

Evaluation De La Pollution Générée Par Le Parc A Rejet De L'ancien Concentrateur De La Sodimico Au Sud-Est De La République Démocratique Du Congo

MUKALAY Umba Delphin^{1*}, KUNYONGA Zoza Clarisse¹, KALAKA Mayur Clovis², KALONDA Mutombo Emery¹, Irung Yav gloire¹, Ngoie Ilunga Hervé¹, Diya Kiansosa Raissa¹, Lumbu Simbi¹

¹Université de Lubumbashi/École supérieure des ingénieurs Industriels, Département de génie des procédés/Lubumbashi, République Démocratique du Congo

²Centre de recherche Agro-alimentaire (CRAA), Département contre de qualité/ Lubumbashi, République Démocratique du Congo

²N° Orcid : 0009-0007-3229-9456 cloviskalaka@gmail.com

Auteur correspondant : MUKALAY Umba Delphin



Résumé : Les rejets de l'ancien concentrateur de la SODIMICO au Sud-Est de la République Démocratique du Congo contiennent les sulfures résiduels de cuivre et de Cobalt. Du fait que le stockage de ces rejets est à l'air libre pendant plus de 50 ans, ces sulfures sont partiellement oxydés. Ces rejets présentent une certaine instabilité chimique qui est à la base de la dégradation des milieux environnant les plus proches.

Leur stockage en surface s'accompagne d'une oxydation des sulfures, avec formations des minéraux secondaires visibles sur le site, et production des eaux acides qui ne sont pas totalement neutralisé. Il résulte des tests de caractérisation chimique et granulométrique que ces rejets métallifères contiennent (0,121% de cuivre, 0,018% de cobalt) et 1,613% de soufre dont 0,0706% est capable de s'oxydés et déclenchés le DMA. Et presque la majorité des particules de ces rejets ont des dimensions inférieures à 180µm avec environ 69,91% des particules des dimensions inférieures à 75 µm. Les particules ayant des dimensions inférieures à 300 µm, leurs surfaces spécifiques sont importantes pour accélérer le processus d'oxydation des sulfures résiduels. Ces rejets contiennent donc 74,87% de cuivre sous forme oxydé et 59,5% de cobalt. Les résultats de la caractérisation statique montrent que les rejets sont générateurs du DMA, parce qu'ils ont le potentiel d'acidification de 2,208kgCaCO₃/t, et le potentiel de neutralisation de 3,00 kgCaCO₃/t, par conséquent le potentiel net de neutralisation PNN est égal à 0,792 kgCaCO₃/t.

Nos essais de caractérisation confirment donc que, ce phénomène qui se produit sur le parc, ne pourra être interrompu que si on coupe l'accès à l'eau ou l'air à ces rejets en recouvrant en surface des couches d'argile imperméable.

Mots clés : oxydation des sulfures, minéraux, caractérisation, concentrateur, SODIMICO

Abstract: The tailings from the former SODIMICO concentrator in the southeastern Democratic Republic of Congo contain residual copper and cobalt sulfides. Because these tailings were stored in the open air for over 50 years, these sulfides are partially oxidized. These tailings exhibit a degree of chemical instability, which is the cause of degradation in the surrounding environment.

Their surface storage is accompanied by oxidation of sulfides, with formation of secondary minerals visible on the site, and production of acidic waters which are not completely neutralized. It results from chemical and granulometric characterization tests that these metalliferous wastes contain (0.121% copper, 0.018% cobalt) and 1.613% sulfur of which 0.0706% is capable of oxidizing and triggering DMA. And almost the majority of particles in these wastes have dimensions less than 180µm with approximately 69.91% of particles with dimensions less than 75 µm.

Since particles have dimensions less than 300 µm. Their specific surfaces are important to accelerate the oxidation process of residual sulfides. These discharges therefore contain 74.87% of copper in oxidized form and 59.5% of cobalt. The results of the static

characterization show that the discharges are generators of DMA, because they have the acidification potential of 2.208 kgCaCO₃/t, and the neutralization potential of 3.00 kgCaCO₃/t, therefore the net neutralization potential PNN is equal to 0.792 kg CaCO₃/t. Our characterization tests therefore confirm that this phenomenon occurring in the park can only be interrupted if we cut off access to water or air to these discharges by covering the surface with layers of impermeable clay.

Keywords: sulfide oxidation, minerals, characterization, concentrator, SODIMICO

I. INTRODUCTION

Les rejets miniers provenant des usines d'enrichissement des minerais sont habituellement acheminés sous forme de pulpe vers un bassin de décantation appelé parc à rejets, où les rejets sont confinés à l'aide de la topographie, et de digues de retenu étanchés (Coulibaly Y., 2016).

Ces rejets générés par les industries minières constituent souvent des sources de contamination environnementale, causée par une instabilité physique et chimique, suite à leurs interactions avec l'atmosphère en particulier avec l'eau et l'air (Artignan et Cottarol F., 2009).

En, effet, le parc à rejets de l'ancien concentrateur de la SODIMICO situé à Kasumbalesa dans la province du Haut-Katanga au Sud-Est de la République Démocratique du Congo contient des quantités non négligeables des minéraux métalliques, tels que les sulfures de Fer. Ces derniers, lorsqu'exposés naturellement à l'action de l'air (Oxygène) et de l'humidité (eau), s'oxydent et génèrent de l'acidité. Ce phénomène est appelé Drainage Minier Acide (DMA) (Kaniki, 2008, Ngenda, R., 2010).

De plus, l'affleurement des minéraux secondaires de couleur blanche et verdâtres visibles sur ces rejets de SODIMICO est un signe de l'existence du DMA qui y serait à l'œuvre. Dans cet article, nous nous sommes donné l'objectif d'évaluer la pollution par drainage minier acide de ces rejets. Cette évaluation débite par un échantillonnage sur le site suivi de tous les tests du DMA recommandé :

- Tests statiques pour la détermination du PN, PA, PNN et PN/PA par la loi de Sobek et al (Sobek, A et al., 1978).
- Tests cinétiques utilisant le principe de lixiviation périodique d'un échantillon sur une longue période de récupération des lixiviats qui seront analysées (Cruz et al., 2001).

II. MATERIEL ET METHODES

2. 1. Matériel et méthodes

- Le matériel suivant a été utilisé lors de notre étude : la verrerie, une balance analytique de marque Metteler Taledo, une plaque chauffante, un spectromètre d'absorption atomique de marque varian FS240, un spectromètre d'émission atomique utilisant un plasma à couplage inductif de marque Varian OES 350, une serie de tamis standardisés et un microscope optique polarisan.
- Les réactifs suivants ont été utilisés : les acides minéraux (H_2SO_4 , HCl , $HClO_4$) pour la mise en solution des éléments minéraux présent dans l'échantillon, l'hydroxyde de sodium (NaOH 0,1N) et l'acide chlorhydrique (HCl 0,1N) pour déterminer le potentiel de neutralisation (PN) dans les essais statiques de prédiction du DMA.

Les analyses chimiques élémentaires ont été faites à l'aide d'un spectromètre à l'absorption atomique, dont le principe est basé sur la mesure de l'absorbance caractéristique d'un élément à l'état liquide excité par sa propre lumière (Sirven J., 2006 cité par Mukalay D. et al., 2024).

La caractérisation du DMA de l'échantillon a été effectuée dans sa partie statique grâce à la méthode de Sobek améliorée (1978), qui a notamment été utilisé par Arthure Kaniki (2008), Willy Kitobo (2009) et Richard Ngenda (2010). La partie cinétique quant à elle a suivi la **méthode** de mouillage périodique (Pelletier R., 2014 ; Mukalay D. et al., 2024).

2. 2. Echantillonnage

Les échantillons soumis à cette étude sont les rejets de l'ancien concentrateur de la SODIMICO. Un échantillonnage systématique d'une maille de 1m x 1m et 0,5m de profondeur a été effectuée. Un échantillon composite de 90Kg a été constitué par 105 échantillons individuels. Une partie de l'échantillon composite était destiné à la caractérisation chimique, minéralogique et granulométrique et, l'autre partie de l'échantillon a été gardée pour des essais proprement dits des tests du DMA.

III. PRESENTATION DES RESULTATS

Dans ce point, nous présentons les résultats des essais expérimentaux obtenus et leurs analyses. Il s'agit des résultats de la caractérisation chimique, minéralogique, granulométrique ; de la caractérisation du DMA par les tests statiques, qui permettent de déterminer des indices du DMA (PA et PN) et, par les tests cinétiques qui, en faisant le contact rejet minier avec l'eau et l'air par des cycles de mouillage et séchage dans des conditions contrôlées au laboratoire, permettent de suivre l'évolution de plusieurs paramètres en fonction du temps.

Notons aussi la présence des résultats de l'essai de lixiviation à l'acide sulfurique qui va permettre de déterminer la fraction oxydée de rejet (Zeka, 2015 ; Mukalay D. et al., 2024).

3.1. Résultat de l'analyse chimique

Les résultats de l'analyse chimique sont consignés dans le tableau I.

Tableau I. Composition chimique de l'échantillon

N°	Eléments	Teneur (%)	N°	Eléments	Teneur (%)
1	Al	0,620	10	Na	0,0270
2	Ca	0,418	11	Ni	0,00790
3	Cd	0,006	12	Pb	0,00200
4	Co	0,018	13	S	1,613
5	Cu	0,121	14	Si	0,508
6	Fe	2,162	15	Zn	0,0220
7	K	0,422	16	As	0,004
8	Mg	0,494	17	Cuox	1,032
9	Mm	0,0180			

L'analyse chimique de l'échantillon nous confirme qu'effectivement le rejet minier de la SODIMICO contient les éléments traces métalliques. Le cuivre et le cobalt s'y trouve à des teneurs respectives de 1,391 et 0,076%. Toutefois, on note également des fortes concentrations en fer (2,162%), en calcium (0,418%), en Magnésium (0,46%), en silicium (0,508%) et en aluminium (0,620%).

Ce rejet minier contient également les quantités non négligeables des minéraux métalliques tels que les sulfures de fer, c'est qui confirme la présence de 1,613% de soufre capable de générer le drainage minier acide.

3. 2. Résultats de l'analyse minéralogique

L'analyse minéralogique nous renseigne sur la composition minéralogique de l'échantillon du rejet après observation faite au microscope optique. Le tableau II illustre ces résultats.

Tableau II. Résultats de l'analyse minéralogique

N°	Minéraux	Formule
1	Chalcosine	Cu_2S
2	Chalcopyrite	$CuFeS_2$
3	Pyrite	FeS_2
4	Quartz	SiO_2
5	Dolomie	$CaMg(CO_3)_2$
6	Calcite	$CaCO_3$

En termes de composition minéralogique, il ressort que les rejets de l'ancien concentrateur de la SODIMICO ont une minéralogie formée de carbonates, ainsi que des minéraux oxydés et sulfurés. La pyrite, la chalcopyrite et la chalcosine sont les seuls minéraux sulfurés contenus dans ces rejets.

La problématique environnementale de ces sulfures de cuivre et de fer réside dans leurs instabilités physiques et chimiques suite à leur interaction avec l'eau et l'oxygène de l'air et, sont généralement à l'origine de la production des eaux du drainage minier acide.

3.3. Résultats de l'analyse granulométrique

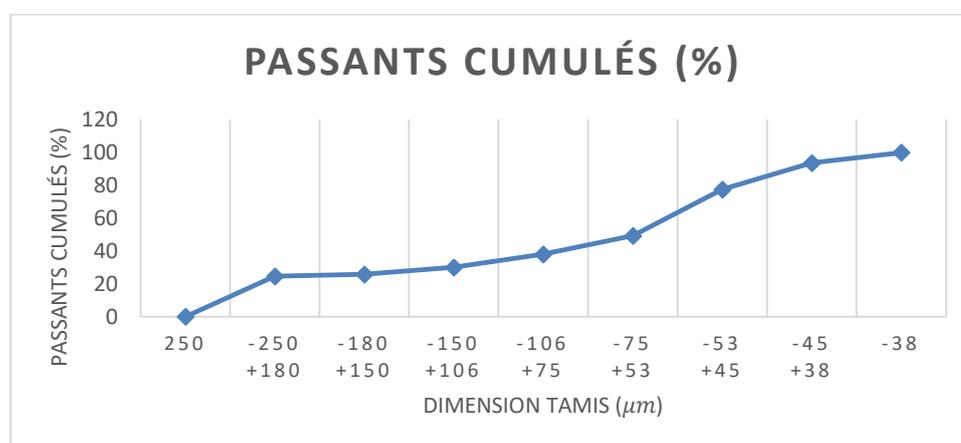


Figure 1. Courbe représentant les poids des passants cumulés en tranche granulométriques de la répartition granulométrique.

La courbe de variation de la répartition des éléments dans les différentes tranches granulométriques montre que, c'est dans les tranches les plus fines (de + 106 jusqu'à - 38 μm) qu'on retrouve la majeure partie des éléments. Ces fines particules ont une grande surface spécifique, auront des valeurs élevées potentiels redox, s'oxyderaient facilement.

3.4. Résultats du test de lixiviation

La réalisation du test de lixiviation a été initiée dans le but de quantifier la fraction oxydée des rejets.

Tableau 3. Résultats du test de lixiviation

Solutions	Cu	Co	Fe	Cd	Zn	S	SO ₄ ²⁻	Insoluble
Lixiviation (g/L)	0,11	0,053	1,47	0,00101	0,03	-	0,06	-
Eau de rinçage (g/L)	1,5	1,3	1,1	0,05	1,25	.	.	.
Résidu (%)	0,043	0,0103	1,32	0,0008	0,0011	.	.	69,9

1.000g de l'échantillon de rejet ont été utilisé pour la lixiviation, qui contient 0,121% de cuivre et 0,018% de cobalt. Après lixiviation nous avons obtenus un résidu qui pèse 708g contenant 0,043% de cuivre et 0,0103 de cobalt. A partir des teneurs avant lixiviation, nous retenons que 1000g de rejet contiennent 1,21g de cuivre et 0,18g de cobalt. Les teneurs dans le résidu de cuivre et 0,0729 de cobalt. Les pourcentages des métaux majoritaires oxydés sont donnés par :

- Pour le cuivre $\left(\frac{1,21-0,304}{1,21}\right) \cdot 100 = 74,87\%$
- Pour le cobalt $\left(\frac{0,18-0,0729}{0,18}\right) \cdot 100 = 59,5\%$

3.5. Résultats de la caractérisation statique du DMA

3.5.1. Détermination du potentiel d'acide (PA)

a) Calcul du soufre capable de produire le DMA

En prenant la formule la plus simple de cuivre (CuS), la règle de trois simples indique que le soufre qui accompagne le cuivre est donné par l'expression :

$$\frac{1,21 \cdot 32}{63,5} = 0,609g \text{ de soufre}$$

b) Potentiel de génération d'acide

Le PA est déterminé pour évaluer la quantité d'acide susceptible d'être générée par le rejet en cas du DMA, suivant la formule :

$$PA = 31,25\% \text{ Sulfure (Sobek et al., 1978 ; Mukalay D. et al. ; 2024)}$$

$$PA = 31,25 \cdot 0,07067 = 2,208kgCaCO_3/t$$

3.5.2. Détermination du potentiel de neutralisation d'acide

Le PN est calculé pour pouvoir déterminer la capacité de rejet à neutraliser l'acide produit en cas du DMA. Le principe de la détermination du PN est basé sur la réaction acide-base, l'acide chlorhydrique (HCl) a été utilisé pour titrer

l'échantillon du rejet, selon la formule $PN = \frac{50 \cdot a[X - Y(\frac{b}{a})]}{m}$ (Lawrence R., Wang Y., 1997).

a et b sont les concentration normales des solutions d'acide et de base ;

x et y sont les volumes des solutions d'acides et de base ;

m est la masse de l'échantillon

$$PN = 3,00 KgCaCO_3/t$$

Le tableau 4 donne la synthèse des résultats obtenus après les essais statiques.

Tableau 4. Synthèse des résultats obtenus après les essais statiques

Normalité de l'acide (N)	0,1
Normalité de la base (N)	0,1
Volume de la base (ml)	25
Volume de l'acide	23,8
PN, KgCaCO ₃ /t	3,00
Soufre sulfure (%)	0,07067
PA, KgCaCO ₃ /t	2,208
PNN=PN-PA, KgCaCO ₃ /t	0,792
$RPN = \frac{PN}{PA}$	1,358

La valeur de PNN classe le rejet de la SODIMICO dans la zone de générateur de pollution sous forme d'un DMA, mais comme la valeur de RPN est compris entre 1 et 2, il est nécessaire d'effectuer les essais cinétiques pour réaffirmer la pollution, et évalué sa dispersion dans l'environnement.

3.6. Résultats de la caractérisation cinétique du drainage minier acide

3.6.1. Cycle de mouillage de l'échantillon

Cinq échantillons composites des rejets miniers de la SODIMICO, de 120 grammes chacun ont été placés dans les entonnoirs büchmer munis des papiers filtres, et les büchmer ont été déposés dans les erlenmeyers, réalisant ainsi des cellules d'altercation. Les cinq éléments ont été soumis à des cycles des rinçages chaque fois avec 100ml d'eau distillée, selon la méthode expliquée par Bouzhazha Hassan (2009).

Après chaque rinçage, les percolâts sont recueillis pour différentes mesures et analyses chimiques. Les valeurs obtenues sont analysées en fonctions des valeurs indiquées pour caractériser les écoulements d'eau issus d'un drainage minier acide (Pabst, 2011 ; MUKALAY D et al., 2024). Les principales caractéristiques du drainage minier associé à l'eau d'un parc à rejet ou d'une hale à stérile sont :

- Le pH < 6,
- Le potentiel standard > 0,8V,
- La conductivité électrique comprise entre 800 et 6500 $\mu m / Cm$;
- La présence éventuelle d'éléments (As, Cd, Pb, Zn...) en solution

3.6.2. Variation des pH mesurés

Les mesures de pH ont été faites directement sur les percolâts des différents rinçages à l'aide d'un pH-mètre. Les résultats sont présentés dans le tableau V.

Tableau V. Valeurs pH après différents rinçages

Valeurs mesurées des pH dans les percolâts						
Rinçage	1er	2ème	3eme	4ème	5ème	6ème
E1	3,033	3,600	4,710	6,040	5,800	5,980
E2	3,190	3,420	4,890	5,790	5,890	5,300
E3	3,170	3,520	4,900	6,010	5,990	5,200
E4	3,250	3,930	4,800	5,880	5,710	5,100
E5	3,940	3,870	4,980	6,000	6,010	5,800
Moyenne	3,316	3,668	4,850	5,944	5,880	5,476

D'après les résultats obtenus dans le tableau V, du premier au sixième rinçage, le processus d'oxydation et de génération d'acide est suffisamment élevé, le pH est acide. Ce constat s'explique par une faible présence de la phase neutralisante au sein des rejets. Cette dernière semble avoir un impact significatif sur la génération d'acide.

3.6.3. Mesure du potentiel redox

La variation du potentiel est présentée dans le tableau VI et à la figure 2.

Tableau VI. Valeurs du potentiel redox dans les percolâts

Valeurs du potentiel redox dans les percolâts						
Rinçage	1er	2ème	3eme	4ème	5ème	6ème
E1	980,7	910,0	890,3	720,3	790,0	901,3
E2	989,5	905,1	897,6	900,0	830,10	955,8
E3	990,8	902,2	848,9	705,0	868,3	971,7
E4	930,4	904,6	850,3	800,0	825,9	914,6
E5	948,3	915,7	820,7	708,0	810,3	919,0
Moyenne	967,94	908,52	861,56	766,66	824,90	932,80

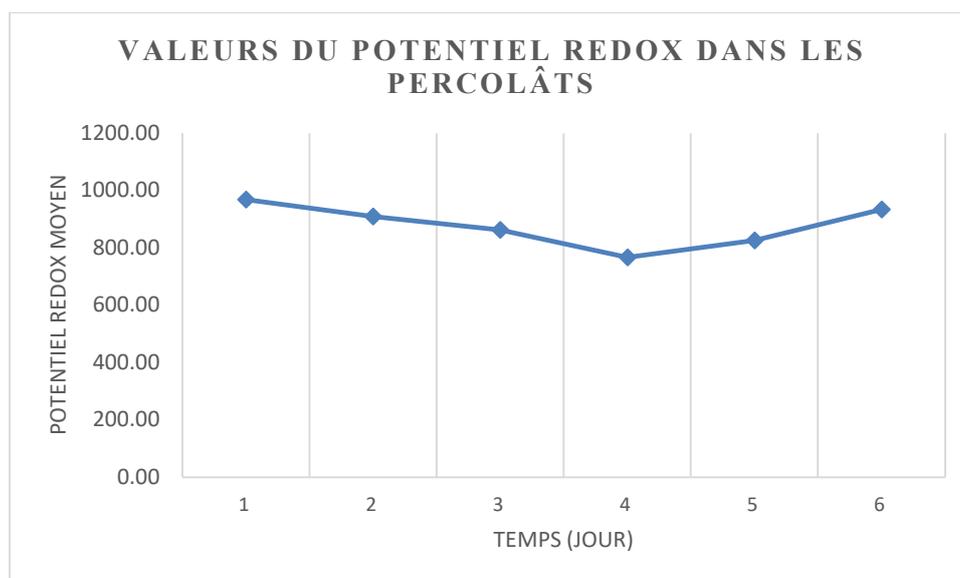


Fig. 2. Evolution du potentiel redox des percolâts lors des essais cinétiques

Il ressort de ces résultats que du premier au sixième rinçage, les valeurs du potentiel redox se trouvent dans la marge d'une forte oxydation, ce qui justifie les grandes valeurs des pourcentages pour les métaux majoritaires oxydés (74,87% pour le cuivre) et (95,5% pour le cobalt). Ceci confirme encore l'hypothèse d'existence du DMA sur ces rejets miniers.

3.6.4. Mesures des conductivités électriques

La variation de la conductivité électrique est représentée dans le tableau VII et à la figure 3.

Tableau VII. Valeurs des conductivités électriques dans le percolâts

Valeurs du potentiel redox dans les percolâts						
Rinçage	1er	2ème	3eme	4ème	5ème	6ème
E1	5945	4990	1689	560	867	935
E2	5880	4899	1799	530	889	950
E3	5790	4590	1553	446	739	1010
E4	5890	4985	1205	545	769	1121
E5	5720	4845	1350	647	725	1131
Moyenne	5845	4861,8	1519,2	545,6	797,8	1029,4

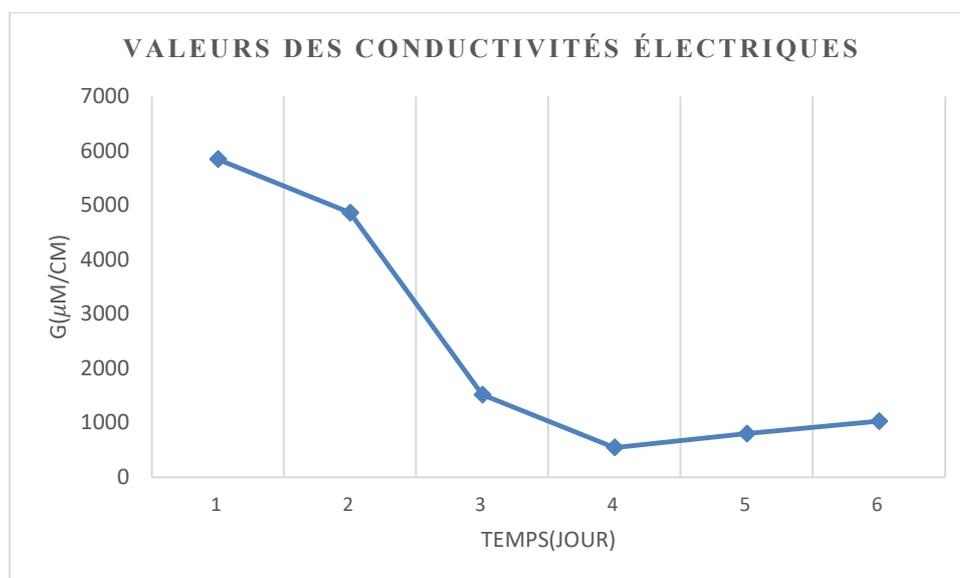


Fig. 3. Evolution des conductivités électriques dans les percolâts

Du premier au sixième rinçage, les valeurs des conductivités électriques sont suffisamment élevées, il en résulte que des eaux acides produites chargées des polluants sont susceptibles de se dispersées dans les zones périphériques du parc à rejets.

3.7. Résultats de la moyenne des concentrations et leurs taux de libération des éléments dans les percolâts sur les cinq échantillons

La connaissance des quantités d'éléments dans les percolâts permet de constater les effets du DMA, d'évaluer les taux de concentrations et de libération des éléments. L'évolution des taux de libération permet aussi de se rendre compte de la cinétique d'oxydation des sulfures résiduels des rejets. Les résultats de la moyenne des concentrations et leurs taux de libérations des différents éléments après chaque rinçage sont donnés dans les tableaux VIII à XIII.

Tableau VIII. Concentrations et taux de libérations des éléments au premier rinçage

Eléments	Concentration moyenne (mg/L)	Taux de libérations moyenne (mg/L)
Pb	0,040	0,033
Cd	0,019	0,16
Cu	1624	1353
Co	0,99	0,825
Ca	417	347,5
Mg	104	86,67
Fe	999	823,5

Mn	64,2	53,5
Zn	504	420
As	0,021	0,018

Les résultats de l'analyse des percolâts de premiers rinçages confirment qu'il y a un drainage minier acide. Il a été constaté que la valeur moyenne du pH pour les cinq échantillons composites est de 3,316 suite à une faible neutralisation.

En plus, la libération des éléments traces métalliques est assez élevée (Pb =0,33mg/L) ; (As = 0,018 mg/L) ; (Zn= 420 mg/L) et (Cd = 0,016 mg/L) ; suite aux grandes valeurs du potentiel redox et des conductivités électriques dans les percolâts.

Tableau IX. Concentrations et taux de libérations des éléments au deuxième rinçage

	Concentration moyenne (mg/L)	Taux de libérations moyenne (mg/L)
Eléments		
Pb	0,011	0,009
Cd	0,006	0,005
Cu	1134	945
Co	1,01	0,842
Ca	406	338,3
Mg	26,4	22
Fe	715	595,8
Mn	61,2	50,92
Zn	208	170,8
As	0,011	0,009

Il ressort des résultats de l'analyse des percolâts des deuxièmes rinçages sur les cinq échantillons composites que le drainage minier acide est certain, le pH moyen est de 3,668, avec des valeurs élevées des conductivités électriques, ce qui confirme les valeurs élevées des concentrations des éléments traces métalliques, ainsi que leurs taux de libérations.

Tableau X. Concentrations et taux de libérations des éléments au troisième rinçage

	Concentration moyenne (mg/L)	Taux de libérations moyenne (mg/L)
Eléments		
Pb	0,041	0,011
Cd	0,029	0,008
Cu	301	83,61
Co	2,17	0,603
Ca	323	89,72
Mg	18,9	5,25
Fe	465	129,2
Mn	67	18,61
Zn	152	42,22
As	0,091	0,025

Les résultats de l'analyse des percolâts au troisième rinçage sur les cinq échantillons composites confirment aussi l'existence d'un drainage minier acide. Les taux de libération des éléments traces métalliques sont également élevés (Pb =0,041mg/L) , (Cd=0,29mg/L), (As =0,91mg/L) et (An = 152mg/L).

Tableau XI. Concentrations et taux de libérations des éléments au quatrième rinçage

	Concentration moyenne (mg/L)	Taux de libérations moyenne (mg/L)
Eléments		
Pb	< 0,001	-
Cd	< 0,001	-
Cu	2,790	0,581
Co	0,064	0,003
Ca	3,067	0,639
Mg	1,055	0,218
Fe	10,020	2,087
Mn	0,837	0,174
Zn	8,300	1,729
As	0,001	0,000208

De l'analyse des percolâts issus de quatrième rinçage ressort un faible drainage minier acide. Toutefois, la valeur moyenne de pH sur l'ensemble de cinq échantillons composite est de 5,944 capable de produire un DMA, avec les taux de libérations assez élevés pour certains ETMS.

Tableau XII. Concentrations et taux de libérations des éléments au cinquième rinçage

	Concentration moyenne (mg/L)	Taux de libérations moyenne (mg/L)
Eléments		
Pb	< 0,001	-
Cd	< 0,001	-
Cu	23,060	3,203
Co	0,069	0,00958
Ca	3,080	0,425
Mg	1,940	0,269
Fe	22,050	3,057
Mn	0,964	0,131
Zn	11,030	1,53
As	< 0,001	-

Les résultats de l'analyse des percolâts issus de cinquième rinçage montrent que, l'échantillon E6 n'a pas été suffisamment oxydé. Mais la valeur moyenne du pH (5,880) est dans la marge du DMA, avec un taux de libération assez élevé pour le Zn(1,53mg/L).

Tableau XIII. Concentrations et taux de libérations des éléments au sixième rinçage

	Concentration moyenne (mg/L)	Taux de libérations moyenne (mg/L)
Eléments		
Pb	< 0,001	-
Cd	< 0,001	-
Cu	28,06	-
Co	0,052	0,00541
Ca	4,06	0,423
Mg	2,12	0,221
Fe	28,14	2,931

Mn	1,135	0,118
Zn	1,016	1,058
As	< 0,001	-

Il ressort de l'analyse des résultats des percolâts de sixième rinçage que le DMA est toujours certain, avec un pH moyen de 5,476 sur l'ensemble de cinq échantillons composites. Le taux de libération est également élevé pour le Zn (1,058mg/L).

IV. CONCLUSION

Cette étude a été effectuée dans le but de caractériser la pollution par drainage minier acide sur le parc à rejets de l'ancien concentrateur de la SODIMICO au Sud-Est de la République Démocratique du Congo, en passant par plusieurs types de test recommandés. Ces tests étaient menés pour expliquer certains phénomènes environnementaux visibles sur le parc.

Après investigation, nous avons constatés que ces rejets qui sont métallifères (0,121% de Cu ; 0,018% de Co) contiennent 1,613% de soufre, dont 0,0706 est encore capables de produire le DMA, avec une faible neutralisation puisque le $PN = kgCaCO_3/t$. De plus, le DMA qui se produit depuis très longtemps et qui explique les formations des minéraux secondaires visibles sur le parc a déjà conduit à une oxydation de plus de 74% de cuivre initialement invisibles et 59% de cobalt.

Le DMA certain a été mise en évidence par les tests en mini cellule d'altération. Ces tests ont montré que les percolâts sont acides et le pH se stabilise autour d'une moyenne de 5,9.

De plus, l'analyse de ces percolâts a montré qu'une quantité importante des métaux est mobilisée. Ceux qui ne sont pas drainée finissent par cristallisés en laissant des minéraux secondaires qui changent totalement l'aspect de ces rejets.

Nos essais de caractérisation confirment donc que, ce phénomène qui se produit sur le parc, ne pourra être interrompu que si on coupe l'accès à l'eau ou l'air à ces rejets en recouvrant en surface des couches d'argile imperméable. Sans cette solution, le processus continuera en libération des métaux qui cristallisent le parc jusqu'à ce que toute la partie sulfurée se termine.

Référence

- [1] Artignan, C. et Cottard, F., 2009. *Eléments à prendre en compte pour l'évaluation des impacts environnementaux dans l'élaboration d'un Plan de Prévention, des Risques Miniers (PPRM)*. Revue bibliographique, Centre scientifique et technique, Service ressources minérales. BRGM/RP-52049-FR, pp 27-32.
- [2] Bouzahzah, H., 2009. *Prédiction du potentiel d'acide à l'aide d'essai en cellule humide modifiée : Dispositif expérimental*. Présentation MS, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT), Québec, Canada, pp 11, 15, 17-20.
- [3] Chtaini, A., 2011. *Problématique du drainage minier acide : Solutions usuelles et étude de cas*. Conférence, pp 3-5.
- [4] Cruz et al., 2001. Principe de l'essai cinétique en mini-cellule d'altération, Revue de littérature détaillée sur les essais statiques et essais cinétiques pour la prédiction du drainage minier acide, Revue université du Québec (UQAT), Québec, canada, pp23-29.
- [5] Kaniki, A., 2008. *Caractérisation environnementale des rejets minero-metallurgiques du copper belt Congolais*. Thèse de doctorat : Facultes des Sciences Apliques, Université de Liège : Liège, 284p ;
- [6] Kitobo, W., 2009. *Depollution et valorisation des rejets miniers sulfurés du Katanga: cas des tailings de l'ancien Concentrateur de Kipushi*. Thèse de doctorat : Faculté des Sciences Appliquées, Université de Liège : Liège, 276p ;
- [7] Lawrence R., Wang Y., 1997. Determination of neutralization potentiel in the prediction of acid rock drainage, pp451-464.

- [8] Ngenda, B. (2010). « *Etude de valorisation des rejets des usines à zinc de Kolwezi, République Démocratique du Congo* » Thèse de Doctorat : Faculté des Sciences Appliquées, Université Libre de Bruxelles : Bruxelles, 343p.
- [9] Sobek, A et al, 1978 ; Shuller, W ; Freeman, J., *Fried and laboratory methods applicable to over burdens and miner soil*, EPA report, n° EPA-600/2-78-05, PP 47-50.
- [10] Coulibaly Y., 2016. Auxiliation de la digue Nord-Ouest du parc à résidus minier n°1 de Doyon, dans une perspective d'évaluation de la stabilité université Péléforo de Korho côte d'Ivoire, pp. 18-35.
- [11] Pelletier, R., 2014 ; Mukalay D. et al., 2024. Caractérisation et neutralisation du drainage minier acide par une dolomite à haute pureté. Mémoire de maîtrise en environnement, université de Sherbrooke ? Québec, Canada, pp18-20.
- [12] Roussac F., et Roussac A., 2004 cité par Mukalay D. et al., 2024. Analyse chimique et technique instrumentale modernes, 6^{ième} Edition Dunod, 263p.
- [13] Sirvent J. 2006 cité par Mukalay D. et Al. ; 2024. « Detection des neatus lourds dans les sals par spectroscopie d'émission sur plasma induit par laser. ». Thèse de Doctorat : faculté des Sciences Appliquées, université de Bordeaux 1 : Bordeau p.28.
- [14] Past, 2011 cité par Mukalay D. al ; 2024. Etude expérimentale et numérique du comportement hydrogéochimique de recouvrements placés sur des résidus sulfureux partiellement oxydés. Thèse de doctorat, Génie minérale, Ecole polytechnique de Montréal, Université de Montréal, Québec, Canada pp7-13.
- [15] Zeka, 2015 cité par Mukalay et al., 2024. Lixiviation du Cobalt trivalent d'un minerai oxydé cuprocobaltifère du Katanga par le fer ferreux provenant de l'oxydation chimique et bactérienne de la pyrite arsenopyrite. Thèse de doctorat. Faculté polytechnique, université de Lubumbashi, 310p.