



Rapport d'étape
PU-2008-03-367

***Osisko - Canadian Malartic :
caractérisation environnementale
d'échantillons post-essais minéralurgiques***

Pour :

Monsieur Denis Cimon
Monsieur Jean Châteauneuf
Osisko Exploration Itée - projet Canadian Malartic
301, rue Norrie
Malartic (Québec) J0Y 1Z0

Par :

Mathieu Villeneuve, M.Sc.A., chimiste

URSTM

Unité de recherche et de service en technologie minérale

445, boul. de l'Université, Rouyn-Noranda (Québec) J9X 5E4
Téléphone : (819) 762-0971, poste 2558 Télécopieur : (819) 797-4727/6672

Juillet 2008

Table des matières

	Page
1. Introduction.....	1
2. Échantillons	1
3. Méthodes	4
3.1 Bilan des essais statiques	4
3.2 Essais NAG.....	5
3.3 Analyses chimiques complètes.....	5
3.4 Analyses minéralogiques	5
3.5 Essais cinétiques en cellules d'humidité	5
4. Résultats et interprétations	8
4.1 Bilan des essais statiques	8
4.2 Essais NAG.....	13
4.3 Essais en cellules d'humidité	16
4.3.1 Caractérisations des échantillons	16
4.3.2 Évolution des paramètres physico-chimiques	17
4.3.3 Évolution des éléments.....	22
5. Conclusions et recommandations	26
6. Travaux à venir	26
7. Références	28

Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste des échantillons reçus	2
Tableau 2 : Critères d'interprétation des essais statiques.....	9
Tableau 3 : Résultats et interprétations des essais statiques (première partie)	10
Tableau 4 : Résultats et interprétations des essais statiques (deuxième partie).....	11
Tableau 5 : Résultats des essais NAG (première partie).....	14
Tableau 6 : Résultats des essais NAG (deuxième partie).....	15
Tableau 7 : Informations sur les échantillons placés en cellules d'humidité	16
Tableau 8 : Résultats des analyses chimiques et essais statiques des échantillons initiaux des essais en cellule d'humidité.....	18

Liste des figures

Figure 1 :	Cellule d'humidité type pour les échantillons représentant les stériles miniers	6
Figure 2 :	Cellule d'humidité type pour les échantillons représentant les rejets de concentrateur	7
Figure 3 :	Vue d'ensemble des 9 cellules d'humidité réalisées	7
Figure 4 :	Évolution du pH dans les eaux de rinçage des essais en cellule d'humidité.....	19
Figure 5 :	Évolution du Eh dans les eaux de rinçage des essais en cellule d'humidité.....	19
Figure 6 :	Évolution de la conductivité dans les eaux de rinçage des essais en cellule d'humidité.....	20
Figure 7 :	Évolution de l'acidité dans les eaux de rinçage des essais en cellule d'humidité.....	21
Figure 8 :	Évolution de l'alcalinité dans les eaux de rinçage des essais en cellule d'humidité	21
Figure 9 :	Évolution des concentrations ponctuelles en As dans les eaux de rinçage des essais en cellule d'humidité	22
Figure 10 :	Évolution des concentrations ponctuelles en Cu dans les eaux de rinçage des essais en cellule d'humidité	23
Figure 11 :	Évolution des concentrations ponctuelles en Fe dans les eaux de rinçage des essais en cellule d'humidité	23
Figure 12 :	Évolution des concentrations ponctuelles en Ni dans les eaux de rinçage des essais en cellule d'humidité	24
Figure 13 :	Évolution des concentrations ponctuelles en Pb dans les eaux de rinçage des essais en cellule d'humidité	24
Figure 14 :	Évolution des concentrations ponctuelles en Zn dans les eaux de rinçage des essais en cellule d'humidité	25

1. Introduction

M. Denis Cimon, d'Osisko Exploration Ltée (ci-après appelé « client »), a mandaté l'Unité de recherche et de service en technologie minérale de l'Abitibi-Témiscamingue (URSTM), afin de réaliser des travaux de caractérisation environnementale d'échantillons issus d'essais de développement minéralurgiques dans le cadre du projet Canadian Malartic. Les essais environnementaux incluent des essais statiques de prédiction du potentiel de génération d'acidité (PGA), des essais *Net Acid Generation* (NAG), des essais cinétiques de prédiction du PGA en cellules d'humidité ainsi que des essais de lixiviations MA.100-Lix.com.1.0 TCLP et à l'eau. Dans le présent projet, l'URSTM réalise les manipulations des essais en cellules d'humidité et les extractions géochimiques, alors que toutes les analyses chimiques sont sous-traitées à un laboratoire accrédité par le ministère du Développement durable et des Parcs (MDDEP).

Le rapport d'étape qui suit présente une interprétation des résultats complets issus des essais statiques et des essais NAG. Les résultats partiels des essais en cellules d'humidité en cours sont aussi présentés.

2. Échantillons

Les échantillons reçus à l'URSTM ont été préparés par SGS Lakefield, de façon à obtenir des fractions représentatives de lots importants de matériaux produits au cours des développements minéralurgiques qui ont cours au sein de leur organisation. Au total, 20 échantillons pulvérisés pour caractérisations et 9 échantillons plus volumineux pour les essais en cellules d'humidité ont été reçus de SGS Lakefield. Le *tableau 1* présente la liste des échantillons reçus, les numéros internes de l'URSTM qui leur ont été attribués ainsi que les analyses réalisées pour chacun d'eux.

Dans le *tableau 1*, la colonne « échantillon pulvérisé représentatif » présente le numéro URSTM de l'échantillon utilisé pour les caractérisations (analyses élémentaires, essais statiques, essais NAG et minéralogie par DRX) pré-essais en cellules d'humidité. Ces correspondances ont été validées avec le client (Châteauneuf, 2008).

Tableau 1 : Liste des échantillons reçus

#URSTM	Nom	S _{total} (triple)	Analyse élémentaire complète	ABA (MA.110-PGA 1.0) (triple)	NAG (triple)	Analyse DRX	Cellule d'humidité	Échantillon pulvérisé représentatif
5864	Average Grade Ore PO Comp B	✓		✓	✓			
5865	Average Grade Ore GR Comp B	✓		✓	✓			
5866	Average Grade Ore Overall Comp B	✓	✓	✓	✓	✓		
5867	Average Grade Ore Overall Comp -200m D	✓	✓	✓	✓	✓		
5868	Average Grade Ore Overall Comp +200m B	✓		✓	✓			
5869	Low Grade Ore PO Comp B	✓		✓	✓			
5870	Low Grade Ore GR Comp B	✓		✓	✓			
5871	Low Grade Ore Overall Comp B	✓	✓	✓	✓	✓		
5872	Low Grade Ore Overall Comp -200m D	✓	✓	✓	✓	✓		
5873	High Sulphide Ore PO Comp B	✓		✓	✓			
5874	High Sulphide Ore GR Comp B	✓		✓	✓			
5875	High Sulphide Ore Overall Comp B	✓	✓	✓	✓	✓		
5876	High Sulphide Ore Overall Comp -200m D	✓	✓	✓	✓	✓		
5877	Average Waste PO Comp B	✓		✓	✓			
5878	Average Waste GR Comp B	✓		✓	✓			
5879	Average Waste Overall Comp B	✓	✓	✓	✓	✓		
5880	High Sulphide Waste PO Comp B	✓		✓	✓			
5881	High Sulphide Waste GR Comp B	✓		✓	✓			
5882	High Sulphide Waste Overall Comp B	✓	✓	✓	✓	✓		
5883	GT Residue B	✓	✓	✓	✓	✓		
5884	Average Grade Ore Overall Comp -1/4 inch B (CH)						✓	5866
5885	Average Grade Ore Overall Comp -200m B (CH)						✓	5867
5886	Low Grade Ore Overall Comp -1/4 inch B (CH)						✓	5871
5887	Low Grade Ore Overall Comp -200m B (CH)						✓	5872
5888	High Sulphide Ore Overall Comp -1/4 inch B (CH)						✓	5875
5889	High Sulphide Ore Overall Comp -200m B (CH)						✓	5876
5890	Average Waste Overall Comp -1/4 inch B (CH)						✓	5879
5891	High Sulphide Waste Overall Comp -1/4 inch (CH)						✓	5882
5892	GT Residue B (CH)						✓	5883

Les informations suivantes ont été fournies par le client (Châteauneuf, 2008). Le dépôt est composé des 4 lithologies suivantes (les pourcentages représentent les proportions moyennes pour l'ensemble du gisement) :

- | | | |
|---------------------------------|-------|------|
| • Porphyre carbonaté | (CPO) | 10 % |
| • Porphyre silicifié | (SPO) | 20 % |
| • Sédiment (Graywake) carbonaté | (CGR) | 28 % |
| • Sédiment (Graywake) silicifié | (SGR) | 42 % |

Des échantillons de chacune des lithologies ont été recueillis au départ. Puis les mélanges ont été faits et homogénéisés pour les différents composites qui seront décrits plus bas :

- Les échantillons avec la mention « PO » sont des composites de 33 % CPO et 66 % SPO;
- Les échantillons avec la mention « GR » sont des composites de 40 % CGR et 60 % SGR;
- Les échantillons avec la mention « Overall Comp » sont des mélanges qui représentent la composition moyenne du gisement, soit : 10 % CPO, 20 % SPO, 28 % CGR et 42 % SGR;
- Les échantillons avec la mention « Waste » ont moins de 0,3 g Au/t, la mention « Low Grade » représente moins de 0,6 g Au/t, alors que la mention « Average Grade » représente des matériaux avec une teneur en or moyenne de 0,9 g Au/t;
- Les échantillons portant la mention « High Sulphide » proviennent des zones à plus haute teneur en sulfures par rapport au reste du gisement;
- L'échantillon « GT Residue » est le rejet post-test de cyanuration (simulation du procédé visé à la future usine). Il a été produit par broyage, traitement à la chaux et cyanuration, pendant 30 heures, du minerai moyen (« Average Grade Ore »);
- Les fractions +200 mesh et -200 mesh ont été prélevées par tamisage des échantillons composites correspondant, qui avaient été préalablement concassés.

3. Méthodes

3.1 Bilan des essais statiques

Les essais statiques de prédiction du potentiel de génération d'acide (PGA) ont été réalisés au laboratoire Multilab Direct de Rouyn-Noranda. Les employés du laboratoire ont prélevé trois fractions représentatives des échantillons, afin de réaliser les déterminations en triplicata. Les analyses suivantes ont été réalisées :

- Analyse du pH de pâte;
- Analyse du soufre total par digestion acide et dosage gravimétrique;
- Analyse du soufre sulfate extractible à l'eau déminéralisée et dosage subséquent de la solution de rinçage par voie gravimétrique;
- Calcul du potentiel d'acidité maximal (PAM), exprimé en kg CaCO₃/t, pour les trois résultats précédents en soufre total par :

$$\text{PAM} = \% S_{\text{total}} \times 31,25 \quad (1)$$

où :

PAM : potentiel d'acidité maximal (kg CaCO₃/t)
% S_{total} : pourcentage massique de soufre total dans l'échantillon (% p/p)
31,25 : facteur stœchiométrique et de conversion d'unités

- Analyse du potentiel de neutralisation brut (PN) par la méthode MA. 110 – PGA 1.0 (Détermination du potentiel de génération d'acide : méthode par titrage avec de l'acide sulfurique, du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec).
- Calcul du potentiel net de neutralisation (PNN) :

$$\text{PNN} = \text{PN} - \text{PAM}$$

où :

PNN : potentiel net de neutralisation (kg CaCO₃/t)
PN : potentiel de neutralisation brut tel que déterminé par MA. 110 – PGA 1.0 (kg CaCO₃/t)

- Calcul du ratio PN/PA.

3.2 Essais NAG

Les essais *Net Acid Generation* (NAG) (Miller *et al.*, 1997) permettent, selon les auteurs, de déterminer directement le potentiel net de génération d'acide des matériaux testés. Ces essais, réalisés au laboratoire Multilab Direct en triplicata, ont consisté en l'ajout à un échantillon d'un excès de peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) 15 % v/v, dont le pH est ajusté à 5,5. La réaction est ensuite forcée par agitation et chauffage. Le pH final, noté NAG_{pH}, est lu après réaction complète entre le matériel et le peroxyde (arrêt de l'effervescence). Pour déterminer la quantité nette d'acidité produite (en kg H₂SO₄/t), les échantillons qui ont généré un NAG_{pH} inférieur à 4,5 sont titrés à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) étalonnée jusqu'à l'obtention d'un pH final de 4,5.

3.3 Analyses chimiques complètes

Les échantillons soumis aux essais en cellules d'humidité ont vu leur échantillon représentatif (voir *tableau 1*) envoyé au laboratoire Multilab Direct de Rouyn-Noranda, pour l'analyse des éléments Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Se, Zn par ICP-MS suite à une digestion acide.

3.4 Analyses minéralogiques

Les échantillons représentatifs de ceux placés dans les essais en cellules d'humidité (voir *tableau 1*) ont été analysés par diffraction des rayons-X (DRX) aux laboratoires de l'URSTM. Suite à l'obtention des diffractogrammes sur un appareil *Bruker A.X.S. D8 Advance*, il est possible de procéder à l'identification des principales phases minérales à l'aide du logiciel *Bruker A.X.S. Eva* et d'une base de données cristallographique. Suite à l'identification des phases minérales, leur quantification est rendue possible par le logiciel *Bruker A.X.S. TOPAS*, qui est fondée sur la méthode Rietveld (1993). Cette méthode donne accès à l'abondance relative des principales phases minérales composant l'échantillon.

3.5 Essais cinétiques en cellules d'humidité

Les résultats obtenus des essais cinétiques permettent d'évaluer les taux de largage des différents éléments et d'effectuer des extrapolations, afin de statuer sur le PGA à long terme des matériaux.

Les essais cinétiques utilisés sont conformes à la norme ASTM D 5744-07. Dans cet essai, 1 kg de matériel (au maximum passant ¼") est exposé à des cycles de 3 jours d'air sec, 3 jours d'air saturé en humidité et, au 7^e jour, un rinçage avec 1 000 mL d'eau déminéralisée. Les eaux de rinçages sont récupérées après 1 h de contact par une légère surpression. Les analyses du pH, du Eh et de la conductivité sont alors réalisées sur les échantillons dans les laboratoires de l'URSTM. Les échantillons sont ensuite filtrés et transférés dans des bouteilles fournies par Multilab Direct, contenant les préservatifs

nécessaires aux analyses suivantes : Acidité, Alcalinité, métaux par ICP-MS (Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Se, Zn).

Il existe deux configurations de cellule d'humidité. La première est conçue pour les essais réalisés sur les stériles miniers (cellules nommées « CH-XYZ 1/4- » dans la présente étude). Ces cellules, larges de 4 po et hautes de 8 po, forcent l'aération des stériles du bas vers le haut, une circulation d'air se rapprochant des mouvements d'air dans les haldes à stériles. La *figure 1* montre une photo d'une cellule type utilisée dans ce projet pour les échantillons représentant les stériles.



Figure 1 : Cellule d'humidité type pour les échantillons représentant les stériles miniers

Les cellules d'humidité réalisées sur les échantillons représentant des rejets de concentrateur (nommées « CH-XYZ 200- » dans ce projet) ont une configuration différente. Ces cellules larges de 8 po et hautes de 4 po, préconisent une aération au haut de la cellule de même qu'une couche plus mince et plus étalée de matériel. Cette configuration est encore une fois inspirée des caractéristiques des parcs à rejets de concentrateur, et elle permet aussi un meilleur écoulement de l'eau au travers du matériel fin. La *figure 2* montre une photo d'une cellule type utilisée dans ce projet pour les échantillons représentant les rejets de concentrateur.

Initialement, la durée de l'essai est prévue pour 30 cycles de rinçages. Le nécessité de poursuivre les essais en cellules d'humidité sera évaluée suite à l'obtention des résultats complets jusqu'au 25^e cycle. Lorsque les essais seront démantelés, les échantillons solides post-essais en cellules seront envoyés au laboratoire Multilab pour l'analyse des éléments suivants : Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Se, Zn. Les solides post-essais en cellules seront aussi ré-analysés pour leur bilan acide-base, tel que décrit à la section 3.1.



Figure 2 : Cellule d'humidité type pour les échantillons représentant les rejets de concentrateur

La *figure 3* présente une photo du montage complet des 9 cellules d'humidité réalisées au cours du projet.



Figure 3 : Vue d'ensemble des 9 cellules d'humidité réalisées

4. Résultats et interprétations

4.1 Bilan des essais statiques

Les résultats présentés dans cette section ont été résumés, afin de présenter seulement les paramètres les plus importants pour l'interprétation des résultats quant au potentiel de génération d'acidité des échantillons. Les résultats complets sont disponibles dans le fichier « PU-2008-03-367 - Essais Statiques.xls » sur le CD-Rom annexe.

Voici la démarche utilisée pour l'interprétation des essais statiques :

- I. Si le %S_{sulfure} < 0,3 %, le matériel est automatiquement classé comme non-acidogène, peu importe le PN (*Directive 019*). Si le %S_{sulfure} > 0,3 %, nous poursuivons au point II.

- II. Le PNN est utilisé pour classer le matériel selon les critères de Miller *et al.* (1991) :
 - a. PNN < -20 kg CaCO₃/t : le matériel est acidogène
 - b. -20 < PNN < +20 kg CaCO₃/t : le PGA est incertain pour le matériel, on poursuit alors au point III.
 - c. PNN > +20 kg CaCO₃/t : le matériel est non-acidogène

- III. Advenant que le critère du PNN a retourné un résultat incertain, nous utilisons le rapport PN/PA pour trancher, selon les critères de Price *et al.* (1997) :
 - a. PN/PA < 1 : le matériel est acidogène
 - b. 1 < PN/PA < 2 : le matériel est possiblement acidogène
 - c. 2 < PN/PA < 4 : le matériel a de peu de chances d'être acidogène
 - d. PN/PA > 4 : le matériel est non-acidogène

Le *tableau 2* résume la démarche et présente le code de couleur qui sera utilisé dans les tableaux de résultats.

Tableau 2 : Critères d'interprétation des essais statiques

%S _{sulfure} < 0,3 %	Non-acidogène
%S _{sulfure} > 0,3 %	Poursuivre avec PNN

Critères pour le PNN (Miller *et al.*, 1991)

PNN < 20 kg CaCO ₃ /t	Acidogène
-20 < PNN < 20 kg CaCO ₃ /t	Incertain, poursuivre avec PN/PA
PNN ≥ 20kg CaCO ₃ /t	Non-acidogène

Critères pour le PN/PA (Price *et al.*, 1997)

PN/PA < 1	Acidogène
1 < PN/PA < 2	Possiblement acidogène
2 < PN/PA < 4	Peu de chances d'être acidogène
PN/PA > 4	Non-acidogène

Le *tableau 3* présente les résultats complets du bilan des essais statiques et les verdicts obtenus quant à la nature acidogène des matériaux.

Une première remarque importante à formuler au sujet des résultats obtenus des bilans des essais statiques (*tableau 3*) est que les échantillons se situent tous à l'intérieur ou très près de la zone d'incertitude du critère PNN (-20 < PNN < +20 kg CaCO₃/t). En effet, même les échantillons clairement identifiés en tant que « Non-acidogènes » ou « Acidogènes » sont tous à l'intérieur de ±10 kg CaCO₃/t de la zone d'incertitude. La prudence est donc de mise, autant pour les échantillons interprétés « Non-acidogènes » que ceux interprétés « Acidogènes ». Il sera d'une importance capitale dans ce projet de valider les résultats des essais statiques par les résultats des essais en cellules d'humidité.

D'ordre général, les échantillons composites « GR » sont plus sulfureux et comportent un plus grand PN que les échantillons composites « PO ». Il semble donc que les lithologies Graywake renferment plus de S_{total} et de PN que les lithologies Porphyre. Les échantillons de composites « Overall » se situent, de façon générale, entre les échantillons PO et GR quant à leur contenu en S_{total} et en PN. Ceci découle de leur provenance du mélange 30% PO et 70% GR.

Les échantillons « -200 mesh » ont généralement des PN supérieurs et des teneurs en soufre inférieures à la fraction « +200 mesh » ou aux autres composites, pour le même groupe d'échantillons. Ceci pourrait être attribuable au concassage des composites, dans lequel les minéraux plus mous (carbonates, responsables du PN) se broient beaucoup plus rapidement et beaucoup plus fins que les minéraux plus durs pour un temps de broyage donné. Les carbonates se concentrent donc dans la fraction fine (-200 mesh). Les sulfures, plus durs que les carbonates, se broient plus lentement, et il en demeure une plus grande partie dans la fraction +200 mesh que dans la partie -200 mesh pour un même broyage.

Tableau 3 : Résultats et interprétations des essais statiques

#URSTM	Nom	Réplica	pH de pâte (-)	S _{total} (% S)	S _{sulfates} (% S)	S _{sulfures} (% S)	PAM (kg CaCO ₃ /t)	PN brut (kg CaCO ₃ /t)	PNN (kg CaCO ₃ /t)	PN/PA (-)	Acidogène
5864	Average Grade Ore PO Comp B	1	9,58	1,30	0,008	1,29	40,6	54,9	14,3	1,35	Possiblement
		2	9,67	1,38	0,012	1,37	43,1	56,5	13,3	1,31	Possiblement
		3	9,70	1,22	0,012	1,21	38,1	56,0	17,9	1,47	Possiblement
		Moyenne	9,65	1,30	0,011	1,29	40,6	55,8	15,2	1,38	Possiblement
5865	Average Grade Ore GR Comp B	1	9,69	1,67	0,008	1,66	52,2	54,9	2,7	1,05	Possiblement
		2	9,75	1,77	0,008	1,76	55,3	54,6	-0,7	0,99	Oui
		3	9,69	1,76	0,007	1,75	55,0	54,4	-0,6	0,99	Oui
		Moyenne	9,71	1,73	0,008	1,73	54,2	54,6	0,5	1,01	Possiblement
5866	Average Grade Ore Overall Comp B	1	9,58	1,64	0,009	1,63	51,3	56,3	5,0	1,10	Possiblement
		2	9,50	1,62	0,008	1,61	50,6	54,9	4,3	1,09	Possiblement
		3	9,67	1,53	0,010	1,52	47,8	55,2	7,4	1,16	Possiblement
		Moyenne	9,58	1,60	0,009	1,59	49,9	55,5	5,6	1,11	Possiblement
5867	Average Grade Ore Overall Comp -200m D	1	9,36	1,38	0,010	1,37	43,1	69,3	26,1	1,61	Non
		2	9,34	1,47	0,011	1,46	45,9	69,0	23,0	1,50	Non
		3	9,46	1,34	0,012	1,33	41,9	66,9	25,0	1,60	Non
		Moyenne	9,39	1,40	0,011	1,39	43,6	68,4	24,7	1,57	Non
5868	Average Grade Ore Overall Comp +200m B	1	9,39	1,72	0,007	1,71	53,8	50,7	-3,0	0,94	Oui
		2	9,41	1,68	0,009	1,67	52,5	50,4	-2,1	0,96	Oui
		3	9,49	1,73	0,008	1,72	54,1	50,9	-3,2	0,94	Oui
		Moyenne	9,43	1,71	0,008	1,70	53,4	50,7	-2,8	0,95	Oui
5869	Low Grade Ore PO Comp B	1	9,50	0,81	0,005	0,81	25,3	40,6	15,3	1,60	Possiblement
		2	9,56	0,86	0,008	0,85	26,9	39,9	13,1	1,49	Possiblement
		3	9,46	0,85	0,005	0,85	26,6	41,6	15,0	1,57	Possiblement
		Moyenne	9,51	0,84	0,006	0,83	26,3	40,7	14,4	1,55	Possiblement
5870	Low Grade Ore GR Comp B	1	9,67	1,43	0,004	1,43	44,7	49,9	5,2	1,12	Possiblement
		2	9,60	1,37	0,005	1,37	42,8	51,5	8,7	1,20	Possiblement
		3	9,60	1,42	0,005	1,42	44,4	51,0	6,7	1,15	Possiblement
		Moyenne	9,62	1,41	0,005	1,40	44,0	50,8	6,8	1,16	Possiblement
5871	Low Grade Ore Overall Comp B	1	9,52	1,38	0,005	1,38	43,1	50,0	6,9	1,16	Possiblement
		2	9,53	1,48	0,005	1,48	46,3	46,3	0,1	1,00	Possiblement
		3	9,59	1,47	0,005	1,47	45,9	50,2	4,2	1,09	Possiblement
		Moyenne	9,55	1,44	0,005	1,44	45,1	48,8	3,7	1,08	Possiblement
5872	Low Grade Ore Overall Comp -200m D	1	9,11	0,88	0,005	0,88	27,5	61,8	34,3	2,25	Non
		2	9,19	1,22	0,005	1,22	38,1	60,5	22,3	1,59	Non
		3	9,11	1,33	0,005	1,33	41,6	61,8	20,3	1,49	Non
		Moyenne	9,14	1,14	0,005	1,14	35,7	61,4	25,6	1,77	Non
5873	High Sulphide Ore PO Comp B	1	9,28	1,12	0,005	1,12	35,0	53,1	18,1	1,52	Possiblement
		2	9,35	1,18	0,005	1,18	36,9	55,2	18,3	1,50	Possiblement
		3	9,40	1,08	0,005	1,08	33,8	53,0	19,3	1,57	Possiblement
		Moyenne	9,34	1,13	0,005	1,12	35,2	53,8	18,6	1,53	Possiblement

Tableau 3 (suite) : Résultats et interprétations des essais statiques

#URSTM	Nom	Réplica	pH de pâte (-)	S _{total} (% S)	S _{sulfates} (% S)	S _{sulfures} (% S)	PAM (kg CaCO ₃ /t)	PN brut (kg CaCO ₃ /t)	PNN (kg CaCO ₃ /t)	PN/PA (-)	Acidogène
5874	High Sulphide Ore GR Comp B	1	9,56	2,53	0,008	2,52	79,1	67,9	-11,2	0,86	Oui
		2	9,71	2,56	0,007	2,55	80,0	69,9	-10,1	0,87	Oui
		3	9,63	2,67	0,008	2,66	83,4	69,3	-14,1	0,83	Oui
		Moyenne	9,63	2,59	0,008	2,58	80,8	69,0	-11,8	0,85	Oui
5875	High Sulphide Ore Overall Comp B	1	9,64	2,25	0,006	2,24	70,3	59,5	-10,8	0,85	Oui
		2	9,61	2,30	0,006	2,29	71,9	58,8	-13,1	0,82	Oui
		3	9,65	2,26	0,007	2,25	70,6	59,0	-11,6	0,84	Oui
		Moyenne	9,63	2,27	0,006	2,26	70,9	59,1	-11,9	0,83	Oui
5876	High Sulphide Ore Overall Comp -200m D	1	9,46	1,89	0,007	1,88	59,1	72,8	13,7	1,23	Possiblement
		2	9,43	1,85	0,007	1,84	57,8	77,8	19,9	1,35	Possiblement
		3	9,40	1,84	0,008	1,83	57,5	77,5	20,0	1,35	Possiblement
		Moyenne	9,43	1,86	0,007	1,85	58,1	76,0	17,9	1,31	Possiblement
5877	Average Waste PO Comp B	1	9,49	0,72	0,010	0,71	22,5	49,9	27,4	2,22	Non
		2	9,50	0,67	0,008	0,66	20,9	50,0	29,1	2,39	Non
		3	9,45	0,69	0,009	0,68	21,6	50,0	28,4	2,32	Non
		Moyenne	9,48	0,69	0,009	0,68	21,7	50,0	28,3	2,31	Non
5878	Average Waste GR Comp B	1	9,53	2,13	0,009	2,12	66,6	44,2	-22,4	0,66	Oui
		2	9,60	2,14	0,008	2,13	66,9	44,7	-22,2	0,67	Oui
		3	9,50	2,06	0,008	2,05	64,4	44,8	-19,6	0,70	Oui
		Moyenne	9,54	2,11	0,008	2,10	65,9	44,6	-21,4	0,68	Oui
5879	Average Waste Overall Comp B	1	9,48	1,61	0,011	1,60	50,3	48,7	-1,6	0,97	Oui
		2	9,39	1,62	0,010	1,61	50,6	48,6	-2,1	0,96	Oui
		3	9,44	1,58	0,009	1,57	49,4	48,9	-0,5	0,99	Oui
		Moyenne	9,44	1,60	0,010	1,59	50,1	48,7	-1,4	0,97	Oui
5880	High Sulphide Waste PO Comp B	1	9,37	1,49	0,008	1,48	46,6	54,7	8,1	1,17	Possiblement
		2	9,40	1,52	0,008	1,51	47,5	52,5	5,0	1,10	Possiblement
		3	9,39	1,44	0,008	1,43	45,0	52,7	7,7	1,17	Possiblement
		Moyenne	9,39	1,48	0,008	1,48	46,4	53,3	6,9	1,15	Possiblement
5881	High Sulphide Waste GR Comp B	1	8,85	2,87	0,007	2,86	89,7	60,0	-29,7	0,67	Oui
		2	8,63	2,70	0,007	2,69	84,4	58,4	-26,0	0,69	Oui
		3	8,81	2,54	0,008	2,53	79,4	59,8	-19,6	0,75	Oui
		Moyenne	8,76	2,70	0,007	2,70	84,5	59,4	-25,1	0,70	Oui
5882	High Sulphide Waste Overall Comp B	1	8,80	2,42	0,011	2,41	75,6	64,3	-11,3	0,85	Oui
		2	8,84	2,43	0,009	2,42	75,9	64,0	-12,0	0,84	Oui
		3	8,88	2,58	0,010	2,57	80,6	64,2	-16,4	0,80	Oui
		Moyenne	8,84	2,48	0,010	2,47	77,4	64,2	-13,2	0,83	Oui
5883	GT Residue B	1	8,62	1,60	0,013	1,59	50,0	49,9	-0,1	1,00	Possiblement
		2	8,60	1,53	0,013	1,52	47,8	49,9	2,1	1,04	Possiblement
		3	8,60	1,53	0,012	1,52	47,8	49,8	2,0	1,04	Possiblement
		Moyenne	8,61	1,55	0,013	1,54	48,5	49,9	1,3	1,03	Possiblement

L'interprétation des résultats des essais statiques, à l'aide des critères exposés précédemment et résumés au *tableau 2*, nous montre que :

- Les deux échantillons suivants sont identifiés « Non-acidogènes » :
 - Average Grade Ore Overall Comp -200m D (U5867)
(PNN moyen 24,7 kg CaCO₃/t)
 - Low Grade Ore Overall Comp -200m D (U5872)
(PNN moyen 25,6 kg CaCO₃/t)
 - Average Waste PO Comp B (U5877) (PNN moyen 28,3 kg CaCO₃/t)

- Les sept échantillons suivants sont identifiés « Acidogènes » :
 - Average Grade Ore Overall Comp +200m B (U5868)
(PN/PA moyen de 0,95)
 - High Sulphide Ore GR Comp B (U5874)
(PN/PA moyen de 0,85)
 - High Sulphide Ore Overall Comp B (U5875)
(PN/PA moyen de 0,83)
 - Average Waste GR Comp B (U5878)
(PNN moyen -21,4 kg CaCO₃/t et PN/PA moyen 0,68)
 - Average Waste Overall Comp B (U5879)
(PN/PA moyen 0,97)
 - High Sulphide Waste GR Comp B (U5881)
(PNN moyen -25,1 kg CaCO₃/t et PN/PA moyen 0,70)
 - High Sulphide Waste Overall Comp B (U5882)
(PN/PA moyen 0,83)

- Les 14 échantillons suivants sont identifiés « Possiblement acidogènes » :
 - Average Grade Ore PO Comp B (U5864)
(PN/PA moyen 1,38)
 - Average Grade Ore Overall Comp B (U5866)
(PN/PA moyen 1,11)
 - Low Grade Ore PO Comp B (U5869)
(PN/PA moyen 1,55)
 - Low Grade Ore GR Comp B (U5870)
(PN/PA moyen 1,16)
 - Low Grade Ore Overall Comp B (U5871)
(PN/PA moyen 1,08)

- High Sulphide Ore PO Comp B (U5873)
(PN/PA moyen 1,03)
- High Sulphide Ore Overall Comp -200m D (U5876)
(PN/PA moyen 1,31)
- High Sulphide Waste PO Comp B (U5880)
(PN/PA moyen 1,15)
- GT Residue B (U5883)
(PN/PA moyen 1,03)
- Les deux échantillons suivants ont retourné des verdicts différents pour certains de leur réplika :
 - Average Grade Ore GR Comp B (U5865)
Classé « Possiblement acidogène » pour le réplika 1 (PN/PA de 1,05) et « Acidogène » pour les réplikas 2 et 3 (PN/PA de 0,99). On remarque cependant que la différence est minime entre les réplikas; l'échantillon sera classé « Possiblement acidogène » (PN/PA moyen 1,01).

4.2 Essais NAG

Le *tableau 4* présente les résultats des essais Net Acid Generation (NAG) réalisés en triplicata sur les échantillons. On observe sur ce tableau que les NAG_{pH} obtenus sont généralement élevés, variant entre NAG_{pH} 7,30 et 11,12, avec une moyenne à 9,97. Tel qu'attendu, bien qu'il n'existe aucune corrélation mathématique, on remarque que les NAG_{pH} les plus bas sont enregistrés pour les échantillons les plus sulfureux. Pour tous les essais, le titrage est non nécessaire, puisque les NAG_{pH} sont tous supérieurs à 4,5. Tous les résultats NAG sont donc de 0 kg H_2SO_4 /t. L'expérience de l'URSTM démontre que ce type de résultats est souvent obtenu pour les échantillons dans la zone d'incertitude des essais statiques, tel qu'étudiés ici. C'est-à-dire que l'essai NAG apporte peu de nouvelle information dans le cas de matériaux peu sulfureux.

Tableau 4 : Résultats des essais NAG

#URSTM	Nom	Réplica	NAG _{pH} (-)	NAG (kg H ₂ SO ₄ /t)
5864	Average Grade Ore PO Comp B	1	10,30	0
		2	10,29	0
		3	10,18	0
		Moyenne	10,26	0
5865	Average Grade Ore GR Comp B	1	10,48	0
		2	10,31	0
		3	10,38	0
		Moyenne	10,39	0
5866	Average Grade Ore Overall Comp B	1	10,31	0
		2	10,39	0
		3	10,35	0
		Moyenne	10,35	0
5867	Average Grade Ore Overall Comp -200m D	1	10,75	0
		2	10,87	0
		3	10,88	0
		Moyenne	10,83	0
5868	Average Grade Ore Overall Comp +200m B	1	9,57	0
		2	9,65	0
		3	9,45	0
		Moyenne	9,56	0
5869	Low Grade Ore PO Comp B	1	9,41	0
		2	9,48	0
		3	9,47	0
		Moyenne	9,45	0
5870	Low Grade Ore GR Comp B	1	10,38	0
		2	10,14	0
		3	10,18	0
		Moyenne	10,23	0
5871	Low Grade Ore Overall Comp B	1	10,05	0
		2	10,32	0
		3	10,09	0
		Moyenne	10,15	0
5872	Low Grade Ore Overall Comp -200m D	1	10,44	0
		2	10,54	0
		3	10,53	0
		Moyenne	10,50	0
5873	High Sulphide Ore PO Comp B	1	10,53	0
		2	10,78	0
		3	10,78	0
		Moyenne	10,70	0

Tableau 4 (suite) : Résultats des essais NAG

#URSTM	Nom	Réplica	NAG _{pH} (-)	NAG (kg H ₂ SO ₄ /t)
5874	High Sulphide Ore GR Comp B	1	9,11	0
		2	9,21	0
		3	9,23	0
		Moyenne	9,18	0
5875	High Sulphide Ore Overall Comp B	1	9,12	0
		2	9,01	0
		3	9,08	0
		Moyenne	9,07	0
5876	High Sulphide Ore Overall Comp -200m D	1	11,00	0
		2	11,07	0
		3	10,95	0
		Moyenne	11,01	0
5877	Average Waste PO Comp B	1	11,07	0
		2	11,12	0
		3	11,12	0
		Moyenne	11,10	0
5878	Average Waste GR Comp B	1	7,30	0
		2	7,70	0
		3	7,75	0
		Moyenne	7,58	0
5879	Average Waste Overall Comp B	1	10,18	0
		2	10,03	0
		3	10,12	0
		Moyenne	10,11	0
5880	High Sulphide Waste PO Comp B	1	10,49	0
		2	10,53	0
		3	10,46	0
		Moyenne	10,49	0
5881	High Sulphide Waste GR Comp B	1	9,20	0
		2	9,11	0
		3	8,97	0
		Moyenne	9,09	0
5882	High Sulphide Waste Overall Comp B	1	9,31	0
		2	9,38	0
		3	9,57	0
		Moyenne	9,42	0
5883	GT Residue B	1	9,92	0
		2	10,04	0
		3	9,94	0
		Moyenne	9,97	0

4.3 Essais en cellules d'humidité

Cette section présente les principaux résultats des 14 premiers rinçages des essais en cellules d'humidité. Les résultats de l'ensemble des paramètres mesurés en cellule sont disponibles sur le CD-ROM annexe, dans le fichier Excel « PU-2008-03-367 - CH-Osisko.xls ».

4.3.1 Caractérisations des échantillons

Le *tableau 5* présente la liste des échantillons placés dans les essais en cellules d'humidité, le nom de la cellule correspondante ainsi que l'échantillon pulvérisé représentatif, qui a été utilisé pour les caractérisations chimiques et minéralogiques pré-essais en cellules.

Tableau 5 : Informations sur les échantillons placés en cellules d'humidité

#URSTM	Nom	Nom de la cellule	Échantillon pulvérisé représentatif
5884	Average Grade Ore Overall Comp -1/4 inch B (CH)	CH-AGO 1/4-	5866
5885	Average Grade Ore Overall Comp -200m B (CH)	CH-AGO 200-	5867
5886	Low Grade Ore Overall Comp -1/4 inch B (CH)	CH-LGO 1/4-	5871
5887	Low Grade Ore Overall Comp -200m B (CH)	CH-LGO 200-	5872
5888	High Sulphide Ore Overall Comp -1/4 inch B (CH)	CH-HSO 1/4-	5875
5889	High Sulphide Ore Overall Comp -200m B (CH)	CH-HSO 200-	5876
5890	Average Waste Overall Comp -1/4 inch B (CH)	CH-AWO 1/4-	5879
5891	High Sulphide Waste Overall Comp -1/4 inch (CH)	CH-HSW 1/4-	5882
5892	GT Residue B (CH)	CH-GTR-	5883

Le *tableau 6* présente les résultats de la caractérisation chimique complète des neuf échantillons placés en cellule d'humidité. Sont reprises aussi dans ce tableau les moyennes des trois répliques des essais statiques réalisés sur les échantillons pulvérisés représentatifs. On observe au *tableau 6* que les matériaux sont principalement constitués d'aluminium, de calcium, de fer, de magnésium, de potassium et de sulfures. Les concentrations en sulfates sont faibles, puisque les échantillons représentent des minerais frais, non oxydés. On observe que les métaux normés par la *Directive 019* (autre

que le fer, soit : As, Cu, Ni, Pb, Zn) pour les effluents finaux sont présents sous forme de trace seulement dans les neuf matériaux solides placés en cellule.

Au niveau du bilan des essais statiques, on observe au *tableau 6* que les matériaux placés dans les cellules CH-AGO 200 et CH-LGO 200 sont considérés « Non-acidogènes ». Les matériaux placés dans les cellules CH-AGO 1/4, CH-LGO 1/4, CH-HSO 200 et CH-GTR sont pour leur part considérés « Potentiellement acidogènes ». Finalement, les échantillons placés dans les cellules CH-HSO 1/4, CH-AWO 1/4 et CH-HSW 1/4 sont considérés « Acidogènes ».

4.3.2 Évolution des paramètres physico-chimiques

La prudence est de mise lors de l'interprétation de résultats d'essais cinétiques qui en sont à leurs premiers rinçages. Ces premiers rinçages sont souvent des périodes instables, où les minéraux les plus solubles sont lixiviés et n'informent pas nécessairement sur les réactions naturelles d'oxydation, de neutralisation ou de solubilisation des minéraux (e.g. SRK, 1989; Aubertin *et al.*, 1995; Morin et Hutt, 1997; Villeneuve *et al.*, 2003; Bussière *et al.*, 2004; Villeneuve, 2004). Les résultats des 14 premiers rinçages (98 jours) sont présentés dans ce rapport d'étape.

La *figure 4* montre l'évolution du pH au cours des neuf essais en cellule d'humidité. On remarque que les pH mesurés jusqu'à maintenant sont à l'intérieur des exigences au point de déversement de l'effluent final de la *Directive 019* ($6 < \text{pH} < 9,5$).

La *figure 5* montre l'évolution du Eh dans les eaux de rinçage des neuf essais en cellule d'humidité. Il semble que le Eh monte graduellement, puis redescend entre 300 et 450 mV *vs* ENH au cours des 14 premiers rinçages. Ceci indique que les conditions deviennent graduellement plus oxydantes dans les essais, puis se stabilisent. Remarquons que nous sommes encore éloignés des valeurs de Eh qu'on pourrait rencontrer lors de la production de DMA, qui pourraient alors atteindre des valeurs supérieures à +600 mV (MEND 1.16.1b, 1991).

Tableau 6 : Résultats des analyses chimiques et essais statiques des échantillons initiaux des essais en cellule d'humidité

Paramètre	Unités	CH-AGO 1/4	CH-AGO 200	CH-LGO 1/4	CH-LGO 200	CH-HSO 1/4	CH-HSO 200	CH-AWO 1/4	CH-HSW 1/4	CH-GTR
		U5866	U5867	U5871	U5872	U5875	U5876	U5879	U5882	U5883
Aluminium (Al)	(mg/kg)	8665	10369	7727	11243	3790	9854	8255	7243	7071
Argent (Ag)	(mg/kg)	1,6	1,6	1,1	1,7	1,1	2,7	0,95	1,3	0,17
Arsenic (As)	(mg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Baryum (Ba)	(mg/kg)	165	212	144	212	45,3	102	119	96,3	75,2
Cadmium (Cd)	(mg/kg)	5,101	6,32	0,035	0,129	0,037	4,575	<0,005	3,445	<0,005
Calcium (Ca)	(mg/kg)	17015	22100	10441	18441	10545	24154	11168	15009	10855
Chrome (Cr)	(mg/kg)	78,1	112	106	145	42,5	133	101	94,9	82,1
Cuivre (Cu)	(mg/kg)	35,6	48,1	21,1	33,2	22	54,4	40,2	50,7	16,3
Fer (Fe)	(mg/kg)	22349	24033	16979	22908	13230	24603	19685	21915	19391
Magnésium (Mg)	(mg/kg)	8495	10370	6804	10553	4638	13018	9101	9372	7553
Manganèse (Mn)	(mg/kg)	402	547	281	430	242	587	261	291	292
Mercure (Hg)	(mg/kg)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nickel (Ni)	(mg/kg)	68,6	95,3	55,6	87,2	34,6	66,1	65,3	63	51,8
Plomb (Pb)	(mg/kg)	6,5	10	14,8	28,9	8	19,5	11,3	10,8	6,9
Potassium (K)	(mg/kg)	6888	8371	6679	9572	3892	9218	7282	6949	5710
Sélénium (Se)	(mg/kg)	0,32	0,17	0,35	0,44	<0,05	<0,05	0,36	<0,05	<0,05
Sodium (Na)	(mg/kg)	166	59	91	406	15	<1	122	122	102
Zinc (Zn)	(mg/kg)	105	105	52,2	293	63,3	95,3	114	82,8	92
pH de pâte ¹	(-)	9,58	9,39	9,55	9,14	9,63	9,43	9,44	8,84	8,61
S _{total} ¹	(% p/p)	1,60	1,40	1,44	1,14	2,27	1,86	1,60	2,48	1,55
S _{sulfates} ¹	(% p/p)	0,009	0,011	0,005	0,005	0,006	0,007	0,010	0,010	0,013
S _{sulfures} ¹	(% p/p)	1,59	1,39	1,44	1,14	2,26	1,85	1,59	2,47	1,54
PAM ¹	(kg CaCO ₃ /t)	49,9	43,6	45,1	35,7	70,9	58,1	50,1	77,4	48,5
PN brut ¹	(kg CaCO ₃ /t)	55,5	68,4	48,8	61,4	59,1	76,0	48,7	64,2	49,9
PNN ¹	(kg CaCO ₃ /t)	5,6	24,7	3,7	25,6	-11,9	17,9	-1,4	-13,2	1,3
PN/PA ¹	(-)	1,11	1,57	1,08	1,77	0,833	1,31	0,972	0,830	1,03
Acidogène	(-)	Possiblement	Non	Possiblement	Non	Oui	Possiblement	Oui	Oui	Possiblement
NAG _{pH} ¹	(-)	10,35	10,83	10,15	10,50	9,07	11,01	10,11	9,42	9,97
NAG ¹	(kg H ₂ SO ₄ /t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PAM : Potentiel d'acidité maximal = %S_{total}*31,25 (kg CaCO₃/t)
 PN : Potentiel de neutralisation déterminé par la méthode MA.110 - PGA 1.0 (kg CaCO₃/t)
 PNN : Potentiel net de neutralisation = PN - PAM (kg CaCO₃/t)
 NAG_{pH} : pH à la fin de l'essai NAG
 NAG : Génération nette d'acidité au cours de l'essai NAG (kg H₂SO₄/t)
¹ : La moyenne des 3 réplicas est utilisée

L'interprétation des résultats est conforme avec le contenu de la méthode MA.110 - PGA 1.0 et la Directive 019

Critères d'interprétation, on vérifie dans l'ordre :

%S _{sulfure} < 0,3 %	Non-acidogène
%S _{sulfure} > 0,3 %	Poursuivre plus bas

Critères pour le PNN (Miller *et al.*, 1991)

PNN < 20 kg CaCO ₃ /t	Acidogène
-20 < PNN < 20 kg CaCO ₃ /t	Incertain, poursuivre avec PN/PA
PNN ≥ 20kg CaCO ₃ /t	Non-acidogène

Critères pour le PN/PA (Price *et al.*, 1997)

PN/PA < 1	Acidogène
1 < PN/PA < 2	Possiblement acidogène
2 < PN/PA < 4	Peu de chances d'être acidogène
PN/PA > 4	Non-acidogène

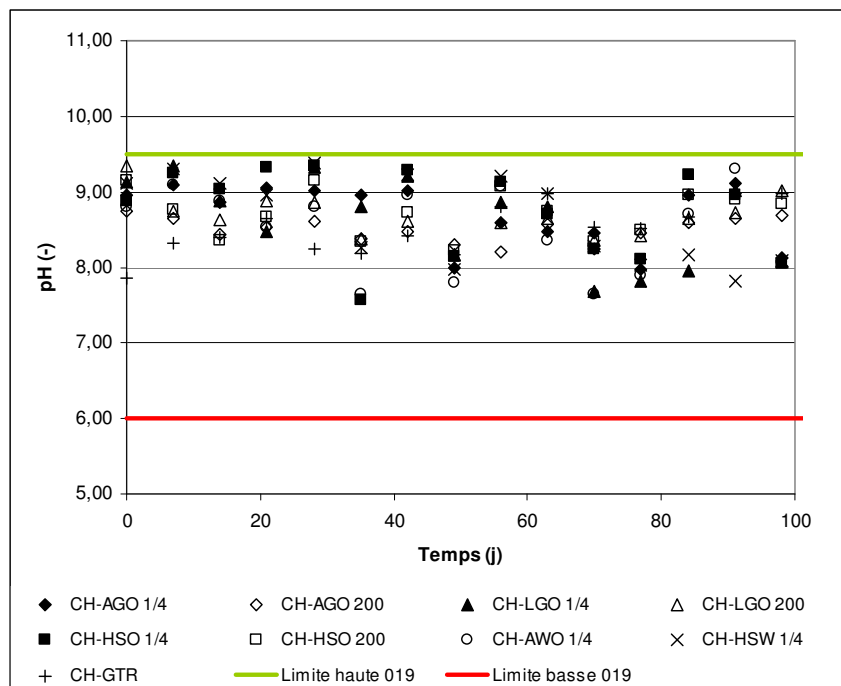


Figure 4 : Évolution du pH dans les eaux de rinçage des essais en cellule d'humidité

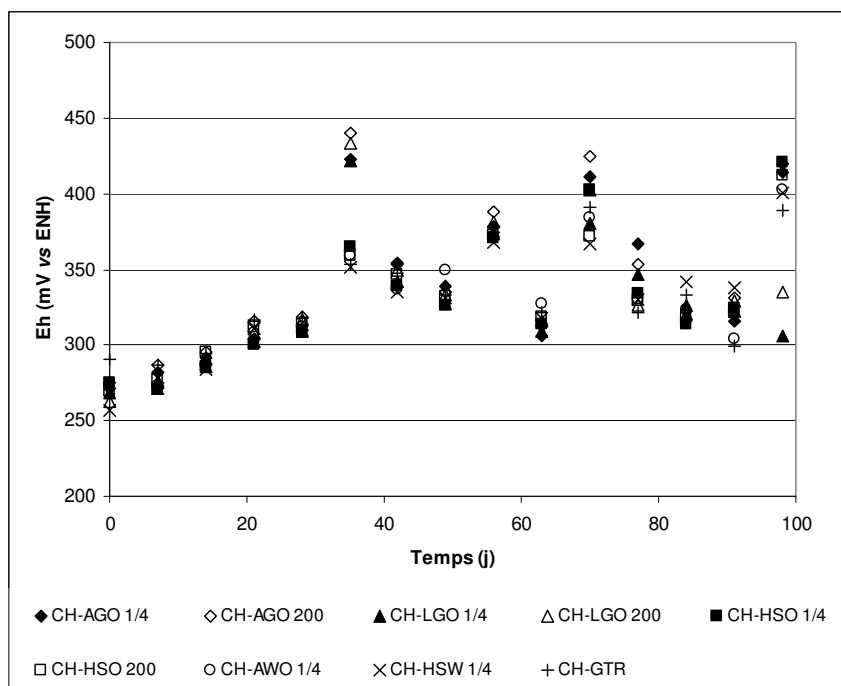


Figure 5 : Évolution du Eh dans les eaux de rinçage des essais en cellule d'humidité

La *figure 6* présente l'évolution de la conductivité dans les eaux de rinçage des neuf essais. Tel que mentionné précédemment, les premiers rinçages sont toujours plus chargés en ions à cause de la dissolution rapide des minéraux plus solubles. La conductivité, qui est reliée à la charge totale en ions dans la solution, est donc plus élevée en début d'essai et se stabilisera ensuite. On remarque à la *figure 6* que la conductivité est déjà diminuée et plus stable dans la plupart des essais.

Les *figures 7* et *8* présentent l'évolution de l'acidité et l'alcalinité dans les eaux de rinçage des cellules d'humidité. On observe à la *figure 7* que l'acidité demeure très faible au cours des 14 premiers rinçages des essais, voire même sous la limite de détection. On observe à la *figure 8* qu'il existe une alcalinité résiduelle dans toutes les eaux de rinçages de tous les essais en cellule. L'alcalinité se stabilise entre de 20 et 50 mg CaCO₃/L pour la plupart des essais. Les alcalinités les plus élevées sont généralement rencontrées dans les cellules réalisées sur les matériaux plus fins, soit celles qui représentent d'éventuels rejets de concentrateur (cellules « 200 » et GTR).

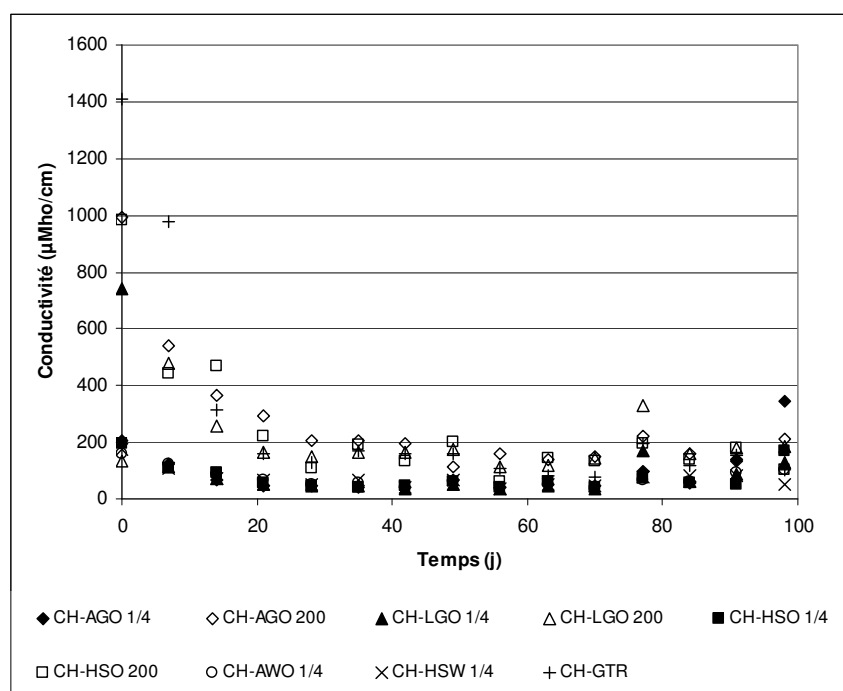


Figure 6 : Évolution de la conductivité dans les eaux de rinçage des essais en cellule d'humidité

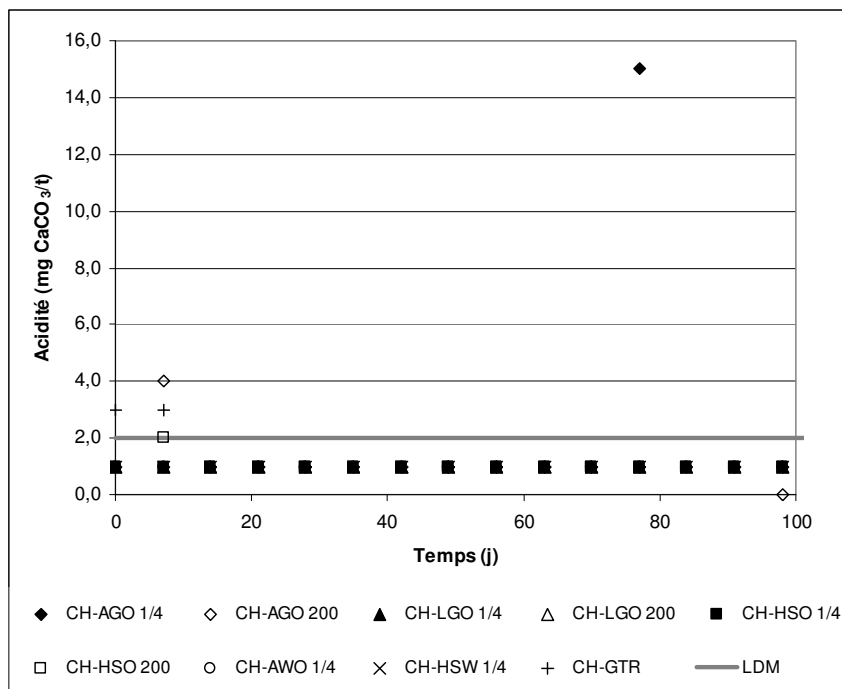


Figure 7 : Évolution de l'acidité dans les eaux de rinçage des essais en cellule d'humidité

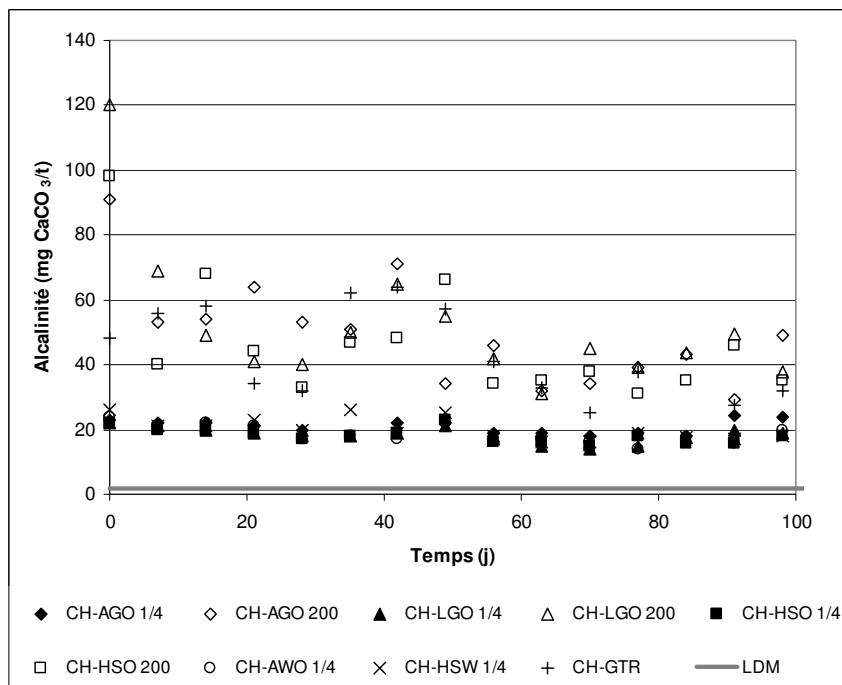


Figure 8 : Évolution de l'alcalinité dans les eaux de rinçage des essais en cellule d'humidité

4.3.3 Évolution des éléments

On présente dans ce rapport une série de graphes représentant l'évolution des six métaux normés au Tableau 1 de la *Directive 019*. Les concentrations ponctuelles de ces métaux dans les eaux de rinçage seront comparées à la concentration moyenne acceptable au point de déversement de l'effluent final. Il est à noter que cette approche est conservatrice car :

- A. On prend les critères les plus sévères de la *Directive 019*;
- B. Les cellules d'humidité sont connues pour accélérer les processus géochimiques. En effet, elles sont conçues pour être plus agressives que les conditions naturelles et, donc, forcer les réactions d'oxydation, neutralisation et dissolution à se produire (ASTM, 1998).

Les figures 9 à 14 présentent les évolutions des six métaux normés par la *Directive 019*, soit As, Cu, Fe, Ni, Pb et Zn. On remarque sur ces figures que, jusqu'au 14^e rinçage, les concentrations en métaux sont généralement très faibles et se situent sous ou près de la limite de détection. Jusqu'au 14^e rinçage, un seul rinçage de la cellule CH-HSO 200 dépasse la concentration maximale acceptable pour le Zn de la *Directive 019*.

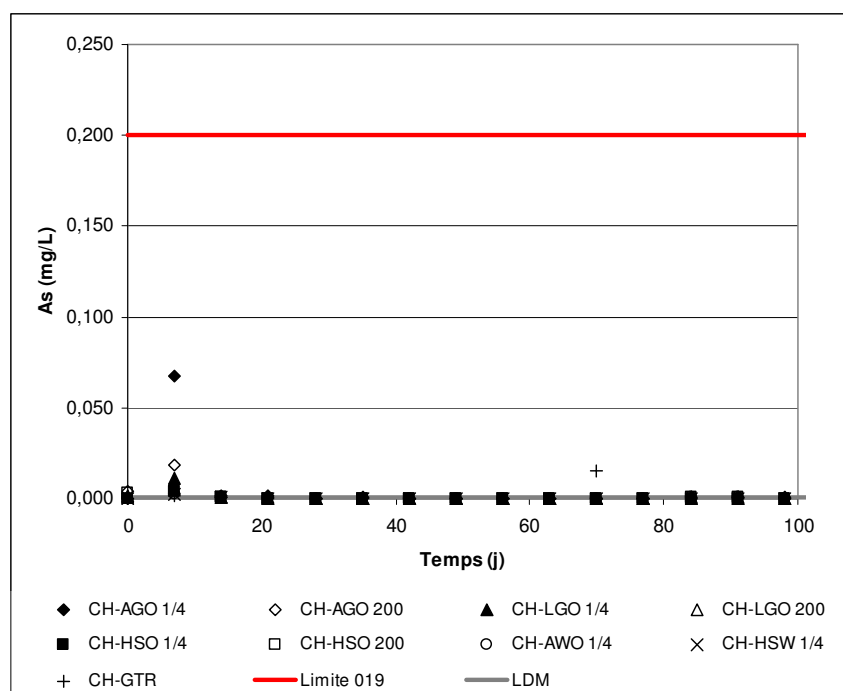


Figure 9 : Évolution des concentrations ponctuelles en As dans les eaux de rinçage des essais en cellule d'humidité

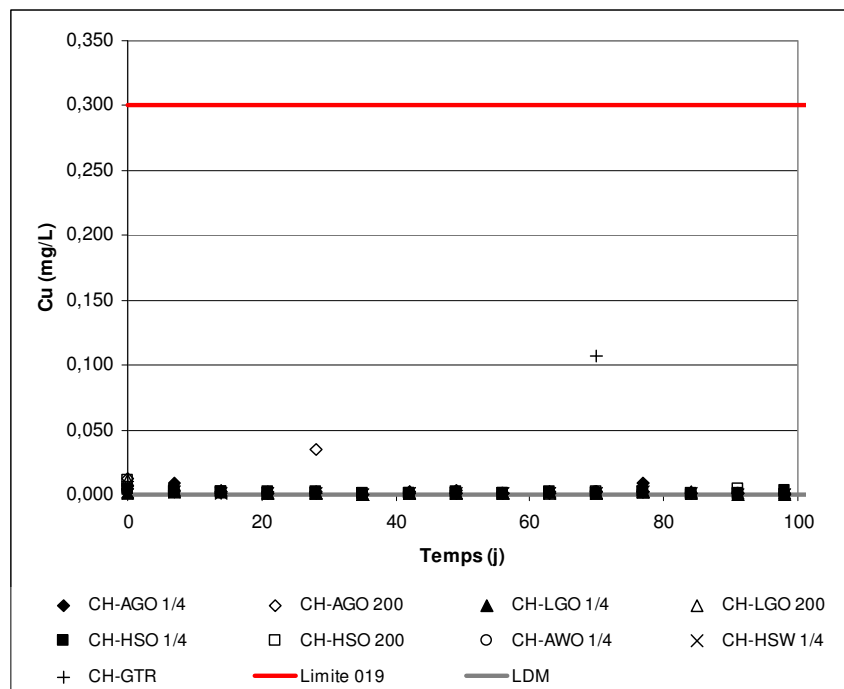


Figure 10 : Évolution des concentrations ponctuelles en Cu dans les eaux de rinçage des essais en cellule d'humidité

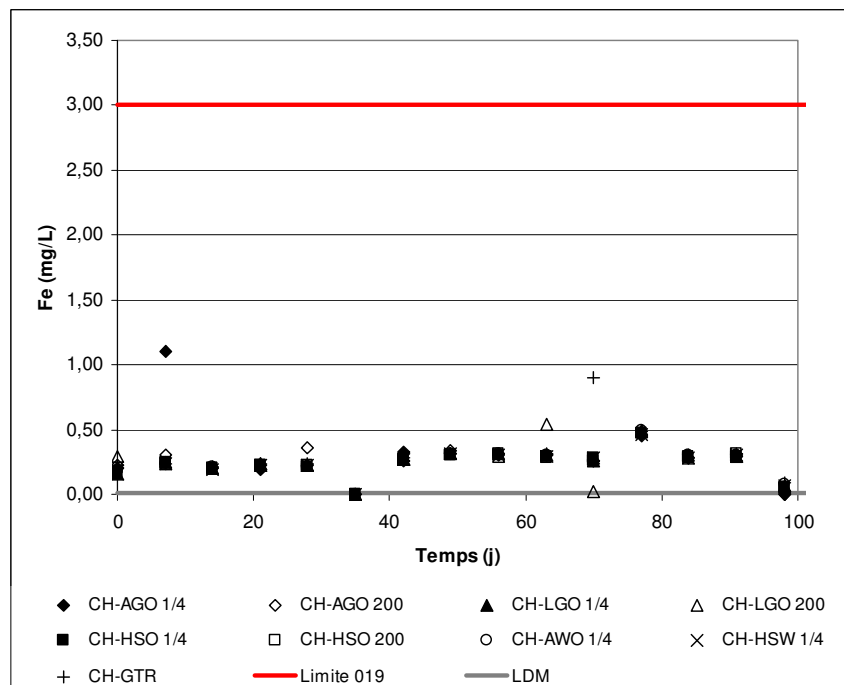


Figure 11 : Évolution des concentrations ponctuelles en Fe dans les eaux de rinçage des essais en cellule d'humidité

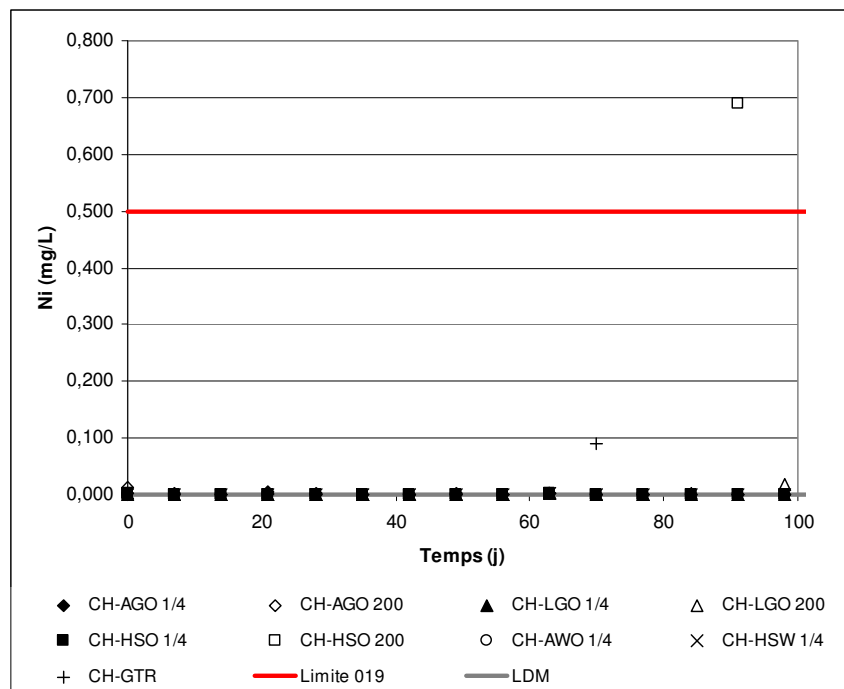


Figure 12 : Évolution des concentrations ponctuelles en Ni dans les eaux de rinçage des essais en cellule d'humidité

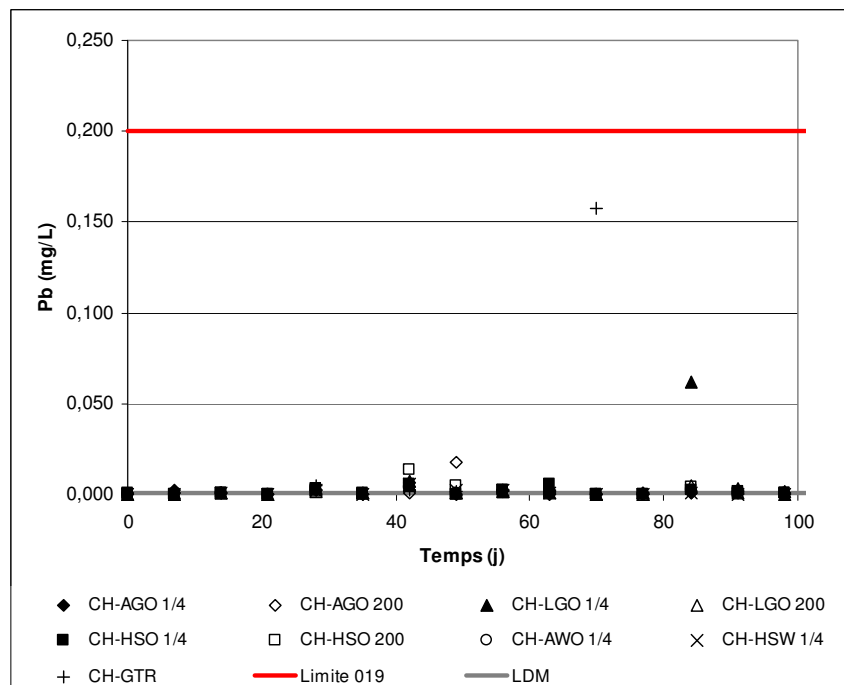


Figure 13 : Évolution des concentrations ponctuelles en Pb dans les eaux de rinçage des essais en cellule d'humidité

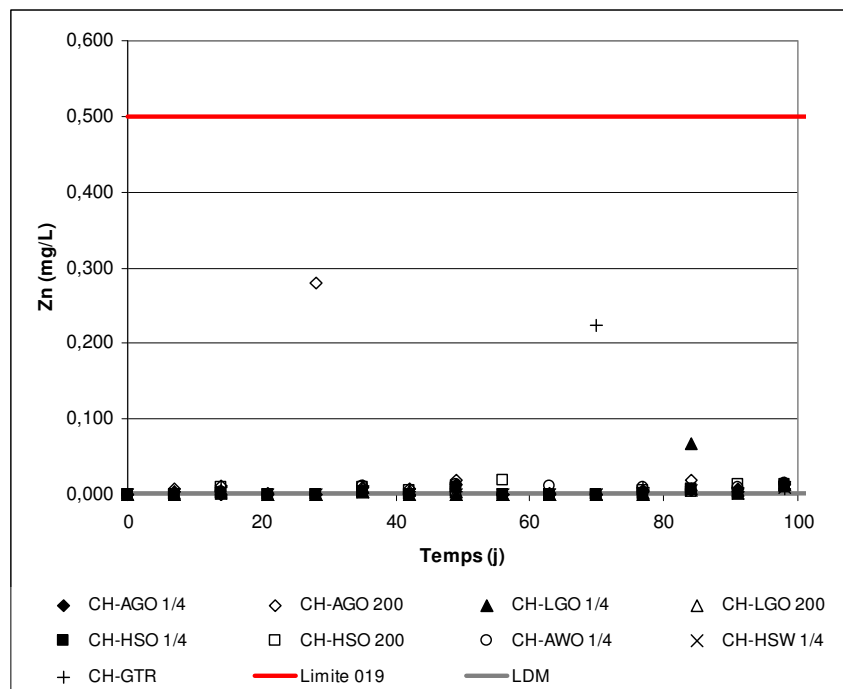


Figure 14 : Évolution des concentrations ponctuelles en Zn dans les eaux de rinçage des essais en cellule d'humidité

5. Conclusions et recommandations

Dans la première partie du projet de service, les dix-neuf échantillons de minerais et un matériau post-essai minéralurgique ont pu être caractérisés par des essais statiques de détermination du potentiel de génération d'acidité (PGA) et des essais *Net Acid Generation* (NAG). Voici les principales conclusions que l'on peut formuler suite aux essais statiques et aux essais NAG :

- Sept des 20 échantillons sont classés « Acidogènes »;
- Trois des 20 échantillons sont classés « Non-acidogènes »;
- Dix des 20 échantillons sont classés Potentiellement Acidogènes;
- La majorité des échantillons se situent à l'intérieur ou près de la zone d'incertitude du critère PNN ($-20 < \text{PNN} < +20 \text{ kg CaCO}_3/\text{t}$);
- Même les échantillons identifiés en tant que « Acidogènes » ou « Non-Acidogènes » se situent en général à $\pm 10 \text{ kg CaCO}_3/\text{t}$;
- Les résultats des essais en cellule d'humidité nous permettront d'éclaircir les précédentes classifications;
- En général les composites « GR » sont plus sulfureux, mais ont aussi un PN plus élevé que les composites « PO », les mélanges « Overall Comp » se situant entre ces deux extrêmes;
- Les lithologies Graywake sont plus riches en sulfures et en carbonates que les lithologies Porphyre;
- Les échantillons tamisés -200 mesh ont un pouvoir neutralisant supérieur et une teneur en soufre total inférieure aux autres fractions;
- L'échantillon « GT Residue B », qui représente un matériel post-cyanuration du « Average grade ore » est considéré « Potentiellement acidogène ».

Il est encore trop tôt dans le cours des essais en cellule d'humidité pour tirer des conclusions ou extrapoler les résultats. Il est suggéré de laisser les essais en marche et de récolter plus de résultats avant de se prononcer.

6. Travaux à venir

Les essais en cellules d'humidité seront poursuivis pour un minimum de 30 cycles. La nécessité de continuer les essais au-delà de 30 cycles sera évaluée suite à l'obtention et à l'analyse des résultats complets des 25 premiers cycles. Suite à l'arrêt des essais en cellule d'humidité, les échantillons post-essais seront caractérisés chimiquement, et le bilan des essais statiques de prédiction du PGA sera réalisé. Le rapport final inclura une interprétation approfondie des résultats des essais en cellules d'humidité.

La soumission SU-2007-11-317-C prévoyait également 3 types d'essais de lixiviations sur les matériaux post-essais minéralurgiques. Suite à des communications récentes avec le client (Châteauneuf, 2008), les travaux suivants ont été confirmé :

- Des lixiviations MA.100-Lix.com.1.0 (TCLP) en triplicata seront réalisées sur 6 des 20 échantillons qui ont été préalablement caractérisés par les essais statiques et NAG;
- Deux nouveaux échantillons de minerais seront soumis pour caractérisation par essais statiques, NAG et MA.100-Lix.com.1.0 (TCLP) tous en triplicata;
- Six échantillons de rejets post essais minéralurgiques seront lixiviés selon trois méthodes de lixiviations et en triplicata.

7. Références

- ASTM. (1998). D5744-96, Standard Test Method for Accelerated Weathering of Solid Materials Using Modified Humidity Cell. *Annual Book of ASTM Standards*. 11.04: 259-271.
- AUBERTIN, M., CHAPUIS, R.P., AACHIB, M., BUSSIÈRE, B., RICHARD, J-F. et TREMBLAY, L. (1995). Évaluation en laboratoire de barrières sèches construites à partir de résidus miniers, *Rapport MEND/NEDEM 2.22.2a*.
- BUSSIÈRE, B., BENZAAZOUA, M., AUBERTIN, M. et MBONIMPA, M. (2004) A laboratory study of covers made of low-sulphide tailings to prevent acid mine drainage. *Environmental Geology*, 45(5): 609-622
- CHATEAUNEUF, J. (2008). Communications personnelles.
- CIMON, D. (2008). Communications personnelles.
- Directive 019 sur l'industrie minière*, Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction des politiques de l'eau, Service des eaux industrielles, Envirodoq : ENV/2005/0120.
- MEND. (1991). Acid Rock Drainage Prediction Manual. MEND report 1.16.1b.
- MILLER, S.D., JEFFERY, J.J. et WONG, J.W.C. (1991). Use and misuse of the acidbase account for "AMD" prediction. *Proc. of the Second International Conference on the Abatement of Acidic Drainage*. Montreal, Canada. 3,489-506
- MILLER A., ROBERTSON, A. et DONAHUE, T. avec EGI. (1997). Advances in acid drainage prediction using the NAG test. *Proc. Of the 4th ICARD*, Vancouver, Canada, 533-549
- MORIN, K.A. et HUTT, N.M. (1997). *Environmental Geochemistry of Minesite Drainage : Practical Theory and Case Studies*. MDAG Publishing, Vancouver.
- PRICE, W. A., MORIN K. et HUTT, N. (1997). Guidelines for the Prediction of Acid Rock Drainage and Metal Leaching for Mines in British-Columbia: Part II - Recommended Procedures for Static and Kinetic Testing. *4th International Conference on Acid Rock Drainage (ICARD)*, Vancouver, BC.
- Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*, Gouvernement du Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, <http://www.menv.gouv.qc.ca/sol/terrains/politique/index.htm>.
- RIETVELD, H.M. (1993). *The Rietveld Method*. Ed. R.A. Young (Oxford University Press).
- SRK (Steffen, Robertson and Kristen), (1989). Guide technique préliminaire sur le drainage rocheux acide. BCAMD Task Force, Vol.1.

- VILLENEUVE, M., BUSSIÈRE, B., BENZAAZOUA, M., AUBERTIN, M. et MONROY, M. (2003). The influence of kinetic test type on the geochemical response of low acid generating potential tailings. *Tailings and Mine Waste '03*, Vail, CO. Sweets & Zeitlinger, Lisse, 269-279.
- VILLENEUVE, M. (2004). *Évaluation du comportement géochimique à long terme de rejets miniers à faible potentiel de génération d'acide à l'aide d'essais cinétiques*. Mémoire de maîtrise en génie minéral, École Polytechnique de Montréal.