyses de stabilité de pente effectuées dans le cadre de l'étude de faisabilité, l'angle de friction des discontinuités est estimé entre 25° et 35°.

**Tableau 16.9 - Résultat des tests en laboratoire pour le cisaillement direct des discontinuités**

Rock Type	Feature	BHID	From (m)	To (m)	Residual Data (Linear Regression)		Residual Data (Linear Regression through origin, c=0)	Intact Foliation
					Cohesion (kPa)	Friction Angle (°)	Friction Angle (°)	Friction Angle (°)
Dacite	Intact FO	GT-01	86.57	86.89	-	-	-	83
	Intact FO		126.1	126.28	140	23	24	87
	Open FO		59.85	59.97	158	19	20	-
Quartz Diorite	Open FO	GT-05	111.5	111.7	0 <sup>(1)</sup>	34	34	-
	Open FO		116.75	116.95	188	40	43	-

Note: a) Linear curve fitting resulted in negative cohesion, assume zero cohesion.

### Classification du massif rocheux

Les systèmes de classification du massif rocheux fournissent un index quantitatif de la qualité du massif rocheux basé sur des mesures et observations des paramètres du roc. Le système de classification du RMR<sub>76</sub> est appliqué aux données recueillies à partir des carottes de forage géotechnique (GT-01 et GT-05) et des descriptions des

trous de forage réalisées par l'équipe d'exploration d'Agnico Eagle en 2014. Un résumé est présenté dans le Tableau 16.10.

On observe une corrélation entre l'intensité de la foliation et la classification du massif rocheux selon le RMR<sub>76</sub>. La Zone de Faille, la Zone Potentiellement Minéralisée, le Quartz Diorite, l'Andésite et le groupe de Tuf Felsique montrent une intensité de foliation de forte à modérée avec une valeur de RMR<sub>76</sub> dans la catégorie de la qualité du roc allant de Moyenne (RMR<sub>76</sub> 42-51) à Pauvre (RMR<sub>76</sub> 20-25) pour le groupe de la Zone de Faille. Similairement, la Dacite, la Diorite, les Sédiments, le Basalte et la Granodiorite montrent une intensité de foliation de faible à nulle avec une valeur de RMR<sub>76</sub> qui indique une Bonne qualité de roc (RMR<sub>76</sub> 60-77).

**Tableau 16.10 - Classification du massif rocheux et intensité de la foliation pour les unités majeures du roc**

Rock Group	Most Common RMR Parameters by Rock Group						Foliation Intensity
	UCS (MPa)	RQD (%)	Fracture Spacing (mm)	Joint Condition	Ground-water	RMR76	
<b>Fault Zone</b>	10-25	<25-50	<50	UN, SM, IN	Dry	<b>Poor</b>	Strong
Rating	2	3-8	5	0	10	<b>20-25</b>	
<b>Andesite</b>	10-25	50-90	50-300	UN, SM, SA	Dry	<b>Fair</b>	Strong - Medium
Rating	2	13-17	10	12	10	<b>47-51</b>	
<b>Felsic Tuff</b>	10-50	50-75	50-300	PL/UN, SM, SA	Dry	<b>Fair</b>	Strong - Medium
Rating	2-4	13	10	12	10	<b>47-49</b>	
<b>Quartz Diorite</b>	10-50	25-50	50-300	UN,SM,CL	Dry	<b>Fair</b>	Strong
Rating	2-4	8	10	20	10	<b>42-44</b>	
<b>Potentially Mineralized Zone</b>	25-50	25-75	50-300	UN, SM, SA/CL	Dry	<b>Fair</b>	Strong - Medium
Rating	4	8-13	10	20	10	<b>52-57</b>	
<b>Diorite</b>	50-100	50-90	50-300	UN, SM, CL	Dry	<b>Good</b>	Strong - None
Rating	7	13-17	10	20	10	<b>60-64</b>	
<b>Sedimentary</b>	25-50	75-100	50-300	PL/UN, SM/RO, CL	Dry	<b>Good</b>	Low - None
Rating	4	17-20	10	20	10	<b>61-64</b>	
<b>Granodiorite</b>	25-100	75-90	50-300	UN, SM, CL	Dry	<b>Good</b>	None
Rating	4-7	17	10	20	10	<b>61-64</b>	
<b>Basalt</b>	50-100	90-100	50-300	PL/UN, RO, CL/SA	Dry	<b>Good</b>	None
Rating	7	20	10-20	20	10	<b>67-77</b>	
<b>Dacite</b>	25-100	90-100	300-1000	UN, SM/RO, CL/SA	Dry	<b>Good</b>	Medium - None
Rating	4-7	20	20	20	10	<b>74-77</b>	

Note: Major rock groups expected to daylight on pit walls highlighted in green.

## 16.7 PARAMÈTRES DE DESIGN DES PENTES DE LA FOSSE

### 16.7.1 CRITÈRES GÉOTECHNIQUES DE CONCEPTION

#### Pentes dans le mort terrain

Les critères principaux concernant le design géotechnique utilisés pour la conception des pentes de la fosse dans le mort terrain:

- Facteur de sécurité minimal pour condition de chargement statique (F.S.:1.3);

- Facteur de sécurité minimal pour condition de chargement pseudo-statique (F.S.:1.1);
- Facteur de sécurité minimal pour condition post-tremblement de terre (F.S.:1.2)

### Pentes dans le roc

Des lignes directrices pour les critères d'acceptabilité applicables à la conception des pentes de fosse sont présentées dans le Tableau 16.11 tirée de Read et Stacey (2009). Ces lignes directrices sont utilisées pour formuler les recommandations de conception des pentes, en considérant la fiabilité des informations et le contexte de la fosse proposée pour le projet Akasaba.

**Tableau 16.11 - Lignes directrices pour guider la sélection des critères d'acceptabilité applicables au design des pentes dans le roc pour des gisements exploités par fosse**

Slope Scale	Consequences of Failure <sup>(b)</sup>	Acceptance Criteria <sup>(a)</sup>		
		Min. Static F.S.	Min. Dynamic F.S.	PoF (max) P[F.S.≤1]
Bench	Low – High	1.1 – 1.2	NA	25% - 50%
Inter-Ramp	Low	1.15 - 1.2	1.0	25%
	Medium	1.2	1.0	20%
	High	1.2 – 1.3	1.1	10%
Overall	Low	1.2 – 1.3	1.0	15% - 20%
	Medium	1.3	1.05	5% - 10%
	High	1.3 – 1.5	1.1	≤5%

a) Needs to meet all acceptance criteria.

b) Semi-quantitatively evaluated.

Pour l'étude de faisabilité, un facteur de sécurité (F.S.) minimal de 1.2 ainsi qu'une probabilité de rupture (Pof) de 40% ont été utilisés pour l'analyse de stabilité des bancs de la fosse. Un facteur de sécurité (F.S.) de 1.2 et une probabilité de rupture de 10% ont été utilisés pour l'analyse de stabilité de l'angle inter-rampe sur les murs finaux de la fosse. Un facteur de sécurité (F.S.) de 1.3 a été appliqué pour l'analyse de la stabilité de la pente totale pour des conditions statiques.

### 16.7.2 PENTES DANS LE MORT TERRAIN

Avant le début de l'excavation, la profondeur du mort-terrain au pourtour de la fosse devra être précisée à l'aide de courts forages rapprochés. Les pentes dans le mort-terrain auront les caractéristiques suivantes :

- Une pente de 3 Horizontal (H): 1 Vertical (V) pour les bancs individuels;
- Une berme de 5 m minimum à la base de l'unité d'argile silteuse;
- Un retrait minimal de 10m entre le sol organique (tourbe) et la crête de la fosse;
- Un recul minimal de 10m à partir de la crête du roc jusqu'au pied de la pente du mort-terrain;

- Un fossé de dérivation sera excavé pour détourner les eaux de ruissellement autour de la fosse;
- Un empilement minimum de 5m de stérile sera placé au pied de la pente de mort-terrain, en cas d'infiltration continue à l'interface sol/roc;
- Une protection contre l'érosion sous forme de géotextile (Terrafix 360R ou équivalent) recouvert de 0.3 à 0.5m de stérile sera placée le long des pentes excavées dans l'argile silteuse ou silt. Préférentiellement, les travaux d'excavation devraient être entrepris durant l'hiver et le sol recouvert pour réduire les risques d'affaissement durant le dégel du printemps.

Du côté est de la fosse, le mort-terrain a moins de 8 m d'épaisseur et est constitué principalement de sable et de gravier ou till graveleux. De ce côté (est) il n'y a aucune indication de la présence de l'unité d'argile silteuse que l'on retrouve du côté ouest de la fosse. La pente totale dans le mort-terrain au pourtour de la fosse pourra alors être augmentée à 2.5H :1V. Les analyses de stabilité pour la pente totale dans le mort-terrain, ainsi que la stabilité le long d'une section critique impliquant la pente en présence d'argile silteuse, indiquent que les facteurs de sécurité requis sont atteignables.

L'évaluation du potentiel de liquéfaction a également été effectuée et indique que le matériel provenant du mort-terrain n'est pas susceptible de se liquéfier. En se basant sur les informations recueillies à date et la modélisation hydrogéologique, il est planifié de forer des puits de dénoyage du côté nord-ouest de la fosse, dans la zone la plus profonde du mort-terrain. Pour les besoins de l'étude de faisabilité, le système proposé est composé de 3 puits espacés approximativement de 60 m entre chacun et d'une profondeur totale d'environ 35 m. L'un des forages de drainage ou un trou de forage additionnel sera foré plus profond pour drainer la portion supérieure du socle rocheux si la faille interprétée NO-SE, mentionnée à la Section 16.6.2, se concrétise. Le drainage devra commencer au début de l'excavation et continuer jusqu'à ce que le niveau de la nappe phréatique dans le mort-terrain au pourtour de la fosse ait été réduit par l'excavation de la fosse.

### 16.7.3 PENTES DANS LE ROC

Des secteurs de design ont été sélectionnés basé sur l'orientation des murs: Est, Sud, Ouest et Nord tel qu'illustré à la Figure 16.11.

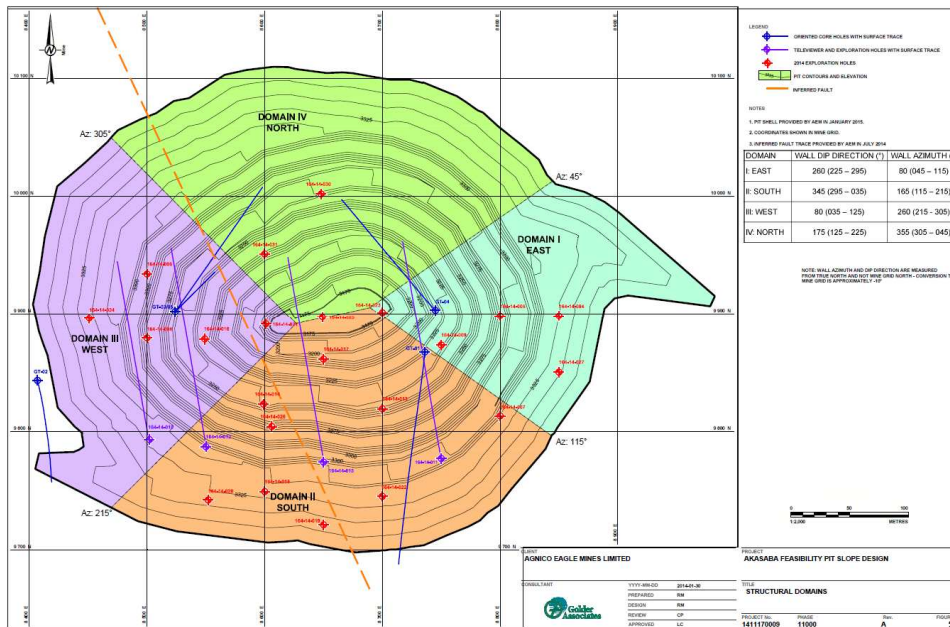


Figure 16.11 - Secteurs de design pour les pentes de roc de la fosse proposée d'Akasaba

Les conclusions et recommandations suivantes pour chaque secteur de design de l'excavation de la fosse dans le roc ont été développées sur la base des analyses cinématiques, de la modélisation à l'équilibre limite en deux dimensions et la modélisation par éléments finis en deux dimensions. (Annexe X : 1205-REP-014).

#### Murs Est et Ouest

- La stabilité de la pente est contrôlée par la qualité Moyenne du massif rocheux à proximité de la Zone Minéralisée cisailée. Il y a un potentiel de désenchevêtrement du roc et la formation de dièdres instables à l'échelle des bancs individuels. Ce potentiel est contrôlé par le design des bancs avec une pente de 75° (Bench Face Angle ou BFA) et des bermes de 10,5 m.

#### Mur Nord

- Un potentiel de rupture planaire le long de la foliation, F01a (pendage moyen de 84°), sera atténué en utilisant un design de banc inférieur à 80°(BFA). Il y a un potentiel modéré pour la formation de dièdres instables causés par l'intersection des familles de discontinuités F01a, jn3a et jn4b. Ce potentiel est contrôlé par la pente de 75° (BFA).
- La stabilité des bancs inférieurs de la fosse ultime est contrôlée par un potentiel de rupture par basculement de la foliation F01b; ce mécanisme est facilité par les familles de joints sub-horizontaux JN1 et JN2. Le massif rocheux à proximité de la zone minéralisée est prévu être de qualité Moyenne.

- En s'éloignant de la zone minéralisée, on s'attend à ce que le massif rocheux soit faiblement folié ou massif dans les unités de Basalte, Granodiorite et Dacite. Le massif rocheux est de bonne qualité et il n'y a pas de contrôle structural évident dans ces unités.
- Le design dans le secteur Nord est basé sur l'intensité de la foliation et il sera peut-être possible d'optimiser le design utilisé pour la présente étude de faisabilité. En supposant que le modèle géologique et structural est suffisamment détaillé et fiable, des pentes plus prononcées pourraient être réalisées dans la portion supérieure de la fosse lorsque le massif rocheux est peu ou faiblement folié.
- L'analyse bi-dimensionnelle par éléments finis indique qu'une rupture par basculement à grande échelle est peu probable, cependant des ruptures locales peuvent se produire à l'échelle des bancs de la fosse. L'ajout de soutènement pourrait être utilisé pour atténuer les risques de rupture par basculement dans le mur nord.
- Une faille inférée orientée NO-SE pourrait être interceptée sur la portion nord-ouest du mur Nord, ce qui pourrait entraîner un potentiel d'écoulement dans la fosse en provenance des basses terres situées au nord de la fosse. Le design de la pente n'a pas été modifié spécifiquement à cet endroit, car le design est considéré adéquat pour accommoder les conditions attendues avec des bermes suffisamment larges pour retenir des blocs potentiellement instables. Toutefois, il est important de surveiller les infiltrations et d'effectuer la cartographie structurale dès l'exposition des premiers bancs afin d'évaluer les caractéristiques géotechnique et hydrogéologique de cette structure et réévaluer tout impact potentiel sur la stabilité de la pente ou la gestion de l'eau.
- Des conditions artésiennes ont été rencontrées durant les tests avec obturateurs pneumatiques dans les forages GT-04 et GT-05, où le niveau d'eau était de 0,4 à 2,2 m au-dessus de la surface du sol. Ces conditions ont été rencontrées dans le Basalte suivant les dykes (Gabbro ou Tuf Felsique) dans le forage, à approximativement 115m de profondeur verticale. L'élévation de la pression interstitielle est attribuée au fait que les dykes soient imperméables et agissent comme aquitard et/ou une variation dans la topographie de surface du socle rocheux. Les gradients différentiels enregistrés entre les forages indiquent un écoulement d'est vers l'ouest avec une possibilité de recharge par le mort-terrain à partir de zones au nord-est de la fosse. Une rupture de la pente globale soumise à des pressions interstitielles élevées derrière un dyke dans le mur Nord n'est pas considérée probable sur la base des analyses à l'équilibre limite effectuées.

#### Mur Sud

- Le potentiel de rupture planaire le long de la foliation F01b (pendage moyen de 83°) sera atténué avec un design de pente inférieur à 80° (BFA). Toutefois, il y a un potentiel élevé de basculement au niveau de la foliation (F01a) facilité par la présence des familles de joints sub-horizontaux JN1 et JN2.
- La qualité du massif rocheux est estimée Moyenne à proximité de la zone minéralisée.



- En s'éloignant de la Zone Minéralisée, le roc est massif ou faiblement folié dans les unités de Sédiments et Dacite. La qualité du massif rocheux attendue est Bonne avec un potentiel de formation de dièdres instables.
- La modélisation bi-dimensionnelle par éléments finis indique qu'il n'y a pas un risque élevé d'une rupture multi-bancs par basculement. Cependant des ruptures locales peuvent se produire à l'échelle de bancs individuels. Le soutènement pourrait être une mesure de contrôle pour diminuer ce type d'instabilité.
- Le design des pentes dans le secteur du mur Sud repose sur l'intensité de la foliation et il est possible d'optimiser les pentes de mur par rapport au design préliminaire utilisé pour la présente étude. En supposant que le modèle géologique et structural est suffisamment détaillé et fiable, des pentes plus prononcées pourraient être envisageables dans la partie supérieure de la fosse lorsque le roc est peu ou pas folié.
- Une zone de faible RQD a été observée au contact de la Dacite et des Sédiments près de la crête du mur Sud, dans les données des trous de forage d'exploration effectués par Agnico Eagle. Les analyses de stabilité à l'équilibre limite, avec la configuration des bancs recommandée et incorporant une zone de faible qualité au contact Dacite/ Sédiments, n'a pas détecté de potentiel de rupture circulaire profonde. Cette zone de roc de faible qualité pourrait cependant nécessiter des mesures de contrôle locales si elle est effectivement rencontrée dans les premiers bancs de la fosse.
- La faille inférée NO-SE devrait intercepter le mur Sud et pourrait agir comme plan de relâchement pour des dièdres potentiellement instables. Le design n'a pas été modifié spécifiquement pour tenir compte de cette structure potentielle. Le design des bermes est considéré suffisant pour retenir des blocs potentiellement instables autour de cette zone, cependant, la faille potentielle devrait être cartographiée et caractérisée dès les premiers bancs afin de réévaluer son impact sur la stabilité du mur Sud.

#### Zone Légèrement Altérée

On s'attend à rencontrer un massif rocheux de plus faible qualité dans les premiers 10 à 20 m du socle rocheux où le roc est davantage fracturé et altéré. Dans cet horizon, la configuration recommandée consiste à excaver des bancs simples de 10m de hauteur avec un pendage de 75° (BFA). Cette zone fracturée peut s'étendre sur une profondeur plus importante (approximativement 40m) dans le mur Sud étant donné une zone observée de faible RQD au contact de la Dacite/Sédiments.

#### Configuration recommandée des pentes rocheuses

Les paramètres de design de pentes rocheuses recommandés pour l'étude de faisabilité sont similaires à ceux recommandés lors de l'étude préliminaire d'évaluation économique (PEA) complétée en 2014. Les investigations et analyses additionnelles complétées pour l'étude de faisabilité ont identifié le potentiel d'apporter certaines optimisations des pentes de la fosse, en se basant sur un modèle structural plus détaillé définissant plus particulièrement l'intensité de la



foliation, la cartographie des premiers bancs et le comportement des eaux souterraines. Le Tableau 16.12 présente les paramètres de conception des pentes rocheuses utilisés pour le PEA et la présente étude de faisabilité ainsi que le potentiel d'optimisation du design en considérant les conditions énumérées précédemment.

**Tableau 16.12- Configuration des pentes rocheuses recommandée pour le projet d'Akasaba Ouest**

Design Sector	Wall Dip Direction (°)	Optimization Potential				PEA and FS Studies			
		BFA (°)	Bench Height (m)	Bench Width (m)	IRA (°)	BFA (°)	Bench Separation (m)	Bench Width (m)	IRA (°)
<b>Upper (10 - 20 m) More Fractured Bedrock Zone</b>									
<b>East, West, North</b>	035 - 295	75	10	6	49	75	10	6.3	48
<b>South</b>	295 - 035					75	10	7	46
<b>Bedrock Zone</b>									
<b>I East Wall</b>	260 (225 - 295)	75	20	10.5	52	75	20	10.5	52
<b>II South Wall</b>	345 (295 - 035)	<i>Medium to Strong Foliation (Lower Benches)</i>				75	20	12.5	48
		75	20	11.5	50				
		<i>None to Weak Foliation (Upper Benches)</i>							
		75	20	9	54				
<b>III West Wall</b>	080 (035 - 125)	75	20	10.5	52	75	20	10.5	52
<b>IV North Wall</b>	175 (125 - 225)	<i>Medium to Strong Foliation (Lower Benches)</i>				75	20	11.5 (10.5)	50 (52)
		75	20	11.5	50				
		<i>None to Weak Foliation (Upper Benches)</i>							
		75	20	9	54				

En plus de considérations techniques tel que l'élaboration d'un modèle structural et d'intensité de la foliation, la réalisation de pentes plus prononcées dépend de l'application de pratiques d'opération et de monitoring rigoureuse incluant entre autres :

- L'utilisation de tirs périmétriques (pré-découpage et sautage adouci pour les murs finaux) et s'assurer que l'entrepreneur possède l'équipement approprié pour un écaillage efficace des parois;
- Maintenir les bancs libres de débris, plus particulièrement les aires où la roche risque de s'effriter comme dans les zones de foliation intense;
- Planification de mesures de drainage tel qu'un puits de dénoyage dans le secteur nord-ouest de la fosse et s'assurer d'avoir la capacité de forer des trous de drain horizontaux de 50 à 100 m de profondeur s'il s'avère nécessaire d'abaisser la pression interstitielle dans les murs, particulièrement le mur Nord. Des détails additionnels sur la gestion de l'eau sont présentés à la Section 20.3.1;

- Monitoring des murs de la fosse (prismes et piézomètres).

## 16.8 PARAMÈTRES POUR LA CONCEPTION DES HALDES

La fosse proposée va générer de la roche minéralisée et du stérile, ainsi que du matériel provenant du mort-terrain. Ces différents matériaux seront entreposés dans des haldes sur le site, de manière temporaire ou permanente. La firme de consultants Golder Associates a été retenue pour fournir le design et la planification de la construction des haldes, principalement au niveau des investigations géotechniques, la sélection des sites et la construction. Plusieurs aspects ont été considérés pour la sélection des sites d'entreposage : environnement, autorisations/permis, milieu physique, et géotechnique/hydrogéologie. Les recommandations des designs et de construction ont été fournies par Golder (Annexe Z : 1205-REP-017). Au total, il y aura 5 haldes sur le site durant les opérations dont 3 haldes qui resteront permanentes à la fermeture, à moins que d'autres solutions ne soient envisagées : halde de terre végétale/tourbe, la halde de mort-terrain (permanente), la halde de stérile non générateur d'acide (permanente), la halde potentiellement génératrice d'acide (permanente) et la halde de minerai.

### 16.8.1 INVESTIGATIONS SUR LE TERRAIN

Les investigations géotechniques ont été effectuées en décembre 2014 et janvier 2015 lorsque le sol était suffisamment gelé. Les investigations ont consisté en :

- 12 forages (14-SP-01 à 12) avec des tests géotechniques in-situ plus 6 sondages (GT-06 à 11) forés pour la fosse;
- La collecte des échantillons intacts et remaniés pour les tests en laboratoire;
- L'installation de piézomètres;
- Tests en laboratoire (taux d'humidité, masse volumique, limite Atterberg, granulométrie, contenu organique, conductivité hydraulique et test triaxial sur matériel non drainé et non consolidé).

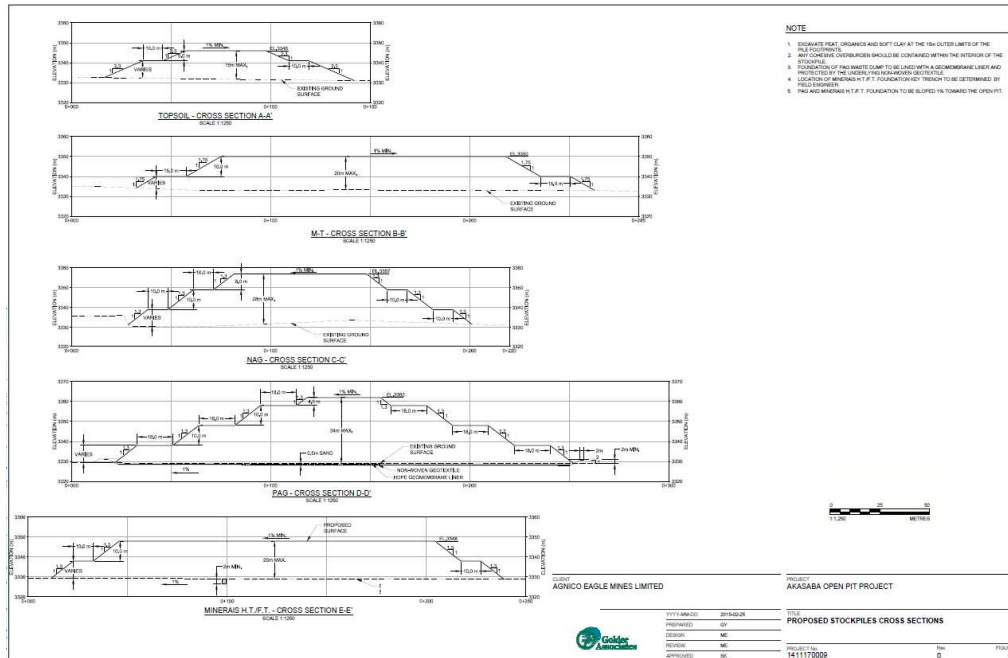
### 16.8.2 DESIGN DES PENTES DES HALDES

Les paramètres de conception et la configuration proposée de chaque halde sont présentés à la Figure 16.12.

En général, la tourbe en périphérie des haldes sera excavée pour en améliorer la stabilité et il est envisagé que du stérile non générateur acide soit utilisé pour stabiliser la base de la pente de la halde. La technique de stabilisation, si requise, sera sélectionnée lors de la phase d'ingénierie de détail du projet.

Dans le cas de la halde de stérile PAG, les matériaux inadaptés qui se trouvent sous la halde devront être décapés et remplacés si un revêtement est considéré comme nécessaire pour la protection de l'environnement (voir les Sections 20.1.1 et 20.2.1). Lorsque cela est possible, les haldes permanentes seront profilées à leur configuration de pente finale au cours des opérations, tandis que l'équipement est disponible sur place (voir les Sections 20.2.1 et 20.7.2 pour les considérations liées à la fermeture du site).

Une distance de 60 m de recul est stipulée entre la crête de la fosse et le pied des haldes.



**Figure 16.12 - Sections illustrant le design de construction des 5 haldes**

Note : Le profil final peut être construit durant les opérations pour les haldes permanentes.

## 16.9 FORAGE ET SAUTAGE DE PRODUCTION

En se basant sur les expériences antérieures et en se comparant à d'autres mines ayant une production similaire, un facteur de chargement de 0.82 Kg d'explosif /m<sup>3</sup> sera utilisé pour le minerai et de 0.77 Kg d'explosif /m<sup>3</sup> pour le stérile. Un explosif en vrac de type émulsion sera utilisé. Celui-ci sera directement livré aux trous de production par le fournisseur à l'aide d'un camion conçu à cette fin. Le produit sera pompé dans chaque trou à une densité de 1.2 g/c<sup>3</sup>, le Tableau 16.13 présente les paramètres qui s'appliqueront pour le forage et sautage.

**Tableau 16.13 - Paramètres de forage et sautage**

	Units	Waste Rock	Ore	Pre-Split
Hauteur de banc	m	10	10	20
Zone total par sautage	m <sup>2</sup>	1500	1500	
Densité	t/m <sup>3</sup>	2.76	2.57	2.57/2.76
Diamètre de trou	inch	6.5	6.5	4.5
Diamètre de trou	mm	165	165	114
Sous forage	m	1.2	1.2	
Collet	m	3	3	
Espacement	m	5.7	5.6	1.5
Fardeau	m	4.7	4.6	
Reprise de forage	%	2	2	2
Facteur poudre	kg/t	0.28	0.32	
Quantité d'explosif	kg/m	26	26	
Quantité d'explosif	kg/hole	211	211	
Colonne d'explosif	m	8.2	8.2	

Le sautage sera sous-traité à une firme locale experte en dynamitage. La compagnie choisie devra accomplir toutes les tâches connexes du sautage incluant la connexion finale des explosifs. Le département d'ingénierie d'Agnico Eagle sera responsable de tous les patrons de sautage ainsi que l'exécution sur le terrain. L'équipe mobilisée pour le chargement d'émulsion comprendra un boutefeu, un aide boutefeu et un opérateur de camion à émulsion.

Le forage des trous sera également réalisé par l'entrepreneur sélectionné. Le diamètre des trous sera de 165 mm pour les trous de production et de 114 mm pour les trous de pré-découpages. En moyenne, deux foreuses hydrauliques seront nécessaires pour le bon fonctionnement des opérations.

## **16.10 DRAINAGE DE LA MINE**

Le drainage de la fosse sera accompli via une combinaison de puits verticaux d'assèchement permettant d'abaisser la nappe phréatique dans le secteur nord-ouest, par la mise en place de divers fossés de captage localisés en périphérie et dans les pentes de mort-terrain de la fosse et par l'installation d'un système de captation des eaux (puisard) et de pompage. Un débit de dénoyage se situant entre 40 et 60 m<sup>3</sup> par heure a été estimé. L'entrepreneur sélectionné sera responsable d'installer, d'opérer et de réaliser l'entretien du système de pompage.

## **16.11 SÉLECTION DES ÉQUIPEMENTS DE PRODUCTION**

Une excavatrice hydraulique diesel munie d'un godet de 6 m<sup>3</sup> sera utilisée pour charger en 4 passes le roc stérile ou le minerai dans des camions de 40 tonnes de capacité (le camion de 40t a été sélectionné pour cette étude, mais le choix final sera fixé en fonction de l'équipement qui sera disponible via l'entrepreneur sélectionné). Ce choix s'appuie sur le fait que cet équipement de chargement permet d'être plus sélectif lors de l'excavation et donc de permettre de produire un minerai de meilleure qualité. De plus, l'excavatrice est excellente pour accomplir les tâches de séparation du minerai et du stérile à leur contact et pour excaver des lentilles minéralisées étroites où une sélectivité plus grande est souhaitée.

Une flotte de 3 à 6 camions de 40 tonnes est nécessaire durant de la vie de la mine pour rencontrer les besoins du plan de production et considérant que le temps de halage s'accroitra avec l'approfondissement graduel de la fosse à ciel ouvert.

De plus, une chargeuse frontale sur roues munie d'un godet de 4.2 à 6.1m<sup>3</sup> sera utilisée comme équipement de relève pour combler les périodes où l'excavatrice hydraulique est non disponible. Cet équipement sera aussi utilisé pour alimenter le concasseur primaire sur le site et permettre la remanutention du matériel (minerai ou stérile) entreposé sur les diverses aires d'accumulation.

Une autre flotte de camions routiers d'une capacité se situant entre 30 à 40 tonnes, sera consacrée au transport du minerai concassé du site d'Akasaba vers le concentrateur de la mine Goldex.

### Équipements auxiliaires

D'autres équipements auxiliaires seront utilisés pour apporter un support aux équipements de transport et chargement. Entre autre, des équipements tels qu'une niveleuse, une excavatrice munie d'un marteau hydraulique ou d'un godet pour réduire les blocs de roc hors dimension ou pour écailler les murs de la fosse, des bouteurs, un camion citerne pour le ravitaillement en diesel, de même qu'une flotte de véhicules légers (camionnettes) seront nécessaires pour combler les besoins des opérations. Un bouteur sera utilisé pour le placement du matériel sur les diverses aires d'accumulation ainsi que deux chargeuses frontales pour divers autres travaux généraux et d'entretien des diverses places de travail sur le site.

Pour maintenir les diverses routes de halage sur le site en bonne condition et sécuritaire, une niveleuse équipée d'un scarificateur et d'un butoir sera utilisée. Une autre niveleuse permettra d'entretenir la route entre le site d'Akasaba et l'usine de la mine Goldex. De plus, un camion muni d'un réservoir interchangeable pouvant contenir de l'eau pour le contrôle des poussières sur les routes en été et du sable durant les hivers permettra d'améliorer la sécurité sur les routes.

Les équipements de services assisteront les équipements de production afin d'assurer une production en continue et accomplir certains travaux en parallèle tels que:

- La construction et l'entretien des routes sur le site;
- Le nettoyage des divers planchers dans la fosse;
- L'écaillage des murs de la fosse;
- Le ravitaillement des équipements en diesel et lubrifiant ;
- Le transport du personnel;
- La gestion des eaux (captation / drainage / pompage);
- Le remorquage ou l'entretien des équipements;
- Travaux généraux d'entretien ou de construction.

### Usine de concassage pour agrégats

Toutes les rampes et les différentes routes de halage et de service sur le site auront besoin d'agrégats afin d'être maintenues dans des conditions optimales et sécuritaires. Lors des diverses phases de construction, production et de post-production, une usine de concassage portative (concasseurs et tamis) sera utilisée périodiquement pour produire les agrégats requis (surface de roulement, sablage en hiver, bourre pour collet de trou, etc).

### 16.11.1 TEMPS DE CYCLE

Afin d'estimer le nombre de camions requis pour le transport du minerai et du stérile, un temps de cycle a été déterminé pour chaque circuit de halage requis considérant le type de matériel transporté et sa destination. Chacun de ces circuits de halage a été divisé en plusieurs segments pour lesquels la distance parcourue et la vitesse maximale de transport ont été déterminées. Le nombre de camions requis a donc été obtenu en considérant le tonnage annuel à transporter annuellement selon le plan de production, le nombre d'heures effectives annuelles d'opération anticipé pour chaque camion (basé sur les heures cédulées moins les heures perdues pour entretien et autres arrêts), le temps de chargement et de transport et en incluant certains facteurs d'efficacité. Étant donné que la distance de transport et la production annuelle peuvent varier dans le temps, le nombre de camions subira les mêmes variations.

### 16.11.2 ÉQUIPEMENTS RECOMMANDÉS

Le nombre d'équipements de production et de service planifié annuellement est présenté dans le Tableau 16.14.

**Tableau 16.14 - Akasaba Ouest, Flotte d'équipement mobile**

Equipment	Année -1	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6
<b>Équipements majeurs</b>							
1 Prod. Foreuse – DTH 4.5 to 8.5"	2	2	2	2	2		
2 excavatrice -6 m3	1	1	1	1	1		
3 Camion minier articulé 40 tonnes	3	4	5	6	6		
4 Camion de transport 30-40 tonnes		6	6	6	6	6	6
<b>Équipements auxiliaires</b>							
1 Niveleuse – 12'	2	2	2	2	2	1	1
2 Butteur 4-7 m3	1	1	1	1	1		
3 Excavatrice – 2m3	1	1	1	1	1		
4 Chargeuse 2.5-3.5 m3	1	1	1	1	1	1	1
5 Chargeuse sur roue 4.2 – 6.1 m3	2	2	2	2	2	2	2
6 Camion de ravitaillement, T880	1	1	1	1	1		
7 Camion de sable, T880	1	1	1	1	1	1	1
8 Camion citerne	1	1	1	1	1	1	1
9 Camion de service	1	1	1	1	1		
10 Tour d'éclairage – puissance diesel	4	4	4	4	4	1	1
11 Camion pick-up - 4 x 4, ¾ tonnes	6	6	6	6	4	2	2
12 Marteau - 8500 Kg/m		1	1	1	1	1	1
14 Camion d'explosif	1	1	1	1	1		
15 Camion pour accessoires à explosif	1	1	1	1	1		



## 17 MÉTHODES DE RÉCUPÉRATION

La viabilité économique du projet Akasaba dépend grandement de la capacité disponible des usines de la mine Goldex et de la mine LaRonde. La disponibilité du concentrateur Goldex est un élément clé, car le camionnage du minerai Akasaba vers LaRonde (> 95 km) n'est pas viable économiquement. La production d'un concentré final de cuivre à Goldex est rejetée pour des raisons d'investissement en capital et en plus du risque de faible performance avec la récupération de l'or. Enfin, le scénario le plus réaliste consiste à prendre avantage à la fois de la disponibilité de l'usine Goldex et de LaRonde tout en demeurant le plus près possible de leur capacité respective. Le minerai d'Akasaba sera traité dans la séquence suivante :

- Concentrateur de Goldex :
  - Séparation gravimétrique;
  - Flottation d'un concentré de sulfures;
  - Camionnage du concentré de sulfures au concentrateur LaRonde.
  
- Concentrateur de LaRonde :
  - Rebroyage du concentré de sulfures;
  - Flottation du cuivre ;
  - Cyanuration de l'or restant dans le circuit des métaux précieux.

Le tonnage nominal de la mine Goldex Deep est établi à 6 000 tonnes par jour pendant l'exploitation d'Akasaba. L'objectif du projet Akasaba consiste à utiliser la capacité de traitement résiduel. Basé sur les évaluations métallurgiques, cela donne 2 800 t/j menant à un traitement de tonnage total pour Goldex de 8 800 t/j. Les détails de cette conclusion ont été présentés dans la section 13 du présent rapport.

Le concentrateur de Goldex a été mis en service en avril 2008 et est entré en production commerciale en août 2008. Les critères de conception des procédés pour les circuits et équipements de broyage existants peuvent être trouvés dans l'étude de faisabilité Goldex 2005 (Émond et al., 2005). Un projet d'expansion en 2010 a augmenté le taux de l'usine de traitement d'un débit de 6 900 à 8 200 tonnes par jour, avec des pics allant jusqu'à 9 500 t/j en effectuant du concassage tertiaire. L'usine a été suspendue en octobre 2011 et a été remise en marche en septembre 2013. Une usine de remblais en pâte a été ajoutée en 2013 pour le remplissage des chantiers. Le calendrier d'exploitation est de 24 heures par jour, sept jours par semaine à la disponibilité des installations de 94,5%. Les critères de conception pour le projet Akasaba – Goldex Deep sont présentés à l'Annexe AA : 1205-DGC-001.

La Figure 17.1 représente l'usine de traitement de la mine Goldex adapté pour le projet Akasaba et comprend aussi la nouvelle usine de remblai en pâte.

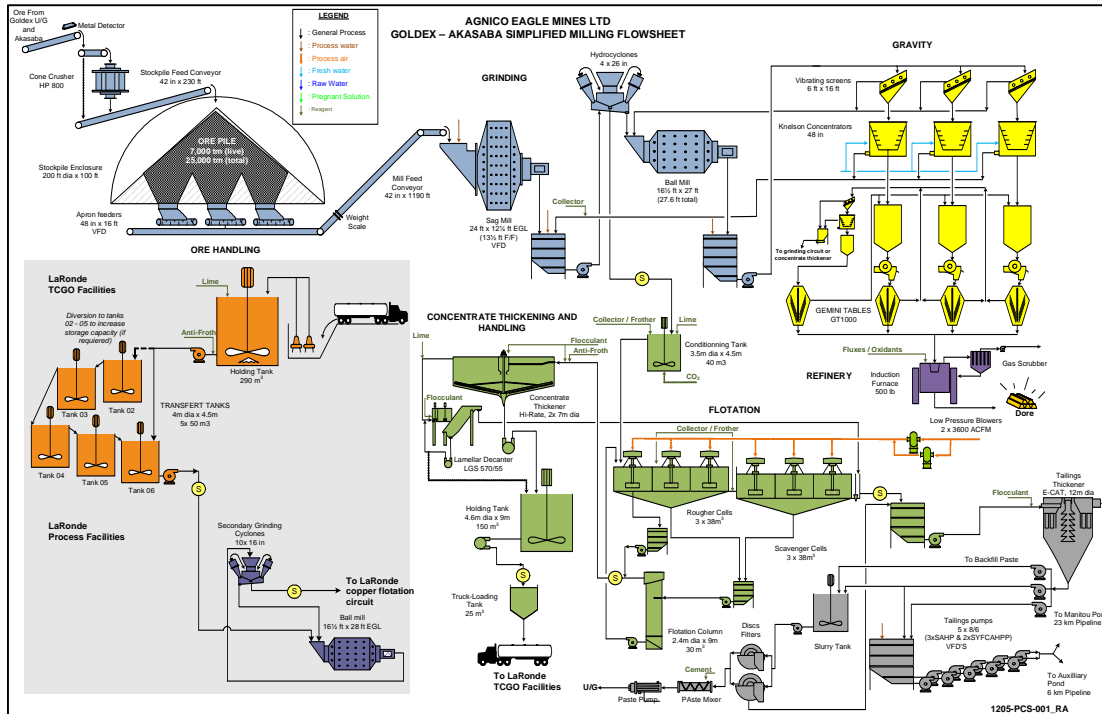


Figure 17.1 - Schéma de l'usine de traitement Goldex adapté pour Akasaba

## 17.1 DESCRIPTION DE L'USINE DE TRAITEMENT PROPOSÉE

Le minerai est concassé sur le site Akasaba par un concasseur à mâchoires, puis transporté par camion vers le site de la mine Goldex où il sera mélangé, concassé de nouveau et entreposé avec le minerai de la mine Goldex dans le dôme d'entreposage. Les installations de traitement comprennent un circuit de concassage secondaire, de broyage et de gravimétrie, des installations de flottation des sulfures, de manutention du concentré et une raffinerie pour fondre le concentré de gravimétrie en lingot. Le circuit de gravimétrie récupère les particules d'or grossières tandis que le concentré de flottation contient les particules d'or restantes, qui sont de l'ordre de 10µm à 130µm en taille.

Le concentré de flottation épaissi est transporté par des camions-citernes sur 50 km, jusqu'à l'installation de Traitement du Concentré de Goldex (TCGO) située à LaRonde. À partir du réservoir d'entreposage du TCGO, le concentré est pompé et mélangé à celui de l'usine de LaRonde dans le broyeur à boulets. L'or et le cuivre sont successivement traités dans le circuit de flottation du cuivre et du zinc et ensuite dans le circuit de lixiviation CIP de LaRonde. À la fin, un concentré de cuivre riche en or et des lingots d'or et d'argent sont produits.

Les installations de transformation de Goldex comprennent deux parcs à résidus: l'un situé à Manitou (24 km à l'est du complexe) et un parc auxiliaire situé à proximité (4 km au sud du complexe).

### 17.1.1 CONCASSAGE ET MANIPULATION DU MINERAI

Le système de entreposage et de manipulation du minerai de Goldex a été conçu sur la base d'une alimentation continue de 24 heures aux installations de broyage. Le minerai est concassé sur le site d'Akasaba par le concasseur à mâchoires primaire (100% passant 150 mm) et transporté par camion jusqu'au grizzly et la trémie extérieure de Goldex. Des modifications seront apportées à ces infrastructures pour répondre au tonnage plus élevé apporté par le projet Akasaba (rampe de béton devant le grizzly, arche de sécurité pour empêcher le basculement de camion...). Le minerai d'Akasaba est ensuite amené sur un convoyeur de 1 067 mm de largeur qui alimente le concasseur à cône, qui broie le minerai à 80% passant 60 mm. Le système de convoyeur pour l'alimentation du dôme est conçu pour supporter jusqu'à 435 t/h. Le minerai concassé est transporté et mélangé avec du minerai à la mine Goldex à l'intérieur du dôme géodésique qui peut contenir 7 000 tonnes vives de minerai (équivalent à 18 heures de disponibilité). La capacité totale du dôme est d'environ 30 000 t incluant les zones mortes. Le minerai est récupéré par le dessous de la pile via trois alimentateurs à tablier de 1 219 mm x 4 877 mm. Chaque alimentateur est conçu pour permettre un tonnage de 290 t/h. Ils sont donc opérés à un taux réduit. Les alimentateurs se déchargent sur le convoyeur d'alimentation du SAG de l'usine d'une dimension de 1 067 mm x 362m. Le débit est contrôlé et enregistré par l'intermédiaire d'un dispositif de mesure de poids installé sur le convoyeur d'alimentation.

### 17.1.2 BROYAGE ET GRAVIMÉTRIE

Le circuit de broyage comprend un broyeur primaire de type SAG en circuit ouvert et un broyeur à boulets en circuit fermé avec des cyclones. La décharge du SAG alimente une batterie de cyclones où la surverse des cyclones est dirigée vers le circuit de flottation tandis que la sousverse retourne au broyeur à boulets. La classification est réalisée par l'intermédiaire d'un groupe de quatre (4) cyclones de 660 mm de diamètre, dont trois sont opérés en même temps. La décharge du broyeur à boulets est alimentée au circuit de gravimétrie. Les rejets de gravimétrie sont ensuite retournés à l'alimentation des cyclones.

Le broyage primaire est effectué par un broyeur conventionnel de type SAG ayant 6 858 mm de diamètre par 3 310 mm de long (EGL) avec une puissance installée de 3 355 kW. Le broyage secondaire est effectué au moyen d'un broyeur à boulets de 5 029 mm de diamètre par 8 230 mm de long (EGL) avec une puissance installée de 3 355 kW. La décharge du broyeur à boulets est pompée sur les tamis de classification du circuit d'alimentation de la gravimétrie. Les particules grossières sont dirigées à la boîte de pompe d'alimentation des cyclones alors que le passant des tamis alimente trois concentrateurs gravimétriques Knelson. Les rejets des concentrateurs gravimétriques retournent à la boîte d'alimentation des cyclones et le concentré de chaque unité est entreposé dans un réservoir dédié à cet usage. La décharge de chaque réservoir de concentré de gravimétrie passe à travers un

séparateur magnétique pour éliminer les particules métalliques avant d'être nettoyé et concentré à l'aide de table Gemini. Les résidus de tablage sont retraités à l'aide d'un concentrateur Knelson. Le concentré de ce Knelson est nettoyé par une quatrième table Gemini alors que les résidus sont retournés au circuit de broyage. Le concentré d'or provenant des tables Gemini est ensuite chauffé dans un four de calcination puis fondu dans un four à induction pour produire un lingot d'or.

### 17.1.3 FLOTTATION

La cinétique de flottation du minerai d'Akasaba est plus lente comparé à la cinétique de flottation de Goldex. Par conséquent, nous prévoyons que le conditionnement de la pulpe Goldex Deep – Akasaba débute à l'étape de broyage, où de la chaux et le collecteur seront ajoutés. Par conséquent, le conditionnement de la pulpe ne sera pas limité à la cuve de conditionnement situé en amont du circuit de flottation. Le temps total de conditionnement incluant le broyeur secondaire et le réservoir de conditionnement sera d'environ 10 minutes. La pulpe conditionnée alimente, par gravité, le circuit de dégrossissage composé de trois cellules mécaniques, suivies par une autre série de trois cellules mécaniques pour l'épuisage. Chaque étape de dégrossissage et d'épuisage comprend trois cellules de 38 m<sup>3</sup> offrant un temps de flottation respectif de 13 minutes à 50% solides pour un temps de flottation total d'environ 26 minutes. L'agitateur a un moteur de 56 kW et il est possible d'ajuster le débit d'air. Une colonne de flottation ayant 42 m<sup>3</sup> de capacité permet de faire l'étape de nettoyage et de produire du concentré final. Le contrôle de niveau automatique est prévu pour chaque cellule mécanique ainsi que pour la colonne.

Le concentré du premier banc de dégrossissage est pompé directement vers l'épaississeur à concentré. Les concentrés du deuxième et troisième banc de dégrossissage sont combinés avec celui des bancs d'épuisage et ensuite pompé vers la colonne de nettoyage. Le temps de flottation de nettoyage est d'environ 20 minutes à 11% solides. Le concentré de la colonne est pompé vers l'épaississeur à concentré. Les résidus de la colonne sont retournés à la cuve de conditionnement de la flottation. Le rejet des cellules épuiseuses constitue le rejet final et est pompé vers l'épaississeur à résidus. Le circuit de flottation à Goldex n'est pas conçu pour produire un concentré de cuivre de qualité finale. La teneur en cuivre du concentré de Goldex Deep – Akasaba sera d'environ 6,0% Cu.

Des systèmes automatisés d'échantillonnage sont inclus dans le circuit de flottation. Des échantillonneurs primaires et secondaires de type Vezin sont installés à l'alimentation et aux rejets. Pour compléter les informations pour le bilan de masse de Goldex, d'autres échantillonneurs seront requis. Un analyseur à rayons X en ligne sera installé afin d'assurer un contrôle continu de la teneur en cuivre de l'alimentation, des rejets et du concentré permettant ainsi d'ajuster le dosage des réactifs de flottation. Des pompes à pulpe seront requises pour envoyer les échantillons vers l'analyseur.

#### 17.1.4 REJETS D'USINE DE GOLDEX

Les rejets de flottation du concentrateur Goldex (30% solides) alimentent un épaisseur E-CAT de 12 m de diamètre. La souverse de cet épaisseur atteint un pourcentage solide de 55% et est ensuite pompée à l'usine de remblai en pâte et/ou vers le parc à résidus. L'introduction de cuivre dans l'alimentation de l'usine de Goldex est nouvelle. Le contrôle de la quantité de cuivre dans les résidus de produits est essentielle afin de demeurer en conformité avec le certificat d'autorisation du parc à résidus. L'analyseur à rayon X sera un équipement clé pour s'assurer d'atteindre ce critère environnemental.

#### 17.1.5 ÉPAISSISSAGE DU CONCENTRÉ ET MANUTENTION

L'épaisseur à concentré de Goldex a un diamètre de 7 m. Dans le projet d'expansion de 2009 (6 900 à 8 000 tpj) un décanteur lamellaire a été ajouté pour traiter la surverse de l'épaisseur pendant les pointes de tonnage. La capacité d'épaississage du concentré de Goldex est en mesure de répondre à un taux de production moyen de 8 200 tpj à 1,8% de soutirage en flottation. L'ajout du minerai d'Akasaba dans une proportion de 70/30 Goldex Deep-Akasaba augmente le ratio moyen de soutirage qui passe de 1,8 à 2,8%. À un tonnage de 8 800 tpj, l'installation d'un nouvel épaisseur de 7 m de diamètre sera nécessaire. Les deux épaisseurs de concentré alimenteront un réservoir d'entreposage de 143 m<sup>3</sup>. La capacité de d'entreposage est basée sur un total de 11 heures à 60% solide.

Le concentré est transféré du réservoir d'entreposage vers les installations de transfert pour le remplissage des camions. La capacité utile des camions à concentré est de 33 tonnes de pulpe (20 m<sup>3</sup> à 60% solide). Une fois remplie, le camion parcourt les 50 km entre le concentrateur Goldex et celui de LaRonde pour la suite du traitement du concentré.

#### 17.1.6 DÉCHARGEMENT DU CONCENTRÉ À L'USINE DE TRAITEMENT DE LARONDE

L'usine de traitement TCGO avait été construite en 2007 à LaRonde pour cyanurer l'or contenu dans le concentré de sulfure de Goldex. Bien que cette section de l'usine ne cyanure plus l'or, les infrastructures seront requises pour recevoir, contenir et transférer le concentré Goldex Deep-Akasaba vers le concentrateur de LaRonde. Au TCGO, le concentré de flottation sera pompé dans le réservoir de rétention de 290 m<sup>3</sup>. Le concentré sera ensuite pompé vers le broyeur à boulets de LaRonde (Figure 17.2). Les réservoirs de lixiviation du TCGO seront reconditionnés et utilisés pour faire de l'entreposage supplémentaire afin d'augmenter la capacité d'entreposage en cas d'arrêts temporaires de l'opération LaRonde. Un réservoir de plus grande capacité sera requis en cas d'arrêt non planifié et prolongé de LaRonde. La possibilité d'utiliser un épaisseur E-CAT, non utilisé, à titre de réservoir d'urgence est évaluée.

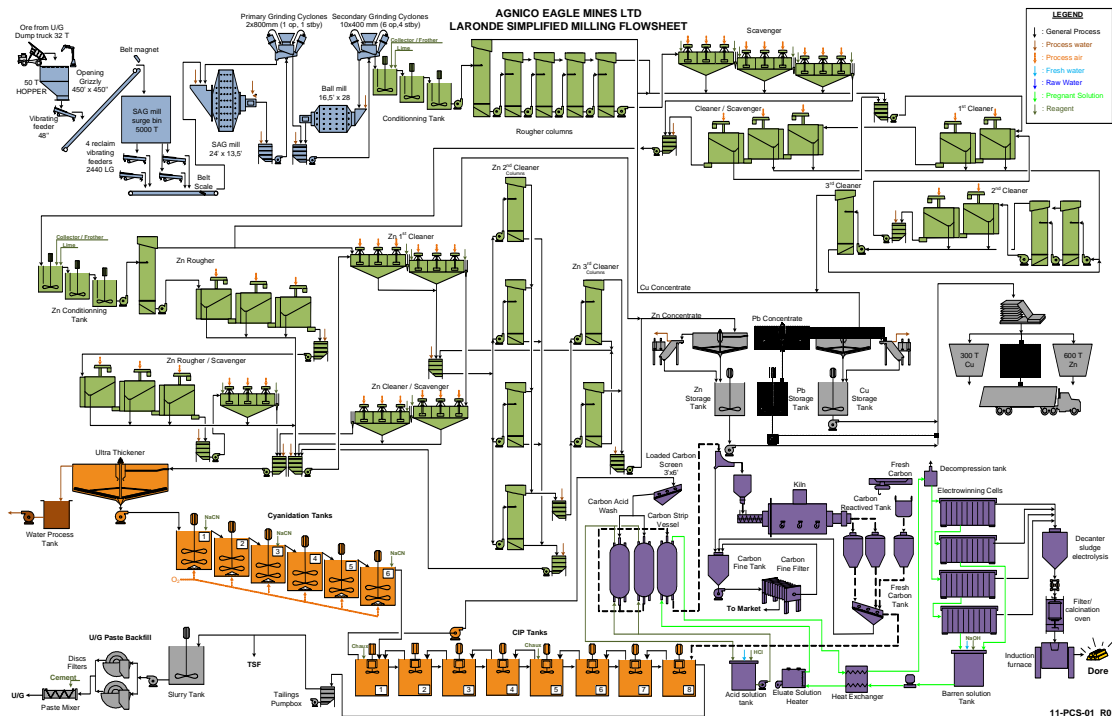


Figure 17.2 - Schéma simplifié de l'usine de traitement de LaRonde

### 17.1.7 CIRCUIT DE FLOTTATION DU CUIVRE

La capacité nominale du concentrateur LaRonde est de 7 200 tpj et le tonnage actuel suit la capacité de la mine LaRonde extension qui est de 6 150 tpj. Il y a donc de la disponibilité pour le concentré Goldex - Akasaba.

Le concentré serait directement introduit dans le circuit de broyage secondaire de LaRonde pour profiter de la réduction de la taille des particules et le nettoyage de la surface de la particule qui sont tous les deux bénéfiques pour la récupération par flottation. Ce scénario implique toutefois l'installation d'un nouvel échantillonneur après le circuit du broyeur SAG pour mesurer les teneurs d'alimentation de LaRonde.

Le circuit de cuivre LaRonde est composé de trois conditionneurs de 137 m<sup>3</sup> suivis par une colonne de flottation dégrossisseuse de 73 m<sup>3</sup> et de 4 cellules de contact de dégrossissage totalisant 110 m<sup>3</sup>. Les rejets des cellules dégrossisseuses alimentent deux cellules mécaniques d'épuisage totalisant 32 m<sup>3</sup> de capacité. L'impact du tonnage du concentré de Goldex Deep-Akasaba sur le temps de rétention du circuit de flottation de LaRonde est très faible, puisque seulement 220 tpj de concentré sera traité dans ce circuit, représentant 3% du tonnage de LaRonde.

Le circuit de nettoyage cuivre de LaRonde consiste en trois étapes avec les deux premières étapes de nettoyage suivies par une étape d'épuisage. Les équipements de flottation de nettoyage sont, pour la plupart, des cellules-réservoirs avec quelques cellules-contacts cumulant 150 m<sup>3</sup> de capacité. Le minerai de LaRonde et le concentré de Goldex Deep-Akasaba vont doubler le tonnage de concentré de cuivre produit par LaRonde pour la même période. Cependant, les critères de conception du



circuit de flottation du cuivre (projet ACCF de 2006) est supérieur à cette augmentation qui est en grande partie due à la qualité d'alimentation en Cu+Pb qui était d'environ 0,75% à l'époque. Par exemple, en 2008, avec la même configuration<sup>1</sup> d'équipement de flottation, le circuit de cuivre de LaRonde a traité en moyenne de 171 tpj de concentré à 22,8% (Cu + Pb). En comparaison, l'opération de LaRonde combinée avec le concentré de Goldex Deep-Akasaba produira environ 130 tpj de concentré à 20,8% (Cu + Pb). Cette comparaison entre le LOM de LaRonde avec le concentré de Goldex Deep-Akasaba et la production de l'année 2008 montrent une capacité supplémentaire potentielle de 45% permettant de traiter du minerai ayant une teneur Cu ou Pb supérieure (Tableau 17.1 ). À LaRonde, on prévoit de basses teneurs de plomb pendant toute la période d'opération d'Akasaba.

**Tableau 17.1 - Capacité de LaRonde pour le circuit de flottation de nettoyage du Cu/Pb**

Description	Alimentation				Concentré Cuivre			
	Tonnage (tpj)	Teneur	Teneur	Teneur	Tonnage (tpj)	Teneur	Teneur	Teneur
		Cu (%)	Pb (%)	Cu+Pb (%)		Cu (%)	Pb (%)	Cu+Pb (%)
LOM LaRonde 2019	6000	0,22	0,02	0,24	57,6	20,0	0,4	20,4
LOM LaRonde 2020-2023	6000	0,25	0,03	0,28	65,7	20,0	0,8	20,8
Concentré Goldex-Akasaba	220	6,0	0,0	6,00	64,0	20,0	0,0	20,0
LOM LaRonde 2020-2023 + Concentré Goldex-Akasaba	6220	0,45	0,03	0,48	129,7	20,0	0,8	20,8
Production de LaRonde 2008	7229	0,33	0,38	0,71	171,1	12,1	10,7	22,8

#### 17.1.8 CIRCUIT DES MÉTAUX PRÉCIEUX

Le circuit des métaux précieux, qui traite le reste de l'or présent dans les rejets du circuit de flottation des métaux de base, est composé de: 1) Un circuit de lixiviation au cyanure; 2) un circuit d'adsorption au charbon (CIP) pour adsorber l'or; et 3) un circuit Zadra de désorption de l'or à haute pression combiné à des cellules électrolytiques pour précipiter l'or. On prévoit que seulement une faible proportion de l'or d'Akasaba, se retrouve dans le circuit de métaux précieux, en raison de sa prédisposition à être associé aux sulfures de cuivre et à être récupéré par flottation. Cependant, il se peut que ce ne soit pas le cas avec le concentré de Goldex Deep qui peut préférentiellement se rapporter au rejet de cuivre en raison de l'association avec la pyrite, qui ne se retrouve pas ou peu dans le concentré de cuivre.

#### 17.1.9 SYSTÈMES DE TRAITEMENT DES RÉSIDUS DE LARONDE

Les impacts d'Akasaba sur la gestion des résidus à LaRonde seront minimes. Toutefois, la présence de bornite pourrait accroître la concentration en cuivre dissout dans la solution au rejet. Toutefois, cet apport de cuivre nécessitera un dosage



approprié de réactifs pour précipiter le cuivre. Il est confirmé que les installations actuelles sont en mesure de supporter le projet Akasaba à cet égard.

## 17.2 CONSOMMABLES DE TRAITEMENT

### 17.2.1 CONSOMMABLES

Le Tableau 17.2 présente la liste des réactifs chimiques requis pour le processus de traitement du minerai Goldex Deep/Akasaba à Goldex.

**Tableau 17.2 - Consommables requis pour le traitement du minerai Goldex Deep/Akasaba**

SITE DE GOLDEX		
BROYAGE	QUANTITÉ	UNITÉS
Boulets d'acier de 13cm	0.650	kg/t
Boulets au chrome de 5cm	0.380	kg/t
<b>RAFFINAGE</b>		
Borax	70	kg/mois
Silice	35	kg/mois
Creuset MR564	1	unité
Inductseal	10	kg/mois
Starram	50	kg/mois
Nitrate de sodium	35	kg/mois
<b>FLOTTATION</b>		
Collecteur principal KAX-51	92	g/t
Moussant primaire (MIBC)	45	g/t
Moussant secondaire (Unifroth 250)	0	g/t
Chaux hydratée	80	g/t
Gaz CO2	0.06	kg/t
<b>MANIPULATION DU CONCENTRÉ</b>		
Agent floculant	0.2	g/t
Anti-Mousse	1.3	g/t
<b>SERVICES</b>		
Anti-Mousse	0.15	g/t
Antitartre	6.0	g/t
Inhibiteur de corrosion	20.0	g/t

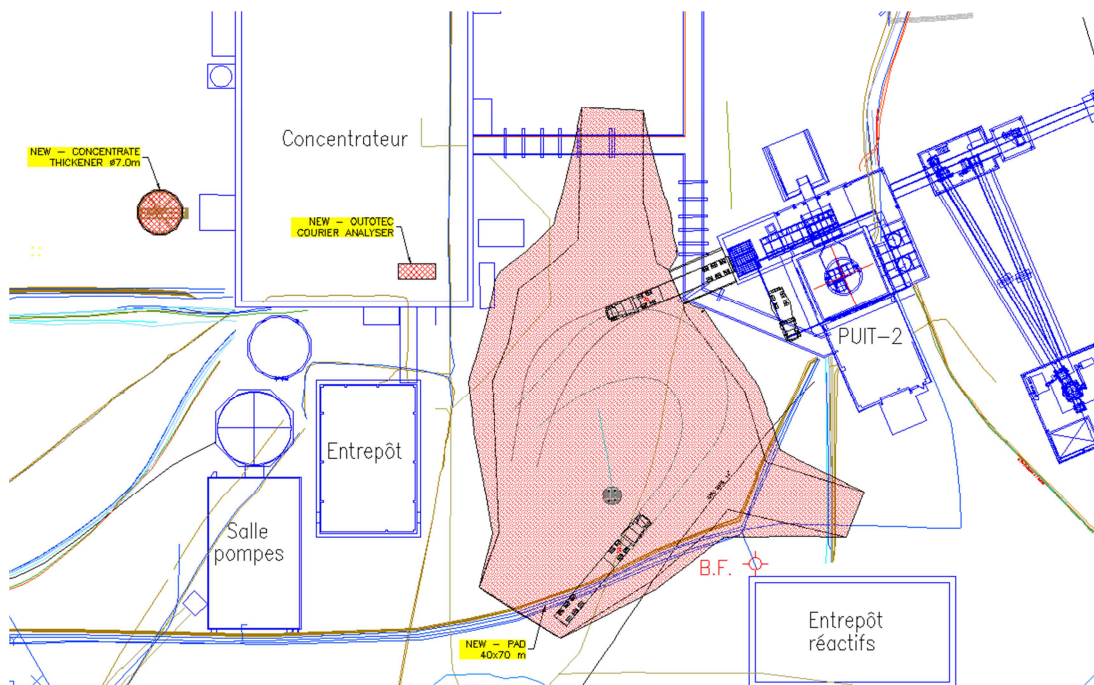
Le concentré de Goldex Deep-Akasaba représente 3.6% du tonnage de LaRonde par conséquent, la description détaillée de consommable n'est pas présentée.

## 18 INFRASTRUCTURES DU PROJET

### 18.1 INFRASTRUCTURES GOLDEX

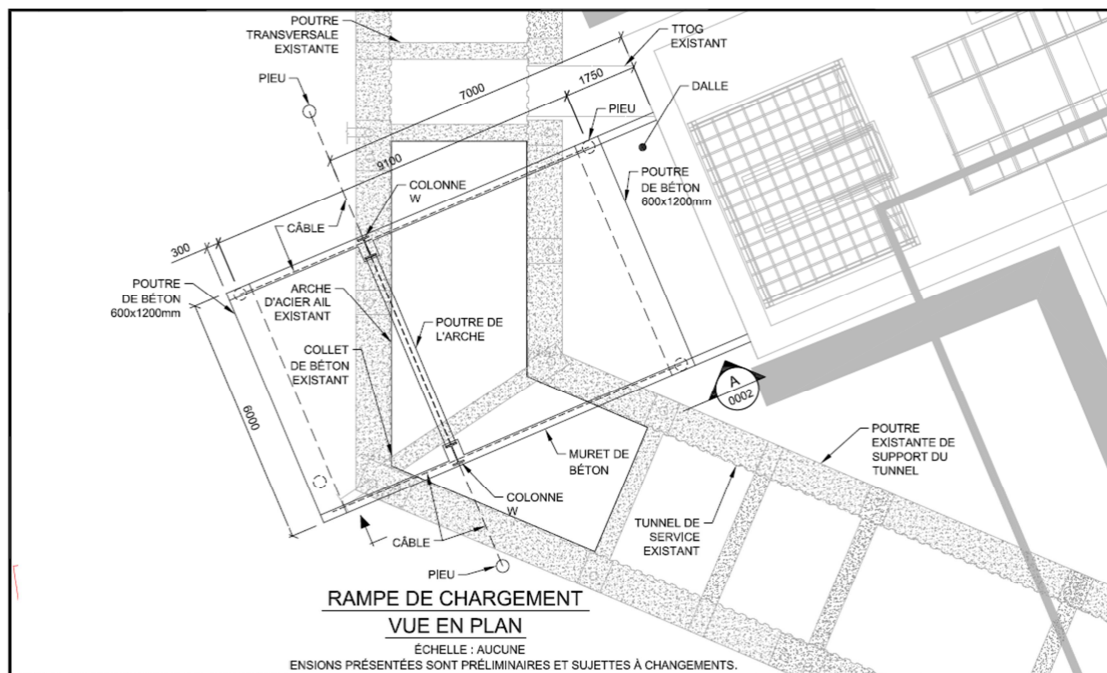
Le minerai provenant du site Akasaba sera transporté à l'aide de camions à 3 essieux de 40 pieds de longueur ayant une capacité de 30 à 40 tonnes vers le site de la mine Goldex. Au site de l'usine Goldex, le minerai sera déchargé dans une chute existante surmontée d'un tamis (grizzly) situé à côté du chevalement numéro 2.

Certaines modifications sont nécessaires à la station de déchargement (Figure 18.1) à côté du chevalement afin d'accueillir les camions de transport. Notamment, un aménagement plus grand est nécessaire pour permettre aux camions de tourner. De plus, une structure (arche) contre le renversement de camion est nécessaire pour assurer un fonctionnement en toute sécurité pendant le déchargement. Une étude a été réalisée pour valider si la capacité portante du tunnel de service situé à côté de l'aire de déchargement est suffisante pour tenir compte des nouvelles spécifications des camions de transport. Voir l'annexe T - 1205-REP-003 Étude structurelle – Capacité du tunnel de Goldex.



**Figure 18.1 - Vue en plan – Aire de déchargement de camion**

La conclusion indique que l'armature faite en 2013 est suffisante pour permettre la circulation et le déchargement des camions sans modification du tunnel. Cependant, il est recommandé d'installer une rampe en béton pour assurer l'intégrité du tunnel. La Figure 18.2 présente l'arrangement général de l'aire de déchargement au site de l'usine Goldex de même que de la structure anti-renversement (arche) et la position du tunnel.



**Figure 18.2 - Arrangement général de la zone de déchargement des camions et de la structure de l'arche**

Dans l'étude préliminaire, il a été suggéré de niveler la zone de déchargement des camions afin d'avoir un meilleur accès, mais il a été indiqué qu'il était important d'éviter le nivellement au-dessus des sections non-armées du tunnel. Ces sections ne pourront pas supporter le poids du gravier. Il a donc été recommandé d'installer des murs de béton pour délimiter la rampe de déchargement des camions. L'estimation des coûts comprend la rampe et les murs en béton ainsi que la structure anti-renversement (arche). Il est à noter que pour des raisons de sécurité, certaines modifications seront à prévoir sur les bâtiments adjacents à la zone de déchargement. Ces aspects seront identifiés lors de la phase d'ingénierie de détail.

L'introduction du minerai d'Akasaba dans l'usine de Goldex va doubler la quantité de concentré de sulfure à manipuler. Afin d'assurer une bonne gestion de ce concentré supplémentaire, il est prévu d'installer un nouvel épaisseur de concentré identique à celui actuellement en place. Comme présenté à la Figure 18.1, le nouvel épaisseur sera installé à côté de l'usine (côté Ouest) où se situe l'aire de chargement des camions de concentré et le réservoir d'entreposage de CO<sub>2</sub>. Ces composantes seront relocalisées un peu plus loin pour permettre à l'épaisseur d'être installé aussi près que possible de l'usine de traitement. Le budget en capital inclut le démontage et la réinstallation de ces systèmes ainsi que l'achat et l'installation d'un nouvel épaisseur de concentré. De plus, ce budget inclut les coûts associés aux travaux civils de fondation et de structure de même que l'installation de certains équipements auxiliaires.

Tel que mentionné dans la section 13, un analyseur à rayons X est requis afin de suivre les teneurs de cuivre dans le procédé de flottation. Cet analyseur sera installé à l'intérieur de l'usine de traitement à côté du décanteur à lamelles. Des pompes

SALA seront nécessaires pour pomper des échantillons vers l'analyseur. L'analyseur sera installé dans une pièce séparée pour éviter d'être en contact avec un excès d'humidité, d'eau ou de boues qui pourraient affecter son opération. La Figure 18.1 montre l'endroit où l'analyseur sera installé. L'estimation des coûts comprend l'analyseur (3 flux avec des sondes à Cu et S), la salle isolée, la structure, des échantillonneurs, des pompes et de la tuyauterie.

Quelques autres modifications mineures sont requises dont le remplacement de certaines pompes. Notamment les pompes d'évacuation des broyeurs à boulets et leur motorisation devront être remplacées représentant l'élément le plus coûteux de cette liste.

L'ajout du concentré de Goldex au broyeur à boulet de LaRonde requerra l'ajout d'un échantillonneur sur le circuit de décharge du broyeur semi autogène (SAG mill) afin de pouvoir récupérer un échantillon pour analyse. De plus, la remise en état des vieux réservoirs de lixiviation du circuit du TCGO est nécessaire afin de permettre une capacité d'entreposage supplémentaire de concentré.

## **18.2 INFRASTRUCTURES DE SERVICES AU SITE AKASABA**

Certaines infrastructures de services sont requises sur le site de la mine Akasaba. Elles sont décrites dans la section suivante et illustrées à la Figure 18.3.

### **18.2.1 POSTE DE GARDE**

Un poste de garde sera installé à l'entrée ouest du site de la mine Akasaba afin d'en contrôler l'accès.

### **18.2.2 BUREAUX ADMINISTRATIFS**

À l'entrée du site de la mine Akasaba, des unités modulaires (roulottes) seront installées et utilisées comme bureaux administratifs. Ces infrastructures incluent des espaces pour les services de l'environnement, de santé et sécurité, de formation, de géologie, d'arpentage, d'ingénierie et d'administration ainsi qu'une salle de réunion.

### **18.2.3 VESTIAIRES**

Un vestiaire, d'une capacité de 35 travailleurs et travailleuses, sera installé à côté des bureaux administratifs. L'intérieur du vestiaire sera aménagé afin d'y inclure des douches, des casiers et des toilettes.

#### **18.2.4 SALLE À MANGER**

L'entrepreneur fournira une salle à manger avec une capacité pour 35 travailleurs (es). La salle à manger sera installée à l'intérieur d'une unité modulaire aménagée avec l'ameublement et les appareils appropriés pour une telle salle. Cette même salle sera utilisée pour différentes réunions, y compris les réunions régulières de santé et sécurité.

#### **18.2.5 INFRASTRUCTURES DE GESTION DE L'EAU**

Avant d'être rejetée dans l'environnement, toute l'eau en contact avec le site du projet sera recueillie dans un bassin de collecte des eaux. L'eau sera pompée à l'usine de traitement de l'eau (WTP) et acheminée par la suite dans un bassin de polissage. Le bassin de collecte disposera d'une capacité totale de 24 575 m<sup>3</sup> et le bassin de polissage d'environ 2900 mètres cube. L'eau sera traitée (si la qualité de l'eau le nécessite) pour éliminer les solides en suspension (en utilisant la technique des géotubes) ou pour contrôler d'autres éléments afin de répondre à la réglementation en vigueur. L'équipement considéré dans l'étude a été conçu par une firme spécialisée dans le traitement des eaux (firme ASDR). L'usine considérée possède une capacité de 290 m<sup>3</sup>/h et inclut plusieurs conteneurs pour effectuer le traitement d'eau. L'eau de contact traitée ou contrôlée sera déchargée dans l'environnement à un point sélectionné situé sur le côté sud-ouest du site d'Akasaba après les dernières vérifications réglementaires, par l'intermédiaire de la décharge du bassin de polissage. La boue accumulée dans les géotubes sera récupérée mécaniquement. Les boues seront éliminées selon les instructions obtenues des autorités environnementales. Pour la disposition de ces boues, trois options sont considérées : enfouissement dans la halde de stérile, transport au site de résidus de Manitou ou de Laronde si les caractéristiques chimiques des boues le permettent, ou sinon le transport et l'élimination à un site externe approprié pour disposer de celles-ci.

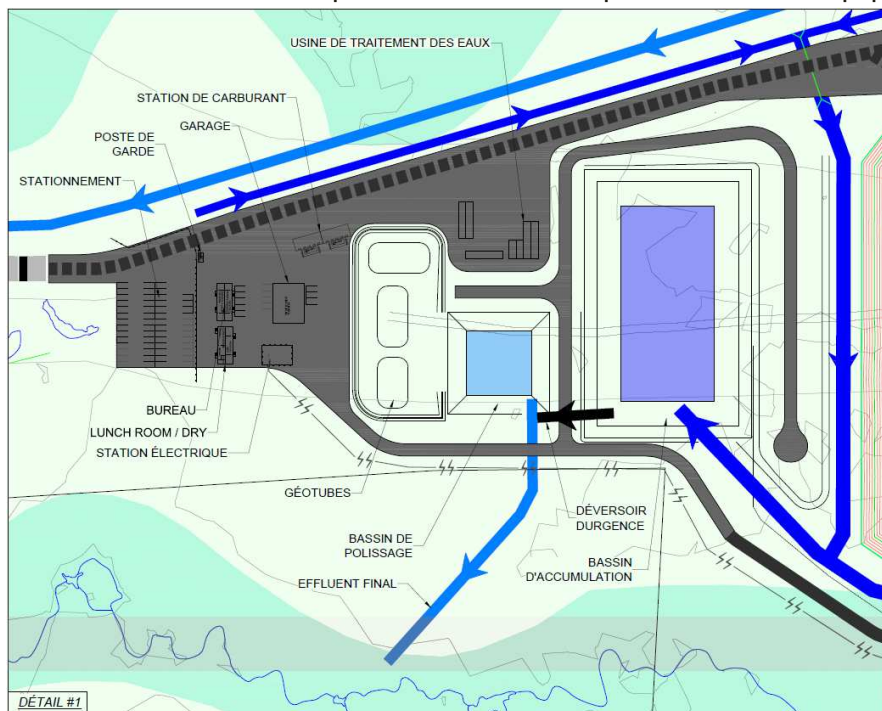
#### **18.2.6 ATELIER D'ENTRETIEN MINE**

Une installation servant à l'entretien de la machinerie sera aménagée à proximité de l'aire des bâtiments administratifs. Cette installation, d'environ 15 X 20m, comprendra un garage de même que des espaces d'entrepôts des pièces et fournitures nécessaires. Un puisard sera installé dans le plancher du garage et un séparateur eau-huile sera aménagé sur la conduite de sortie. L'eau captée par ce puisard sera envoyée dans une fosse septique qui sera vidée de façon périodique et le séparateur eau-huile sera vidé au besoin. Les boues seront vidangées et disposées selon les bonnes pratiques et la réglementation en vigueur pour la gestion des déchets dangereux.

#### **18.2.7 RÉSERVOIRS DE DIESEL**

L'entrepreneur sélectionné pour réaliser les travaux d'exploitation de la mine fournira deux réservoirs à double parois afin de pouvoir alimenter les équipements mobiles

qu'il utilisera. Ces deux réservoirs ont une capacité de 25 000 litres chacun. Un distributeur de carburant permettra de faire le plein des divers équipements mobiles.



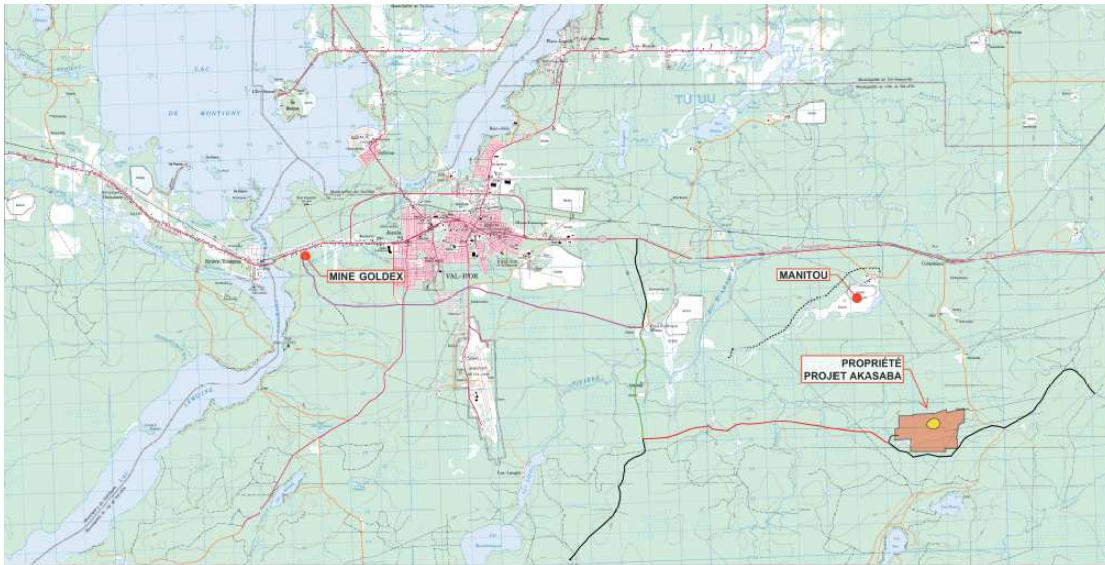
**Figure 18.3 - Infrastructures de services d'Akasaba**

### 18.3 INFRASTRUCTURES ROUTIÈRES

Cette étude incluait initialement un segment de chemin de 6.7km qui aurait pu relier le Projet au site Manitou pour le transport du minerai vers la mine Goldex. Cette option pour le transport du minerai a été écartée suite à l'annonce de la construction d'un chemin forestier dans le secteur du projet Akasaba Ouest. En effet, afin d'éviter la construction d'un nouveau chemin, Agnico Eagle s'est engagé à utiliser le chemin forestier qui sera construit par la compagnie Eacom en 2017 pour ainsi effectuer le transport du minerais vers la mine Goldex

Le Chemin du lac Sabourin est une route existante donnant accès au site d'Akasaba par son côté est. Cette route pourrait être utilisée temporairement jusqu'à ce que le chemin d'accès décrit plus haut soit construit et carrossable. Cette nouvelle route sera utilisée pour l'accès au site et pour le transport du minerai au concentrateur de Goldex. Cette route débutera à l'ouest de la limite de propriété d'Akasaba Ouest pour rejoindre la route existante E-4400. La construction de ce chemin multi ressource sera effectuée par la compagnie EACOM.. La Figure 18.4 présente le tracé de cette route qui reliera le site d'Akasaba à l'usine Goldex.





**Figure 18.4 -Site d'Akasaba et chemin de Halage vers le concentrateur de Goldex**

## 18.4 DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE

La puissance électrique requise au site d'Akasaba proviendra de la ligne électrique existante de 25kV - 3 phases d'Hydro-Québec localisé le long du Chemin du lac Sabourin. Cette ligne électrique aérienne sera prolongée de 3 km jusqu'à la propriété d'Akasaba. Cette nouvelle section suivra la route d'accès au site. Des transformateurs seront utilisés pour alimenter les installations à 600V - 3 phases. La charge électrique est estimée à 1 300 KW avec un facteur de puissance de 90% pour alimenter une charge réelle de 750KW Voir annexe AB: Liste Équip Elec Mech 1205-MCL-001\_R0 et l'annexe AC: 1205-405-275-001\_R0, schéma unifilaire.

## 18.5 CONCASSEUR

Le concassage primaire sera réalisé sur le site de la mine. Pour ce faire, un concasseur à mâchoires sera installé au sud-ouest de la fosse, à l'intérieur d'un dôme de 29 m de largeur par 37 m de long par 13 m de hauteur (l'ingénierie de détail va confirmer les dimensions exactes). Un système de dépoussiérage sera installé pour capturer la poussière à la source. Le concasseur primaire sera alimenté à l'aide d'une chargeuse frontale. Suite au concassage, un convoyeur de 30m de longueur transportera le matériel concassé sur une pile tampon. De là, une autre chargeuse sera utilisée pour le chargement des camions de transport vers Goldex (voir Figure 18.5). Afin d'éviter le blocage du concasseur, les blocs hors-dimension seront triés et mis de côté par la chargeuse alimentant le concasseur. Ces blocs hors dimensions seront réduits à l'aide d'un marteau mobile. La Figure 18.6 quant à elle présente l'arrangement général du site d'Akasaba (Voir Annexe AD: 1205-454-210-001\_R0).





## 19 MARCHÉ ET CONTRATS

Le plan de production d'Akasaba est conçu de façon à s'intégrer à celui de la mine Goldex. Une partie de l'or sera récupérée dans le circuit de récupération par gravimétrie et le reste dans un concentré en vrac cuivre-or produit par le circuit de flottation.

La production de l'or par gravimétrie est déjà sous contrat et aucun problème lié à la qualité n'est anticipé. Le concentré cuivre-or produit au site Goldex sera acheminé à la mine LaRonde en mélangeant ce matériel avec celui de LaRonde dans le circuit de flottation du cuivre de LaRonde. Les termes utilisés dans la présente évaluation économique sont basés sur des études de référence et reflètent ceux actuellement en place pour la production de cuivre de la mine LaRonde.

## 20 ENVIRONNEMENT

### 20.1 ÉTUDES ENVIRONNEMENTALES

s études de caractérisation du milieu ont été menées en 2014 et une étude d'impact environnemental et social (1203-REP-002, ESIS) a été soumise aux autorités provinciale et fédérale en août et en septembre 2015, respectivement. Deux zones d'étude ont été définies pour l'évaluation des impacts du Projet minier Akasaba Ouest sur les milieux biophysiques et humains : une zone d'étude élargie (Figure 20.1) et une zone d'étude restreinte (Figure 20.2).

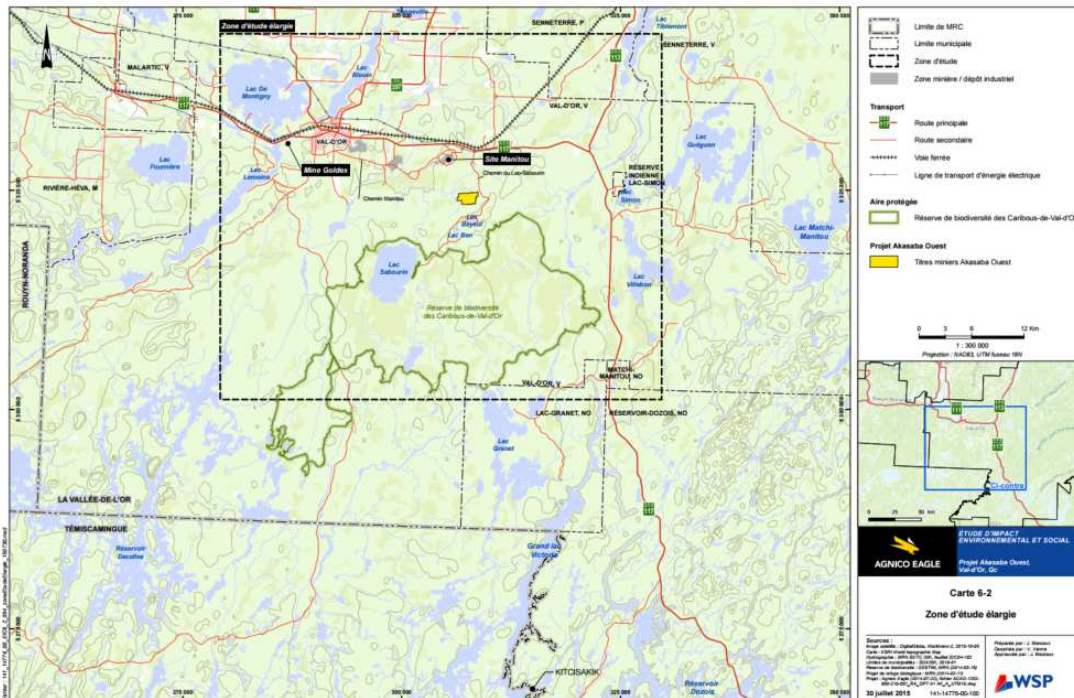
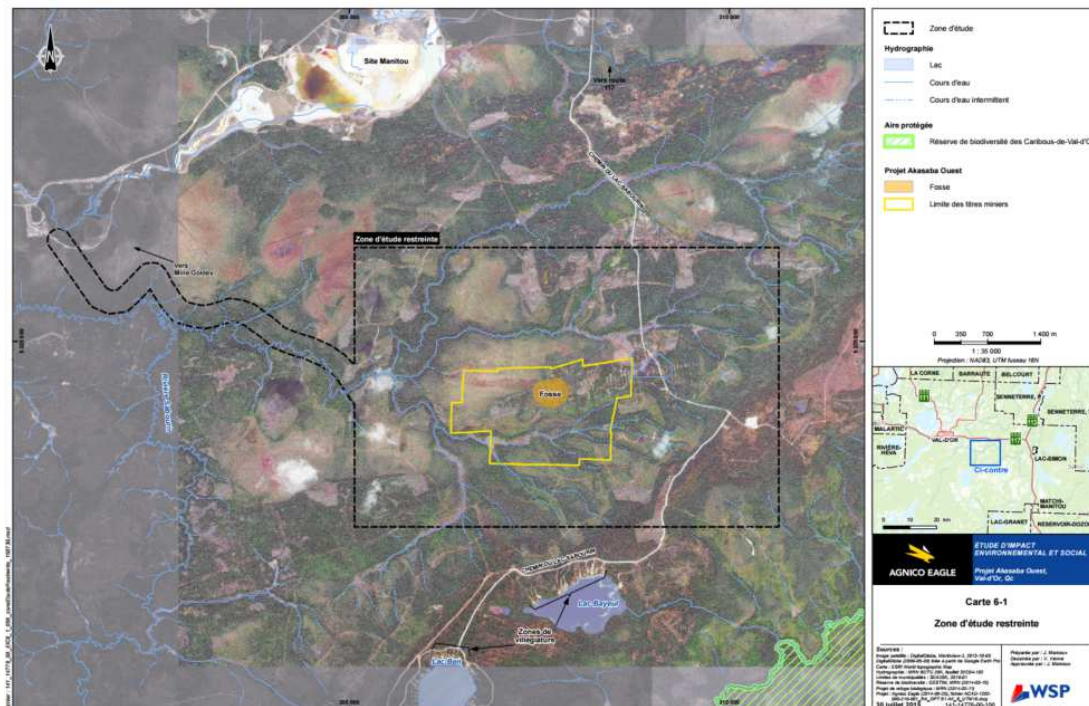


Figure 20.1 - Zone d'étude élargie

L'aire d'étude élargie correspond à un rectangle dont les dimensions sont approximativement de 42 x 50 km et inclut la majorité des composantes du milieu humain qui pourraient être potentiellement affectées par le Projet, notamment la municipalité de Val-d'Or, les lacs Ben et Bayeul, le chemin existant qui mène au Projet (chemin Lac Sabourin) de même que la communauté autochtone Anishnabe du Lac-Simon. Cette étude incluait également le segment de chemin de 6.7km qui aurait pu relier le Projet au site Manitou pour le transport de minerai vers la mine Goldex. Cette option pour le transport du minerai a été écartée suite à l'annonce de la construction d'un chemin forestier dans le secteur du projet Akasaba Ouest. En effet, afin d'éviter la construction d'un nouveau chemin, Agnico Eagle s'est engagé à utiliser le chemin forestier qui sera construit par la compagnie Eacom en 2017 pour ainsi effectuer le transport du minerais vers la mine Goldex.



**Figure 20.2 - Aire d'étude restreinte**

La zone d'étude restreinte correspond à un rectangle dont les dimensions sont approximativement de 3,7 x 5,5 km et inclut les infrastructures sur le futur site minier. Cette aire d'étude est utilisée pour représenter la majorité des impacts sur le milieu biophysique.

## 20.1.1 MILIEU BIOPHYSIQUE

### Hydrologie

Le site minier projeté d'Akasaba Ouest se draine à l'intérieur d'un même sous-bassin versant dont l'eau s'écoule d'est en ouest vers un tributaire sans nom de la rivière Sabourin. Cette dernière se jette dans la rivière Bourlamaque qui coule vers le nord avant de se déverser dans le lac Blouin, en périphérie nord de Val-d'Or. L'eau se déverse ensuite dans la rivière Harricana qui coule vers le nord pour se jeter dans la Baie James. Les émissaires des lacs Bayeul et Ben s'écoulent dans un bassin versant différent, soit celui de la rivière Nottaway.

Des campagnes de jaugeage et l'installation de sondes à niveau, réalisées à différents moments et endroits, ont permis d'évaluer les débits et les niveaux d'eau du milieu aquatique récepteur de l'effluent minier sous différentes conditions. Ces données sont présentées dans le rapport 1203-REP-002, EIES.

### Eaux souterraines

En termes hydrogéologiques, la propriété Akasaba est caractérisée par la présence de quatre unités hydrostratigraphiques, soit :



- Un aquitard constitué de sédiments organiques saturés d'eau, en présence discontinue sur le territoire. L'épaisseur maximale de tourbière recoupée par les puits d'observation varie de 0,3 à 1,2 mètres;
- Un aquitard constitué de silt dont l'épaisseur peut varier de 0 à 16 mètres dans les puits d'observation;
- Un aquitard formé par le till glaciaire dont la matrice varie de silteuse à sablonneuse. On retrouve toutefois une lentille de till à l'intérieur d'une cuvette rocheuse à l'emplacement projeté de la fosse, où le till est très perméable et constitue un aquifère;
- Un aquifère régional dans le socle rocheux, habituellement exploité par les ouvrages individuels de captage d'eau. Pour les fins de la présente étude, il est assumé que l'épaisseur maximale de cet aquifère est de 300 m, bien qu'il soit parfois possible de rencontrer des fissures à grandes profondeurs.

À environ deux kilomètres au sud-est de la propriété Akasaba Ouest, on retrouve un aquifère situé dans les sédiments fluvioglaciaires composés de sable et de gravier, connu sous le nom de l'esker du lac Sabourin. Cet aquifère est utilisé comme source courante d'alimentation en eau pour des résidences isolées au pourtour des lacs Bayeul et Ben. Il est à noter qu'aucun des forages effectués n'a permis d'observer une extension souterraine de cette unité sur la propriété Akasaba. Les données recueillies confirment également qu'il n'y a pas de lien hydraulique entre l'esker et l'eau souterraine de la propriété Akasaba.

Dans l'ensemble, toute méthode confondue, les résultats indiquent que la conductivité hydraulique de la partie supérieure du socle rocheux varie de  $6 \times 10^{-5}$  à  $2 \times 10^{-3}$  cm/s, avec une moyenne de  $4 \times 10^{-4}$  cm/s (n=34). Par la suite, les essais de perméabilité à charge constante réalisés entre obturateurs à diverses profondeurs indiquent une diminution constante de la conductivité hydraulique du socle rocheux d'environ un ordre de grandeur par tranche de cent mètres. La conductivité hydraulique du till varie de  $8 \times 10^{-5}$  à  $4 \times 10^{-4}$  cm/s, avec une moyenne géométrique de  $1,9 \times 10^{-4}$  cm/s (n=7). En ce qui concerne l'unité de silt glaciolacustre, celle-ci varie de  $2 \times 10^{-5}$  à  $1 \times 10^{-4}$  cm/s, avec une moyenne géométrique de  $5,4 \times 10^{-5}$  cm/s (n=4).

L'interprétation des courbes granulométriques des échantillons de silt à l'aide de la méthode de Sauerbrei permet d'obtenir une conductivité hydraulique légèrement inférieure, avec une moyenne géométrique de  $1,0 \times 10^{-5}$  cm/s (n=8). Les sections qui suivent décrivent les résultats obtenus à l'aide de chaque méthode.

Les élévations piézométriques ont été mesurées lors des relevés effectués les 24 avril 2014, 17 septembre 2014 et 28 avril 2015, lors des campagnes d'échantillonnage réalisées jusqu'à maintenant dans les puits d'observation. Ces données permettent de faire les observations suivantes :

- L'élévation piézométrique dans le secteur de la fosse projetée est de l'ordre de 328 m.
- Sur l'ensemble de la propriété, elle varie de 335 m dans la partie est, à 325 m, dans la partie ouest, ce qui confère une direction générale d'écoulement vers l'ouest, sous un gradient hydraulique horizontal de 0,004;
- Les gradients hydrauliques verticaux calculés au printemps indiquent de façon générale une direction d'écoulement vers le bas, tandis qu'à la fin de l'été, deux puits sur quatre indiquent un écoulement vers le haut. Par contre, de façon générale, le gradient vertical est très faible;
- On retrouve des conditions artésiennes dans quelques puits d'observation dont notamment ceux qui sont localisés du côté nord-ouest de la fosse projetée, tandis que dans la plupart des autres puits d'observation, le niveau d'eau est très proche du terrain naturel;
- Les variations piézométriques entre les trois relevés sont faibles. Les fluctuations observées sont de l'ordre de 10 cm et les niveaux d'eau sont plus bas en période estivale qu'en période printanière.

La recharge moyenne par unité de surface est estimée, de façon préliminaire par bilan hydrique, entre 25 et 250 mm/an en fonction de la texture des sols et de la pente du terrain. Selon l'indice de vulnérabilité DRASTIC, l'aquifère régional est considéré comme faiblement à moyennement vulnérable à une contamination avec des indices qui varient de 58 à 143 sur le site minier.

Les eaux souterraines échantillonnées sont généralement de type bicarbonate-calcique; elles possèdent un pH généralement alcalin et elles affichent une concentration moyenne en solides dissous. Le milieu est réducteur et les concentrations en oxygène dissous sont représentatives de conditions anaérobiques. Par ailleurs, la qualité des eaux souterraines est affectée par quelques dépassements du critère de potabilité, notamment pour les concentrations d'arsenic (n=4), tandis que les critères d'objectifs esthétiques pour la consommation d'eau sont dépassés pour le fer (n=2), le manganèse (n=8) et les sulfures (n=10). Le critère de résurgence dans les eaux de surface est dépassé pour l'arsenic (n=1), le cuivre (n=1), le mercure (n=4) et les sulfures (n=1). Enfin, le profil géochimique de l'eau qui circule dans le till est semblable à celui présent dans le réseau de fissures du socle rocheux.

Les dimensions de l'aire d'influence (cône de rabattement de la nappe phréatique autour de la fosse) et le débit de prélèvement correspondant sont précisés à l'aide d'un modèle numérique d'écoulement souterrain qui contient les données de terrain acquises en 2014 et 2015. Un rapport hydrogéologique a été produit dans le cadre de l'étude d'impact environnemental et social.

### Qualité des eaux et des sédiments

L'échantillonnage de la qualité de l'eau indique que l'eau des cours d'eau traversant la zone d'étude restreinte est très acide, avec des valeurs généralement comprises entre 4.7 et 5.5. La dominance des tourbières dans le bassin versant de ces milieux aquatiques expliquent les faibles valeurs de pH mesurées.

Les résultats des analyses de la qualité de l'eau de surface en 2014, 2015 et 2016 démontrent que le critère du Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) pour l'exposition à long terme de la vie aquatique est dépassé à certains endroits pour le fer et l'aluminium. Pour les sédiments, les résultats des analyses sont conformes aux critères, à l'exception d'une station où le critère de concentration d'effets rares (CER) est dépassé pour le cadmium et le chrome.

### Végétation et milieux humides

Les forêts de l'Abitibi occupent le sud de la zone boréale dans le domaine de la sapinière à bouleau blanc. Le site projeté se situe sur un territoire représentatif de la région qui est dominé par les conifères tant dans les groupements végétaux terrestres qu'humides. Malgré la présence de quelques buttons, le territoire est généralement plat et les tourbières ombrotrophes arbustives ou arborescentes dominent le paysage. On note que certains groupements terrestres et humides ont fait l'objet de coupes forestières plus ou moins récentes selon les secteurs. De plus, sur l'ensemble du territoire, on trouve plusieurs signes de perturbations anthropiques tels que la présence de chemins et de sentiers, de zones déboisées et de trouées d'exploration (forage).

Les inventaires de terrain réalisés en juillet 2014 indiquent que, de manière générale, les groupements terrestres de la zone d'étude restreinte sont principalement à dominance résineuse. Dans une proportion variable d'un secteur à l'autre, on trouve majoritairement trois espèces de conifères, soit l'épinette noire, le pin gris et le sapin baumier. Dans les milieux les plus xériques du territoire, le pin gris est davantage représenté que les autres essences résineuses. Des feuillus sont également observés principalement sur les flancs et les sommets de collines. Le bouleau blanc et le peuplier faux-tremble y sont en association avec les espèces résineuses qui demeurent toutefois dominantes dans ces groupements mixtes.

Les milieux humides sont nombreux et composés principalement de tourbières et marécages isolés ainsi que de quelques milieux riverains. En bas de pente et sur les terrains plats, les tourbières et marécages à épinette noire, parfois accompagnée du mélèze laricin, se distinguent en fonction du type de sol présent.

Les tourbières boisées ombrotrophes (bogs) sont les plus vastes et les plus fréquentes dans la zone à l'étude. Dans la zone d'étude restreinte, différents types de tourbières ombrotrophes sont présents. Celles-ci peuvent être arborescentes ou



arbustives. Dans tous les cas, elles sont caractérisées par d'épais dépôts de matière organique comprenant une épaisseur variable de sphaigne, de sphaigne décomposée et de matière organique décomposée. Dans les tourbières ombrotrophes, les éricacées sont omniprésentes et forment une strate arbustive relativement plus dense que dans les autres groupements humides et terrestres.

Contrairement aux tourbières présentant entre 30 et plus de 100 cm de terre noire et sphaigne en surface, le sol des marécages à épinette noire se caractérise par une couche inférieure à 30 cm de matière organique sous laquelle est présent un horizon sableux.

Enfin, le long des cours d'eau, on retrouve principalement des marécages arbustifs dominés par l'aulne rugueux ainsi que des tourbières minérotrophes (fens). On retrouve dans ces milieux humides une plus grande diversité d'espèces d'herbacées et d'arbustes que dans les tourbières ombrotrophes et dans les marécages à épinette noire.

#### Espèce floristique à statut particulier

Lors de la réalisation des inventaires de la végétation en juillet 2014, aucune espèce floristique à statut particulier n'a été observée dans la zone d'étude restreinte du projet.

#### Faune terrestre

Les zones d'étude du projet sont susceptibles d'abriter une grande diversité de mammifères puisqu'elles sont situées dans un territoire de transition où les espèces du sud et du nord peuvent se côtoyer. En excluant les micromammifères et l'herpétofaune, une trentaine d'espèces pourraient utiliser la zone d'étude, dont l'orignal, le cerf de Virginie et l'ours noir.

Au sud du site minier, on trouve la petite population de caribous forestiers de Val-d'Or, sous-espèce désignée vulnérable au Québec et menacée au Canada. Cette population est isolée de l'aire de répartition continue du caribou forestier au Québec. Elle démontre une régression démographique au cours des dernières décennies, passant d'environ 50 individus dans les années 1990 à moins de 20 depuis 2012. Dû à sa précarité, la population de caribous de Val-d'Or est l'une des mieux documentées au Québec et fait l'objet de mesures de suivi et de protection rigoureuses pour prévenir sa disparition. Elle fait notamment l'objet d'un plan spécifique de rétablissement depuis 2010 et elle bénéficie d'une réserve de biodiversité de 434 km<sup>2</sup> depuis 2009. Les limites de cette réserve se situent à environ 5 km au sud du site minier projetée d'Akasaba Ouest (Figure 20.2). La plus récente intervention, dont AEM est partenaire, a consisté en une opération de capture et de garde en captivité de femelles gestantes au printemps 2014 et 2015 pour permettre aux nouveau-nés d'être maintenus en enclos, à l'abri des prédateurs, jusqu'au moment de leur relâche. Une attention particulière sera portée aux impacts potentiels

associés aux infrastructures et activités minières, advenant une expansion de cette population vers le nord.

Des inventaires de micromammifères ont été menés en septembre 2014 pour identifier les espèces utilisant la zone d'étude et vérifier la présence d'espèces à statut particulier et aucune espèce à statut particulier n'a été recensée

#### Herpétofaune

Lors des inventaires de l'avifaune par station d'écoute dans la zone d'étude restreinte, cinq espèces d'anoure ont été vues ou entendues. Il s'agit du crapaud d'Amérique (*Anaxyrus americanus americanus*, de la grenouille du Nord (*Lithobates septentrionalis*), du ouaouaron (*Lithobates catesbeianus*), de la rainette crucifère (*Pseudacris crucifer*) et de la grenouille verte (*Lithobates clamitans*).

Les inventaires de couleuvre, ont permis de recenser dans la zone d'étude la couleuvre rayée ainsi que la couleuvre à ventre rouge; cette dernière n'ayant encore jamais été observée dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue, selon les données disponibles en ligne auprès de l'Atlas des amphibiens et des reptiles du Québec (2014, <http://www.atlasamphibiensreptiles.qc.ca>).

#### Ichtyofaune

Afin de caractériser l'habitat aquatique à l'intérieur des cours d'eau de la zone d'étude restreinte, des campagnes d'inventaire ont été menées en 2014 et en 2016. Plusieurs stations situées à différents endroits d'un tributaire sans nom de la rivière Sabourin ont fait l'objet de pêche pour évaluer la composition de la communauté de poissons dans les cours d'eau susceptibles d'être affectés par le projet.

L'ensemble des cours d'eau de la zone d'étude sont de petits cours d'eau acides. L'absence de relief explique les faibles écoulements et la dominance du chenal comme faciès d'écoulement. Un dense couvert d'aulne en rive est généralement présent.

Malgré un effort de pêche substantiel, aucune capture n'a été effectuée lors de la première campagne de terrain. Lors de la campagne de juillet 2014, des épinoches à cinq épines (*Culaea inconstans*) ont été capturées à trois des quatre stations de pêche. Lors de la campagne de 2016, l'omble de fontaine a été capturé dans le cours d'eau #2 (au nord du projet) et le cours d'eau #3 (cours d'eau récepteur). Les inventaires de terrain permettent de conclure qu'à l'intérieur de la zone d'étude les cours d'eau (écoulement de type chenal, faible courant, très faible pH et substrat dominé par des particules fines) offrent un habitat de faible qualité pour les poissons.

#### Avifaune

Des inventaires de l'avifaune ont été réalisés du 11 au 18 juin 2014 dans la zone d'étude du projet.

#### Sauvagine et autres espèces aquatiques

Dix (10) espèces de sauvagine (ex. : canards, Oie des neiges, Bernache du Canada) et onze (11) autres espèces aquatiques ont été observées lors des inventaires. La majorité de ces espèces ont été aperçues dans le secteur Manitou, sur les différents étangs et également dans les tourbières et le long des cours d'eau.

Mentionnons la présence du Butor d'Amérique, de la Grue du Canada et de la Mouette de Bonaparte.

#### Oiseaux terrestres (corvidés, passereaux et picidés)

Quatre (4) espèces de corvidés et quatre (4) espèces de picidés ont été aperçues, dont le Pic à dos noir.

Quant aux passereaux, 39 espèces ont été identifiées, dont les plus largement distribués sont le Bruant à gorge blanche, le Bruant familier, la Grive solitaire, le Junco ardoisé, le Merle d'Amérique, la Paruline à joues grises, la Paruline à tête cendrée et le Troglodyte des forêts.

#### Rapaces

Cinq (5) espèces de rapaces ont été aperçues lors des inventaires, dont le Pygargue à tête blanche.

#### Espèce à statut particulier

Trois espèces à statut précaire ont été recensées, soit l'Engoulevent d'Amérique, le Moucherolle à côtés olive et le Pygargue à tête blanche.

L'Engoulevent d'Amérique figure sur la liste des espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec et est désigné menacé au Canada depuis avril 2007.

Le Moucherolle à côtés olive est inscrit sur la liste des espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec et est désigné menacé au Canada depuis novembre 2007

Enfin, le Pygargue à tête blanche est désigné vulnérable au Québec mais « non en péril » au Canada. Un adulte et un jeune immature ont été observés sur un arbre mort, à proximité d'un étang près du site Manitou. Ils ont également été aperçus en vol et en train de pêcher, un peu plus tard lors du même inventaire.

### **20.1.2 GÉOCHIMIE ET QUALITÉ DE L'EAU DE LA FOSSE**

Un programme de caractérisation géochimique du roc a été conçu pour satisfaire aux exigences du MDDELCC et pour permettre une gestion adéquate des roches stériles

et du minerai qui seront extraits de la fosse Akasaba Ouest (Annexe AE : 1203-REP-003).

L'emphase de ce programme est d'abord mise sur la géologie (définition des lithologies) afin d'établir un plan d'échantillonnage qui permettra de mesurer la variabilité spatiale (tests statiques) dans un premier temps et la variabilité temporelle (tests cinétiques) dans un deuxième temps.

Un total de 20 échantillons de minerai, 66 échantillons de roches stériles, 6 échantillons de mort-terrain, 9 échantillons de résidus et 5 échantillons d'eau de procédé ont été prélevés par AEM. L'échantillonnage a été effectué de manière à avoir une représentation à la fois spatiale et compositionnelle des lithologies de minerai et de roches stériles qui seront extraites lors de l'exploitation.

Les échantillons ont été soumis à une série de tests statiques pour évaluer leur potentiel de génération d'acide et de mobilité des métaux. Une partie des échantillons, sélectionnés à partir des résultats des tests statiques, ont fait l'objet d'essais cinétiques. Des essais en cellule humide ont été entrepris sur trois échantillons de résidus. De plus, des essais de lixiviation à plus grande échelle (essais en colonne) sur les échantillons composites de minerai mixte et des lithologies de stériles (le basalte, le porphyre de quartz et feldspath, le tuf felsique, la dacite 3 et un mélange de la dacite 1 et 2) ont été réalisés. Le rapport final des essais en colonne sera émis au Q2 2017.

### **20.1.3 RÉSULTATS DE LA CARACTÉRISATION GÉOCHIMIQUE**

#### Potentiel de génération d'acide

La majorité des échantillons de minerai et environ la moitié des échantillons de roches stériles sont classifiés potentiellement acidogènes, bien que ces dernières contiennent des lithologies dont le potentiel de génération d'acide est variable (dacite 1 et 2) (Tableau 20.1). Plusieurs échantillons de dacite 1 et 2 ont un contenu en soufre légèrement inférieur à la limite de 0,3 % définie dans la Directive 019 et ont un PN/PA entre 2 et 3. Ces échantillons seraient considérés non générateurs d'acide ou incertains selon les critères canadiens (MEND, 2009) et internationaux (INAP, 2009). Ainsi, la quantité de stérile qui est apte à s'oxyder et générer un drainage acide est vraisemblablement sur évaluée.

Les essais cinétiques sur les stériles et le minerai qui sont classifiés acidogènes ne montrent pas de réactivité durant les 48 à 60 semaines de lixiviation réalisées en date de ce rapport. Les pH de lixiviats demeurent neutres, les conductivités faibles et les concentrations de sulfate également faibles.

Un calcul des taux de consommation minéralogique lors des essais cinétiques suggère que la capacité de neutralisation du tuf est la moins durable. Celle-ci pourrait

être consommée dans un minimum de 12 ans (au rythme de l'essai de laboratoire qui ne considère pas les conditions hivernales du site ni l'apport des minéraux silicatés), suite à quoi, en théorie, l'acidification pourrait se développer. De la même manière, la capacité de neutralisation du minerai empilé est prévu durer un minimum de 20 ans. Ainsi, il est prévu que les stériles et le minerai potentiellement acidogènes ne s'acidifieront pas durant la période d'exploitation de la mine.

Tous les échantillons de mort-terrain et tous les résidus (de flottation) sont non acidogènes de par leur faible contenu en soufre.

**Tableau 20.1 - Sommaire des résultats du potentiel de génération d'acide**

Matériel	Lithologie	Nombre d'échantillons	Moyennes lithologiques			Classification du PGA (D019) <sup>1</sup>	PNN cumulé <sup>3</sup>	RPN cumulé <sup>3</sup>	PGA de la lithologie <sup>4</sup>
			Soufre total (%)	PNN <sup>1</sup> (éq. kg CaCO <sub>3</sub> /tonne)	RPN <sup>1</sup> (éq. kg CaCO <sub>3</sub> /tonne)				
Critères D019			<b>&gt;0.3</b>	<b>&lt;20</b>	<b>&lt;3</b>		<b>&lt;20</b>	<b>&lt;3</b>	
Minerai	Intrusion intermédiaire (I2I)	11	<b>0.56</b>	<b>-5.32</b>	<b>2.36</b>	oui (6), non (5)	<b>-58</b>	<b>0.70</b>	oui
	Basalte (V3B)	4	0.27	<b>7.99</b>	4.49	oui (1), non (3)	32	<b>1.94</b>	non
	Dacite 3 (V1D3)	5	<b>0.56</b>	<b>-8.21</b>	<b>0.77</b>	oui (4), non (1)	<b>-41</b>	<b>0.53</b>	oui
Stérile	Intrusion intermédiaire (I2I)	2	0.25	<b>18.06</b>	4.36	oui (1), non (1)	36	3.28	non
	Basalte (V3B)	15	0.22	20.59	8.55	oui (2), non (13)	309	3.98	non
	Gabbro (I3)	4	0.20	<b>17.66</b>	4.64	oui (0), non (4)	71	3.79	non
	Porphyre de quartz et de feldspath (QFP)	10	0.11	<b>5.64</b>	6.62	oui (0), non (10)	56	<b>2.63</b>	non
	Dacite 1 (V1D1)	9	<b>0.35</b>	<b>15.97</b>	<b>2.70</b>	oui (4), non (5)	144	<b>2.45</b>	variable
	Dacite 2 (V1D2)	12	<b>0.31</b>	<b>2.48</b>	3.95	oui (4), non (8)	30	<b>1.26</b>	variable
	Dacite 3 (V1D3)	7	0.08	<b>12.95</b>	8.32	oui (0), non (7)	91	5.94	non
	Tuf felsique (V9a)	7	<b>1.36</b>	<b>-33.21</b>	<b>0.75</b>	oui (5), non (2)	<b>-232</b>	<b>0.22</b>	oui
Mort-terrain	Sable, Silt argileux, Silt et sable fin, Sable et gravier	6	0.01	<b>8.9</b>	<b>34</b>	Non (6)	<b>55</b>	32	non
Résidus	Akasaba 100%	2	0.048	<b>14</b>	<b>1.5</b>	oui (0), non (2)	<b>-2.995</b>	9	non
	Deep/Akasaba	4	0.11-0.15 <sup>5</sup>	-21 à -36 <sup>5</sup>	7.2 à 9.7 <sup>5</sup>	oui (0), non (4)	s.o.	s.o.	non

Notes: 1: PA calculé avec le soufre total ; 2: PA calculé avec le soufre sous forme de sulfures uniquement ; 3 : résultats du PGA cumulés pour tous les échantillons d'une même lithologie, PA et PN de tous les échantillons d'une lithologie sont additionnés ; 4 : déterminé à partir du PGA cumulé et/ou les essais individuels sur les échantillons ; 5: la plage des résultats pour tous les échantillons est présentée et non la moyenne. (s.o.) sans objet.

Les résultats d'essais cinétiques ont été utilisés pour évaluer la propension à l'acidification et les délais possibles avant l'acidification de chacun des trois échantillons composites de matériel potentiellement acidogènes (minerai miste, tuf felsique, dacite 1 et 2).

Deux méthodes ont été utilisées pour faire cette évaluation. La méthode d'évaluation comparative de Benzaazoua et al. (2004) utilise les courbes d'oxido-neutralisation dérivées des résultats d'essais cinétiques, soient les concentrations de sulfate en tant qu'indicateurs d'acidification de l'échantillon et de la neutralisation (calcium + magnésium + manganèse)

La deuxième méthode utilisée, quantitative, consiste en un calcul des taux d'oxydation et de neutralisation également basés sur les concentrations de sulfate (indicateur d'acidification) et d'alcalinité (indicateur de neutralisation d'acide) mesurés en essais cinétiques, puis compare ces taux au contenu initial de soufre (soufre total et sulfures) et de capacité neutralisante (PN et PN des carbonates) de l'échantillon.

Les résultats des calculs indiquent que pour tous les échantillons potentiellement acidogènes, la capacité de neutralisation sera épuisée avant que le soufre des sulfures ne soit complètement oxydé. Ceci suggère que si le taux de lixiviation dans la pile de stérile se poursuivait au rythme des essais en colonne au laboratoire (qui sont des essais de météorisation accélérée), sans considérer les différences avec les conditions de terrain (conditions hivernales et l'effet des minéraux silicatés), l'acidification pourrait se produire après une dizaine à plusieurs dizaines d'années d'exposition du matériel.

De toutes les lithologies PGA, le délai avant l'épuisement du potentiel de neutralisation est moindre pour le tuf felsique. Une acidification du drainage de cet échantillon pourrait se réaliser, en théorie, après 15 à 22 ans (délais plus long sur le site), tandis que le délai avant une potentielle acidification du drainage de l'échantillon de minerai serait de 26 à 31 ans (en laboratoire; plus long sur le terrain). Étant donné la période de minage de 5 ans, il est anticipé que les stériles et le minerai potentiellement acidogènes ne s'acidifieront pas durant la période d'exploitation de la mine.

### **Potentiel de lixiviation**

Aucun échantillon de minerai, de roche stérile, de mort-terrain ni de résidu n'est classé à risque élevé. De plus, tous les échantillons de mort-terrain sont de faibles risques selon la Directive 019.

Toutes les lithologies de minerai et de roches stériles, à l'exception des stériles d'intrusion intermédiaire, sont classifiées comme lixiviables pour le cuivre selon les analyses des métaux extractibles et les lixiviats TCLP. Cependant, les conditions dans lesquelles les tests TCLP sont réalisées sont peu représentatives des conditions anticipées au site. Les essais SPLP et les essais cinétiques de lixiviation ne corroborent pas les résultats obtenus avec les tests TCLP : dans ces essais, le cuivre n'est pas lixivié en concentration supérieure au critère RESIE à l'exception d'un seul échantillon de lixiviat SPLP pour le basalte et des deux premiers cycles de lixiviation de la colonne de tuf felsique. Les lixiviats des essais cinétiques pour tous les échantillons montrent une tendance à la baisse.

L'échantillon de minerai mixte présente un dépassement du critère RESIE pour le zinc lors du premier cycle de lixiviation, dans les cycles subséquents, la concentration de zinc diminue en dessous du critère. Aucun autre dépassement du critère RESIE n'est noté dans le minerai mixte. Un léger dépassement du critère de qualité de l'eau pour fins de consommation (FC) pour le sélénium est noté dans les premiers cycles de lixiviation dans la colonne de minerai mixte. Les concentrations des cycles subséquents pour le sélénium et le zinc ainsi que les autres paramètres rencontrent les critères pour l'effluent minier et pour l'eau souterraine RESIE et FC.

Les concentrations en sulfates et la conductivité demeurent faibles et le pH demeure légèrement alcalin pour toutes les colonnes et la cellule de gabbro. Ceci suggère que le taux d'oxydation des minéraux sulfurés est faible et que les métaux relâchés proviennent plutôt du lavement des particules fines présentes dans l'échantillon soumis à l'essai cinétique.

Tout comme les stériles, les résidus sont classifiés lixiviables pour le cuivre selon l'essai TCLP mais les essais en cellule humide montrent que le cuivre est peu mobilisé. Seul un cycle de l'essai sur un échantillon 100 % Akasaba a montré une concentration en cuivre supérieure au critère RESIE; la concentration en cuivre des cycles subséquents est demeurée inférieure au critère. Le résidu du mélange 66 % Goldex Deep : 33 % Akasaba, qui est représentatif des résidus qui seront entreposés au site Manitou, n'a démontré aucun dépassement des critères RESIE. Ainsi, malgré que la teneur en cuivre du résidu Akasaba soit supérieure au critère de sol A, celui-ci, ainsi que son mélange avec le résidu Goldex qui contient peu de cuivre, ne relâchent pas de cuivre en concentration supérieure aux critères de qualité d'eau.

Le potentiel de lixiviation de tous les échantillons (stérile, minerai, résidus) est donc considéré faible pour toutes les lithologies incluant celles qui sont potentiellement acidogènes tant que l'oxydation des sulfures de celles-ci est contrôlée et que l'acidification ne se produit pas.



#### 20.1.4 RÉSULTATS DE MODÉLISATION DE LA QUALITÉ DE L'EAU DE LA FOSSE

Durant l'ennoiement prévu pour une période d'environ 16 ans, la qualité de l'eau de la fosse sera influencée par la qualité de l'eau souterraine qui en sera le principal contributeur. Il est anticipé que les concentrations (en phase dissoute) rencontreront majoritairement les critères de qualité de l'eau de surface (CES) ainsi que les critères de qualité de l'eau souterraine (RESIE et FC) à l'exception de quelques paramètres (arsenic, mercure et phosphore). Les dépassements d'arsenic (du RESIE) et de mercure (FC) reflètent les dépassements actuels dans l'eau souterraine et ne sont pas dues aux activités minières. L'apport de phosphore est relié aux eaux de contact avec le stérile minier.

En période de post-fermeture, une fois la fosse complètement ennoyée et que l'apport principal d'eau à la fosse proviendra des précipitations et de l'eau de contact des piles (ruissellement et exfiltrations dirigés vers la fosse (Richelieu Hydrogéologie 2015), la concentration des paramètres associés à l'eau souterraine diminuera tandis que celle des paramètres associés à l'eau de contact des stériles (ex : cuivre, phosphore et antimoine) pourrait augmenter mais sans montrer de nouveaux dépassements des critères de qualité d'eau à long-terme.

## 20.2 GESTION DU MATÉRIEL ROCHEUX

### 20.2.1 MINERAI, STÉRILES ET MORT-TERRAIN

Malgré que les stériles et le minerai soient classifiés lixiviables et que certains soient classifiés acidogènes, les essais cinétiques ont démontré qu'ils ne relâchent pas de métaux au-delà des critères de qualité d'eau souterraine tant que l'acidification n'est pas initiée. Les essais démontrent également une faible réactivité des minéraux sulfurés présents dans les stériles et le minerai. La capacité neutralisante de ces matériaux est apte à demeurer présente au-delà de la durée de vie de la mine.

Étant donné que les matériaux naturels sous les aires d'accumulation des stériles et du minerai ont un taux de percolation moyen inférieur à 3,3 L/m<sup>2</sup>/jour (Richelieu hydrogéologique, 2015) (critère de protection niveau A selon la Directive 019), l'empilement temporaire de minerai et les empilements de stériles et de mort terrain présentent peu de risques pour la qualité de l'eau souterraine de l'aquifère sous-jacent durant la vie de la mine et ne requiert pas de protection additionnelle de la nappe phréatique. Dans la mesure où un mécanisme de contrôle de l'oxydation des sulfures soit mis en place en fin de vie de la mine pour les matériaux potentiellement acidogènes (la pile PGA), des mesures additionnelles de protection de la nappe phréatique durant l'opération ne sont pas requises pour rencontrer un niveau A de protection de la nappe phréatique.

Le Tableau 20.2 résume les caractéristiques des aires d'accumulation prévues dans le cadre du projet. Ces aires sont localisées sur la Figure 20.3. Rappelons qu'aucun

résidu de traitement ne sera produit ou entreposé au site Akasaba Ouest. Les résidus de traitement proviendront essentiellement de l'usine Goldex et seront gérés de la même façon que ceux actuellement produits par cette usine.

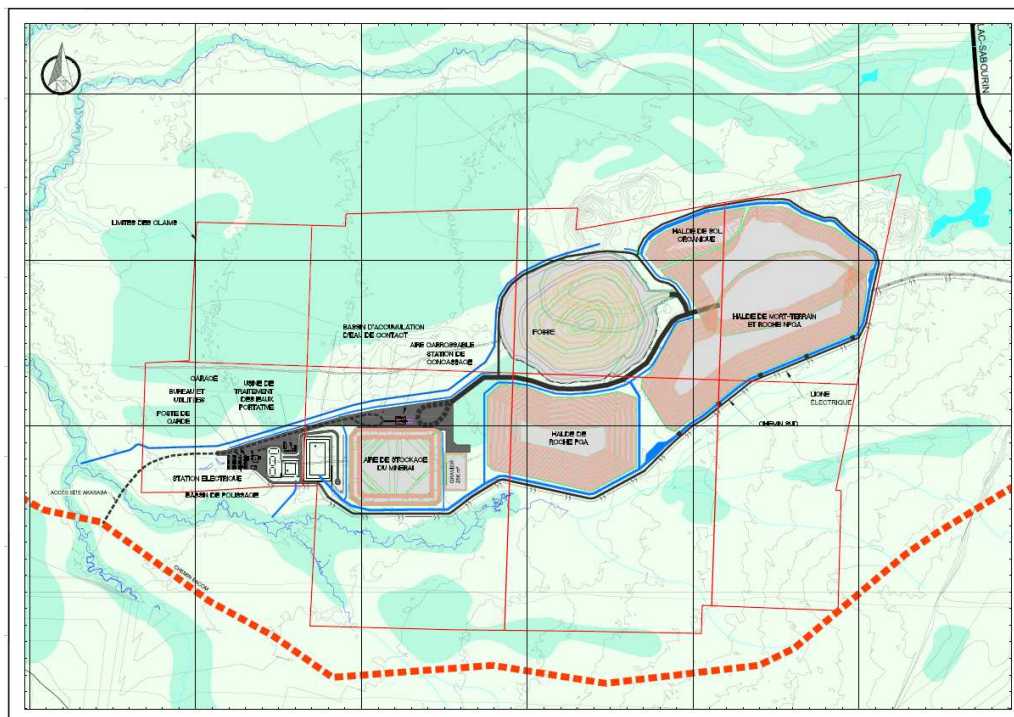


Figure 20.3 - Plan général d'aménagement des infrastructures

Tableau 20.2 - Caractéristiques des principales aires d'accumulation

COMPOSANTE DU PROJET	Quantité total à extraire (Mt)	Volume des haldes (Mm <sup>3</sup> )	Hauteur des Haldes	Superficie de l'emprise au sol (m <sup>2</sup> )
Halde à sol organique	0.17	0.15	9	28729
Halde à mort-terrain inorganiques	2.65	1.69	22	147000
Halde à stérile NPGA	4.60	2.49	32	184884
Halde à stérile PGA	3.17	1.66	28	117953
Halde à minerai	1.25	0.73	16	65000

### Gestion du Minerai

Le minerai à haute et à basse teneurs sera géré sur des sections distinctes de la même aire d'entreposage située près de la station de concassage. Le drainage de la pile sera intercepté par des fossés.

Le minerai sera acheminé par camions routiers en continu en utilisant le tronçon routier qui reliera Akasaba Ouest, le chemin forestier Eacom et le chemin Manitou-Goldex existant. L'aire existante d'entreposage de minerai au site Goldex sera utilisée comme lieu d'entreposage temporaire pour le minerai d'Akasaba Ouest. L'alimentation directe vers le concasseur secondaire de Goldex sera favorisée pour le projet Akasaba Ouest afin de réduire les manipulations du matériel et la taille de la pile à minerai temporaire.

Le minerai de basse teneur sera entreposé à Akasaba Ouest à partir de l'année -1 mais plus significativement à partir de l'année 3. Ce minerai permettra, une fois l'extraction terminée, deux années supplémentaires d'usinage du minerai à un taux moyen annuel d'environ 1,022 Mt/a (années 5 et 6).

L'évolution de la halde à minerai est montrée au Tableau 20.3 pour les différentes années d'exploitation.

**Tableau 20.3 - Gestion du minerai Akasaba Ouest (kt)**

<b>Transition du minerai (kt)</b>	<b>Année 1</b>	<b>Année 2</b>	<b>Année 3</b>	<b>Année 4</b>	<b>Année 5</b>	<b>Année 6</b>	<b>Total</b>
Fosse vers							
Concentrateur	-	1022	1022	1022	1022	854	<b>4942</b>
Halde à minerai	258	-	194	794	-	-	<b>1246</b>
Halde minerai vers concentrateur	-	119	-	-	273	854	<b>1246</b>
Minerai total envoyé au concentrateur	-	1022	1022	1022	1022	854	<b>4942</b>

Le taux de transport du minerai, via la route de halage, variera en fonction des besoins d'alimentation au concentrateur Goldex, soit entre 2,000 et 4,000 tpj.. Un total de 6 camions seront requis pour le transport de 2800t de minerai par jour à l'usine de Goldex. Ceci représente environ 80 voyages de camions quotidiennement.

### Gestion de la Roche Stérile

En termes de gestion des matériaux rocheux provenant de la fosse, les volumes estimés pour chacune des haldes (PGA et NPGA) demeurent les mêmes par rapport à ce qui avait été calculé à la suite des essais statiques. Par contre, sachant que ces matériaux seront stables pour la durée de la vie de la mine, des mesures additionnelles de protection des eaux souterraines ne sont pas requises (Annexe AE : 1203-REP-003, Golder Associates, 2016).

Deux haldes de stériles seront requises, l'une pour le matériel potentiellement générateur d'acidité et la seconde pour le matériel non générateur d'acidité. La section 20.1.3 porte sur la géochimie décrit sommairement l'approche pour caractériser les différents types de roches. Un rapport détaillé sur le sujet est disponible à (Annexe AE : 1203-REP-003, Golder Associates 2016).

### **Utilisation des stériles pour la construction de la route**

Selon le *Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses de source industrielle comme matériau de construction*, et selon les résultats obtenus à ce jour, le porphyre de quartz et de feldspath est classé comme matériau de catégorie I, qui peut être utilisé sans restriction. La dacite 3 est classée comme matériau de catégorie III qui pourrait potentiellement être utilisé hors du site de la mine comme matériau de remblai enrobé où celui-ci n'est pas en contact directe avec le sol.

### **Stériles potentiellement générateurs d'acidité**

Les roches identifiées PGA seront ainsi empilées sur la halde appropriée dont la capacité requise est estimée à 1.7 Mm<sup>3</sup>. Bien que ces roches soient identifiées PGA, la cinétique d'oxydation, telle que mesurée par les essais en colonnes, n'indique pas de réaction à court terme (Annexe AE : 1203-REP-003, Golder Associates 2016). Il n'est donc pas prévu, à l'intérieur de la phase d'exploitation de la fosse, qu'un drainage minier acide ou neutre soit généré (Annexe AE : 1203-REP-003, Golder Associates 2016). Néanmoins, l'empilement de ces roches sera effectué de manière à limiter le développement de cellules de convection par un contrôle de la ségrégation granulométrique verticale en utilisant un mode de déversement à la benne avec régalinge au boteur (Aubertin et al., 2002; 2013). Des fossés périphériques seront aussi aménagés pour capter les eaux de ruissellement. Enfin, la construction d'une couverture multicouche à effet de barrière capillaire sera débutée à la fin de la période d'extraction de la fosse, contribuant ainsi à interrompre les apports en oxygène et eau dans le matériel rocheux.

### **Stériles non potentiellement générateurs d'acidité**

Une aire d'accumulation des roches stériles non génératrices d'acidité sera créée dans la partie sud-est de l'empreinte du projet. La capacité requise est estimée à 2.5 M m<sup>3</sup>. L'empilement de ces roches sera effectué par déversement à la benne et régalinge au boteur maintenant les pentes à leur angle final en opération soit 3H:1V ou 18 degrés.

### **Gestion des dépôts meubles**

Deux haldes à dépôts meubles (mort-terrain), dont l'une réservée pour le sol organique et la seconde pour les dépôts meubles inorganiques, serviront à entreposer le matériel granulaire. L'emplacement prévu pour l'aménagement des haldes de dépôts meubles se situe au nord-est de la fosse. La hauteur maximale sera d'environ 17 mètres et l'angle des pentes seront de l'ordre de 3 :1.

## 20.2.2 GESTION DES RÉSIDUS

Les résidus mixtes 66 % Goldex (Deep) : 33 % Akasaba ne sont pas acidogène et les concentrations des lixiviats des 20 cycles de lixiviation de la cellule humide rencontrent les critères RESIE. Les résidus 100 % Akasaba sont également peu lixiviables pour le cuivre en essais SPLP et en essais cinétiques, et ce, même si certains échantillons possèdent une concentration initiale en cuivre qui est supérieure au critère de sol A. Étant donné leur faible potentiel de mobilisation de métaux, les résidus qui seront déposés au site Manitou présentent peu de risques pour la qualité de l'eau sous-jacente.

Les résidus générés par le minerai Akasaba Ouest et usinés à Goldex seront acheminés en partie au site Manitou et, en partie, sous forme de remblai dans les chantiers souterrains de la mine Goldex. Ces deux modes de disposition des résidus sont déjà encadrés par un certificat d'autorisation.

Au même titre que les résidus de Goldex présentement acheminés au site Manitou, les résidus d'Akasaba Ouest démontrent une capacité de neutralisation de l'acide et serviront à la réhabilitation de ce parc à résidus (Annexe AE : 1203-REP-003, Golder Associates, 2016).

Le Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles (MERN) a acheminé une lettre, à la direction de la mine Goldex, mentionnant que les résidus miniers issus du traitement du minerai Akasaba Ouest pourront être utilisés pour la restauration du site minier Manitou (N/Réf. :8341-0312, 27 janvier 2017).

Aucune nouvelle infrastructure n'est donc requise pour l'entreposage des résidus qui seront produits lors du traitement du minerai extrait de la mine Akasaba Ouest.

## 20.3 GESTION DES EAUX

### 20.3.1 PLAN DE GESTION DES EAUX

Les infrastructures de gestion des eaux du site Akasaba Ouest sont illustrées sur la Figure 20.3.

Le plan de gestion des eaux prévoit de collecter toutes les eaux du site et de les diriger vers le bassin d'accumulation pour y être traitées au besoin avant d'être envoyées dans un bassin de polissage et finalement rejetées dans un tributaire sans nom de la rivière Sabourin, situé au sud-ouest des infrastructures et qui s'écoule vers l'ouest.

La fosse sera, en partie, maintenue à sec au moyen de puits de captage des eaux souterraines installées sur son périmètre extérieur nord-ouest et en partie par des pompes installées au fond de celle-ci. Ces eaux seront également acheminées vers le bassin d'accumulation du site minier et seront traitées, au besoin, avant d'être rejetées à l'environnement.

### 20.3.2 CRITÈRE DE CONCEPTION

Pour rencontrer les exigences de la directive 019 sur l'industrie minière, le réseau de drainage et d'accumulation des eaux minières est conçu pour contenir une crue de récurrence 1 : 100 ans. Pour prendre en considération la fonte des neiges au printemps, le débit d'eau généré par une fonte moyenne de neige sur une période de 30 jours a été ajouté à la crue centennale (Annexe AF 1205-REP-007a et 1205-REP-007b). De plus, une augmentation de 10 % des précipitations a été considérée afin de tenir compte des changements climatiques pour la conception des infrastructures de gestion des eaux.

Les fossés collecteurs ceinturant les infrastructures minières ont une largeur au fond variant de 1 m et 1.8 m et une hauteur variant entre 1 et 1,5 m dépendant de la vitesse d'écoulement, laquelle inclut une revanche de 300 mm. Leur pente longitudinale est comprise entre 0,3 à 10,0 %. Les pentes latérales des talus des fossés sont de 2H : 1V ou de 4H : 1V dans les portions où les fossés traversent des zones de tourbière. Pour prévenir leur érosion, les fossés seront recouverts d'un empierrement ou d'un matériau équivalent pour le contrôle d'érosion.

Les fossés de captation localisés au nord du projet, permettant d'intercepter les eaux propres, avant qu'elles n'atteignent le site minier, sont conçus pour contenir une crue dont la période de retour est de 1 : 25 ans, soit une probabilité moyenne d'occurrence annuelle de 4 %.

Les eaux pompées de la fosse et des puits périphériques seront dirigées vers le bassin d'accumulation des eaux minières par un système de conduites de refoulement.

Le bassin de collecte des eaux minières sera aménagé au point bas du site minier, au sud-ouest de la fosse. Il permettra d'y accumuler 24 575m<sup>3</sup> d'eau. Ce bassin est conçu pour recueillir une crue de récurrence 1 :100 ans d'une durée de 24 h (hauteur d'eau de 82,7 mm avec une majoration de 10 % pour les changements climatiques), combinée à la fonte moyenne de neige sur une période de 30 jours. L'usine de traitement des eaux sera ainsi conçue pour être en mesure de traiter l'équivalent en termes de volume d'eau d'une pluie moyenne de 27,5 mm trois jours plus tard (72 h), suivant un évènement de crue de récurrence 1 : 100 ans.

La station de pompage des eaux du bassin d'accumulation des eaux minières vers l'usine de traitement est conçue pour évacuer minimalement l'équivalent de 160 m<sup>3</sup>/h et un débit maximal de 290 m<sup>3</sup>/h, ce qui permettra d'évacuer une crue centennale en moins de trois jours. Le bassin d'accumulation des eaux minières sera imperméabilisé par la mise en place d'une barrière composée d'une géomembrane.



Après traitement, l'eau transitera par un bassin de polissage dont le volume sera d'environ 2900 m<sup>3</sup> à un débit maximal de 290 m<sup>3</sup>/h. Le bassin de polissage permettra un suivi de la qualité de l'eau après traitement avant le rejet à l'effluent final.

La dimension des infrastructures de gestion des eaux a été majorée de 10 % pour tenir compte de l'augmentation anticipée des précipitations au Québec, selon les projections associées aux changements climatiques (Mailhot et coll., 2012). Ce facteur de sécurité est considéré suffisant considérant la courte durée de vie du projet Akasaba Ouest (4 ans pour le minage de la fosse) et que la fosse pourra servir de réservoir pour y accumuler un surplus d'eau en cas d'évènement climatique extrême.

### 20.3.3 BILAN D'EAU

Le bilan d'eau du projet Akasaba Ouest a été réalisé par WSP à partir des données fournies par la station météorologique de Val d'Or, située près de l'aéroport, pour la période comprise entre 1951 et 2005. En absence de concentrateur à minerai et de parc à résidus miniers, le bilan d'eau du projet Akasaba Ouest est très simplifié et comprend les eaux souterraines qui vont s'infiltrer dans la fosse (eaux d'exhaure – 129 210 à 419 750 m<sup>3</sup>/an entre les années -1 et 4, en conditions moyennes, le dénoyage cesse à la fin de l'année 4), les eaux souterraines pompées par les puits périphériques au bassin d'accumulation (109 500 à 211 700 m<sup>3</sup>/an entre les années -1 et 4, en conditions moyennes, le pompage des puits cesse à la fin de l'année 4), les eaux de ruissellement générées par les haldes à minerai et à roches stériles PGA (40 000 m<sup>3</sup>/an, en conditions moyennes) ainsi que la portion ouest des deux haldes à roches stériles NPGA, à mort-terrain, à gravier, à sol organique et autres aires (276 500 m<sup>3</sup>/an). L'ensemble de ces eaux sera collectée par un réseau de drainage incluant des fossés et des pompes de dénoyage sur le site d'Akasaba ouest.

Des bilans d'eau ont été établis pour l'an 4 correspondant à l'année la plus critique au niveau de la gestion des eaux puisque l'eau de contact sera à son maximum et l'an 6 correspondant à l'état final du site après restauration. (Annexe AF 1205-REP-007a).

En considérant une année humide, le maximum de débit généré par le ruissellement sur le site minier atteint 190 m<sup>3</sup>/s. Pour être conservateur, l'usine de traitement des eaux est conçue pour traiter un maximum d'environ 290 m<sup>3</sup>/h. Le débit minimum à gérer (77 m<sup>3</sup>/h) correspond à la période hivernale lors d'une année sèche à la dernière année d'exploitation de la fosse. Cette quantité d'eau devra donc être gérée même durant la période hivernale. Enfin, le débit moyen lors d'une année où le niveau de précipitation atteindra la normale, entre juin 2017 et décembre 2021, s'établit à 90 m<sup>3</sup>/h.

La quantité totale d'eau qui sera dirigée vers le bassin de collecte en opération sera d'environ 115 m<sup>3</sup>/heure pour une moyenne annuelle en opération (exemple année 4). Tel que mentionné précédemment, cette eau sera acheminée vers le bassin d'accumulation des eaux puis transitera par l'unité de traitement mobile puis le bassin



de polissage avant d'être rejetée dans un tributaire sans nom de la rivière Sabourin au niveau de l'effluent final du site minier (Figure 20.3).

## **20.4 GESTION DES MATIÈRES RESIDUELLES**

Le projet Akasaba Ouest produira des matières résiduelles provenant des activités menées sur le site minier. Cette section présente les types de déchets qui seront générés par les activités au site du Projet ainsi que le mode de gestion prévu. Il est à noter que ces activités existent déjà au site Goldex et qu'ils font déjà l'objet d'une gestion efficace.

Le projet minier Akasaba Ouest génèrera des matières résiduelles de différentes natures:

- résidus solides domestiques;
- matières résiduelles sèches (matériaux de construction, bois, métal, emballages divers, etc.);
- déchets dangereux (huiles et lubrifiants usés, solvants, colles, peintures, contenants vides de réactifs, etc.);
- eaux usées domestiques (toilettes).

Le plan de gestion des matières résiduelles du Projet Akasaba Ouest sera calqué sur celui qui est déjà mis en place à la mine Goldex et qui suit les orientations de la MRC de la Vallée-de-l'Or (MRCVO) dans son plan de gestion déposé en septembre 2003. Ainsi, tel qu'il l'a été fait à la mine Goldex, un programme de 5RV-E avec priorisation sera implanté (réduction, réemploi, récupération, recyclage, réutilisation, valorisation et élimination) à la future mine Akasaba Ouest. La priorisation signifie que la réduction à la source est préférable au réemploi et que le réemploi est à son tour préférable à la récupération et au recyclage.

### **20.4.1 DÉCHETS SOLIDES DOMESTIQUES**

Les déchets solides domestiques seront triés à la source pour séparer les matières recyclables des matières putrescibles. Les déchets domestiques seront entreposés dans des conteneurs à l'épreuve des animaux et seront acheminés au lieu d'enfouissement sanitaire (LES) de la Ville de Val-d'Or pour enfouissement.

### **20.4.2 BOIS ET FER-CUIVRE**

Le bois est séparé et acheminé à Enviro-parc de la Ville de Val-d'Or pour être ensuite récupéré. Le fer et le cuivre sont également séparés et récupérés par un entrepreneur local spécialisé dans la récupération du métal.

### 20.4.3 DÉCHETS DANGEREUX

Les déchets dangereux générés seront entreposés dans un entrepôt de déchets dangereux conforme aux exigences du *Règlement sur les matières dangereuses résiduelles* incluent entre autres :

- Huiles usées provenant de la machinerie fixe et mobile;
- Graisses usées provenant de la machinerie fixe et mobile;
- Cannelles d'aérosol;
- Filtreurs à huile;
- Contenants 20 litres d'huile vides (SOGHU);
- Solvants (varsol) utilisés pour le nettoyage des pièces mécaniques;
- Contenants vides d'explosifs.

Les déchets dangereux seront entreposés brièvement sur le site dans un conteneur prévu à cet effet avant d'être collectés par un entrepreneur spécialisé. Les contenants vides d'explosifs seront récupérés et gérés par le fournisseur d'explosifs.

### 20.4.4 EAUX USÉES DOMESTIQUES

Les eaux usées domestiques seront entreposées dans un réservoir pour ensuite être prises en charge par une entreprise spécialisée.

## 20.5 CADRE RÉGLEMENTAIRE

Cette section présente le cadre légal de la réalisation de l'étude d'impact sur l'environnement et le milieu social du projet Akasaba Ouest. Elle aborde, dans un premier temps, les procédures provinciales et fédérales d'évaluation environnementale, puis elle énumère les lois et règlements applicables pour ensuite dresser la liste des permis et les certificats qui seront requis pour autoriser la construction et l'exploitation de l'ensemble des composantes du projet Akasaba Ouest.

### 20.5.1 PROCÉDURES D'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE

#### Québec

L'ensemble des infrastructures du projet Akasaba Ouest et des impacts sur le milieu sont compris à l'intérieur du bassin versant de la rivière Sabourin. Par conséquent, le processus d'évaluation environnementale régi par le chapitre 22 de la Convention de la Baie-James et du Nord québécois (CBJNQ) et par le chapitre II de la LQE (dispositions applicables à la région de la Baie James et du Nord québécois) ne s'appliquent pas. Seule la procédure d'évaluation environnementale de la partie méridionale du Québec (chapitre I de la LQE) s'applique au présent projet.

La section IV.1 de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (L.R.Q., c. Q-2), ci-après désignée LQE, oblige toute personne ou groupe à suivre la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement avant d'entreprendre la réalisation d'un projet visé au *Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement* (R.R.Q., c. Q-2, r. 23). En raison d'une production de plus de 2000 tm/j, le projet minier Akasaba Ouest est assujéti à cette procédure.

La procédure provinciale d'évaluation environnementale est un processus en cinq phases, à savoir :

- Le dépôt d'un avis de projet et la réception d'une directive pour la production de l'étude d'impact;
- La réalisation de l'étude d'impact par l'initiateur du projet et son dépôt au MDDELCC;
- La portion publique pouvant comprendre des audiences menées par le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) et, s'il y a lieu, le dépôt d'un rapport au ministre;
- L'analyse du projet par les spécialistes des ministères et la recommandation au ministre du MDDELCC de réaliser ou non le projet;
- L'autorisation du projet par décret, avec ou sans modification et sous certaines conditions

L'avis de projet du projet Akasaba Ouest a été déposé en octobre 2014 auprès du MDDELCC. En réponse à cet avis de projet, le MDDELCC a soumis sa directive le 10 novembre 2014 dans laquelle il précise la nature, la portée et l'étendue de l'étude d'impact sur l'environnement et le milieu social qu'AEM doit réaliser.

Le contenu de l'étude d'impact est conforme à la section III du *Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement* qui spécifie qu'elle doit être préparée selon une méthode scientifique et satisfaire les besoins du réviseur, du public et du décideur. L'étude d'impact du projet Akasaba Ouest a été déposée au MDDELCC en août 2015 et l'avis de recevabilité a été reçu en octobre 2016.

Des audiences publiques ont été menées par le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) et se sont déroulées en deux parties :

- 1<sup>ère</sup> partie d'audience, période d'information et permettant de répondre aux questions du public et de la commission, le 31 janvier et 1<sup>er</sup> février 2017;
- 2<sup>e</sup> partie d'audience, permettant à toutes parties prenantes d'exprimer leur opinion sur le projet, le 28 février et 1<sup>er</sup> mars.

Le BAPE a déposé son rapport au ministre du MDDELCC le 23 mai 2017, dans lequel il lui a fait part de ses constatations et de son analyse.

En vertu de la Loi canadienne sur l'évaluation environnementale (2012), le projet Akasaba Ouest est assujéti à une évaluation environnementale par l'Agence canadienne d'évaluation environnementale (l'Agence), car il constitue une activité désignée par le paragraphe 16(c) du Règlement désignant les activités concrètes:

« La construction, l'exploitation, la désaffectation et la fermeture d'une nouvelle mine d'éléments des terres rares ou d'une nouvelle mine d'or, autre qu'un placer, d'une capacité de production de minerai de 600 t/jour ou plus. ».

C'est l'Agence canadienne d'évaluation environnementale (ACÉE) qui agit à titre de coordonnateur fédéral.

La procédure fédérale entourant l'étude d'impact sur l'environnement prévoit les grandes étapes suivantes :

- Le dépôt d'une description de projet, son analyse et la détermination de la portée de l'évaluation environnementale fédérale;
- La publication d'un avis de lancement et le dépôt des lignes directrices<sup>1</sup> pour encadrer l'évaluation environnementale;
- La production de l'étude d'impact par l'initiateur, son dépôt et son analyse par les ministères concernés;
- Ce rapport sera soumis au ministre de l'Environnement du Canada et sera rendu public pour recueillir les commentaires de la population;
- La déclaration de décision d'évaluation environnementale du ministre de l'Environnement et les décisions des autorités responsables d'émettre un permis, une autorisation ou une approbation;
- La mise en place du programme de suivi et des mesures d'atténuation.
- Enfin, le Bureau de gestion des grands projets sera tenu informé de l'avancement des travaux tout au long de l'évaluation environnementale.

En vertu de l'entente de collaboration Canada-Québec, une seule évaluation environnementale peut être réalisée pour le projet Akasaba Ouest, en autant qu'elle respecte les exigences tant fédérales que provinciales.

L'étude d'impact environnementale du projet Akasaba Ouest a été déposée à l'Agence Canadienne d'évaluation environnementale (ACEE) en septembre 2015. L'ACEE poursuit l'analyse du dossier.

## 20.5.2 LOIS ET RÈGLEMENTS APPLICABLES

Au terme de l'étude d'impact sur l'environnement et le milieu social, après réception du décret du MDDELCC, la conception des plans et devis définitifs sera entreprise. En plus des mesures d'atténuation prévues à l'intérieur de l'étude d'impact, la conception finale du projet devra respecter les normes applicables en ce qui a trait aux équipements et infrastructures projetés. La préparation des plans et devis définitifs s'inscrira à l'intérieur des cadres juridiques provincial et fédéral. Voici une liste non-exhaustive des lois et règlements qui pourraient s'appliquer dans le cadre du projet.

### Québec

- la Loi sur la qualité de l'environnement (L.R.Q., c. Q-2);
- la Loi sur les mines (L.R.Q., ch. M-13.1 et projet de loi 79);
- la Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier (L.R.Q., ch. A-18.1);
- la Loi sur la sécurité des barrages (L.R.Q. c. S-3.1.01);
- la Loi sur les produits pétroliers (L.R.Q., c. P-30.01);
- la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables (L.R.Q., c. E-12.01);
- la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune (L.R.Q., c. C-61.1);
- la Loi sur le patrimoine culturel (L.R.Q., c. P-9.002);
- la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (L.R.Q., c. A-19.1)
- la Loi sur la santé et la sécurité au travail (L.R.Q., c. S-2.1);
- la Loi sur le bâtiment (L.R.Q., c. B-1.1);
- la Loi concernant des mesures de compensation pour la réalisation de projets affectant un milieu humide ou hydrique (L.R.Q., c M-11.4) ;
- le Règlement sur les carrières et sablières (R.R.Q., c. Q-2, r. 7);
- le Règlement sur le captage des eaux souterraines (R.R.Q., c. Q-2, r. 6);
- le Règlement sur la qualité de l'eau potable (R.R.Q., c. Q-2, r. 40);
- le Règlement relatif à l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement (R.R.Q., c. Q-2, r. 3);
- le Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles (R.R.Q., c. Q-2, r. 19);
- le Règlement sur les habitats fauniques (R.R.Q., c. C-61.1, r. 18);
- le Règlement sur les matières dangereuses (R.R.Q., c. Q-2, r. 32);
- le Règlement sur la sécurité des barrages (R.R.Q., S-3.1.01, r. 1);
- le Règlement sur les produits pétroliers (R.R.Q., c. P-30.01, r. 1);
- le Règlement sur la santé et la sécurité du travail dans les mines (R.R.Q., c. S-2.1, r. 14);
- le Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (R.R.Q., c. Q-2, r. 4.1);
- Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État (RLRQ, chapitre A-18.1, r. 7)
- la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (c. Q-2, r. 35);
- la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés.

- la Directive 019 du MDDELCC du Québec, laquelle est l'outil couramment utilisé pour l'analyse des projets miniers exigeant la délivrance d'un certificat d'autorisation en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement.

#### Canada

- la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (L.C. 1999, ch. 33);
- la Loi sur les pêches (L.R.C. 1985, ch. F-14);
- la Loi sur les explosifs (L.R.C. 1985, ch. E-17);
- la Loi sur les espèces en péril (L.C. 2002, ch. 29);
- la Loi de 1992 sur le transport des marchandises dangereuses (L.C. 1992, ch. 34);
- la Loi sur les transports au Canada (L.C. 1996, ch.10);
- la Loi sur les produits dangereux (L.R.C. 1985, ch. H-3);
- le Règlement sur les effluents des mines de métaux (DORS/2002-222);
- le Règlement sur les urgences environnementales (DORS/2003-307);
- la Loi de 1994 sur la convention concernant les oiseaux migrateurs (L. C. 1994, ch. 22).

### **20.5.3 PERMIS ET AUTORISATIONS**

Au terme des processus d'évaluation environnementale, soit après l'obtention des décrets des deux paliers de gouvernement, AEM procèdera aux demandes de permis pour la construction et pour l'exploitation du projet Akasaba Ouest. En plus des mesures d'atténuation soumises dans l'étude d'impact, les demandes d'autorisation prendront en considération l'ensemble des normes et des conditions d'autorisation du projet. Les demandes d'autorisation et de permis seront préparées et soumises en fonction du chronogramme des activités de construction. Une liste non exhaustive de ces demandes est présentée ci-après.

#### Québec

- Un plan de réaménagement et de restauration, en vertu de la Loi sur les mines;
- Plusieurs autorisations en vertu de l'article 22 de la LQE pour la construction ou l'exploitation de plusieurs composantes du projet;
- Une autorisation en vertu de l'article 32 de la LQE pour le captage des eaux souterraines, la prise d'alimentation en eau et le système de traitement des eaux usées;
- Un permis d'explosifs selon la section II du Règlement d'application de la Loi sur les explosifs (c. E-22, r. 1);
- Un bail pour l'exploitation minière conformément à l'article 100 de la Loi sur les mines;
- Un permis d'utilisation pour les équipements pétroliers à risque élevé (ex. réservoirs de carburant) selon l'article 120 du Code de sécurité (c. B-1.1, r. 3)

et l'article 8.01 du chapitre VIII du Code de construction (c. B-1.1, r. 2). Ces codes sont régis par la Loi sur le bâtiment.

- Une autorisation du ministère des Ressources naturelles (MRN) pour la localisation des haldes de roches stériles en vertu des articles 240 et 241 de la Loi sur les mines;
- Des baux d'occupation du domaine de l'État pour les haldes en vertu de l'article 239 de la Loi sur les mines et de l'article 47 de la Loi sur les terres du domaine de l'État;
- Un permis d'intervention en milieu forestier du MERN pour les activités de déboisement en vertu de la Loi sur les forêts et du Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État (c. F-4.1, r. 7);
- Une autorisation en vertu de l'article 48 de la LQE pour les appareils ou équipements destinés à prévenir, diminuer ou faire cesser le dégagement de contaminants dans l'atmosphère (ex. dépoussiéreurs).
- Compensation pour milieu humide

#### Canada

- Un permis de Transport Canada en vertu du Règlement sur le transport des marchandises dangereuses;
- Un permis pour l'entreposage des produits chimiques à Environnement Canada en vertu de la Loi canadienne de protection de l'environnement;
- Une déclaration à l'Inventaire national des rejets polluants (INRP).

## **20.6 PROPRIÉTÉ DES TERRAINS**

La zone d'étude est localisée à 100 % sur les terres de la Couronne et aucun territoire domanial n'est situé dans la zone du projet Akasaba Ouest.

## **20.7 RESTAURATION MINIÈRE**

La description des travaux associés à la restauration de la mine Akasaba Ouest est tirée du plan de restauration minière (Annexe AG, 1203-REP-004, WSP, 2015) et les chapitres qui suivent en présente le sommaire. Les détails sont présentés dans le plan de restauration qui a été soumis avec l'EIES.

Les travaux de restauration seront menés en conformité avec les règles applicables du *Guide et modalités de préparation du plan et exigences générales en matière de restauration des sites miniers au Québec*, de la Directive 019 sur l'industrie minière et de toute autre disposition applicable, comme la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés et le Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains (c. Q-2, r. 37).

Les mesures de protection, de réaménagement et de restauration ont pour objectif de remettre le site minier dans un état satisfaisant, c'est-à-dire :

- Éliminer les risques inacceptables pour la santé et assurer la sécurité des personnes;



- Limiter la production et la propagation de substances susceptibles de porter atteinte au milieu récepteur et, à long terme, viser à éliminer toute forme d'entretien et de suivi;
- Remettre le site dans un état acceptable pour la collectivité;
- Remettre le site des infrastructures dans un état compatible avec l'usage futur.

### 20.7.1 HALDES DE DÉPÔTS MEUBLES

L'aire d'entreposage des dépôts meubles fera l'objet d'une restauration progressive visant à stabiliser ses pentes et contrôler l'érosion, notamment par l'ensemencement avec des essences végétales appropriées ou enrochement de certaines parties. Les pentes de cette halde seront de 3H :1V. Environ 90 % des sols organiques mis en réserve sur la halde seront utilisés pour les travaux de recouvrement des aires affectées par les activités minières (empreinte au sol des infrastructures démantelées, stationnements, voies de circulation sur le site). Quant aux dépôts meubles inorganiques accumulés sur le site, une partie servira pour le recouvrement multicouche de la halde à stérile PGA. Pour minimiser l'érosion causée par l'eau, des paliers en pente inversées pourront être mis en place.

### 20.7.2 HALDES DE ROCHES STÉRILES

La halde de roches stériles NPGA sera reprofilée avec des pentes de 3H : 1V pour en assurer une stabilité à long terme et pour favoriser sa revégétation. Si nécessaire, une couche de 300 mm de matériaux granulaire ainsi qu'une couche de 150 mm de sol organique provenant de l'empilement des dépôts meubles seront mises en place pour favoriser la prise de la végétalisation sur cette dernière.

Quant à l'empilement des roches stériles PGA, le concept retenu consiste à reprofiler les pentes (3H :1V) de l'empilement et d'installer un recouvrement multicouches pour prévenir 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 dernière, souvent formée de silt, de till ou même de résidus miniers neutres, limite l'infiltration de l'oxygène grâce à sa teneur élevée en eau tout en limitant l'infiltration d'eau grâce à sa faible conductivité hydraulique. Pour 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.

### 20.7.3 AIRE D'ENTREPOSAGE DE MINERAI DE BASSE TENEUR

Une fois la réserve de minerai épuisée, l'assise de la halde sera nivelée au besoin et recouverte de sol apte à la végétation. Dans l'éventualité où certaines zones auraient été contaminées, les sols seront excavés puis traités sur place ou dans un centre autorisé. Les aires d'entreposage et de débordement du minerai seront aussi caractérisées avant d'être restaurées.

### 20.7.4 BÂTIMENTS ET INFRASTRUCTURES

L'ensemble des bâtiments et infrastructures qui ne seront pas utiles pour la réalisation du suivi post-fermeture seront démantelés. Puisque toutes les infrastructures présentes sur le site minier Akasaba Ouest auront été fournies et opérées par des entrepreneurs, ceux-ci seront responsables du démantèlement. AEM coordonnera la caractérisation des sols et le démantèlement. Rappelons que la plupart des bâtiments de surface seront des installations temporaires de type roulotte relativement simple à démanteler et à transporter hors site.

Au moment du démantèlement des bâtiments et des infrastructures, les travaux de restauration comporteront les activités suivantes :

- Les bâtiments temporaires (roulottes/modules mobiles/garage/guêrite) seront vendus ou récupérés par l'entrepreneur;
- Les dalles de plancher ainsi que les fondations souillées par des hydrocarbures seront d'abord décontaminées avant d'être remblayées;
- Tous les équipements de services tels que les réservoirs, conduites et pompes seront vidangés et nettoyés. Les eaux de nettoyage seront collectées et traitées (sédimentation et séparation eau-huile, si nécessaire) avant leur rejet vers l'environnement;
- Le chemin reliant le chemin forestier Eacom au site Akasaba Ouest d'une longueur d'environ 440 m sera gardé en place pour accéder au site pour le suivi post-fermeture. Par la suite, le chemin pourra être scarifié pour faciliter la reprise de la végétation et le ponceau non nécessaire pourra être enlevé.;
- l'empreinte au sol des infrastructures démantelées sera dans un premier temps scarifiée ou recouverte de terre pour faciliter la reprise de la végétation puisensemencée. Le site sera nivelé de façon à réinstaurer un réseau de drainage naturel vers la fosse.

Les matériaux générés lors du démantèlement des installations seront gérés en appliquant les principes de la réduction, du réemploi, du recyclage et de la valorisation (3RV). À cet effet, AEM prévoit que tous les bâtiments seront des installations temporaires pouvant être relocalisés et réutilisés après la fermeture du projet. Peu de fondation de béton seront nécessaires. Malgré qu'une grande quantité de matériaux soient récupérables, le démantèlement des bâtiments et des infrastructures nécessitera l'élimination d'un volume de débris de toutes sortes. Ainsi, si les matériaux issus de la démolition d'un immeuble ou d'infrastructure ne sont pas

des matières dangereuses au sens du RMD et qu'ils ne sont pas récupérables, ils seront gérés en tant que matières résiduelles en vertu du Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles (REIMR; c.Q-2, r.6.02).

Le démantèlement des infrastructures ou matériaux « assimilés à des matières dangereuses » devra faire l'objet d'un nettoyage adéquat pour les décontaminer. Les matériaux jugés décontaminés, selon les normes ou critères prescrits, pourront être réemployés, recyclés ou valorisés à certaines conditions. Les matériaux encore contaminés devront être considérés comme des matériaux assimilés à des matières dangereuses et seront éliminés dans un centre autorisé par le MDDELCC.

Les réservoirs de carburant diesel ainsi que leur tuyauterie de surface et souterraine seront retirés en conformité avec les dispositions du Code de construction (c. B-1.1, r.0.01.01) et du Code de sécurité (c. B-1.1, r.0.01.01.1). Ces réservoirs seront vendus, conservés pour réutilisation future ou éliminés, en s'assurant de respecter les dispositions du Code de construction (c. B-1.1, r.0.01.01) à cet égard. La géomembrane de protection, la tuyauterie et les réservoirs non réutilisables seront éliminés en conformité avec les dispositions du REIMR ou du RMD.

#### **20.7.5 FOSSE**

À la fin des activités dans la fosse, le pompage cessera, ce qui permettra ensuite son remplissage graduel par l'exfiltration des eaux souterraines ainsi que par l'apport des eaux de ruissellement. Selon l'étude hydrogéologique, l'élévation de la nappe phréatique se situe naturellement autour d'un mètre sous la surface des sols dans le secteur de la fosse projetée. D'après le contexte hydrogéologique du secteur, la fosse se remplira graduellement jusqu'à l'atteinte d'un équilibre, soit environ un mètre sous le niveau actuel du sol.

Pour favoriser son remplissage, les infrastructures de gestion de l'eau seront reprofilées au voisinage de la fosse pour diriger une partie du drainage de surface vers la fosse. La durée de la période de remplissage est estimée à environ seize ans (Annexe AH, 1203-REP-005, Richelieu Hydrogéologie Inc. 2015). La fosse se transformera donc en un plan d'eau, dont les berges auront été enrochées pour prévenir l'érosion.

Pour sécuriser les lieux, dès que l'exploitation de la mine cessera, une berme de sécurité, composée de stériles miniers, sera érigée en périphérie de la fosse pour en limiter l'accès.

#### **20.7.6 SOLS CONTAMINÉS**

Lors de la cessation définitive des activités de la mine, une étude de caractérisation du terrain sera réalisée tel que prescrit par l'article 31.51 de la LQE. Si cette caractérisation révélait la présence de contaminants dont la concentration excède les

valeurs réglementaires, AEM prendra les mesures nécessaires en conformité avec les dispositions de la LQE et le Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains (c. Q-2, r.18.1.01).

#### **20.7.7 SUIVIS POST-FERMETURE**

Le programme de suivi postfermeture de la mine Akasaba Ouest est tiré du Plan de restauration soumis au MERN (Annexe AG, 1203-REP-004, WSP, 2015). Il comprend :

- Le contrôle de l'intégrité des ouvrages;
- Le suivi agronomique;
- Le suivi de la qualité de l'effluent;
- Le suivi de la qualité des eaux souterraines.

Le programme visera à s'assurer de l'efficacité des mesures de restauration. Conformément à la Directive 019, AEM s'engage à vérifier, de façon régulière (8 fois par année), la qualité de l'effluent et des eaux souterraines pour une durée de 10 ans.

#### **20.7.8 INTÉGRITÉ DES OUVRAGES**

Les seuls ouvrages qui demeureront sur le site après la restauration sont les empilements de stériles et de dépôts meubles, la berme de protection autour de la fosse ennoyée ainsi que les fossés permanents dirigeant les eaux vers la fosse. Un suivi de l'intégrité de ces ouvrages sera effectué annuellement pendant un minimum de cinq ans. Il consistera en une inspection visuelle réalisée par un spécialiste en géotechnique. Ce dernier verra à s'assurer de l'intégrité des piles et qu'aucune érosion, tassement ou mouvement de terrain n'est en cours, à défaut de quoi des mesures correctrices devront être effectuées.

#### **20.7.9 SUIVI AGRONOMIQUE**

Le suivi agronomique après la restauration du site minier se poursuivra durant un minimum de cinq ans sous forme d'inspections annuelles. Ces dernières consisteront principalement en une évaluation visuelle de différents paramètres tels que la condition des plants, le pourcentage des aires montrant une reprise végétative, l'érosion des sols, etc. Le cas échéant, des engrais de rappel seront épandus et des reprises d'ensemencement seront effectuées, si requis.

#### **20.7.10 QUALITÉ DE L'EFFLUENT**

Après la restauration du site, l'effluent final ne sera plus intermittent, mais continu lors d'averses, puisque des brèches auront été réalisées dans les bassins de collecte des eaux afin de laisser l'eau s'écouler vers l'environnement au fur et à mesure. Le suivi de la qualité de l'eau de surface comprendra les mêmes paramètres que pour le suivi

régulier de l'effluent final en période d'exploitation (REMM, D019, OER). Des échantillons seront prélevés dans la fosse ou dans le bassin de collecte des eaux de ruissellement selon les fréquences mentionnées au tableau 2.8 de la Directive 019 sur l'industrie minière.

#### **20.7.11 QUALITÉ DES EAUX SOUTERRAINES**

Concernant les eaux souterraines, un réseau de surveillance sera instauré autour des aménagements à risque tel que les aires d'accumulation des stériles, l'ancien emplacement du dépôt pétrolier, au pourtour de l'ancien emplacement de la sous-station électrique et de la station de concassage pour suivre la qualité des eaux souterraines suivant les opérations minières. Un minimum de trois puits en aval sera conservé pour le suivi postrestauration.

## 21 CONSIDÉRATIONS RELATIVES À LA COMMUNAUTÉ

### 21.1 CONTEXTE SOCIOÉCONOMIQUE

La zone d'étude élargie est en majeure partie située sur le territoire de la ville de Val-d'Or, le pôle régional de la MRC de la Vallée-de-l'Or, elle-même faisant partie intégrante de la région administrative de l'Abitibi-Témiscamingue. Elle englobe aussi la réserve autochtone de Lac-Simon à l'est et recoupe les territoires de Senneterre, paroisse et ville, dans sa partie nord-est. Les territoires non organisés de Lac-Granet, Réservoir-Dozois et Matchi-Manitou se trouvent à la limite sud-est de la zone d'étude élargie.

La région de l'Abitibi-Témiscamingue comptait 146 683 habitants (en 2011), soit 1,8 % de la population du Québec. La MRC de la Vallée-de-l'Or englobe près du tiers (29,5 %) de la population de la région administrative (43 283 habitants). Avec 32 160 habitants en 2011, Val-d'Or représente la principale agglomération de la MRC, regroupant près des trois quarts (74,3 %) de sa population. Parmi les autres agglomérations, notons que la population de la paroisse de Senneterre est de 1 225 habitants, alors qu'elle est de 1 395 personnes à Lac-Simon.

### 21.2 UTILISATION DU TERRITOIRE

Le territoire de la zone d'étude élargie est majoritairement constitué de terres publiques et dominé par une affectation forestière ponctuée de zones récréatives intensives et extensives. Des zones de villégiature se trouvent notamment associées aux lacs Sabourin, Ben et Bayeul, localisés les plus près du site minier Akasaba Ouest. Des informations fournies par la Ville de Val-d'Or font état de la présence de plusieurs propriétés, majoritairement des chalets, mais aussi des résidences permanentes. On trouve 18 propriétés autour du lac Bayeul, dont 7 résidences permanentes. Le lac Ben, quant à lui, compte 58 propriétés parmi lesquelles on dénombre 20 résidences permanentes. Au pourtour du lac Sabourin se trouvent des résidences saisonnières sur 36 propriétés. On recense enfin 11 résidences dans le secteur de Colombière, soit à la jonction de la route 117 et du chemin du Lac-Sabourin. D'importantes zones de villégiature se trouvent également au nord-ouest de l'agglomération de Val-d'Or, en bordure des lacs de Montigny, Blouin et Lemoine.

La zone d'étude élargie regroupe d'autre part de nombreux baux de villégiature pour des abris sommaires, témoignant ainsi d'une importante activité de chasse.

L'Association des scouts du Canada y possède un chalet en bordure du lac Bayeul. La zone d'étude élargie est aussi sillonnée par des sentiers de motoneige, dont le principal la traverse dans un axe général est-ouest. Elle recoupe par ailleurs des terrains de piégeage enregistrés ainsi que des terrains de trappage que l'on associe aux utilisateurs des communautés algonquines de Lac-Simon (3 terrains) et Kitcisakik (1 terrain). Il convient de noter que la communauté de Kitcisakik est située à plus de 45 km au sud de la limite méridionale de la zone d'étude élargie. Lors de rencontres avec des représentants des communautés de Lac-Simon et de Kitcisakik, ces

derniers ont indiqué que le secteur du projet Akasaba Ouest était peu fréquenté par les utilisateurs de la communauté parce que ce territoire est utilisé par plusieurs utilisateurs allochtones, notamment les résidents des lacs Bayeul, Ben et Sabourin, et de nombreux chasseurs.

L'espace urbanisé se concentre principalement dans la ville de Val-d'Or où se regroupent les usages résidentiels, commerciaux et de services, les zones industrielles, les institutions et les usages publics.

Enfin, il importe de mentionner que la zone d'étude élargie, notamment le long de la faille Cadillac, a un long historique en termes d'activités d'exploration et d'exploitation minières avec la présence des sites Akasaba, Dunrain, Orenada et Sigma 2.

#### Potentiel archéologique

La zone d'étude restreinte a fait l'objet d'un examen cartographique et d'un examen visuel sur le terrain par des archéologues, en juillet 2014.

L'absence de cours d'eau majeurs et de plans d'eau d'importance rend l'aire d'étude peu propice à l'occupation humaine. Les cours d'eau de la zone d'étude affichent un faible débit, ont des parcours présentant de multiples méandres et leur relative étroitesse porte à douter de leur navigabilité.

Par ailleurs, le terrain généralement marécageux, bien qu'avantageux pour l'exploitation de certaines espèces animales, est très peu propice à l'occupation humaine. En effet, la forte rétention d'eau des sols et la formation de zones humides en résultant, sont des facteurs freinant l'occupation humaine; les sols modérément ou bien drainés sont davantage favorisés.

Conséquemment, la zone d'étude ne présente que des zones à faible potentiel archéologique situées sur les berges des multiples cours d'eau la traversant. Le territoire résiduel de la zone d'étude n'est d'aucun intérêt sur le plan archéologique.

#### Droits ancestraux

Le site du projet Akasaba Ouest se trouve sur un territoire qui était traditionnellement fréquenté par les communautés algonquines de Kitcisakik et de Lac-Simon, avant le début de la colonisation de l'Abitibi et la fondation de la ville de Val-d'Or. Ces deux communautés partagent un territoire traditionnel contigu et ont des liens de parenté très étroits; étant issues d'un même groupe qui s'est scindé en deux entités politiques différentes dans le premier quart du 20<sup>ième</sup> siècle (Leroux et coll. 2004).

Les communautés algonquines de Lac-Simon et de Kitcisakik (Grand Lac Victoria) sont membres du Conseil tribal de la nation algonquine Anishnabe (CTNAA) avec cinq autres nations : Kitigan Zibi, Abitibiwinni, Kipawa et Winneway, au Québec, et Wahgoshig, en Ontario. Ce conseil ne regroupe pas toutes les nations algonquines. Quatre autres n'en sont en effet pas membres, soit Timiskaming, Wolf Lake, Lac-Rapide ou Pikwakanagan (Golden Lake). Conséquemment, la question des droits ancestraux est un dossier qui est porté par plusieurs instances.



Les priorités fondamentales du CTNAA sont la protection et l'avancement des enjeux relatifs aux droits ancestraux ainsi que la fourniture de l'assistance et des services aux communautés membres. De façon générale, le CTNAA considère que le peuple algonquin a occupé depuis des temps immémoriaux le bassin versant de la rivière des Outaouais, en incluant l'Abitibi et le Témiscamingue. Ainsi, les droits et titres algonquins s'étendraient aux terres des deux rives de la rivière des Outaouais (CTNAA 2013 : 1-2).

En décembre 2011, un article du journal abitibien *La Frontière* relatait l'intention du CTNAA de réclamer des droits sur un territoire de 650 000 km<sup>2</sup>; le but des Algonquins étant d'obtenir des redevances sur un territoire désigné afin de développer de meilleurs services de santé et sociaux pour la population. L'annonce du territoire revendiqué a suscité des réactions puisqu'il couvre une bonne partie du Québec et s'étendrait jusqu'aux environs de Timmins et de Sault-Sainte-Marie, en Ontario (*La Frontière*, 2011 et 2013). En date d'octobre 2014, le registre des tableaux de négociation sur l'autonomie gouvernementale et des revendications territoriales globales du ministère des Affaires autochtones et Développement du Nord Canada (AADNC) n'indiquait pas de processus en cours pour le CTNAA (AADNC, 2014a).

Le rapport d'étape des revendications particulières d'AADNC fait cependant état de plusieurs revendications particulières déposées par la nation de Kitigan Zibi (Maniwaki), membre du CTNAA (AADNC, 2014b). Il ne s'y trouve aucune mention de revendication particulière en cours pour les communautés de Kitcisakik et de Lac-Simon.

En septembre 2013, dans la foulée des consultations publiques sur le Projet de loi No 43 sur les mines au Québec, le CTNAA a déposé un mémoire, s'opposant à celui-ci sous sa forme actuelle. Le CTNAA se disait préoccupé par l'absence d'obligation de consultation au stade de l'exploration, par la délégation aux municipalités de pouvoir restreindre l'exploitation minière sans toutefois reconnaître les droits des Premières Nations de contrôler le développement sur leur territoire et par l'imposition de l'obligation de divulgation des ententes conclues.

Enfin, sur le plan provincial, mentionnons qu'une entente de principe portant sur la consultation et l'accommodement entre le gouvernement du Québec et le Conseil de la Première Nation Abitibiwinni et le Conseil Anishnabe de Lac-Simon a été signée en 2012 (Secrétariat aux affaires autochtones du Québec, 2014). Celle-ci vise à établir un cadre favorisant la conclusion d'une entente sur la consultation et l'accommodement en ce qui concerne les projets miniers sur un territoire à être défini.

### **21.3 CONSULTATIONS PUBLIQUES**

Afin de réduire le risque social du projet, de nombreuses actions ont été réalisées par AEM pour informer les communautés environnantes et les parties prenantes locales sur le projet Akasaba. Tout d'abord, l'acquisition d'AEM du dépôt Akasaba Ouest a

été rendu public au début de 2014 et le projet a été présenté aux représentants de la municipalité de Val-d'Or et de la MRC de La Vallée-de-Or en février 2014. Deuxièmement, une lettre a été envoyée aux résidents des lacs Ben et Bayeul le 31 janvier 2014, pour les informer de l'acquisition du dépôt Akasaba Ouest et la poursuite des travaux d'exploration commencés par le propriétaire précédent à l'automne 2013. Troisièmement, une discussion concernant le projet Akasaba Ouest a eu lieu en avril 2014 avec la communauté autochtone du Lac Simon.

L'exercice de faire l'identification et la cartographie des parties prenantes concernant les impacts futurs du projet Akasaba a été fait en avril 2014. Cet *exercice* est essentiel pour élaborer le plan de communication et la stratégie de consultation avec ces intervenants pour obtenir leur préoccupation et commentaires afin d'améliorer la conception du projet au cours de l'étape de faisabilité en réduisant les impacts sociaux et environnementaux. Bien que la consultation des communautés et des parties prenantes autour du projet ne soit pas exigée par la réglementation à ce stade, c'est une étape essentielle pour établir la confiance avec les parties prenantes locales et, éventuellement, obtenir une meilleure acceptation sociale de ce projet.

Une consultation préliminaire a été faite au cours de l'été 2014. Une série de réunions ont eu lieu avec les principaux intervenants de la région. Elles ont servies principalement à recueillir les préoccupations et les attentes à l'égard du projet, à identifier les problèmes qui devaient être pris en compte ainsi que les éléments qui aideraient à mieux intégrer le projet dans son environnement, à entendre les points de vue des parties prenantes concernant le processus de consultation et d'identifier les autres parties qui pourraient être intéressés par le projet. Les entrevues ont été menées avec les organisations et intervenants suivants: l'Association de chasse et pêche de Val-d'Or, l'Association des riverains du lac Sabourin, les résidents du lac Ben, les résidents du lac Bayeul, le Conseil régional de l'environnement de l'Abitibi-Témiscamingue, Action boréale de l'Abitibi-Témiscamingue, Ministère de la Forêt, de la faune et des parcs du gouvernement du Québec, la MRC de la Vallée-de-l'Or, la ville de Val-d'Or et la communauté algonquine du Lac Simon. Une lettre a été envoyée à la communauté de Kitcisakik afin de les rencontrer, mais aucune réponse n'a été reçue au cours de cette même année. Tel que mentionné dans les pages suivantes, une première rencontre avec Kitcisakik a plutôt eu lieu en mars 2015.

En octobre 2014, un site Web sur le projet Akasaba a été créé et lancé. Une annonce du site web du projet a été faite dans le journal local distribué gratuitement à tous les citoyens de Val d'Or (Le Citoyen). Un bulletin d'information sur la mise à jour du projet a également été préparé et distribué aux communautés environnantes ainsi qu'aux parties prenantes majeures. La disponibilité et la transparence de l'information du projet au public ainsi que notre accessibilité pour répondre à leurs questions et préoccupations sont les principales clés pour établir la confiance avec les communautés environnantes et les parties prenantes locales majeures sur ce projet. Un processus de consultation plus large a été lancé en novembre 2014. La consultation ciblait spécifiquement les voisins les plus proches du projet (les

propriétaires de maisons et de chalets des lacs Bayeul, Ben et Sabourin et le hameau de Colombière) qui ont été rencontrés afin de recueillir leurs préoccupations, de compléter nos informations sur l'utilisation des terres de la région et afin d'explorer les mesures d'atténuation possibles pour réduire l'impact social et environnemental. L'information recueillie est pertinente pour l'étude d'impact environnemental et social. Près de 40% des voisins ont été rencontrés lors de ces réunions. Un effort supplémentaire a été effectué au moyen d'entrevues téléphoniques pour rejoindre les propriétaires qui vivent en dehors de la zone pendant la période d'hiver. Nous avons pu communiquer avec près de 50% des voisins du projet.

Pendant l'hiver 2015, une autre série de consultations a été faite. Cette deuxième consultation s'est déroulée sous forme d'ateliers organisés sur des thèmes spécifiques qui correspondent à des préoccupations majeures sur le projet minier exprimé par les communautés locales au cours du processus de consultation précédent. Les objectifs de ces ateliers étaient de :

- donner une mise à jour du projet;
- présenter les impacts anticipés sur l'environnement pour chaque thème;
- discuter de mesure corrective et de surveillance qui sont considérées à ce stade et pour obtenir leur préoccupation résiduelle.

Le premier atelier a eu lieu en mars 2015 et a porté sur :

- l'impact du projet sur la faune et la flore ;
- l'impact sur l'utilisation des terres.

Un second atelier a eu lieu, aussi en mars 2015 et à aborder les impacts liés à :

- la poussière
- au bruit et aux vibrations.

Le troisième atelier était axé sur l'eau de surface et des eaux souterraines. Environ 30 personnes ont participé à chacun de ces ateliers et ils provenaient d'organisations différentes (les propriétaires de chalets, des ONG, le gouvernement, l'association de chasse et pêche, etc.).

Une activité de type «portes ouvertes» a également eu lieu en septembre 2015 afin de permettre au grand public de prendre connaissance du projet et de l'étude d'impact. Cette activité visait également à montrer aux principales parties prenantes consultées depuis le début du processus en 2014, la fin du cheminement de l'entreprise en ce qui a trait à l'évaluation des impacts environnementaux et sociaux, aux mesures d'atténuation et les suivis retenus.

En ce qui concerne les Premières Nations, les communautés algonquines du Lac Simon et de Kitcisakik ont toutes deux commenté la description de projet soumise à l'Agence canadienne d'évaluation environnementale en octobre 2014. Les

représentants des départements des Ressources naturelles du Lac Simon et de Kitcisakik ont été rencontrés en mars et avril 2015 afin de :

- présenter le projet Akasaba;
- recueillir des informations sur l'utilisation des terres par les représentants de cette communauté;
- recueillir leurs préoccupations majeures sur le projet.

De plus, une réunion publique a eu lieu en mai 2015 au centre communautaire du Lac Simon pour informer cette communauté sur le projet Akasaba et ses impacts anticipés et pour identifier les membres de la communauté utilisant la zone du projet. À l'automne 2015, un processus de consultation spécifique a été mené par le département des ressources naturelles auprès des familles pouvant utiliser le secteur du projet pour mieux évaluer l'impact éventuel du projet sur leur utilisation des terres et, le cas échéant, pour essayer d'identifier les mesures possibles d'atténuation afin de réduire ces impacts. Selon ce mémoire, les familles consultées ont mentionné avoir abandonnés les activités de trappe et de chasse dans le secteur du projet depuis 2012-2013 compte tenu du fait que les chemins forestiers dans le secteur se sont refermés rendant difficilement accessible ce secteur.

Le directeur général du Lac Simon a donné à AEM un projet de protocole d'entente à l'été 2014. Ce document a soulevé de nombreuses questions et commentaires à l'automne. Une réunion spécifique a eu lieu en décembre 2014 pour obtenir des éclaircissements supplémentaires sur certaines des clauses du document et aussi sur leurs intentions avec ce projet de protocole d'entente. Différentes versions du projet ont circulé depuis cette date. Après 3 ans de discussions, aucune entente n'est encore signée.

En mars 2015, une première rencontre a eu lieu avec le département des ressources naturelles de la communauté de Kitcisakik pour présenter le projet et débiter le processus de consultation avec les membres. Une rencontre publique a pu être tenue dans la communauté en octobre 2015 afin de présenter le projet, compléter l'information sur l'utilisation du territoire par les membres de cette communauté et recueillir les préoccupations sur le projet minier.

Mentionnons aussi qu'en juillet et décembre 2015, un bulletin d'information sur la mise à jour du projet a été distribué aux communautés environnantes ainsi qu'aux principales parties prenantes.

L'année 2016 a également été marquée par plusieurs activités de consultation et d'information sur le projet.

En juin et novembre, un bulletin d'information sur la mise à jour du projet aux communautés environnantes ainsi qu'aux principales parties prenantes.

Le 31 juillet, Agnico Eagle a participé à l'assemblée annuelle de l'Association des riverains du lac Sabourin. L'état d'avancement du projet a été présenté et cela a permis de répondre à certaines préoccupations citoyennes comme le bruit que les activités minières pourraient générer, l'impact visuel, le chemin que la compagnie Forestière projetée de construire dans le secteur ainsi que le traitement du minerai. Plus d'une vingtaine de riverains étaient présents.

Le 27 septembre, Agnico Eagle a tenu une rencontre d'information avec la communauté d'accueil du projet et les principales parties prenantes. Les objectifs de cette rencontre étaient :

- Partager les dernières mises à jour du projet;
- Recueillir et prendre en considération des préoccupations qui n'auraient pas déjà été soulevées dans le cadre du projet;
- Aviser de la tenue de la séance d'information et de consultation effectuée par le BAPE dans les prochaines semaines.

Environ 25 riverains ou résidents de Colombière ont participé à la séance d'information. Deux représentants de la ville de Val-d'Or, un représentant de la MRC de la Vallée-de-l'Or ainsi qu'un représentant de l'entreprise forestière Eacom étaient également présents. La circulation et le transport, le bruit, les vibrations, la qualité de l'air, l'eau, le caribou forestier, la restauration et le plan de compensation pour la perte des milieux humides ont été les thèmes présentés. Quelques questionnements de la part des citoyens ont été soulevés, aucun ne portait sur la qualité de l'air, l'eau et le plan de compensation pour la perte des milieux humides

Le 24 octobre, dans le cadre de son processus d'information et de consultation, le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) a tenu une séance d'information durant laquelle Agnico Eagle, en tant que promoteur, a présenté le projet. Environ 30 personnes ont assisté à la séance d'information. Huit questions ont été posées. Celles-ci portaient principalement sur le plan de compensation prévu pour la perte de milieux humides et le chemin que la compagnie forestière Eacom prévoit construire dans le secteur. Pour cette séance, une brochure d'information sur le projet a également été produite.

Entre septembre et novembre 2016, ajoutons que les organismes et communautés autochtones suivants ont été rencontrés afin de répondre aux préoccupations exprimés dans les mémoires qu'ils avaient déposés à l'Agence Canadienne d'Évaluation Environnementale (ACÉE) dans le cadre de la période de consultation publique sur le projet Akasaba Ouest :

- Société de l'eau souterraine Abitibi-Témiscamingue (SESAT);
- Organisme de bassin versant Abitibi-Jamésie (OBVAJ);
- Conseil régional de l'environnement de l'Abitibi-Témiscamingue (CREAT);
- Département des Ressources naturelles du Lac Simon (DRNLS);
- Département Aki du conseil des Anicinapek de Kitcisakik.

Finalement, au cours de l'automne 2016, trois locataires d'abris sommaires sur cinq susceptibles d'être incommodés par une ou plusieurs nuisances modélisées par WSP, soit le bruit, la qualité de l'air et les vibrations, ont été rencontrés pour les informer du projet.

À l'hiver 2017, le BAPE a tenu des audiences publiques sur le projet Akasaba Ouest.

La première partie de l'audience s'est déroulée les 31 janvier et 1<sup>er</sup> février. Elle a permis à la commission ainsi qu'à la population et aux parties intéressées par le projet d'obtenir des informations plus précises sur les sujets qui les préoccupent. Les questions et échanges ont porté sur des aspects spécifiques au projet ainsi que sur des aspects plus généraux de l'industrie minière et des règles qui l'encadrent. Le plan de compensation pour la perte des milieux humides, le plan de restauration, le chemin de transport du minerai ainsi que les impacts sur le caribou forestier de Val-d'Or sont les principaux sujets qui ont retenu l'attention. Environ 70 personnes étaient présentes, incluant des représentants de différents ministères, de la ville de Val-d'Or, de la MRC de la Vallée-de-l'Or, de la communauté du Lac Simon, de la compagnie forestière Eacom et de l'industrie minière. Les organisations suivantes étaient également présentes : le Comité de citoyens de la Zone Sud de Malartic, l'Action Boréale de l'Abitibi-Témiscamingue (ABAT), le Regroupement Vigilance Mines de l'Abitibi-Témiscamingue (REVIMAT), le Conseil régional de l'environnement de l'Abitibi-Témiscamingue CREAT. Seulement quelques riverains des lacs Bayeul, Ben et Sabourin ont assisté à la première partie de l'audience. Aucun d'eux n'a pris la parole.

La commission d'enquête du BAPE a tenu la deuxième partie de l'audience publique sur le projet, les 28 février et 1<sup>er</sup> mars à Val-d'Or. Cette deuxième partie était consacrée exclusivement à l'audition des mémoires, des opinions verbales et des suggestions des citoyens et des parties intéressées désireux de donner leur avis à la commission. Au total, 25 mémoires ont été déposés auprès de la commission. Plusieurs de ceux-ci étaient en appui au projet alors que d'autres ont émis des réserves et certaines préoccupations. Les principales réserves ou préoccupations relatives au projet ont porté sur la méthode de restauration ainsi que le tracé du chemin forestier de la compagnie Eacom, qui serait utilisé par Agnico Eagle pour le transport du minerai, et ses impacts sur le caribou forestier de Val-d'Or. Aucun riverain des lacs Bayeul, Ben et Sabourin ou résidents de Colombière n'a déposé de mémoire. Il en est de même des communautés autochtones de Lac Simon et Kitcisakik qui n'ont pas remis de mémoire.



## 21.4 ÉVALUATION DE L'IMPACT SOCIO-ÉCONOMIQUE, ATTÉNUATION ET SURVEILLANCE

### 21.4.1 IMPACTS POTENTIELS

Grâce aux initiatives décrites ci-dessus pour les années 2014 à 2016, les principales préoccupations suivantes ont été identifiées par de nombreuses parties prenantes:

- Le trafic de l'équipement lourd et le trafic créé par les employés de la mine, en particulier sur le chemin du Lac-Sabourin,
- Les impacts du projet sur les eaux souterraines et les puits d'eau potable, la qualité de l'eau de surface des lacs Bayeul, Ben et Sabourin;
- Les nuisances associées à l'exploitation de la fosse (bruit, vibrations, poussières).
- L'impact de la poussière due aux transports sur les baies et la flore récoltés par les populations locales
- Les impacts sur les activités récréatives du tourisme et les utilisateurs des terres (chasseurs), sur la cueillette de baies, l'ouverture du territoire. Les impacts sur la faune ont également été évoqués, mais par quelques intervenants seulement.
- La dévaluation de propriétés riveraines dans la zone d'étude.

Le processus d'information et de consultation du BAPE tenu à l'automne 2016 suivi du processus d'enquête de la commission de l'hiver et du printemps 2017 a permis de soulever d'autres préoccupations relatives au projet. Parmi les principales préoccupations soulevées dans les derniers mois, soulignons :

- Les impacts sur le caribou forestier de Val-d'Or;
- Le tracé du chemin forestier de la compagnie Eacom;
- La méthode de restauration.

En 2014-2015, le troupeau de caribous des bois de Val-d'Or (estimé à 20 individus), était un sujet sensible pour certains acteurs locaux (Association des riverains du Lac-Sabourin, l'Association de chasse et pêche de Val d'Or, etc.). Ces intervenants avaient travaillé dur depuis de nombreuses années avec le gouvernement du Québec pour sauver cette population menacée. Une réserve de biodiversité a été créée en 2009 par le gouvernement du Québec pour protéger cette population menacée d'extinction par la Loi canadienne sur les espèces en péril et comme espèce vulnérable en vertu de la Loi québécoise sur les espèces menacées ou vulnérables du Québec.

Depuis les 15 dernières années, la presque totalité de cette population a concentré ses activités dans la limite de la réserve de biodiversité, à 5 km et plus au sud du projet. Seulement six individus ont sporadiquement fréquenté le secteur du projet. À l'exception d'un caribou, ces déplacements n'ont toutefois pas eu lieu en périodes critiques, soit la mise-bas des femelles et l'hiver. Selon l'étude d'impact, le projet Akasaba Ouest n'ajouterait qu'une infime perturbation à l'habitat du caribou forestier, soit moins de 0,2 %. Durant les audiences publiques du BAPE, des experts



provenant des gouvernements provincial et fédéral ont aussi témoigné que le taux de perturbation de l'habitat du caribou forestier dans le secteur se situe largement au-dessus du seuil maximal requis pour atteindre 60 % de chance de rétablissement,

Dans le cadre des audiences du BAPE, la proximité de la réserve de biodiversité par rapport au projet Akasaba Ouest et la nouvelle route de 31 km qu'Eacom a commencé à construire a suscité l'attention. Par ailleurs, la gestion de la forêt et du caribou forestier par le gouvernement a été vivement critiquée. Le 21 avril 2017, le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) a annoncé le transfert de la harde de caribous forestiers de Val-d'Or vers le Zoo sauvage de Saint-Félicien, au Saguenay-Lac-Saint-Jean. Toutefois, depuis cette annonce, cette décision est vivement critiquée par de nombreux biologistes et associations environnementales.

À cela s'ajoute la possible intervention d'Environnement Canada dans le dossier du déménagement puisque le caribou forestier a la désignation d'espèce menacée en vertu de la loi fédérale sur les espèces en péril. Ajoutons également que même si le Ministre du MFFP a affirmé avoir discuté de cette décision avec Environnement Canada et que ce dernier aurait indiqué qu'il n'interviendrait pas dans ce dossier, il n'en demeure pas moins qu'il s'agit d'un dossier plutôt politique et qu'une intervention dont la nature reste à déterminer est possible. Les communautés autochtones de Kitchisakik et Lac Simon se sont opposées publiquement contre le projet de relocalisation des caribous et pourraient déposer une plainte à Environnement Canada.

En ce qui concerne les communautés autochtones, tel que mentionné précédemment, les représentants du Département des ressources naturelles du Lac Simon ont fourni des commentaires sur le projet (consultation sur la description de projet et réunion d'avril 2015). Les représentants du Lac Simon ont exprimés les commentaires et les préoccupations suivantes:

- La fosse va soulever des préoccupations dans la communauté;
- Il y aura des craintes que les stériles soient générateur de drainage minier acide;
- L'impact visuel du site minier;
- L'impact de l'exploitation sur les animaux de ce secteur, notamment l'orignal et les oiseaux qui pourraient par leurs déplacements, propager une potentielle contamination à l'ensemble de leur domaine vital;
- L'impact du nouveau chemin de transport du minerai sur la dynamique Caribou-orignal-predateurs;
- Le moment des sautages et l'impact des sautages et du bruit sur les animaux, notamment l'orignal et le caribou;
- Le bruit et la poussière engendrés par la circulation sur le chemin de halage mais également le transport des poussières issus de l'exploitation de la mine.

Également, dans le cadre de la consultation de l'Agence canadienne d'évaluation environnementale (ACÉE) sur notre étude d'impact, le Département des ressources

naturelles du Lac Simon a réalisé une consultation des familles pouvant fréquenter le secteur du projet minier. Il est ressorti les points suivants tirés du mémoire déposé à l'Agence :

- « la consultation des membres de la communauté et l'historique de colonisation de la région nous ont permis de comprendre que ce secteur a graduellement été abandonné dans les dernières décennies, même si certains individus relatent encore une utilisation sporadique des lieux. En effet, le développement minier du siècle dernier, l'occupation grandissante du territoire par les autochtones pour la chasse et la villégiature, les opérations forestières de même que la création des réserves à castor et des réserves indiennes et la mise en place des politiques d'assimilation de la Loi sur les Indiens sont autant de facteurs qui ont contribué à déplacer les populations autochtones vers d'autres secteurs »
- « Néanmoins, les Anishnabeg de Lac Simon ne se considèrent pas moins comme les gardiens du territoire pour le bien des générations futures et expriment une réelle volonté de reconnaissance de leurs droits ancestraux, et ce, sur l'entièreté du territoire qu'ils occupaient autrefois, y compris le site minier Akasaba ouest et ses environs »
- « Il convient également de mentionner que la plupart des activités de chasse et de piégeage dans le secteur ont été abandonnées depuis 2012-2013 à cause de la fermeture des chemins forestiers qui ne permettent plus le passage des motoneiges et/ou à cause de la crainte de contamination due aux activités minières précédentes concentrées dans le secteur »

De plus, la plupart des personnes rencontrés mentionnent qu'ils ne retourneraient pas dans ce secteur, même une fois la mine fermée et restaurée par crainte des effets de la pollution, du moins pas tant et aussi longtemps que la minière ne ferait pas d'études sérieuses pour leur prouver que la chaire des gibiers n'est pas contaminée et est propre à la consommation.

Dans le cas des familles de la communauté de Kitcisakik susceptibles de fréquenter le territoire environnant le projet, elles n'ont pu être rencontrées à ce jour par AEM. Néanmoins, une rencontre publique a pu être tenue dans la communauté en octobre 2015 afin de présenter le projet, compléter l'information sur l'utilisation du territoire par les membres de cette communauté et recueillir les préoccupations sur le projet minier. Le directeur du Département des ressources naturelles a ouvertement mentionné que la zone de la faille de Cadillac, incluant le secteur projet Akasaba ouest, n'était pas fréquenté par les autochtones de Kitcisakik en raison de la présence de nombreuses anciennes mines et de la pollution qu'elles ont engendré et de la crainte de boire de l'eau contaminée ou d'ingérer de la viande de gibier qui pourrait être contaminée.

Ces informations ont de nouveau été corroborées lors des rencontres tenues entre Agnico Eagle et le Département des ressources naturelles des communautés du Lac Simon et celle de Kitcisakik à l'automne 2016 pour répondre aux préoccupations que ces dernières avaient exprimées dans les mémoires qu'elles ont respectivement

déposés à l'ACÉE. Compte tenu de l'ensemble des informations obtenues, le projet minier aurait peu d'impact sur les activités traditionnelles de ces deux communautés algonquines.

#### **21.4.2 MESURES D'ATTÉNUATION POSSIBLES**

Il y a des mesures d'atténuation qu'AEM s'est engagé à prendre pour réduire l'impact social du projet pour les voisins les plus près.

Dans le cadre de la consultation en novembre 2014 ainsi que des ateliers consultatifs de mars-avril 2015, il y a eu plusieurs préoccupations concernant la circulation des véhicules lourds qui transporteront le minerai vers l'usine de traitement de la mine Goldex. Si ces camions utilisaient le réseau routier existant, ils passeraient par le chemin du lac Sabourin et ensuite la route provinciale 117 pour atteindre les installations de Goldex. Les gens qui vivent en permanence ou de façon saisonnière aux lacs Bayeul, Ben et Sabourin auraient croisé des camions lourds sur le Chemin du lac Sabourin en entrant ou sortant de cette zone, ce qui a suscité beaucoup d'inquiétude sur la conduite en toute sécurité le long de cette route. L'étude d'impact déposée en août 2015 a donc prévu une autre alternative de trajet de transport de minerai et des travailleurs pour limiter l'utilisation du Chemin du Lac-Sabourin à la période de construction du projet et ainsi répondre aux préoccupations des citoyens locaux en matière de sécurité routière. La modification au projet était de construire une route interne de 6,7 km à l'ouest du site minier Akasaba Ouest. Par cette nouvelle route, il était possible de rejoindre le chemin Manitou existant afin de se rendre à l'usine de traitement de Goldex. Cette alternative avait été discutée avec les voisins concernés, la ville de Val-d'Or et le ministère des Transports du Québec. Tous étaient en faveur de cette option afin d'éviter le trafic lourd et les risques liés à l'utilisation du Chemin du Lac Sabourin et de la route 117. Le chemin du Lac-Sabourin devant être utilisé pendant la période de construction du projet, AEM s'était aussi engagée auprès des voisins à inspecter, niveler et épandre de l'abat-poussière sur ce dernier en plus de sensibiliser ses travailleurs.

Les audiences publiques du BAPE tenues au courant de l'hiver 2017 ont toutefois soulevé une préoccupation additionnelle en matière de chemin, soit la construction d'une deuxième route prévue plus au sud par la compagnie forestière Eacom. Afin de minimiser les impacts, il a été proposé de construire et d'utiliser qu'une seule route. Pour répondre à cette préoccupation, AEM a publiquement annoncé en mars 2017 sa décision d'abandonner la construction du chemin de 6,7 km décrit précédemment et d'utiliser un chemin unique, celui de la compagnie Eacom. AEM participera donc au financement, à la construction et à l'entretien d'un tronçon de 9 km de la route de 31 km prévue par Eacom. C'est ce tronçon qui sera utilisé pour toutes les phases du projet Akasaba Ouest, incluant sa construction et le transport du minerai et des travailleurs.

Puisque les impacts sur les eaux souterraines constituaient une grande préoccupation pour les voisins, AEM surveillera la qualité de l'eau et le débit des puits d'eau potable privés des propriétaires des résidences permanentes ou saisonnières situées autour du lac Bayeul avant et pendant l'exploitation de la mine. Cet exercice sera fait avec l'aide d'un hydrogéologue externe.

Une préoccupation des voisins qui revenait souvent lors des ateliers de consultation était le risque de contamination par la poussière des petits fruits, de la flore et la faune comme la perdrix qui est chassée et mangée par les populations locales ainsi que le risque de contamination par la poussière des lacs Bayeul et Ben d'où plusieurs propriétaires puisent leur eau potable. Les résultats des modélisations, avec mesures d'atténuation, de l'étude d'impact, suggèrent que la qualité de l'air ne sera pas problématique. AEM s'engage toutefois, sur une base volontaire, à réaliser des travaux de terrain afin de fournir plus d'information sur ces questions.

Les travaux comprendront :

- Une caractérisation de l'émission des poussières (taille de grains, teneur de métaux) dans un état naturel en fonction de la saison. Cette caractérisation se fera sur le chemin du Lac-Sabourin à proximité du projet.
- Évaluation de l'accumulation des poussières sur la neige du lac Bayeul.
- Prélèvement d'échantillon de l'eau du lac Bayeul avant le début des travaux.
- Échantillonnage de certains végétaux (écorce de bouleau, bleuets et thé du Labrador).

Les travaux de caractérisations vont s'échelonner sur deux années successives (2016 et 2017) afin d'obtenir une variation inter annuelle en conditions naturelles.

L'évaluation de ces deux aspects en conditions naturelles, ainsi que leur suivi au cours de l'exploitation de la mine va permettre de confirmer auprès de la population l'absence de risque lié à l'émission de poussière sur la qualité de l'eau des lacs, sur la flore et sur la faune autour de la mine.

Pour ce qui est du bruit, soulignons que la première habitation est située à 2,5 km du projet. Les modélisations effectuées dans le cadre de l'étude d'impact suggèrent que les normes seront respectées. Il n'empêche qu'en situation réaliste, les riverains pourraient entendre un faible bruit provenant des activités de la mine. Comme mesures d'atténuation, AEM s'est donc engagé à installer le concasseur sous un abri et à ne pas utiliser de boteur sur les haldes la nuit. Un suivi sonore sera aussi fait afin de confirmer les niveaux réels en phase d'exploitation près des habitations.

Les modélisations faites dans le cadre de l'étude d'impact suggèrent qu'à l'habitation la plus proche du projet, les vibrations seraient de moins de 1 mm/s. Ce qui est nettement inférieur à la norme gouvernementale. Ceci dit, les riverains seront

susceptibles d'entendre les détonations lors des sautages. Comme mesures d'atténuation, AEM a donc prévu :

- Des sautages à des plages horaires fixes.
- Un plan de gestion des sautages.
- Un programme de suivi des vibrations

Enfin, compte tenu des préoccupations citoyennes, AEM s'est aussi engagée à faire inspecter les habitations du lac Bayeul par une firme externe avant-projet.

En 2014 et 2015, le gouvernement du Québec était à la recherche d'un soutien financier extérieur pour pouvoir effectuer un projet spécifique à la réhabilitation du troupeau de caribous forestiers de Val-d'Or. AEM avait donc donné une contribution financière au gouvernement du Québec pour les aider à effectuer une opération sur le terrain. Sans ce soutien, ces travaux n'auraient pu se réaliser. Cette opération consistait à capturer 4 femelles en gestation et à les transporter à l'intérieur d'un enclos dans la réserve de biodiversité où elles pouvaient donner naissance à leur nouveau-né sans être exposées à des prédateurs comme les loups ou les ours. Cet engagement financier avait été très bien accueilli par le comité de rétablissement du Caribou forestier de Val-d'Or et les parties prenantes locales.

Si les gouvernements provincial et fédéral décidaient de poursuivre leurs efforts de rétablissement du troupeau, AEM s'engageait aussi à participer activement à son plan de rétablissement. De plus, AEM a proposé à Environnement Canada, en mesure de compensation, de fermer d'anciennes routes forestières pour recréer de l'habitat.

En ce qui concerne les Premières nations, des discussions ont eu lieu pendant deux ans avec le conseil de bande d'Anishnabe du Lac Simon concernant un protocole d'entente pour le projet Akasaba mais n'ont finalement pas abouties. En effet, différents événements et tragédies ont secoué cette communauté en 2015 et 2016 en plus de changements politiques substantiels (nouveau chef, nouveaux membres du conseil de bande, nouveau DG général, nouveau DG des ressources naturelles, tous en 2016) ont fait en sorte que ce dossier n'a pas reçu d'attention du conseil de bande.

## 22 PLAN DE PRÉPARATION OPÉRATIONNELLE

### 22.1 RESSOURCES HUMAINES ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

#### 22.1.1 RESSOURCES HUMAINES

Le principal facteur clé de la réussite du projet réside dans la constance à laquelle le minerai alimentera l'usine de Goldex. Les défis majeurs rencontrés durant le projet seront ;

- Le contrôle de la teneur;
- La gestion des aires d'entreposage;
- La gestion de l'eau;
- L'exécution d'une façon efficace et sécuritaire des activités reliées au concassage, l'entretien du site et à l'exploitation de la fosse.

Dans le but d'atteindre ces divers objectifs, la planification du travail et la gestion de la santé et sécurité seront supportées par une équipe solide constituée du personnel de l'entrepreneur minier et de AEM qui veillera à la gestion globale du projet. La gestion et le support d'AEM sera assurée par la division Goldex qui intégrera lorsque nécessaire des membres additionnels à son équipe actuelle. Le partage des tâches et des responsabilités entre les deux partis sera fait de la façon suivante:

- L'équipe de supervision de l'entrepreneur minier sera responsable de gérer l'aspect santé et sécurité et le personnel associé à ses activités sur le site avec le support des équipes respectives des ressources humaines et de santé & sécurité de Goldex;
- Les responsables en santé sécurité au travail de la mine Goldex fourniront support et conseils. Toutefois, l'entrepreneur minier et son équipe de gestion sont ultimement responsables de la performance en santé et sécurité associée à leurs activités.
- L'interface entre les divers services d'AEM avec l'entrepreneur du projet sera minimisée durant la phase d'opération en intégrant des personnes ressources dans l'équipe d'AEM qui pourront fournir mentorat et certaines astuces au personnel clé de l'entrepreneur.
- Le nombre de niveaux hiérarchiques sera établi en fonction de la complexité de l'activité sans toutefois porter un impact sur l'efficacité du travail exécuté.
- Le personnel de chacune des quatre équipes d'opération de l'entrepreneur se rapportera à un superviseur de quart.
- Des quarts de travail de 12 heures seront mis en place afin de minimiser les transitions et les pertes en permettant une plus grande stabilité et continuité de l'opération.
- La planification et la portée du travail à réaliser seront gérées de manière centralisée afin de maximiser l'utilisation des ressources partagées à travers l'organisation.

La projection du personnel de l'entrepreneur et d'Agnico Eagle Mines qui sera affectée au projet est détaillée dans le Tableau 22.1.

**Tableau 22.1 - Besoin en Main-d'Oeuvre**

	Année 0	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6	Cédule de travail
Surintendant Général	1	1	1	1	1	0	0	5/2, 1 équipe
Géologue de production	1	1	1	1	0.5	0	0	5/2, 1 équipe
Technicien du contrôle de teneur	1	1	1	1	0.5	0	0	5/2, 1 équipe
Technicien niveau 3	1	1	1	1	1	0.5	0.25	5/2, 1 équipe
Plannificateur/design de la mine	1	1	1	0	0	0	0	5/2, 1 équipe
Forage sautage/Ing. mécanique des roches	1	1	1	1	0.5	0	0	5/2, 1 équipe
Arpenteur	1	1	1	1	1	0.5	0.25	5/2, 1 équipe
Opérateur traitement des eaux	1	3	3	3	1	1	0.5	5/4, 4/5, 4 équipes
Technicien environnement/maintenance	2	2	2	2	1	1	0.5	5/2, 1 équipe
<b>Total AEM (personnel)</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>6.5</b>	<b>3</b>	<b>1.5</b>	
<b>Contracteur en sautage</b>								
Bout de feu	0.5	1	1	1	0.20			5/2, 1 équipe
Assistant bout de feu	0.5	1	1	1	0.20			5/2, 1 équipe
Opérateur de camion à émulsion	0.5	1	1	1	0.20			5/2, 1 équipe
<b>Total contracteur(personnel)</b>	<b>1.5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>0.6</b>			
<b>Contracteur en exploitation</b>								
Contracteur en gestion de projet	1	1	1	1	0.2	1		5/2, 1 équipe
Surintendant de la mine	1	1	1	1	0.2			5/2, 1 équipe
Arpenteur	1	1	1	1	0.2			5/2, 1 équipe
Secrétaire	1	1	1	1	0.2			5/2, 1 équipe
Bout de feu	1	1	1	1	0.2			5/2, 1 équipe
Superviseur minier	2	4	4	4	1	2		5/4, 4/5, 4 équipes
Superviseur forage	1	2	2	2	0.4			5/4, 4/5, 4 équipes
Mécanicien	2	4	4	4	3	2		
Opérateur chargeuse	3	6	6	6	1.2			5/4, 4/5, 4 équipes
Opérateur de niveleuse	2	3	3	3	1	1		5/4, 4/5, 4 équipes
Opérateur de butter	2	4	4	4	1			5/4, 4/5, 4 équipes
Opérateur de pelle mécanique	3	6	6	6	1			5/4, 4/5, 4 équipes
Camionneur/homme de service	20	40	40	40	10	20		5/4, 4/5, 4 équipes
Foreur	5	10	10	10	2			5/4, 4/5, 4 équipes
<b>Total Contracteur(personnel)</b>	<b>45</b>	<b>84</b>	<b>84</b>	<b>84</b>	<b>21.6</b>	<b>26</b>	<b>0</b>	
<b>Total Projet d'Akasaba (personnel)</b>	<b>56.5</b>	<b>99</b>	<b>99</b>	<b>98</b>	<b>28.7</b>	<b>29</b>	<b>1.5</b>	

Pour le traitement du minerai, quatre (4) opérateurs additionnels s'ajouteront au personnel déjà en place au sein des usines de Goldex et de LaRonde, lequel personnel est également en charge de la gestion des résidus.

## 22.1.2 SANTÉ & SÉCURITÉ ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

Le projet d'Akasaba Ouest incorporera les meilleures pratiques de l'industrie minière relativement à la santé et sécurité, la protection de l'environnement, de la fiabilité, la flexibilité, l'efficacité et de la qualité de production, tout en respectant les contraintes du budget d'investissement et d'opération. L'entrepreneur sélectionné sera en charge de l'exploitation, du concassage et du transport de minerai.

La santé & sécurité du personnel sont primordiales et devront faire partie intégrante de la conception et sélection des infrastructures et équipements. Une philosophie de zéro accident sera établie dans toutes les activités associées au projet. Les installations seront conçues en accord avec les normes et la réglementation en vigueur afin d'assurer la sécurité en continu du personnel.

Une bonne gestion du site d'Akasaba sera requise afin de minimiser les impacts environnementaux. Pour atteindre cet objectif, AEM adhèrera à un programme de



suivi environnemental incluant un suivi de la qualité de l'eau et de l'air en lien avec les activités réalisées au site d'Akasaba.

Pour développer une mentalité centralisée sur Zéro accident lors de la phase d'opération, les mesures suivantes s'appliqueront:

- La santé & sécurité seront primordiales lors des opérations et cette culture sera implantée par un programme de sensibilisation et d'intégration/communication de tout le personnel durant le processus de recrutement et d'embauche. Le personnel d'AEM ainsi que le personnel de l'entrepreneur seront formés selon cette même philosophie de santé & sécurité.
- La sécurité des opérations sera basée sur un fort leadership, des responsabilités bien définies et supportées par l'élaboration de procédures de travail sécuritaire.
- Divers documents de contrôle et d'information seront développés durant la phase de construction du projet et mis à la disposition incluant les fiches descriptives et de spécifications des équipements et installations, les plans de conception de même que les procédures de travail associées aux travaux d'opération et d'entretien. Cette documentation jouera un rôle clé durant la phase d'opération en établissant des pratiques rigoureuses et sécuritaires.
- Divers critères de conception, limites d'opération et indicateurs de performance associés à l'exploitation de la mine seront documentés et transmis aux équipes d'opération de l'entrepreneur par l'entremise d'un programme de formation approprié. Cette documentation définira notamment les limites sécuritaires d'opération des divers équipements et installations utilisés au site de la mine. Un programme de contrôle rigoureux sera implanté afin de prévenir toute déviation à l'extérieur de la plage normale d'opération.

Le personnel des opérations sera responsable des suivis au niveau du contrôle des changements, de la santé & sécurité ainsi que du développement d'un plan d'intervention en cas de mesures d'urgence. Une ressource de deuxième plan sera fournie par le groupe central de support pour assister l'équipe d'opération.

## **22.2 INGÉNIERIE**

Les activités d'ingénierie seront effectuées par le personnel de la division Goldex de AEM impliquant l'expertise des services d'ingénierie, de géologie et de l'environnement. Ce groupe sera en charge des activités suivantes: planification minière, conception des plans de forages et sautages, contrôle de suivi de l'arpentage, la mécanique des roches et support de terrain, l'échantillonnage et contrôle géologique des teneurs, le suivi environnemental, la gestion des eaux et la gestion du projet.

### 22.3 OPÉRATION MINIÈRE ET ENTRETIEN

La production minière, le concassage primaire de même que le transport du minerai de la mine à l'usine seront octroyés par contrat à un entrepreneur qui sera géré par AEM. L'entrepreneur sélectionné sera responsable d'opérer et entretenir les équipements et installations requis pour réaliser de façon efficace et sécuritaire les activités pour lesquels ils ont été mandatés. L'entretien des routes, la gestion des aires d'accumulation et du dénoyage de la fosse feront aussi partis des responsabilités de l'entrepreneur. Le fournisseur d'explosif sélectionné pour le projet sera responsable par l'entremise d'un contrat approprié de fournir et livrer aux trous de chargement les explosifs requis de même que le raccordement pour le tir du sautage.

L'entretien du réseau de distribution électrique, la gestion des eaux sur le site et l'usine de traitement d'eau seront sous la responsabilité de l'équipe d'entretien surface de la division Goldex qui fournira le personnel nécessaire. Les principes d'excellence opérationnelle en santé et sécurité s'appliqueront aussi aux activités d'entretien. De la même façon, des procédures et une documentation appropriée permettront de bien définir les activités d'entretien requis par la flotte d'équipements miniers, les camions de transports ainsi que pour les installations requises par le projet.

Le service d'entretien consiste en différentes fonctions qui fournissent un support à l'opération de la mine ainsi qu'au transport du minerai vers l'usine Goldex. Les éléments suivants en font partie:

- Un garage sur le site qui permettra de fournir un service spécialisé pour l'entretien des divers équipements mobiles, les pompes et les véhicules légers;
- L'entretien planifié requis par les divers secteurs de l'opération;
- L'entretien électrique et instrumentation;
- L'entretien de l'unité de concassage;
- Un service centralisé de planification de l'entretien pour tous les secteurs d'opération.

### 22.4 USINE

Le programme de préparation opérationnel est basé sur l'identification des aspects importants qui devront être suivi régulièrement en fonction de l'évolution du projet de la phase de l'étude jusqu'à la phase d'opération. Les éléments du programme inclueront notamment :

- Une stratégie opérationnelle;
- Une stratégie de gestion des produits;
- Un plan de gestion du matériel brut;
- Une planification des procédures d'opération;

- Une stratégie de modélisation du procédé;
- Une gestion des coûts;
- Un système de gestion des procédures d'opération;
- Un manuel d'opération;
- Des procédures standard d'opération;
- L'établissement de limites d'inventaires;
- L'obtention des informations concernant les systèmes de contrôle, les alarmes et le verrouillage;
- Le développement d'un plan de démarrage et de mise en service;
- Le développement d'un plan de gestion de la sécurité associée aux essais préliminaires;
- L'établissement d'un plan de contingence.

## 22.5 ENVIRONNEMENT

La stratégie environnementale fera partie intégrante du programme de préparation opérationnelle. Afin d'être prêt lors de la phase d'opération, les plans environnementaux et les procédures suivantes seront développés:

- Une stratégie environnementale;
- Des procédures de manipulation sécuritaires des produits bruts et finis;
- Un plan de sensibilisation des communautés et d'intervention en cas d'urgence;
- Un plan de fermeture et restauration du site;
- Un programme de suivi environnemental pour contrôler la qualité de l'eau, de l'air et du bruit;
- Un plan de gestion des matières dangereuses.

## 23 COÛTS D'OPÉRATION

Le Tableau 23.1 présente les coûts totaux d'opération du projet Akasaba Ouest sur la durée de vie de la mine, à partir du début de la production commerciale prévue à partir de 2019. Tous les coûts dépensés avant le début de la production commerciale sont capitalisés et présentés dans le coût du décapage initial.

**Tableau 23.1 - Coûts d'Opération**

<b>Année</b>	<b>2 018</b>	<b>2 019</b>	<b>2 020</b>	<b>2 021</b>	<b>2 022</b>	<b>2 023</b>	<b>Total</b>
Minerai traité ('000 Tonnes)	0	1022	1022	1022	1022	854	4 942
Coût d'opération (CA\$)	\$0	\$40 076	\$41 251	\$41 272	\$24 673	\$15 923	\$163 195
Coûts d'opération unitaires (CA\$/tonne minerai)	0.00 \$	39.21 \$	40.36 \$	40.38 \$	24.14 \$	18.64 \$	33.02 \$

*Note 1: Le coût de décapage initial, y compris les coûts généraux et d'administration (G&A) est capturé dans le Capex*

Les coûts de l'opération minière ont été déterminés en considérant les activités d'extraction minière, de concassage primaire et de manutention et transport du minerai à l'usine Goldex effectuées par un entrepreneur. À cette fin, des prix budgétaires ont été obtenus de la part d'entrepreneurs civil / minier locaux à même d'accomplir ce travail. Pour chaque activité minière (forage, sautage, halage, etc.), AEM a sélectionné le prix le plus réaliste ou une moyenne des différentes offres reçues afin de construire un modèle de coûts.

Une aire d'entreposage du minerai tout venant de la mine sera construit à proximité du concasseur primaire sur le site Akasaba Ouest. Cette halde contiendra majoritairement du minerai de faible teneur extrait en excès de la capacité du concentrateur. Ce minerai sera transporté et usiné au concentrateur à la fin de l'activité d'extraction. Cette technique est commune dans les opérations minières afin d'améliorer la rentabilité du projet et minimiser la période de retour sur l'investissement. Des quantités minimales de minerai de haute teneur extraites durant la période de décapage seront entreposées à un endroit spécifique de la halde de minerai. La séparation entre le minerai de faible et la haute teneur sera faite en se basant sur la valeur du revenu net de la fonderie (RNF). Le minerai à haute teneur est défini comme étant le matériel avec une valeur RNF supérieure à 50 \$CA/tonne. Le coût de manutention du minerai entreposé sur la halde est inclus dans le coût de concassage.

Les frais généraux et d'administration AEM (Goldex) sont calculés en considérant que la mine Goldex fournira le support aux opérations et la gestion nécessaire au bon déroulement des opérations. La mine Goldex ajustera ses effectifs avec le personnel nécessaire afin de rencontrer d'assurer ce support. Une liste détaillée du personnel AEM alloué à ce projet est présentée au chapitre 22 (plan de préparation opérationnelle) de la présente étude.

Les coûts de traitement du minerai ont été calculés en considérant que le traitement du minerai d'Akasaba Ouest à l'usine de Goldex se fera à un taux journalier de 2 800 tonnes simultanément avec le traitement du minerai provenant de la mine souterraine Goldex Deep pour soutenir la capacité totale de traitement de l'usine. Les coûts de traitement sont basés sur le budget 2015 de l'usine et ajustés pour un taux de traitement journalier de 8 800 tonnes.

Le traitement du minerai d'Akasaba Ouest dans l'usine de Goldex implique les changements opérationnels suivants :

- Une augmentation de 33% de la consommation de réactifs par rapport à la situation actuelle (indiqué par les essais métallurgiques en laboratoire);
- Un ajout de main-d'œuvre pour les opérations et l'entretien de même que pour le tablage de l'or pendant les fins de semaine;
- Une augmentation du coût de transport du concentré due à un accroissement de la masse soutirée;
- Un coût additionnel pour le concassage et pour un second épaisseur de concentré;
- Un coût de traitement à LaRonde de 40\$/tonne de concentré représentant un coût unitaire de 1\$/tonne pour une production nominale de 8 800 tonne par jour à Goldex;

## 24 DÉPENSES EN CAPITAL

Différents capitaux seront nécessaires durant la vie du projet pour développer, exploiter et restaurer le site d'Akasaba. La cédule du projet inclut 4 phases telle qu'illustrée au Tableau 24.1.

**Tableau 24.1 - Phase Akasaba Ouest**

<b>Phase</b>	<b>Période Année</b>
Études et permis	Année -3 à -1
Construction	Année 1
Production et réhabilitation du site	Année 2 à 6
Suivi post fermeture	Année 7 et plus

Durant la phase de construction et de préparation du site à l'année 1, l'entrepreneur sélectionné sera responsable de la mobilisation des équipements et des installations requises pour exploiter la mine. AEM sera responsable de toutes les autres installations supplémentaires incluant les infrastructures de gestion des eaux. Durant cette phase, 2.22 Mt de mort terrain, 1.17 Mt de roc stérile et 0,258 Mt de minerai seront extraits. Tout le minerai extrait durant cette période sera concassé et traité dès que les modifications requises au concentrateur de Goldex seront complétées. Un total de 35.2M\$CA sera dépensé durant cette phase.

La période de production et de réhabilitation du site engendrera des coûts en capital de 12,2 M\$CA. Ce montant inclus les coûts de fermeture de 10.4 M\$ CA pour la réhabilitation des aires d'accumulation de stérile (PGA et NPGA), des dépenses pour l'entretien des infrastructures requises durant la restauration du site, le suivi post fermeture et la démobilisation de l'entrepreneur.

Les dépenses en capital incluent une contingence de 15% à l'exception des coûts du décapage initial ainsi qu'une contingence de 30% sur les coûts de construction sur le site de Goldex.

Le Tableau 24.2 présente les détails de toutes les dépenses en capital anticipé pour le projet au moment de la rédaction du rapport. Aucune valeur résiduelle pour les infrastructures et les équipements n'a été considérée dans cette étude.

**Tableau 24.2 - Dépenses en capital, Akasaba Ouest**

Année	Études, Décapage initial, Administration, Forage de Définition	Construction (fondation des aires d'entreposage, préparation du site, équipements, concentrateur, étangs, routes)	Maintenance, fermeture, suivi post fermeture
Capital Expenditures ('000 CA \$)			
2015			
2016			
2017	2 296 \$	4 628 \$	
2018	19 414 \$	15 835 \$	
2019			500 \$
2020			500 \$
2021			500 \$
2022			4 776 \$
2023			5 127 \$
2024			837 \$
2025			
<b>Total ('000 CA \$)</b>	<b>21 711 \$</b>	<b>20 463 \$</b>	<b>12 240 \$</b>



## 25 ANALYSE ÉCONOMIQUE

L'évaluation économique du projet Akasaba Ouest a été faite en utilisant un modèle de flux de trésorerie actualisé. Les coûts d'investissement en capital et d'opération utilisés dans l'analyse financière ont été basés sur le plan minier développé pour cette étude, en considérant un taux d'alimentation de l'usine à 2 800 tonnes par jour. Le taux de rendement interne (TRI) a été calculé en assumant un financement par capitaux propres à 100%. La valeur présente nette (VPN) est basée sur un taux d'actualisation de 5% et a été calculée à partir des flux annuels de trésorerie générés par le projet. L'analyse présente la période de retour sur l'investissement comme indicateur financier additionnel et également une analyse de sensibilité sur les variables clés du projet telles que le prix de l'or et du cuivre, la récupération au concentrateur ainsi que les coûts d'investissement et d'opération.

L'analyse économique de ce scénario est basée sur les hypothèses suivantes :

- Le gisement est exploité en utilisant une méthode conventionnelle de mine à ciel ouvert;
- Un entrepreneur civil/minier sera utilisé pour l'exploitation du gisement et le transport du minerai concassé jusqu'au concentrateur de la mine Goldex;
- Le gisement Akasaba Ouest sera utilisé comme source complémentaire de minerai pour soutenir la capacité résiduelle du concentrateur Goldex;
- Le gisement Akasaba Ouest fournira une moyenne journalière de 2 800 tonnes au concentrateur;
- Akasaba Ouest est considéré comme un dépôt satellite et sera supporté/administré par l'équipe de la mine Goldex;
- L'usine de traitement du minerai de la mine Goldex ne demande pas de modifications majeures pour traiter le minerai d'Akasaba Ouest;
- Le minerai en provenance d'Akasaba Ouest et celui de Goldex seront traités ensemble dans le même circuit;
- Environ 41% de la roche stérile extraite est Potentiellement Génératrice d'Acide (PGA) et nécessitera une attention particulière à l'entreposage et lors de la réhabilitation.
- Le stérile Non Potentiellement Générateur d'Acide (NPGA) extrait de la fosse peut être utilisé pour la construction et pour la réhabilitation du site minier;
- Les prix du marché utilisés dans cette étude sont de 1 200 US \$ /once d'or et 2.50 US\$/lb de cuivre.
- Le coût du transport du concentré à partir de Val-d'Or est inclus dans l'opex de Goldex;
- La période de pré production est estimée à 12 mois;
- Le taux de change utilisé dans cette étude est de C\$1.25/US\$1.00
- Il n'y a aucune valeur résiduelle de revente incluse dans l'analyse économique du projet Akasaba;

## 25.1 TAXES

La mine Akasaba Ouest sera assujettie au régime de taxation Fédéral et Québécois en vigueur. Au moment de l'étude, les taux de taxations suivants ont été considérés :

- Taxe fédérale sur le revenu de 15.4%;
- Taxe provinciale sur le revenu de 12.2%;
- Les droits miniers du Québec (DMQ), voir ci-dessous.

AEM, comme pour toute autre société minière exploitant un gisement au Québec, sera soumis à des impôts miniers sur le bénéfice annuel réalisé sur sa propriété et qui peut être raisonnablement attribuable à l'exploitation de la mine. Aux fins de la Loi sur l'impôt minier, le bénéfice annuel est déterminé en déduisant du revenu brut les dépenses d'exploitation et les allocations directement liées à la mine.

Les taux marginaux d'imposition progressifs pour DMQ sont de 16 %, 22 % et 28% du profit réalisé. Les taux d'imposition effectifs dans le milieu de ces marges de profit sont respectivement de 16,0%, 17,1 % et 21,2 %. Une allocation de 10% peut être considérée à l'égard des installations et des équipements de traitement utilisés pour la concentration du minerai. Une royauté minimale sur la base de la valeur du minerai extrait ("valeur de sortie au puits de mine") doit aussi être considérée. Pour les valeurs de production inférieures à 80 M \$, la redevance sera de 1 % et pour les valeurs de production de plus de 80 M \$, la redevance sera de 4% de la valeur du minerai extrait.

## 25.2 ROYAUTÉS

Cette étude prend en compte les royautés suivantes:

- ” **AUR 2.5% NSR Royalty** ”, Une royauté de 2.5% du rendement net de la fonderie est appliquée sur tout produit réalisé sur la propriété sujette à celle-ci, payable à Aur Ressources Inc. Cette royauté s'applique sur les claims miniers suivant (après la refonte des claims) :  
2428610, 2428611, 2428612, 2428613, 2428614, 2428615, 2428616, 2428617.
- ” **IAMGOLD 2% NSR Royalty** ”, Une royauté de 2% du rendement net de la fonderie est appliquée sur tout produit réalisé sur la propriété sujette à celle-ci, payable à IAMGOLD-Québec Management Inc. 50% de cette royauté peut être racheté pour 500 000 CA\$. Elle s'applique sur les claims miniers suivant (après refonte des claims): 2428612, 2428613, 2428616, 2428617.
- ” **Falconbridge NPP Royalty** ”, Une Royauté d'une valeur de 20% du produit net de production pour le premier million Can \$ (1 000 000 Can\$) du produit net de production (PNP) et d'une valeur de 7.5% du produit net de production si cette valeur dépasse 1 000 000 CA\$. Cette royauté est payable à Falconbridge Nickel Ltd et elle s'applique sur les claims miniers suivants (après refonte des claims): 2428612, 2428613, 2428616, 2428617.

Le Tableau 25.1 présente le détail des royautés actives sur le projet Akasaba Ouest.

**Tableau 25.1 - Royautés du projet Akasaba Ouest**

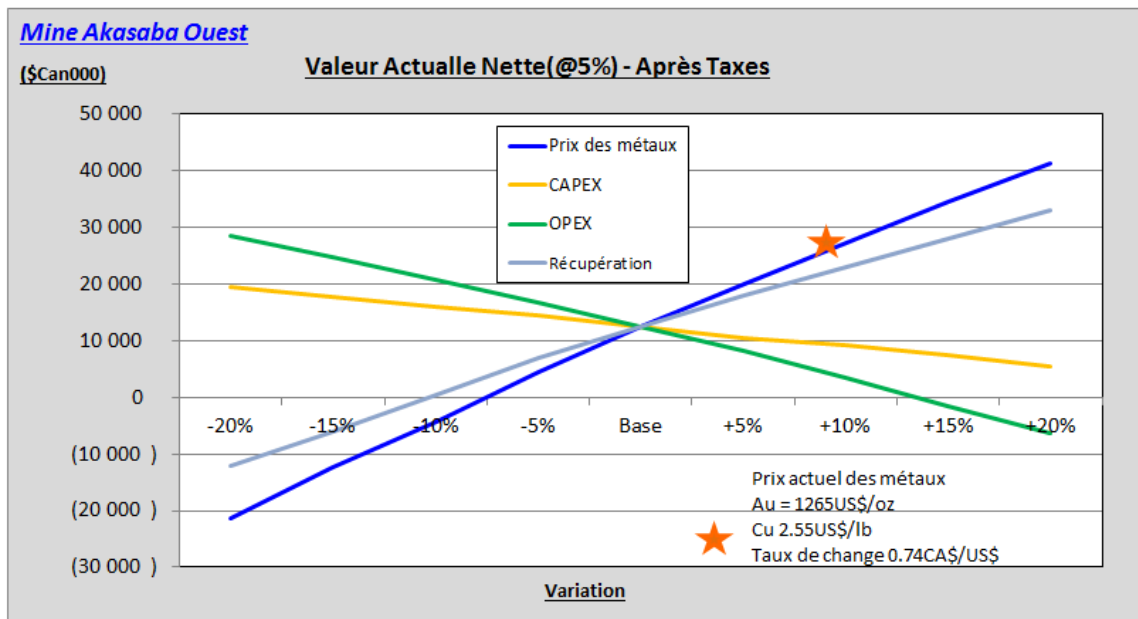
Royautés	Coût d'achat	Achat	Montant
AUR 2.5 % NSR	1 M\$ pour 1%	Non	
IAMGOLD 2% NSR	0.5 M\$ pour 1%	Oui	\$500 000
FALCONBRIDGE 7.5% NPP	N/A	Non	
ALEXANDRIA 2% NSR production de plus de 210 000 oz	7 M\$ pour 1%	Non	

### 25.3 ANALYSE DE SENSIBILITÉ

Une analyse de sensibilité sur la valeur présente nette et le taux de rendement interne du projet a été effectuée afin de mesurer l'impact de la variation de certains paramètres clés comme :

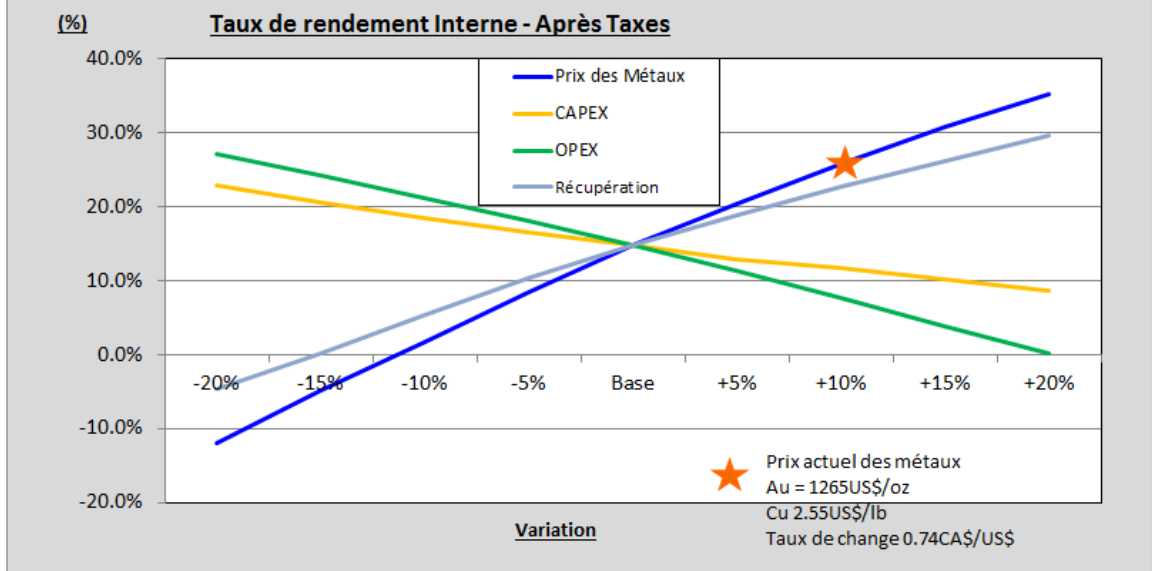
- Coût en capital (CAPEX);
- Les prix du marché de l'or et du cuivre;
- Coûts d'opération (OPEX);
- La récupération au concentrateur du cuivre et de l'or.

Les résultats de l'analyse de sensibilité sont présentés dans les Figures 25.1 et 25.2.



**Figure 25.1 – Sensibilité de la Valeur Actualisée Nette (VAN)**

**Mine Akasaba Ouest**



**Figure 25.2 – Sensibilité du Taux de Rendement Interne (TRI)**

Les paramètres qui impactent le plus la valeur présente nette et le taux de rendement interne du projet sont les prix des métaux et la récupération métallurgique à l'usine. Les coûts d'opération et les coûts en capital ont moins d'impact sur ces indicateurs financiers de performance (VPN et TRI).

## 25.4 PÉRIODE DE RETOUR SUR L'INVESTISSEMENT

La période de retour sur l'investissement du projet Akasaba Ouest est de 3.33 années après le début de la production commerciale, en considérant un prix de 1200 \$US /once d'or et 2.50 \$US/lb de cuivre et un taux d'échange de C\$1.25/US\$1.00.

## 25.5 LA VIE DE LA MINE

Les résultats de l'analyse financière du projet Akasaba pour le scénario étudié sont présentés ci-dessous :

- 23.3M\$ de flux net de trésorerie (après taxes);
- 12.5M\$ valeur présente nette (après taxes) à un taux d'actualisation de 5%;
- 14.8 % taux de rendement interne (après taxes);
- 3.33 années période de retour sur l'investissement (après taxes) après le début de la production commerciale.

Le Tableau 25.2 présente les flux de trésorerie annuels du projet Akasaba Ouest ainsi que d'autres données pertinentes de production et économiques reliées au projet Akasaba.

**Tableau 25.2 - Flux de trésorerie annuels, Akasaba Ouest**

TR1	14.8%	Total	Année -3	Année -2	Année -1	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6	Année 7
VPN pour 5%	12 480											
Prix de l'or	US\$/oz	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
Prix Cu (\$US/lb)	(\$US/lb)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Taux de change	US\$=>CDNS	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Minéral traité	'000 tonnes	4 942	0	0	0	0	1 022	1 022	1 022	1 022	854	0
Total traité	'000 tonnes	4 942	0	0	0	0	1 022	1 022	1 022	1 022	854	0
Mort terrain miné	'000 tonnes	2 651	0	0	0	2 219	433	0	0	0	0	0
Stérile miné	'000 tonnes	7 755	0	0	0	1 173	2 313	2 434	1 834	0	0	0
Minéral miné	'000 tonnes	4 942	0	0	0	258	904	1 216	1 818	749	0	0
Total miné	'000 tonnes	15 349	0	0	0	3 650	3 650	3 650	3 650	749	0	0
Ratio de décapage		2.11	0.00	0.00	0.00	13.14	3.04	2.00	1.01	0.00	0.00	0.00
Au teneur	gpt	0.89	0	0	0.00	0.00	0.87	0.85	1.08	0.98	0.65	0.00
Au Contenu	oz	142 199	0	0	0	0	28 549	28 025	35 497	32 283	17 945	0
Récupération Au par gravité	%	20.0%	20%	20%	20%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
Récupération Au in concentré de Cu	%	61.4%	61.4%	61.4%	61.4%	61.4%	61.4%	61.4%	61.4%	61.4%	61.4%	61.4%
Payable Au gravité	oz	28 440	0	0	0	0	5 710	5 605	7 099	6 457	3 569	0
Payable Au en concentré de Cu	oz	84 268	0	0	0	0	16 919	16 608	21 036	19 131	10 575	0
Total Payable Au	oz	112 708	0	0	0	0	22 628	22 213	28 135	25 588	14 144	0
Teneur Cu	%	0.50%	0%	0%	0.00%	0.00%	0.50%	0.49%	0.60%	0.54%	0.36%	0.00%
Cu contenu	000 lbs	54 788	0	0	0	0	11 277	11 028	13 516	12 144	6 822	0
Récupération Cu	%	88.1%	88%	88%	88.1%	88.1%	88.1%	88.1%	88.1%	88.1%	88.1%	88.1%
Payable Cu	000 lbs	45 629	0	0	0	0	9 392	9 185	11 257	10 114	5 682	0
Concentré contenu Cu	%	0%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Concentré Cu	mt	103 467	0	0	0	0	21 297	20 827	25 525	22 934	12 884	0
Au rev enues	C\$ 000	169 062	0	0	0	0	33 943	33 319	42 203	38 382	21 216	0
Raffinage coût / oz Au	C\$ 000	52	0	0	0	0	18	16	20	19	10	0
Cu rev enues	C\$ 000	142 590	0	0	0	0	29 350	28 792	35 177	31 606	17 755	0
Raffinage coût / mt concentré	C\$ 000	45 784	0	0	0	0	9 424	9 215	11 295	10 148	5 701	0
Royauté	C\$ 000	6 907	0	0	0	0	701	800	918	805	447	0
Net Rev enues	C\$ 000	262 115	0	0	0	0	53 151	51 989	65 146	59 016	32 813	0
Total Coûts d'Operation		163 196	0	0	0	0	40 076	41 251	41 272	24 673	16 923	0
Cash Cost	C\$/oz Au	661	0	0	0	0	922	1 017	661	158	306	0
Cashflow d'exploitation	US\$/oz Au	521	0	0	0	0	738	813	521	126	245	0
Total Coûts en Capital	C\$ 000	98 920	0	0	0	0	13 074	10 739	23 874	34 343	16 890	0
Impôt sur le revenu / Royauté (000\$ CA)	C\$ 000	54 414	0	0	6 924	35 249	500	500	500	4 776	5 127	837
FLUX NET DE TRESORERIE après impôts (000 \$ CA)	C\$ 000	18 003	0	0	0	0	1 727	1 855	5 960	7 634	828	0
	C\$ 000	23 268	0	0	-6 924	-35 249	10 847	8 384	16 246	20 455	10 347	-837

## 26 RISQUES ET OPPORTUNITÉS

### 26.1 RISQUES

- La viabilité économique du projet Akasaba est fortement liée à la capacité d'usinage disponible des concentrateurs des mines Goldex et LaRonde. La synergie d'usinage avec les opérations de la mine Goldex permettra de maximiser la capacité du concentrateur en traitant simultanément le minerai du projet Akasaba Ouest avec celui de la Zone Deep de Goldex. Tout délai dans l'approbation du projet pourrait réduire ou éliminer cette fenêtre d'opportunité et diminuer la rentabilité du projet.
- Les coûts de fermeture et d'après fermeture du site Akasaba Ouest ont été estimés en tenant compte d'études et modélisations afin de définir les conditions environnementales qui prévaudront après la fin des opérations. Le volume de matériel potentiellement générateur d'acide (PAG) à réhabiliter, la qualité de l'eau, le matériel disponible à proximité pour la réhabilitation et l'entretien requis du site peuvent varier lors de la mise en production du projet. La variation de ces conditions pourrait éventuellement avoir un impact sur le plan de fermeture et sur les coûts relatifs à la réalisation de celui-ci.
- À la fin de son exploitation, l'inondation de la fosse devrait prendre environ 16 ans (Richelieu hydrogéologie, 2015). La qualité de l'eau qui s'accumulera dans celle-ci sera majoritairement influencée par la qualité des eaux souterraines. Les modélisations basées sur les campagnes d'échantillonnage indiquent que la majorité des métaux (dissous) présents dans l'eau respecteront les critères de qualité des eaux de surface (CES) ainsi que les critères de qualité des eaux souterraines (RESIE and FC) à l'exception de l'arsenic, du mercure et du phosphore. Le dépassement des critères prévu pour l'arsenic (RESIE) et le mercure (FC) reflète les concentrations déjà existantes et observées lors des programmes d'échantillonnage des eaux souterraines. Ce qui indique clairement que ces dépassements ne seront pas reliés aux activités minières. Un programme de surveillance environnementale sera mis sur pied durant les phases de fermeture et de post fermeture afin d'assurer le respect des critères sur la qualité des eaux.
- Le mélange des minerais de la Mine Goldex (Zone Deep) et Akasaba Ouest sera réalisé de façon à maintenir une teneur en cuivre la plus stable possible afin d'éviter les perturbations qui pourraient générer des pertes de récupération ainsi que divers problèmes opérationnels. Toutefois, certaines caractéristiques du minerai Akasaba, (présence de magnétite et de mercure) pourraient avoir un impact sur les circuits de traitement du minerai de Goldex et de LaRonde. En fonction des variations observées, la stratégie de mélange pourrait nécessiter des ajustements et/ou l'ajout d'équipements supplémentaires afin de maintenir une performance optimale.

- La faible capacité d'entreposage du concentré à Goldex pourrait occasionner certains arrêts non planifiés suite à un arrêt du transport entre la mine Goldex et le concentrateur de la Mine LaRonde. Ces arrêts pourraient être occasionnés par une fermeture de la 117 suite à un accident ou encore suite à un arrêt non planifié de l'usine de traitement de LaRonde. Il sera important de mettre en place un plan d'action efficace afin de jumeler les arrêts planifiés des concentrateurs Goldex et LaRonde et d'éviter l'arrêt des opérations de transports du minerai Akasaba.
- Les risques géotechniques qui ont été identifiés sont reliés à la stabilité des pentes de mort-terrain au nord-ouest de la fosse. Les pentes sont caractérisées par la nature et l'épaisseur des couches de sol en plus d'être affectées par les conditions hydrogéologiques. En plus des précautions intégrées à la conception et les recommandations pour la construction des pentes, un plan de dénoyage est prévu avant le début des opérations (décapage du mort-terrain) afin de minimiser l'impact des conditions hydrogéologique et améliorer la stabilité des pentes. Cependant, le coût et le succès du programme de dénoyage dépendront des conditions rencontrées par rapport aux résultats des investigations pour l'étude de faisabilité. Du forage additionnel est prévue au pourtour de la fosse pour améliorer la connaissance de la topographie du socle rocheux. Les analyses de stabilité seront révisées selon les résultats obtenus.
- La construction du chemin multi ressources au sud du projet soulève certaines inquiétudes auprès des groupes environnementaux relié à l'impact sur l'habitat du troupeau de caribou forestiers de Val-d'Or. Bien que le permis de construction soit déjà octroyé, certains délais dans la construction peuvent survenir afin de régulariser la situation auprès des différentes autorités.
- Bien que l'étude d'impact statut que le projet a peu ou pas d'impact sur le troupeau de caribou forestier de Val-d'Or, certaines inquiétudes persistent et pourraient amener des délais au niveau de l'émission des permis auprès des autorités fédérales et provinciales.
- Du à la situation particulière du caribou forestier, certaines mesures de compensation pourraient être demandées, entraînant des coûts et des délais supplémentaires sur le projet.
- Les coûts de productions sont basés sur un prix budgétaire fourni par des entrepreneurs civil/minier. Les conditions du marché pourraient être modifiées et amener une augmentation ou une diminution des coûts de production.



- La sélection de la méthode de mélange du minerai Akasaba avec celui de Goldex pourrait entraîner la réorganisation de l'aire de déchargement et occasionner des coûts supplémentaires pour le projet.

## 26.2 OPPORTUNITÉS

- Suite aux analyses géotechniques et hydrogéologiques réalisées pour l'étude de faisabilité, les principaux risques reliés à la stabilité des pentes sont associés au potentiel de basculement dans les murs Sud et Nord, à l'intensité de la foliation/schistosité, aux pressions interstitielles élevées dans les murs de la fosse, aux structures géologiques majeures et au succès du dénoyage pour rabattre la nappe phréatique autour de la fosse. La conception des pentes de mur (banc, inter-rampe et totale) a été défini en tenant compte des éléments énumérés précédemment. Toutefois, la conception des pentes finales pourrait être optimisée en se basant entre autre sur le développement d'un modèle structural plus détaillé pour le gisement d'Akasaba. Dans les zones où le roc est massif et peu folié, il y a une opportunité de redresser les pentes de la fosse dans la partie supérieure des murs Nord et Sud. La pente de la fosse dans les bancs supérieurs fracturés peut également être légèrement redressée dépendant des conditions rencontrées.
- L'ajout de cuivre, au concentrateur de LaRonde, permet de réduire la teneur en impuretés du concentré de cuivre de LaRonde. Ce faisant, moins de pénalités sont attendues ce qui permettrait d'accroître les revenus par plus de 1 M\$ annuellement à LaRonde. La présence de bornite dans le minerai d'Akasaba favorise l'obtention d'un teneur en cuivre supérieure dans le concentré LaRonde. Cette possibilité s'explique par le contenu plus élevé en cuivre dans la bornite comparativement à la chalcopirite, respectivement 63 et 35% Cu. Bien que la cible de la teneur en cuivre dans le concentré soit fixée à 20% Cu actuellement, il est envisageable d'atteindre jusqu'à 23%. Cette seconde opportunité permet non seulement de réduire le volume de concentré à transporter, mais augmente également le payable du cuivre. L'économie associée à l'augmentation de la teneur dans le concentré est estimée à plus de 1.5 M\$ par année.
- L'apport de matériel provenant d'Akasaba permettra d'effectuer des économies d'échelles au concentrateur de Goldex et ainsi diminuer le coût à la tonne du traitement de minerai de Goldex.
- Actuellement, au prix du marché (Au 1265U\$/oz, 2.5U\$/lb et taux de change de 0.74\$Cnd/U\$), le projet présente un taux de rendement interne (TRI) de 26.8% et une valeur actualisée nette (VAN) de 28.9M\$.

## 27 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

### 27.1 CONCLUSION

Depuis l'acquisition de la propriété d'Akasaba en 2014, AEM a complété plus de 18 500 m de forages au diamant pour valider l'étendue et la continuité de la minéralisation jusqu'à une profondeur de 500 mètres. En considérant le forage réalisé par AEM et par l'ancien propriétaire, les réserves minières probables totales d'Akasaba au 31 décembre 2016 sont de 4.94 Mt avec une teneur moyenne en or de 0,89g/t et un teneur en cuivre de 0,50%.

Les minerais d'Akasaba et de Goldex Zone Deep seront combinés et traités ensemble à l'usine Goldex avec un taux de 8 800 tonnes par jour. L'apport d'Akasaba est limité à 2 800 tonnes par jour. Un concentré de sulfures contenant du cuivre et de l'or sera produit à l'usine Goldex et envoyé à l'usine de LaRonde où un concentré de cuivre et des dorés seront produits. Cette synergie sera bénéfique à l'opération de Goldex en réduisant le coût unitaire d'usinage. Cette opportunité pourrait se traduire par la possibilité d'exploiter la ressource Deep plus en profondeur qui, autrement, ne serait pas attrayante avec une usine opérant à plus bas tonnage. En se basant sur les différents essais de laboratoire, le traitement du minerai Akasaba est réalisable avec une récupération métallurgique globale de 81.1% et 88.1% respectivement pour l'or et le cuivre.

Considérant un prix de 1200\$US/oz pour l'or et de 2.50\$US/lb pour le cuivre, le projet engendre une valeur nette actualisée (5%) positive de 12.5 M\$CA et un taux de rendement interne de 14.8% après impôt. Il permet également de soutenir la capacité de l'alimentation de l'usine de Goldex durant une période de 5 ans.

Du point de vue environnemental et social, ce projet n'a aucun impact négatif majeur (1203-REP-002, ESIS) en autant que les mesures d'atténuations identifiées soient mises en place. Le projet d'Akasaba va aider à consolider les emplois existants dans les opérations de Goldex et fournir du travail à plus d'une centaine de personnes durant une période de 6 ans représentant une masse salariale de l'ordre de 63 M\$ pendant toute la durée de vie de la mine.

### 27.2 RECOMMANDATIONS

Considérant que l'exploitation de la mine Akasaba permet de maximiser la capacité de l'usine Goldex et de renforcer la rentabilité économique de l'exploitation des gisements Goldex Deep et Akasaba, il est important de poursuivre et de finaliser l'obtention des permis requis et le processus de consultation dans la cédule du projet.

L'acceptabilité sociale du projet, les termes et les conditions connexes ainsi que divers autres paramètres clés tel que le prix des métaux et les conditions du marché, sont d'une importance significative sur l'exécution du projet et sur sa rentabilité économique qui nécessite une attention appropriée et des discussions avec les parties prenantes lors des prochains mois. Les résultats de ces discussions devront être considérés pour finaliser la négociation des contrats et des ententes avec les firmes qui exécuteront le travail. La mise à jour de l'analyse économique du projet, l'ingénierie de détail et le plan d'opérations devra être complétée en priorité avant de procéder au développement du projet et suite à l'appel d'offre final auprès des entrepreneurs.

Les recommandations spécifiques pour réduire les risques du projet incluent notamment:

- Définir une stratégie de mélange des minerais Akasaba et Goldex Deep;
- Valider la capacité d'entreposage du concentré de flottation à Goldex et à LaRonde en cas d'augmentation du soutirage massique en flottation et plus particulièrement en cas d'arrêt temporaire au concentrateur de LaRonde;
- Poursuivre la participation et le suivi à la recherche liée aux techniques de recouvrement et de réhabilitation des aires d'entreposage qui peuvent être plus économiques à court et à long terme ainsi que l'optimisation des matériaux disponibles sur le site pour le recouvrement des aires d'entreposage de matériel générateur d'acide.

Pour améliorer la performance économique du projet il est recommandé de:

- Développer un modèle structural détaillé incluant toutes les données géotechniques qui pourrait potentiellement permettre de considérer des pentes de fosses plus abruptes dans certains secteur;
- Continuer les travaux d'ingénierie de détail afin de mieux évaluer les coûts reliés aux infrastructures requises pour la réalisation du projet Akasaba Ouest tant sur le site d'Akasaba que sur le site de Goldex.

Finalement, le projet Akasaba Ouest aura un impact mineure sur l'environnement et la communauté avoisinante. L'acceptabilité sociale du projet est sur la bonne voie et il succite peu de craintes auprès de la communautés. D'un point de vue économique, le projet présente une rentabilité positive avec une valeur actualisée nette (VAN) de 12.5M\$ et un taux de rendement interne (TRI) de 14.8%. Les risques identifiés pour le projet peuvent tous être gérés de façon responsable en mettant en place des mesures de mitigations appropriées. À la lumière des points identifiés précédemment, il est recommandé d'aller de l'avant avec la réalisation de ce projet.

## 28 ANNEXES

Annexe A: 1205-REP-022  
Annexe B: 1205-REP-019  
Annexe C: 1205-REP-020  
Annexe D: 1205-REP-018  
Annexe E: 1202-SSR-000  
Annexe F: 1205-FSR-00\_REF1  
Annexe G: 1205-REP-010  
Annexe H: 1205-REP-006  
Annexe I: 1205-REP-008  
Annexe J: 1205-REP-009  
Annexe K: 1205-REP-001  
Annexe L: 1205-REP-004  
Annexe M: 1205-REP-004\_REF1  
Annexe N: 1202-REP-005  
Annexe O: 1202-REP-008  
Annexe P: 1205-REP-005  
Annexe Q: 1205-REP-002  
Annexe R: 1205-REP-011  
Annexe S: 1205-REP-012  
Annexe T: 1205-REP-003  
Annexe U: 1205-REP-013 et 1205-REP-013\_appendix  
Annexe V: 1205-REP-015 et 1205-REP-015\_appendix  
Annexe X: 1205-REP-014  
Annexe Y: 1205-REP-016  
Annexe Z: 1205-REP-017  
Annexe AA: 1205-DGC-001  
Annexe AB : 1205 MCL-01\_R0  
Annexe AC : 1205-405-275-001  
Annexe AD : 1205-454-210-001\_R0  
Annexe AE : 1203-REP-003  
Annexe AF : 1205-REP-007a et 1205-REP-007b  
Annexe AG : 1203-REP-004  
Annexe AH : 1203-REP-005

## 29 REFERENCES

- Beaugard, A.-J., and D'Amours, C. 2013 (March 1), NI 43-101 Technical Report on the Akasaba Project, Province of Quebec, Canada, Alexandria Minerals Corporation, 110 p.
- Lafontaine 2014, CAMPAGNE DE FORAGE 2013-2014 PROPRIÉTÉ Akasaba West (PN-164)– Val d'Or, Canada, Agnico Eagle Mines Ltd, 27p.
- Quebec Ministry of Natural Resources, Wildlife and Parks. (2011) GESTIM. Retrieved from <http://gestim.mrnfp.gouv.qc.ca> September 23, 2012.
- Card, K.D., 1990 A review of the Superior Province of the Canadian Shield. *Geoscience Canada*, 13: 5-13.
- Hodgson, C.J., and Hamilton, J.V., 1989, Gold mineralization in the Abitibi greestone belt; end-stage results of Archean collisional tectonics? In Keays, R.R., Ramsay, W.R.H., and Groves, D.I., eds., *The Geology of Gold deposits; The Perspective in 1988; Economic Geology, Monograph 6*, p. 86-100.
- Poulsen, K.H., Card, K.D., and Franklin, J.M., 1992, Archean tectonic and metallogenic evolution of the Superior Province of the Canadian Shield; *Precambrian Research*, v.58, p.25-54.
- Ludden, J.-Hubert, C., 1986-Geologic evolution of the late Archean Abitibi greenstone belt of Canada. *Geology*; Volume 14, pages 707-711.
- Mueller, W., Daigneault, R., Mortensen, J., and Chown, E.H., 1996. Archean terrane docking: Upper crust collision tectonics, Abitibi greenstone belt, Quebec, Canada. *Tectonophysics*, vol. 265, p. 127-150.
- Chown, E.H., Daigneault, R., Mueller, W., and Mortensen, J., 1992. Tectonic evolution of the Northern Volcanic Zone, Abitibi belt, Quebec. *Can. J. Earth Sci.*, vol. 29, p. 2211-2225
- Desrochers, J.P. et al., 1996. Structural evolution and early accretion of the Archean Malartic Composite Block, southern Abitibi greenstone belt, Quebec, Canada. *Canadian Journal of Earth Science*, volume 33, page 1556-1569.
- Desrochers, J.-P., and Hubert, C., 1996. Structural evolution and early accretion of the Archean Malartic Composite Block, southern Abitibi greenstone belt, Quebec, Canada. *Can. J. Earth Sci.*, vol. 33, p. 1556-1569.
- Campiglio, C., 1977-Batholite de Bourlamaque. Ministère des Richesses naturelles, Quebec; Étude ES-26, 211 pages.
- Taner, M.F., 1996. The East Sullivan Stock and its Gold-Copper Potential, Val-d'Or, Quebec, Canada. *Exploration Mining Geology*, vol. 5, no. 1, p. 45-60.

- Imreh, L., 1984. Sillon de La Motte-Vassan et son avant-pays méridional: Synthèse volcanologique, lithostratigraphique et gîtologique. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec. MM 82-04, 72 p.
- Vorobiev L., 1998. Réévaluation de la nature et l'origine de la minéralisation Au-Ag-Cu d'Akasaba, district de Val d'Or, Québec. Département des génies civil, géologique et des mines, école polytechnique de Montréal.
- TH1502 Lebel, J. 1987 Gîtologie de la Mine Akasaba, Abitibi, Québec, École Polytechnique, Montréal, Québec, Canada.