



GESTION DES DECHETS SOLIDES DANS LA MINE D'OR DE TONGON EN COTE D'IVOIRE

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2IE AVEC GRADE DE
MASTER
SPECIALITE EAU ET ASSAINISSEMENT

Présenté et soutenu publiquement le 09/07/2019 par

Ramatou COULIBALY (20140919)

Directeur de mémoire : Dr.ng. Seyram SOSSOU

Maître de stage : Mamadou Npié KONE, surintendant environnement de TONGON

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr. Anderson ANDRIANISA

Membres et correcteurs : Dr. Anderson ANDRIANISA

Dr. Héla KAROUI

Dr. Ing. Seyram SOSSOU

Promotion [2018/2019]

DEDICACES

Je dédie ce document :

A Monsieur **Douaho OUATTARA ;**

A mon père **Zoumana COULIBALY ;**

A ma mère **Maimouna SOUCKO;**

A ma sœur bien-aimée **Assetou BERTHE;**

A toute la famille **COULIBALY;**

REMERCIEMENTS

J'adresse mes sincères remerciements :

- à l'ensemble du personnel et corps professoral de la fondation 2iE, particulièrement aux **enseignants du département Eau et Assainissement** pour toutes les compétences qu'ils ont eu à fournir à leurs étudiants;
- directeur du mémoire **Dr. Ing Seyram SOSSOU** mon encadreur interne à 2iE, pour son engagement et sa disponibilité pour l'aboutissement de ce travail
- à M. le **Directeur General de Tongon SA** la structure d'accueil, pour m'avoir permis d'effectuer mon stage ;
- à **M.KONE M'Pié Mamadou**, Surintendant environnement de Tongon SA et maître de stage, pour sa disponibilité et son encadrement ;
- à toute l'équipe du département environnement de Tongon SA en particulier **M. KAGBAGNAN Ben Ismaël** et **Aly NANA** pour leurs disponibilités, conseils et soutiens pendant tout le temps qu'a duré mon stage.
- à toute ma **famille, mes frères et sœurs** pour tous les encouragements et soutiens reçus
- à toute la famille **BERTHE ET LEGA** pour leurs soutiens absolus
- à Toutes les personnes qui, d'une manière ou d'une autre, ont contribué à la réalisation de ce document.

RESUME

La gestion des déchets solides constitue un grand défi pour les entreprises minières en particulier celle de la mine d'or de Tongon. Elle rencontre des difficultés dans le traitement de leurs déchets entraînant ainsi une accumulation des déchets à la décharge d'une part et d'autre part élimine certains déchets dans des conditions inappropriées. C'est dans ce cadre qu'intervient la présente étude dont l'objectif principal est de contribuer à l'amélioration du système de gestion des solides de Tongon. Pour ce faire, un état des lieux sur la gestion actuelle des déchets a été effectué au préalable grâce à une recherche documentaire, une visite de terrain et des entretiens. Ensuite une identification des risques a été faite pour chacune des étapes de la gestion des déchets solides (collecte, transport et élimination) ainsi qu'une hiérarchisation à travers l'analyse préliminaire des risques (APR) qui est une méthode d'analyse déductive permettant de déterminer les effets puis leurs causes. Il ressort des résultats obtenus que la gestion des déchets présente des forces à savoir le tri à la base, la vente de certains déchets inorganiques, l'incinération des déchets biomédicaux mais aussi des faiblesses notamment le non-respect du tri, pas de couvercle sur les poubelles, le brûlage à l'air libre des papiers, cartons déchets putrescibles, les palettes en bois et les caisses de cyanure ainsi que le mauvais conditionnement de certains déchets . De plus l'analyse de l'APR a permis de constater que la majeure partie des risques identifiés sont des risques se trouvant dans la catégorie B ou il y'a nécessité de mener des actions pour les réduire au minimum. Néanmoins on observe des risques plus importants pendant le traitement des déchets notamment la pollution de l'air, la pollution du sol, la pollution de l'eau. Ainsi La mise en application du plan de gestion proposé permettra de réduire ces risques. .

1 – Déchets solides

2 - Mine

3 – Risque

4 - Environnement

5 – Santé publique

ABSTRACT

Solid waste management is a major challenge for mining companies, particularly the Tongon Gold Mine. It encounters difficulties in the treatment of their waste, thus leading to an accumulation of waste at the landfill on the one hand and on the other hand eliminates certain waste in inappropriate conditions. This is the direction of this study, whose main objective is to contribute to the improvement of the Tongon solids management system. To do this, an inventory of current waste management has been carried out beforehand through a literature search, a field visit and interviews. Then a risk identification was made for each step of the solid waste management (collection, transport and disposal) as well as a prioritization through the preliminary risk analysis (APR) which is a method of deductive analysis allowing to determine the effects and then their causes. The results show that waste management has strengths, namely the sorting at the base, the sale of some inorganic waste, the incineration of biomedical waste, but also weaknesses, particularly the non-respect of sorting, no lid on the waste. garbage cans, burning in the open air of paper, cardboard putrescible waste, wooden pallets and crates of cyanide as well as bad packaging of some waste. In addition, the analysis of the APR revealed that most of the identified risks are risks in category B or there is a need to take action to minimize them. However, there are greater risks during the treatment of waste including air pollution, soil pollution, and water pollution. Thus the implementation of the proposed management plan will reduce these risks. .

1 - Solid waste

2 - Mine

3 - Risk

4 - Environment

5 - Public Health

LISTE DES ABREVIATIONS

PGE : Plan de Gestion environnemental

PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement

DMA: Déchets Ménagers et Assimilés

DIB : Déchet Industriel Banal

DID : Déchets Industriels et Dangereux

DIS : Déchets Industriels et Spéciaux

HSE : Hygiène Sécurité Environnement

APR : Analyse préliminaire des Risques

TSF ; Taiping Storage Facility

DEEE : Déchets d'Équipement Electronique et Electrique

CO : Monoxyde de Carbone

PM : Particules

HAP : Hydrocarbure Aromatique Polycycliques

EPI : Equipement de Protection Individuel

CIAPOL : Centre Ivoirien Anti-Pollution

INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

PNAE : Plan National d'Action Environnementale

PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement

PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement

SDGD : Schéma Directeur de la Gestion des Déchets

SIIC : Service de l'Inspection des Installations Classées

SME : Système de Management Environnemental

CET : Centre d'enfouissement Technique

ANDE : Agence National de L'Environnement

EIE : Etude d'Impact Environnemental

TABLE DES MATIERES

DEDICACES	i
REMERCIEMENTS	ii
RESUME	iii
ABSTRACT	iv
LISTE DES ABREVIATIONS	v
LISTE DES FIGURES	4
LISTE DES PHOTOS	5
INTRODUCTION	6
I. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	2
1. Définition de quelques mots et concepts	2
1.1 Déchet	2
1.2 Gestion des déchets solides	2
1.3 Mine.....	2
1.4 Déchets solides d'une mine	3
2. Cadre législatif, règlementaire et institutionnel	3
2.1 Les conventions internationales	3
2.2 Cadre législatif.....	4
2.3 Cadre institutionnel.....	5
3. Gestion des déchets solides	6
3.1 Les différents types de déchets solides	6
3.2 Cheminement global des déchets	7
4. Evaluation des risques	9
4.1 Identification des risques liés à la gestion des déchets.....	9
5. Caractérisation des déchets	11
6. Valorisation des déchets solides	11
II. MATERIEL ET METHODES	14
1. Présentation de la zone d'étude	14
1.1 Localisation et situation géographique	14

2. Etat des lieux de la gestion actuelle des déchets solides de la mine	15
2.1 Recherche documentaire.....	15
2.2 Interviews	16
2.3 Visite de terrain	16
3. Evaluation des risques inhérents au mode de gestion des déchets solides.....	16
3.1 Identification des risques	16
3.2 Evaluation des risques	18
4. Proposition de mesure d'amélioration de la gestion des déchets solides de la mine.....	18
III.RESULTATS ET DISCUSSION	20
1. Etat des lieux de la gestion actuelle des déchets solides de la mine	20
1.1 La politique environnementale de la mine	20
1.2 Mode de gestion actuelle des déchets solides à la mine	20
1.2.1 Schéma global de la gestion actuelle des déchets solides à la mine.....	21
1.2.2 Au niveau de la Base Vie.....	21
1.2.3 Au niveau de la zone industrielle	23
1.4 Les différents acteurs intervenant et leurs rôles dans la gestion des déchets solides	29
1.5 Caractérisation des déchets.....	30
1.5.2 Quantité annuelle des différents types de déchets.....	30
2. Atouts et faiblesses du système de gestion des déchets solides.....	33
3. Évaluation des risques liés à la gestion des déchets solides.....	35
3.1 Identification des risques.....	35
3.2 Analyse préliminaire des risques	37
3.3 Hiérarchisation des risques	41
4. Proposition de mesure d'amélioration de la gestion des déchets solides de la mine.....	42
4.1 Plan de gestion des risques	42
4.2 Compostage en andains des déchets organiques	44
4.3 L'installation d'un nouvel incinérateur	47
4.4 Recyclage des cannettes.....	48
4.5 Propositions de filières de valorisation de certains déchets inorganiques.....	48
CONCLUSION.....	50
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	53
ANNEXES	55

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1: Echelle de probabilité</i>	<i>16</i>
<i>Tableau 2: Echelle de gravité</i>	<i>17</i>
<i>Tableau 3: les différents acteurs et leurs rôles</i>	<i>29</i>
<i>Tableau 4: Atouts et faiblesses.....</i>	<i>34</i>
<i>Tableau 5: évaluation des risques</i>	<i>38</i>
<i>Tableau 6: plan de gestion des risques</i>	<i>42</i>
<i>Tableau 7: le potentiel de valorisation des déchets solides</i>	<i>44</i>
<i>Tableau 8: les Infrastructures.....</i>	<i>46</i>
<i>Tableau 9: cout estimatif</i>	<i>46</i>

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : localisation de la mine d'or de Tongon..... 14

Figure 2: les différentes infrastructures de la mine 15

Figure 3: diagramme de Farmer..... 17

Figure 4: Quantité annuelle en fonction du type de déchets 30

Figure 5: les différentes catégories de déchets solides 32

Figure 6: les différentes filières de traitement des déchets..... 33

Figure 7: Hiérarchisation des risques 41

LISTE DES PHOTOS

<i>Photo 1: les futs de stockage des déchets solides</i>	<i>22</i>
<i>Photo 2: les charrettes à traction animale</i>	<i>22</i>
<i>Photo 3: les différentes filières de traitement pour les DMA</i>	<i>23</i>
<i>Photo 4: les futs de stockage au niveau de la zone industrielle</i>	<i>24</i>
<i>Photo 5: les engins de transports</i>	<i>26</i>
<i>Photo 6: les différents traitements à la décharge</i>	<i>28</i>
<i>Photo 7: Equipements de protection</i>	<i>29</i>
<i>Photo 8: brulage des déchets</i>	<i>35</i>
<i>Photo 9: mauvais conditionnement des déchets contaminés par les huiles de vidange</i>	<i>36</i>
<i>Photo 10: compostage en Andains</i>	<i>44</i>
<i>Photo 11: plan de situation du centre de compostage</i>	<i>45</i>
<i>Photo 12: incinérateur macroburn</i>	<i>48</i>
<i>Photo 13: valorisation des boites de cannettes</i>	<i>48</i>
<i>Photo 14: valorisation des pneus</i>	<i>49</i>
<i>Photo 15: le réemploi des pneus a la mine</i>	<i>49</i>
<i>Photo 16: valorisation des bouteilles</i>	<i>49</i>
<i>Photo 17: valorisation des bouteilles en plastique</i>	<i>50</i>

INTRODUCTION

La production des déchets est devenue à l'état actuel un phénomène quasi impossible à freiner du a une urbanisation galopante et a une industrialisation des pays notamment les pays en développement. Selon La (Banque Mondiale, 2012), la production mondiale des déchets solides d'environ 1,3 milliard Tonnes de déchets solides par an et cette quantité devrait passer à 2,2 milliards de tonnes en 2025. Rien qu'en n Afrique sub-saharienne, la production de déchets est d'environ de 62 millions de tonnes par an (Ogou, 2017). Ce chiffre doit constituer une alarme de prise de conscience collective, surtout au niveau politique, afin de mettre en place des actions efficaces et durables pour protéger l'environnement et la santé humaine.

Les déchets solides produits peuvent constituer un réel danger, lorsqu'ils sont mal gérés. selon (Banque Mondiale, 2018), 33% des déchets solides subissent des traitements inappropriés. Ce traitement inapproprié tel que le brulage a l'air libre, un mauvais enfouissement ou un dépôt anarchique contribue à la contamination des eaux, à la dégradation de la qualité de l'air et du sol et aussi peut perturber le réseau de drainage des eaux pluviales, qui ont des conséquences désastreuses sur l'environnement et sur la santé publique (Banque Mondiale, 2003).

Cette situation représente un des défis les plus difficiles à affronter car la quantité de déchets produits, les structures chimiques de plus en plus complexes conduisent à une grande variété de déchets mélangés et un accroissement des difficultés de traitement et d'élimination (Secrétariat de la convention de Bâle, suisse, en 1998). Ces difficultés concernent plus les entreprises minières qui en plus de produire des déchets industriels, produisent également des déchets ménagers et assimilés et des déchets biomédicaux.

Afin de palier à cette situation, les entreprises minières doivent au préalable dresser un état des lieux qui leur permettra de mettre en évidence les faiblesses et points forts de leur gestion des déchets, ensuite d'identifier les risques qui peuvent être à la fois professionnels ou environnementaux (INERIS, 2010) et enfin, d'identifier les possibilités d'amélioration. La gestion des risques passe par l'évaluation des risques en utilisant des méthodes comme l'Analyse Préliminaire des Risques (APR), l'Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et de Criticité (AMDEC)...

La mine d'or de Tongon, installée au nord de la Cote d'Ivoire, dans le département de M'Bengué dispose d'un plan de gestion environnemental et social (PGES) dans le but de préserver la sante publique et leur environnement. Néanmoins, elle présente des manquements dans sa gestion des

déchets solides, notamment le non-respect du tri sélectif des déchets et ceux malgré la mise à disposition des bacs avec code couleur, le mauvais conditionnement des déchets ainsi qu'un mauvais traitement des déchets à la décharge, etc. Ces manquements peuvent contribuer à la dégradation l'environnement.

C'est ce cadre qui justifie la réalisation de nos travaux qui portent sur l'étude du plan de gestion des déchets solides actuels de la mine d'or de Tongon.

L'objectif général de cette étude est de contribuer à l'amélioration du système de gestion des déchets solides de la mine d'or de Tongon

De manière spécifique il s'agit de :

- faire un état des lieux de la gestion des déchets solides de la mine d'or de Tongon ;
- identifier les risques inhérents au mode actuel de la gestion de ces déchets ;
- faire des propositions d'amélioration du système de gestion de ces déchets ;

Le présent document est subdivisé en trois (03) parties qui sont :

- la synthèse bibliographique ;
- le matériel et les méthodes utilisées
- les résultats suivis de discussion

I. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Définition de quelques mots et concepts

1.1 Déchet

Selon le code de l'environnement de Cote d'Ivoire, un déchet est un produit liquide, solide ou gazeux, issu des activités des ménages, d'un processus de fabrication, ou tout bien meuble ou immeuble destiné à l'abandon. Quant à L'article I de la loi du 15 juillet 1975, il décrit un déchet comme tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon. Cette définition suit la même logique que celle fournie par le décret Wallon du 27 Juin 1996 relatif aux déchets où le déchet désigne toute substance ou tout objet dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se défaire.

1.2 Gestion des déchets solides

D'après le dictionnaire le code de l'environnement français Article L.541.1, la gestion des déchets regroupe la collecte, le transport, la valorisation et l'élimination des déchets et, plus largement, toute activité participant de l'organisation de la prise en charge des déchets depuis leur production jusqu'à leur traitement final, y compris les activités de négoce ou de courtage et la supervision de l'ensemble de ces opérations. Cette définition n'est pas loin de celle retrouvée dans la plupart des documents régissant la gestion des déchets. Selon l'article 3 de la Loi n° 28-00 relative à la gestion des déchets et à leur élimination c'est toute opération de pré collecte, de collecte, de stockage, de tri, de transport, de mise en décharge, de traitement, de valorisation, de recyclage et d'élimination des déchets y compris le contrôle de ces opérations ainsi que la surveillance des sites de décharges pendant la période de leur exploitation ou après leur fermeture.

1.3 Mine

Le code minier de la France définit la mine comme tout site où sont exploités un ou plusieurs minerais. Selon (La mine en France, 2017) il existe deux (02) types de mines notamment une mine à ciel ouvert et une mine souterraine.

- ✓ L'exploitation d'une **mine à ciel ouvert** (MCO ou « open pit » en anglais) consiste à exploiter le minerai depuis une excavation créée en surface après avoir enlevé les

matériaux stériles qui le surmontent.

- ✓ L'exploitation d'une **mine souterraine** consiste à exploiter le minerai depuis une excavation créée sous la surface du sol, en souterrain, sans avoir à enlever l'intégralité des matériaux stériles qui le surmontent.

1.4 Déchets solides d'une mine

Il existe deux groupes de déchets solides : déchets miniers et non miniers.

Déchets miniers

Ces déchets comprennent essentiellement la couche arable, les morts-terrains, les stériles et les résidus(AFIYO, 2011)

- **La couche arable** est formée par la couche supérieure du sol. Elle est en général mise de côté et redéposée après l'extraction pour reconstituer la végétation
- **Les morts-terrains et les stériles** sont composés de roches déplacées pour atteindre le gisement de minerai.
- **Les résidus**, ils sont composés de déchets solides issus de divers procédés de traitement des minéraux.

Déchets non miniers

Au sein de toutes les mines existe des infrastructures telles que les sites d'hébergements, des supermarchés, des restaurants, des bureaux, des voiries et un centre médical pour le bien les travailleurs. Malheureusement tous ces lieux sont des sources génératrices de déchets. De plus l'utilisation des engins de transport, des machines ou des produits chimiques dans l'extraction ou le traitement du minerai produisent également des déchets. Ainsi on peut citer entre autre (BAGNIOU, 2018) :

- **Les déchets ménagers et assimilés**
- **Les déchets inertes**
- **Les déchets industriels banals**
- **Les déchets dangereux**

NB : Il faut préciser que notre étude porte uniquement sur les **déchets non miniers**

2. Cadre législatif, règlementaire et institutionnel

2.1 Les conventions internationales

Divers outils juridique et institutionnel ont vu le jour sur la scène international à savoir :

- La Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination a été adoptée en 1989
- La Convention de Bamako sur l'interdiction d'importer des déchets dangereux et le contrôle de leurs mouvements transfrontières en Afrique (1991).
- La Convention de Rotterdam sur le consentement préalable en connaissance de cause applicable à certains produits chimiques dangereux faisant l'objet d'un commerce international a été adoptée en 1998.
- La Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (POP) a été adoptée en 2001

en outre il existe des normes internationales (ISO) qui sont d'application volontaire mais fortement recommandées aux différentes entreprises afin de prouver l'efficacité de leur système de gestion et d'éliminer ou réduire au minimum les risques pour la santé et la sécurité de son personnel lors de l'exécution des tâches (notamment la gestion des déchets) liés aux activités de l'entreprise. Il s'agit des Normes internationales pour les Systèmes de Management de l'Environnement (SME). Ces normes ont pour objet de fournir aux différentes entreprises des éléments d'un système efficace de management environnemental y compris la gestion efficace des déchets. Nous avons comme exemple des normes de la famille ISO 14000 telles que :

- ISO 14046:2014 - Management environnemental -- Empreinte eau -- Principes, exigences et lignes directrices
- ISO 14001:2015 - Système de Management pour l'Environnement (SME)
- ISO 14021:2016 - Marquage et déclarations environnementaux – Auto déclarations

2.2 Cadre législatif

Plusieurs initiatives en conformité avec les objectifs que l'Etat de Côte d'Ivoire s'est fixé ont été entreprises par la mise en œuvre de textes de lois tels que :

- La Loi Cadre de l'Environnement n° 96-766 d'Octobre 3, 1996 portant sur le cadre législatif et institutionnel de l'environnement. Cette loi est considérablement inspirée par les principes fondamentaux de la législation internationale, notamment par l'insertion des concepts tel que «pollueur - payeur», «développement durable», «implication de la société civile», «responsabilité commune partagée», «zones protégées».

- la loi n°95-553 du 18 juillet 1995 portant le Code minier
- Le décret n°96-894 de Novembre 1996 déterminant les règles et les procédures applicables aux Etudes d'Impact Environnemental (EIE) des projets de développement. Cette réglementation impose le recours à une EIE comme moyen efficace d'intégration de la dimension écologique dans la conception, la mise en œuvre et exécution de projets. L'EIE est obligatoire requise au stade de la conception de projets de développement potentiellement dangereux pour l'environnement; les autres sont soit soumis à des rapports d'impacts, soit exclus.
- Décret n°2005-03 du 06 Janvier 2005 portant audit environnemental notamment à son article 17.
- Décret n°2012-1047 du 24 Octobre 2012 fixant les modalités d'application du principe pollueur-payeur tel que défini par la loi n°96-766 du 03 Octobre 1996 portant code de l'environnement.
- Décret n°98-43 du 28 Janvier 1998 relatif aux installations classées pour la protection de l'environnement et les textes subséquents.
- Arrêté n°0462/MLCVE/SIIC du 13 Mai 1998 portant modification de la nomenclature des installations classées.
- Arrêté n°01164/MINEEF/CIAPOL/SDIIC du 04 Novembre 2008 portant réglementation des rejets et émissions des installations classées pour la protection de l'environnement.

La liste ci-dessus n'est pas exhaustive. Les textes de lois qui constituent le Code de l'Environnement (1996) représente la première tentative du Gouvernement de créer un cadre légal, intégré et intersectoriel pour gérer les défis nationaux en matière d'environnement. Cet ensemble constitue les documents de base de référence et d'orientation en Côte d'Ivoire

2.3 Cadre institutionnel

Pour mettre en œuvre sa politique environnementale l'état ivoirien s'est doté de structures qui ont la charge de faire respecter ses textes de lois en matière de protection et de préservation de l'environnement. Les agences de contrôle et de suivi de l'environnement sont :

- Le SIIC (Service d'Inspection des Installations Classées) qui est l'organisme de contrôle des entreprises en matière d'hygiène, de sécurité et d'environnement. Le SIIC fait appel à des laboratoires extérieurs aux frais des entreprises pour faire procéder à des prélèvements

et analyses. Ces laboratoires sont le Laboratoire National d'Essais de Métrologie et d'Analyses (LANEMA) et le Centre Ivoirien Anti-Pollution (CIAPOL).

- Le Centre Ivoirien Anti-Pollution (CIAPOL) est une structure de l'administration publique chargée de la mise en œuvre de plan d'urgence en cas de pollution accidentelle dans la mer et dans les lagunes, de l'évaluation des pollutions et nuisances mais aussi l'analyse systématique des déchets (solides, liquides et gazeux) et des résidus comme le stipule l'article premier du décret portant sa création.
- L'Agence Nationale de l'Environnement (ANDE) revendique le guichet unique national des évaluations environnementales. L'agence abrite l'autorité nationale et le point focal du mécanisme pour un développement propre

Dans le Plan National d'Action Environnementale (PNAE) ivoirien, le module relatif à la gestion de l'environnement industriel, intitulé «Programme de Pollution et Nuisance industrielles», ou encore la stratégie du PNAE en matière de pollution et nuisances industrielles n'est pas encore développé et de ce fait reste ouvert à toute action complémentaire. Cette situation est favorable à la mise en place d'un programme industriel écologiquement durable. De nombreuses actions ont été initiées pour promouvoir un développement durable en Côte d'Ivoire, notamment à travers les programmes de renforcement du cadre institutionnel et législatif et des capacités nationales de gestion environnementale; les programmes de suivi et d'évaluation de l'état de l'environnement.

3. Gestion des déchets solides

3.1 Les différents types de déchets solides

La classification des déchets peut se faire en fonction de son origine ou en fonction de sa nature. En effet selon (Aloueimine, 2006), les déchets sont classés selon les objectifs recherchés et selon l'intérêt des informations tirées. Dans les entreprises minières la classification est portée sur le critère de dangerosité des déchets à savoir :

3.1.1 Les Déchets Non Dangereux (DND)

Ces déchets prennent en compte

- **Les Déchets Ménagers et Assimilés (DMA)**

Ce sont les déchets produits par les ménages y compris les déchets dits "occasionnels" tels que les encombrants et les déchets verts). On y inclut : les déchets des services municipaux de la ville (boues de station d'épuration, matières de vidange, déchets des espaces verts, déchets issus du

nettoisement des voiries, ...). Ce sont aussi les déchets produits par les artisans, les commerçants et les activités diverses de service, collectés en mélange avec les déchets des ménages. Selon (Gbinlo, 2010), ces déchets représentent pour une part inévitable du processus de consommation des Ménages, néanmoins ils peuvent aussi contribuer à la détérioration de la qualité de l'environnement naturel et de la Santé publique.

- **Les Déchets Industriels Banals (DIB)**

Ils sont généralement produits par les entreprises (industrielles, agricoles, services Administratifs). Ce sont des déchets d'emballages, papiers, chutes et rebuts de fabrication des Activités manufacturières.

- **Les Déchets Inertes (DI).**

Ce sont des déchets solides minéraux qui ne se décomposent pas, ne brûlent pas et ne produisent aucune réaction chimique ou physique avec l'environnement. Ils ne sont pas biodégradables et sont souvent des débris de démolition. Ce sont les pavés, sables, gravats, tuiles, béton, ciment, carrelage.

3.1.2 Les Déchets Dangereux (DD)

Ces déchets sont un danger pour la santé humaine et l'environnement (PSRDO-CER & CEFEPRADE, 2010). Ils sont classés comme suit :

Les Déchets Dangereux des Ménages (DDM),

Les Déchets Dangereux en Quantité Dispersée des artisans et commerçants (DTQD),

Les Déchets Dangereux des Entreprises (DDE).

En guise d'exemples ces déchets sont souvent: des chiffons et absorbants, des déchets contenant Du mercure, des déchets phytosanitaires ; des emballages souillés détenus par les ménages et les entreprises, et fluides frigorigènes, huiles hydrauliques et moteur usagées, des huiles alimentaires usagées; les PCB(les polychlorobiphényles aussi appelés biphényles polychlorés en abrégé BPC) et PCT (polychloroterphényle); peintures; piles et accumulateurs; solvants; Véhicules hors d'usage (VHU); déchets contenant de l'amiante; déchets d'activités de soins.

3.2 Cheminement global des déchets

3.2.1 Tri à la source et le stockage intermédiaire

Selon l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (2012), le tri des déchets s'effectue non seulement en fonction de la dangerosité du déchet mais aussi en fonction de la

filière d'élimination appropriée. Une fois triés, les déchets sont souvent entreposés temporairement dans l'entreprise avant d'être dirigés dans une filière de traitement. Ce stockage intermédiaire doit cependant respecter quelques règles.

- la zone de stockage doit se situer le plus près possible du lieu de production des déchets,
- cette zone doit être éloignée des endroits à risques, pour s'assurer que les déchets soient bien valorisables, ils doivent être protégés des intempéries,
- les conteneurs doivent être identifiés afin de limiter les erreurs de tri.

3.2.2 La collecte et le transport

En Côte d'Ivoire la collecte des déchets est largement privatisée. Selon le rapport publié par (PNUE, 2010) intitulé le plan de gestion des déchets dangereux dans le district d'Abidjan, la collecte des déchets ménagers est assurée par l'ANASUR à travers diverses sociétés privées, elles transportent les déchets de certains points de pré-collecte vers la décharge. Quant aux industries, celles soumises à la réglementation des industries classées, sont obligées d'assumer le transport de leurs déchets. Néanmoins la majorité de ces industries effectuent cependant le transport sans différenciation systématique entre les déchets dangereux et les déchets ménagers et assimilés. Il existe aussi des opérateurs privés qui se chargent de cette activité sans qu'il n'y ait de réseau différencié pour la collecte des déchets ménagers et industriels.

3.2.3 Traitement et Elimination

Les producteurs ou détenteurs de déchets sont tenus d'assurer ou de faire assurer leur élimination dans le respect de la réglementation et dans des conditions propres à éviter tout effet nocif sur l'environnement Selon l'Article 541-2 du code de l'environnement français. Par conséquent il est indispensable de traiter les déchets solides surtout les dangereux dans une installation d'élimination soumise à la réglementation des installations classées pour l'environnement. Ainsi pour les déchets dangereux, (DEBRAY, 1997) propose quelques filières de traitement :

- L'incinération qui consiste à détruire les déchets par une combustion la plus complète possible afin de les éliminer ou de réduire leur volume.
- Enfouissement technique ou stockage dans les Centres d'Enfouissement Technique (CET) qui sont des installations classées pour la protection de l'environnement conçues pour le stockage des déchets ultimes en évitant les impacts négatifs sur l'environnement ;

4. Evaluation des risques

4.1 Identification des risques liés à la gestion des déchets

L'un des défis majeurs que rencontrent les industriels est la gestion de leurs déchets. Car ces déchets une fois stockés ou traités dans de mauvaises conditions peuvent engendrer plusieurs risques. Pour l'environnement, les risques concernent particulièrement la pollution du sol, de l'air, des milieux aquatiques (B. Debray, 1997). En effet ces risques peuvent être de type sanitaire; de type écologique, ou de type esthétiques. Quant aux agents du secteur de gestion des déchets, ils sont exposés aux risques professionnels (INRS, 2010) qui sont :

- Les risques chimiques, cancérigène, biologiques dû à la dangerosité du déchet
- Les risques liés à l'activité physique comme les troubles musculo-squelettiques ou les lombalgies...etc
- Les risques routiers lors de la collecte ou du transport, circulation et déplacement des personnes, activités multiples dans un même espace de travail, travail en flux tendu ou difficilement planifiable, opérations de maintenance préventive et curative souvent sous-traitées).

4.2 Méthodes d'évaluation des risques

D'après la revue littéraire, il existe plusieurs méthodes d'évaluations des risques. Selon (INERIS, 2006), il existe l'Analyse Préliminaire des Risques (APR), l'Analyse des Modes de Défaillances de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC), le HAZARD OPERABILITY (HAZOP) et le What-If qui sont des méthodes inductives c'est-à-dire qui partent des causes aux effets.

4.2.1 L'Analyse Préliminaire des Risques

C'est une méthode qui est utilisée au stade de la conception d'une installation. Elle intervient dans la détection des situations dangereuses et dans les installations qui ne nécessitent pas d'analyses plus poussées. L'APR nécessite de déterminer premièrement les éléments dangereux de l'installation. Deuxièmement, pour chaque élément dangereux, on identifie une situation de danger. Et troisièmement, on détermine les causes et les conséquences de chaque situation de danger ainsi que les sécurités existantes dans le système étudié. L'avantage de la méthode est qu'elle est économique en temps, ne requiert pas une analyse très détaillée du système étudié et permet d'examiner rapidement des situations dangereuses. Par contre, elle ne permet pas d'établir un enchainement des évènements pouvant conduire à un accident.

4.2.2 L'Analyse des Modes de Défaillances de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC)

L'AMDEC est une méthode utilisée dans des domaines bien spécifiques tels que l'industrie chimique, nucléaire ou pétrolière, dans les systèmes électriques, hydrauliques ou mécaniques. Elle est adaptée dans l'étude des défaillances de matériaux et d'équipements. L'AMDEC repose sur les notions telles que la défaillance (cessation de l'aptitude d'un élément), le mode de défaillance (l'effet par lequel une défaillance est observée), les causes de défaillance (événement conduisant aux modes de défaillance), l'effet d'un mode de défaillance (conséquences). Ainsi, en prenant un élément, on détermine un mode de défaillance puis les causes de défaillance, les conséquences, les moyens permettant de détecter le mode de défaillance et on procède à l'évaluation de la criticité de ce mode de défaillance en terme de probabilité et de gravité. L'avantage de la méthode est qu'elle est efficace pour l'analyse des défaillances d'élément pouvant conduire à la défaillance totale d'un système. Cependant, elle est difficile à mettre en œuvre pour des systèmes complexes à cause du volume d'informations à traiter.

4.2.3 Le HAZard OPerability (HAZOP)

Comme AMDE, la méthode HAZOP est aussi adaptée à des domaines utilisant des systèmes thermo-hydrauliques. Elle fait appel à des paramètres comme la température, le débit, la pression, la concentration, qui sont très importants pour la sécurité de l'installation. Cette méthode nécessite l'examen de schémas et de plans de circulation des fluides car elle est focalisée sur le fonctionnement du procédé. L'HAZOP ressemble à l'AMDE sauf qu'au lieu de s'intéresser aux modes de défaillances, elle s'applique à identifier les dérives potentielles des différents paramètres liés à l'exploitation de l'installation. C'est une démarche méthodique cependant, elle ne permet pas d'analyser des événements résultant de la combinaison de plusieurs défaillances.

4.2.4 Le What-If

Cette méthode découle de celle de l'HAZOP tout en suivant le même principe. Néanmoins il existe une petite différence entre ces deux méthodes. La différence est qu'elle ne fait pas une analyse approfondie des événements et se focalise surtout sur les conséquences sans aborder les causes. Cependant, elle prévoit des actions d'amélioration. C'est une méthode moins fastidieuse mais son efficacité dépend de l'expérience de l'équipe chargée de la conduire.

5. Caractérisation des déchets

La gestion efficace des déchets ne peut s'inscrire dans une vision durable que par la connaissance précise de l'évolution des flux de ces rejets et surtout de leur composition. La mise en place de données fiables sur la caractérisation des déchets est un préalable à toute approche de gestion efficace de ces résidus. La disponibilité de ces informations capitales permet essentiellement :

- d'évaluer la masse de déchets générés et de suivre son évolution en vue de planifier et de définir les stratégies futures en matière de gestion et de traitement ;
- d'évaluer le potentiel de valorisation (compostage, recyclage des métaux et du carton, etc.) ou les besoins pour le traitement et l'enlèvement des déchets;
- d'optimiser le mode de traitement en connaissant précisément la composition des déchets
- de prédire les émissions de ces déchets dans l'environnement et éventuellement de travailler sur l'atténuation de leur impact.

La caractérisation des déchets n'est pas universelle car elle dépend des objectifs de l'étude et des moyens disponibles pour réaliser celle-ci. D'où il existe plusieurs méthodes de caractérisation des déchets (Nikema, 2012; Aloueimine, 2006). Parmi les méthodes de caractérisation des déchets, on peut citer le protocole ARGUS (Allemagne), le protocole IBGE (Belgique), le protocole EPA (Irlande), le MODECOM (France) (Ngahane, 2015) et la méthode d'analyse directe proposée au conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) etc. Toutes ces méthodes élaborées sont difficilement applicable dans le contexte africain. En effet selon (Aloueimine, 2006), l'inconvénient majeur de certaines de ces méthodes est la difficulté de distinction des lots, lorsque l'échantillon est prélevé d'une benne ou d'une décharge, et la difficulté d'attribuer les quantités triées à une population de taille donnée et aussi les coûts de la mise en œuvre de ces méthodes sont très élevés pour les pays en voie de développement.

6. Valorisation des déchets solides

Selon la définition donnée par l'ADEME, la valorisation est « le réemploi, le recyclage ou toute autre action visant à obtenir, à partir des déchets, des matériaux réutilisables ou de l'énergie ». Elle apporte une nouvelle valeur aux déchets, en les sortants du circuit de collecte et de traitement. Par conséquent elle permet d'économiser non seulement les matières premières mais aussi de réduire les effets nuisibles sur l'environnement et la sante publique. On distingue trois types de valorisation (Cogetrad, 2016) :

- la valorisation matière : consiste à utiliser une partie ou la totalité de la matière du déchet dans un nouveau processus de production. La valorisation de matière peut être assimilée au recyclage et au réemploi ;
- la valorisation organique : la valorisation organique repose sur le compostage et la méthanisation. Le compost créé à l'issue du compostage sert à la régénération des sols. Tout comme le compostage, la méthanisation est un procédé de fermentation qui crée du méthane;
- la valorisation énergétique : la valorisation énergétique se fait via l'incinération des déchets, à l'aide de fours spécifiques. L'incinération des déchets permet de créer de la chaleur qui permet d'alimenter les systèmes d'électricité et de chauffage.

II MATERIEL ET METHODES

II. MATERIEL ET METHODES

1. Présentation de la zone d'étude

1.1 Localisation et situation géographique

Tongon Mine d'Or est située au Nord de Côte d'Ivoire. Le projet est à 66 kilomètres de Korhogo et à 55 kilomètres au sud de la frontière avec le Mali. Elle se trouve à 600 km environ au nord d'Abidjan, 20 km au sud-est de M'Bengué (la ville la plus proche) et à 4 km du village de Tongon dont elle porte le nom. Elle dépend de la sous-préfecture de M'Bengué (département de Korhogo). Le projet Tongon Mine d'Or est situé entre le parallèle 9° N et 10° N et le méridien 5° W et 6° W.

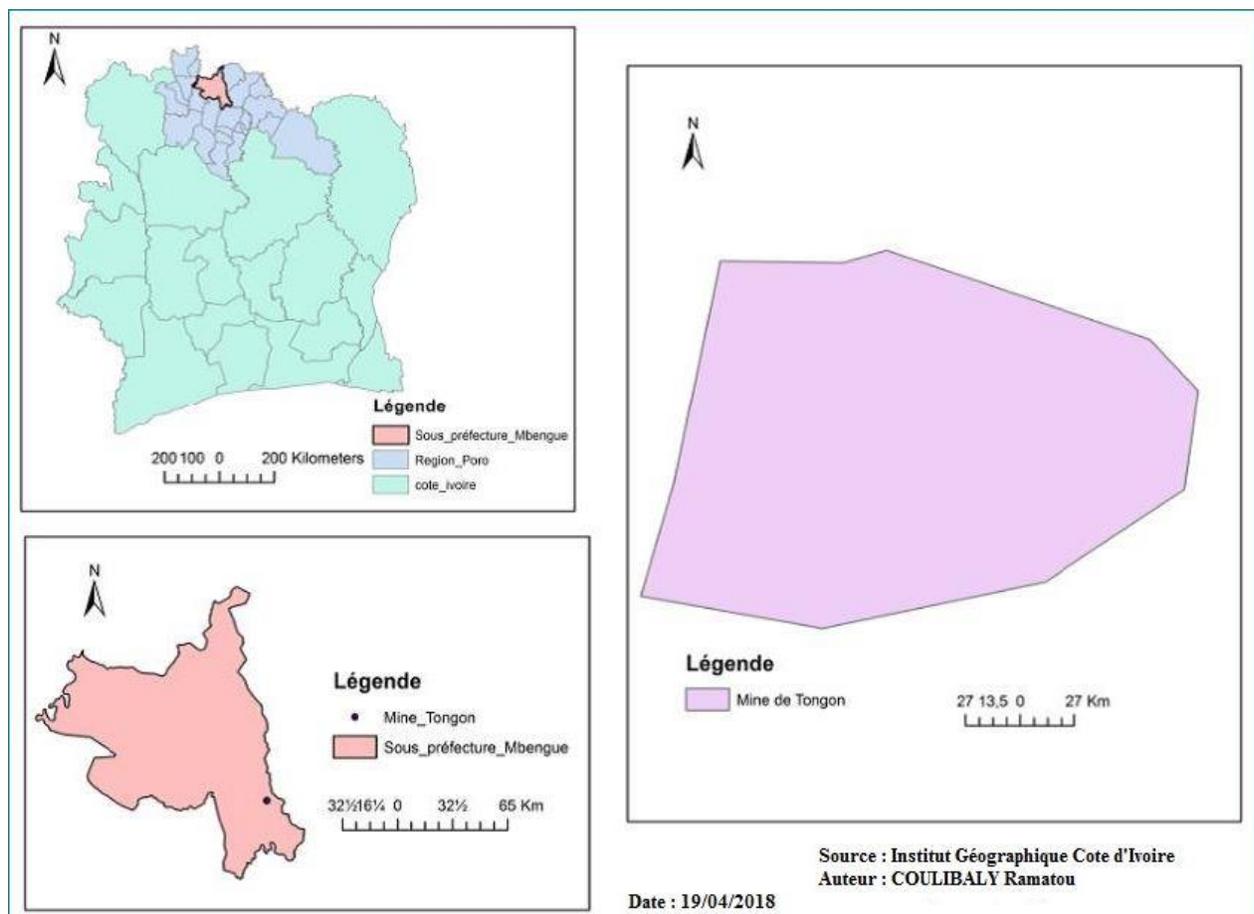


Figure 1 : localisation de la mine d'or de Tongon



Figure 2: les différentes infrastructures de la mine

2. Etat des lieux de la gestion actuelle des déchets solides de la mine

Afin de proposer des solutions pertinentes sur le sujet, il faut au préalable un diagnostic permettant de dresser un état des lieux. La collecte des données est un bon moyen d'y parvenir. Par conséquent plus la quantité des données sera important, plus le diagnostic sera précis et permettra de dégager des pistes d'actions en vue d'une amélioration. Ainsi trois (3) méthodes ont été utilisées dans ce travail pour collecter le maximum de données à savoir la recherche documentaire, des interviews et des visites de terrain.

2.1 Recherche documentaire

La recherche documentaire a été la première partie abordée dans notre étude. Elle a permis de rassembler et de prendre connaissance des différents documents sur la gestion des déchets solides de la mine. Cette phase s'est déroulée pendant deux (2) semaines auprès du service

environnement de la mine (HSE).

2.2 Interviews

Cette étape avait pour objectif de comprendre le fonctionnement du système de gestion des déchets solides de la mine. Les personnes questionnées sont ceux qui sont les plus concernées par la gestion des déchets solides notamment le responsable Hygiène Sécurité Environnement (HSE), le responsable environnement de chaque département ainsi que le service prestataire d'enlèvement et de transport des déchets solides au total dix (10) personnes interrogées. Les questions posées portaient plus précisément sur les différents types de déchets solides, les lieux de production des déchets, les processus qui les génèrent, les prétraitements, les modes de collectes (l'enlèvement et le transport) et enfin les filières de traitement finaux ou d'élimination des déchets solides

2.3 Visite de terrain

Les visites de terrain ont permis de faire le constat et de prendre des photos de comment la gestion est faite au sein de la mine et aussi de vérifier les dire des personnes interrogées.

3. Evaluation des risques inhérents au mode de gestion des déchets solides

3.1 Identification des risques

Dans notre étude l'identification des risques a consisté à définir une échelle de gravité, de probabilité, une grille de criticité, et ensuite à faire une enquête. Une fois ces risques identifiés, ils doivent être analysés.

- L'enquête a été faite à travers des entretiens, de l'observation et de la recherche documentaire
- L'échelle de probabilité et de gravité utilisés pour les risques est illustrée par les tableaux 2 et 3

Tableau 1: Echelle de probabilité

Niveau de probabilité	Echelle	Commentaires
1	Très improbable	Qui ne peut pas se produire dans l'année
2	Peu probable	Qui peut se produit une fois dans l'année
3	Probable	Qui se produit une fois dans le mois

4	Très probable	Qui se produit une fois dans la semaine
---	---------------	---

Tableau 2: Echelle de gravité

Niveau de gravité	Echelle	Commentaire
1	Faible	Aucun dommage
2	Moyen	Qui conduit à des dommages réversibles
3	Grave	Qui conduit à des dommages importants
4	Très grave	Qui conduit à des pertes en vies humaines arrêt de travail

- La grille de criticité utilisée est celle de Famé, illustrée par la **figure 2**. Elle est composée de quatre (04) niveaux de gravité et de probabilité qui sont un nombre raisonnable.

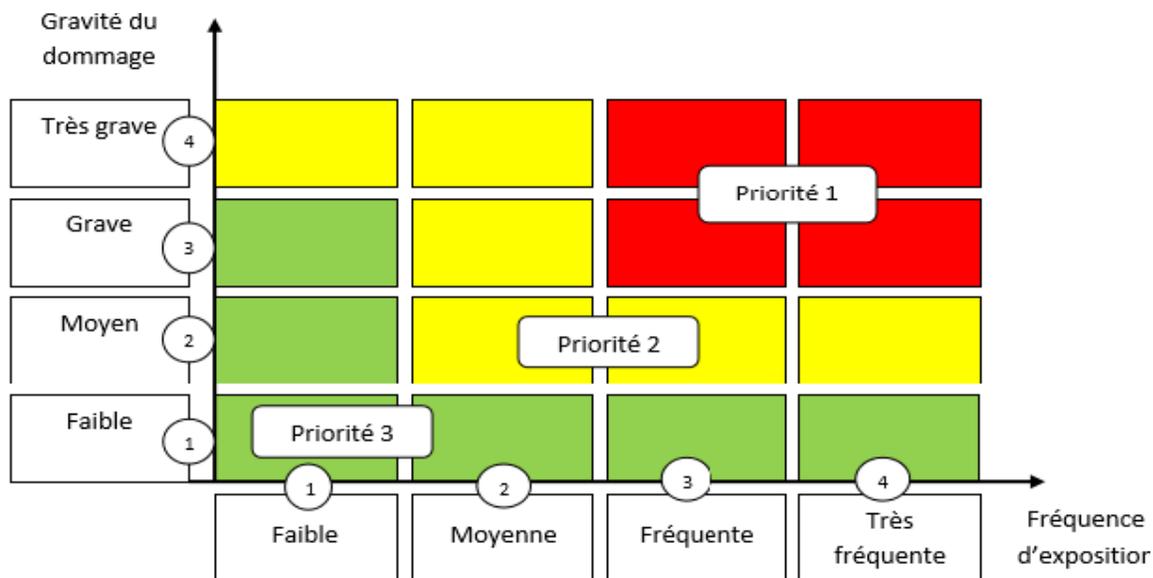


Figure 3: diagramme de Farmer

A	Le risque est réduit au plus bas niveau
B	Des actions urgentes doivent être menées pour réduire ou supprimer le risque
C	Toute activité engendrant de tels risques doit être restructurée

3.2 Evaluation des risques

Il existe plusieurs méthodes d'évaluation des risques. Dans notre cas nous avons choisi d'utiliser la méthode d'Analyse Préliminaire du Risque (APR) qui est une méthode d'analyse déductive (détermination des effets puis des causes) afin d'examiner efficacement les éléments ou situation nécessitant une attention particulière dans notre analyse du risque.

4. Proposition de mesure d'amélioration de la gestion des déchets solides de la mine

Maintenant que chaque risque est identifié et évalué, il va falloir établir une liste d'actions permettant de les prévenir et aussi de proposer des filières de valorisation pour certains déchets. Une fois les solutions définies et mises en place, elles doivent être contrôlées régulièrement afin de s'assurer qu'elles soient bien connues de tous les acteurs et qu'elles soient bien actives.

III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

III.RESULTATS ET DISCUSSION

1. Etat des lieux de la gestion actuelle des déchets solides de la mine

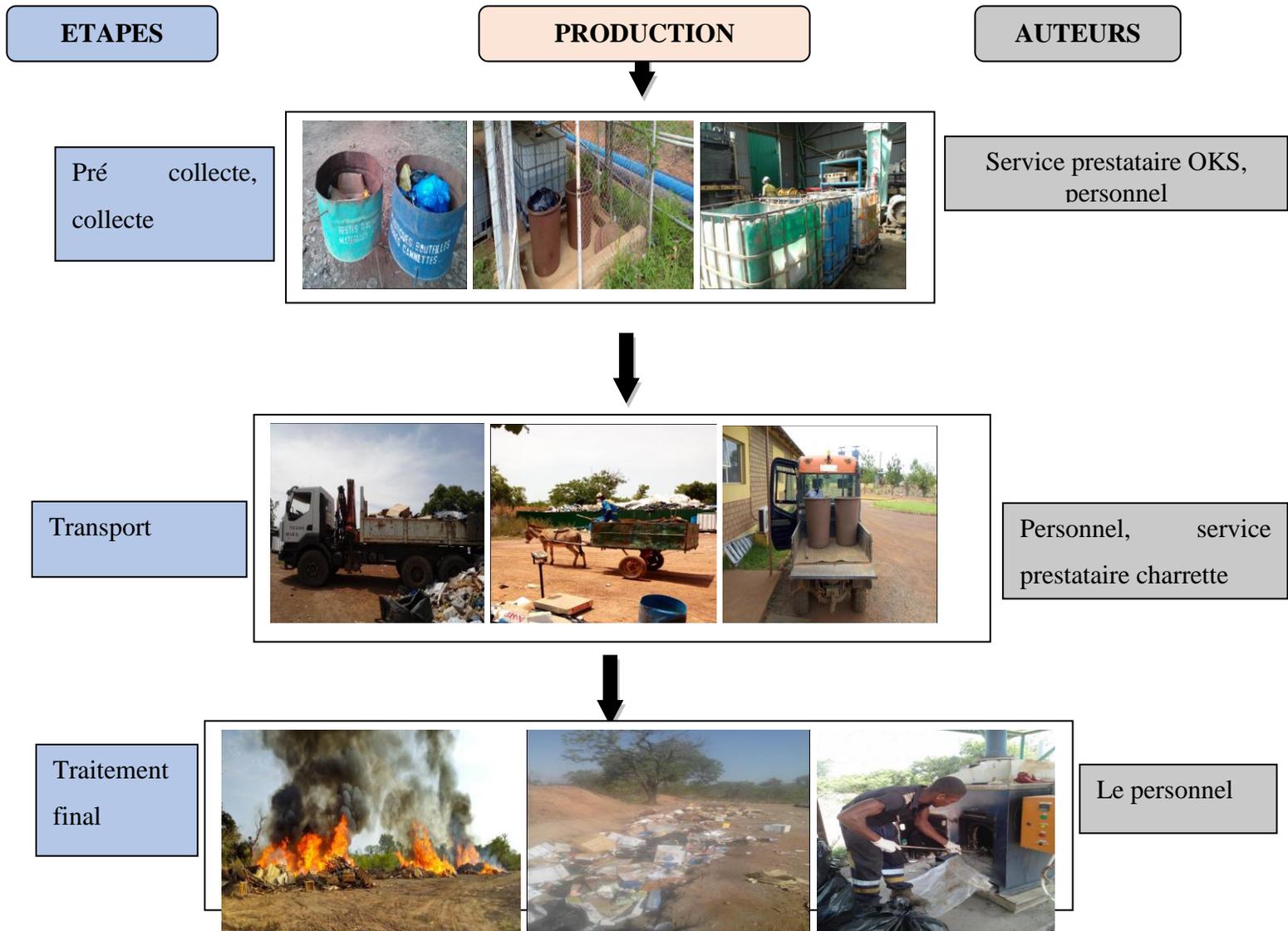
1.1 La politique environnementale de la mine

La politique environnementale est un ensemble d'actions coordonnées pour répondre à la problématique du développement durable. A cet effet la direction de la mine de Tongon s'est engagée à conduire ses activités tout en respectant l'environnement et selon les exigences, besoins et attentes pertinents environnementaux et sociaux de ses parties prenantes. L'objectif de la gestion environnementale de Tongon est donc de minimiser les impacts environnementaux négatifs tout en maximisant les effets positifs pendant toute la durée de la mine. Pour se faire, elle ordonne à tous les employés, visiteurs et toutes les parties prenantes à se conformer à toutes les règles environnementales sans exception.

1.2 Mode de gestion actuelle des déchets solides à la mine

Il existe deux principales sources génératrices de déchets solides sur la mine à savoir la Base Vie et la zone industrielle

1.2.1 Schéma global de la gestion actuelle des déchets solides à la mine



1.2.2 Au niveau de la Base Vie

- production des déchets

La mine de Tongon dispose à son sein de deux (02) sites d'hébergements (nouveau et ancien camp), un restaurant, un bar et un supermarché. Les déchets issus de ces différents sites sont en général les déchets ménagers et assimilés et les déchets dangereux des ménages et des entreprises commerciales. Les déchets non dangereux sont stockés dans des demi futs de 200L suivant un code chromatique, les futs de couleur Blue sont destinés aux déchets inorganiques à savoir les plastiques, les canettes, les bouteilles, les verres et ceux de couleur vert claire pour les déchets biodégradables notamment le reste d'aliments, les papiers, les cartons et les bois. Par ailleurs il faut noter que lors de ma visite sur le terrain j'ai constaté qu'il n'existe pas de futs pour les

déchets dangereux. Du coup certains déchets dangereux tels que les aérosols se retrouvaient avec les autres déchets non dangereux. Tous ces futs sont mis à la disposition des résidents par le département HSE en vue d'une meilleure gestion de leurs déchets.



Photo 1: les futs de stockage des déchets solides

- **Collecte et transport des déchets**

La collecte des déchets est organisée par un service prestataire contracté par le département HSE. Ce service prestataire nommé la charrette utilise des charrettes à traction animal pour effectuer la collecte et le transport. Ainsi dans chaque groupe une personne ramasse les déchets des futs verts tandis que l'autre collecte les déchets des futs bleus avec comme destination finale la décharge.



Photo 2: les charrettes à traction animale

- **Traitement des déchets**

Une fois à la décharge, les déchets ne suivent pas le même mode de traitement. Les papiers, les cartons, les bois et les déchets putrescibles sont brûlés en plein air avant d'être enfouis dans les tranchées. Par contre les déchets inorganiques sont triés de prime abord par catégorie avant d'être stockés dans des sacs. On peut citer certaines catégories notamment les métaux non ferreux, les sachets, les bidons ainsi que les verres. Tous ces déchets sont stockés en attendant de trouver une solution appropriée. On peut conclure qu'il existe en général deux (02) types de traitements destinés aux déchets ménagers et assimilés à savoir le brûlage à l'air libre des déchets organiques et le stockage des déchets inorganiques .



Photo 3: les différentes filières de traitement pour les DMA

1.2.3 Au niveau de la zone industrielle

- **Production des déchets**

Au sein de la zone industrielle nous avons une partie administrative, un centre médical et enfin une partie usine dont on effectue l'exploration, l'extraction et le traitement du minerai. Par conséquent les déchets produits au niveau de ses différents lieux sont en majorité les Déchets Industriels Banals (DIB), les Déchets Biomédicaux (DBM) et les Déchets Industriels Dangereux (DID). Ces déchets produits sont classés en fonction de leur critère de dangerosité à savoir les non dangereux tels que les déchets industriels banals (DIB) et les dangereux (DD). Les DIB sont subdivisées en deux groupes tels que les organiques et les inorganiques.

- ✓ Comme les déchets ménagers, les DIB sont stockés en général dans les futs de 200 et 1000 litre suivant un code chromatique à savoir les futs de couleur bleu pour les déchets

inorganiques, vert-clair pour les organiques. sur le terrain j'ai constaté qu'il existe d'autre type de stockage des déchets tels que les sacs noirs, les seaux ou dans des sachets.

- ✓ les DBM sont stockés dans des futs de couleur marron
- ✓ quant aux DID, les couleurs et même les futs de stockage différent d'un service à un autre à l'exception des déchets souillés par les hydrocarbures qui sont en général stockés dans des futs de couleur rouge. D'autres sont stockés a même le sol notamment les batteries, les pots de peinture, les caisses de cyanure ou dans des cartons tels que les cartouches d'encres ou dans des citernes tel est le cas des huiles usagées.

Par ailleurs il faut noter que les futs de couleur bleu et vert-clair sont mis à la disposition des travailleurs par le département HSE. Par contre les autres couleurs sont à la charge des producteurs eux même



Photo 4: les futs de stockage au niveau de la zone industrielle

- ***Collecte et transport des déchets***

Le transport des déchets est effectué par trois (03) principaux acteurs à savoir un service prestataire « la charrette » qui soustraite avec le département HSE, le personnel de Tongon SA et les entreprises sous-traitantes. Par la suite il existe plusieurs moyens de transport notamment les charrettes à traction asine, les camions bennes, les kubota qui représente les petites voitures utilisées au sein de la mine.

- Les DIB issus au niveau de l'administration, du garage, de la centrale électrique, du traitement du minerai, du store et du centre médical sont collectés par la même entreprise la charrette contractée par le HSE et transportés dans les mêmes conditions que celles des DMA. Quant aux déchets dangereux provenant dans ces mêmes zones, ils sont sous la responsabilité du producteur lui-même (le personnel). Ils utilisent soit les camions bennes ou soit les kubota (petite voiture utilisée au sein de la mine) pour transporter ses déchets à la décharge.
- Les entreprises sous-traitantes de la mine notamment TOMI (responsable du transport des minerais a l'usine), BOART LONGYEAR (responsable du forage dans le gisement), SGS (responsable des analyses dans les laboratoires) et MAXAM (responsable du dilamitage dans le gisement) font eux même les collectes de leurs DIB et DD en utilisant soit les camions bennes ou soit les kubota car le service prestataire la charrette ne transporte pas leurs déchets. d'où ils ont la responsabilité de transporter tous leurs déchets à la décharge pour traitement.



Photo 5: les engins de transports

Au cours des enquêtes réalisées, il ressort qu'au niveau du département de Process, c'est le personnel même qui assure souvent la collecte de leurs DIB au cas où le service prestataire ne respecte pas leur rendez-vous. Cela peut s'expliquer par le fait que le tri n'étant pas respecté, le personnel du service prestataire est obligé de trier les déchets avant de les transporter impliquant ainsi un retard dans la collecte. Et d'autre part le volume du fût (demi-fûts de 200 L) est petit pour stocker une grande production de déchet étant donné que le personnel travaille 7j/7 et 24h/24. D'où une nécessité de mettre des bacs adaptés.

- ***Le traitement des déchets***

La décharge a une superficie de 3 ha et est située au sein de la mine à proximité de l'entreprise

MAXAM. Les déchets qui y arrivent sont les non contaminés par le cyanure et Ceux contaminés par le cyanure sont transportés au parc a boue TSF (Taiping Storage Facility). Les déchets issus de la zone industrielle sont traités comme suite :

- Les déchets biomédicaux sont incinérés à l'aide d'un incinérateur de marque B.F.R GX TECH;
- Les déchets tels que les papiers, les cartons, les déchets putrescibles, les palettes en bois et les caisses de cyanure sont brûlés en plein air puis enfouis dans des tranchées ;
- Les futs métalliques de 200L, les métaux ferreux, les futs plastiques de 1000L ainsi que les huiles usagées sont vendus à LUBTECH ;
- Tous les métaux non ferreux à l'exception des futs de 200L, les batteries, les DEEE, les cartouches d'encre, les pots de peinture et solvant, les aérosols, les plastiques excepté les futs de 1000L ainsi que les verres sont stockés
- Les déchets souillés par les hydrocarbures sont traités par un service prestataire nommé ENVIPUR dont le cout du traitement vaut **450 FCFA / kg**





Photo 6: les différents traitements à la décharge

Par ailleurs Il faut noter que les déchets sont brulés a l'air libre dans des tranchées puis enfouis sans aucune protection du sol.

NB : les déchets vendus au sein de la mine, font rentrer une somme dans la caisse de la mine environ **73.300.470 FCFA** pour l'année **2017**.

1.3.3 Autres équipements





Photo 7: Equipements de protection

1.4 Les différents acteurs intervenant et leurs rôles dans la gestion des déchets solides

Pour mener à bien la gestion des déchets solides sur la mine, plusieurs acteurs concourent à une meilleure prise en charge des déchets produits et ceci est possible grâce aux rôles qu'ils jouent dans le processus de gestion. Le tableau 5 ci-dessous illustre les différents acteurs intervenant dans la gestion des déchets solides ainsi que leurs rôles.

Tableau 3: les différents acteurs et leurs rôles

Acteurs	Rôles
Le service environnement HSE	Responsable de la gestion de tous les déchets produits sur le site
Service prestataire (entreprise la charrette)	Collecte et transporte les déchets des futs bleu et vert à la décharge
Les dealers (acheteurs)	Achètent les déchets pour le raclage, la réutilisation ou le remploi
Comptabilité	Récupère les fonds issus de la vente des déchets
Agents de sécurité	Surveillent le chargement des déchets vendus aux dealers

1.5 Caractérisation des déchets

1.5.1 Quantité annuelle en fonction du type de déchets

La mine produit une quantité importante de déchets chaque année. Grâce à la recherche documentaire, il a été possible d'obtenir des données sur la quantité des déchets produits au cours de l'année 2017. Les déchets de taille moyenne étaient mis dans un sac puis pesés à l'aide d'une balance. Quant aux déchets volumineux, ils sont pesés à l'aide d'un pont bascule notamment les caisses de cyanure, les tiges de forage. A travers la figure 2, on constate que les déchets dangereux sont les déchets produits en plus grande quantité avec 55% du gisement. Ensuite les déchets non dangereux inorganiques occupent la seconde place avec 32%. Et enfin les organiques avec 13%. Cette situation peut s'expliquer par le fait que la mine utilise un grand nombre de produits chimiques et aussi une fois que ces produits rentrent en contact avec d'autres matériels qui ne sont pas dangereux de nature, ceux-ci deviennent alors automatiquement dangereux. D'où un accroissement des déchets dangereux.

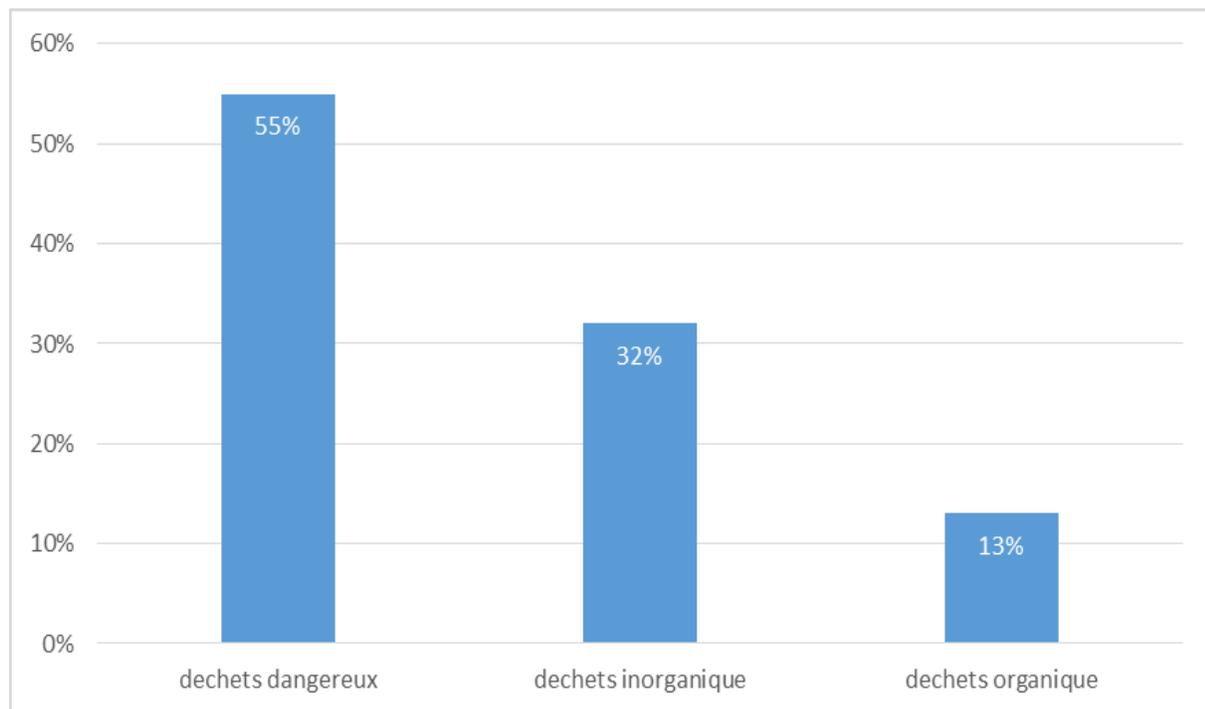


Figure 4: Quantité annuelle en fonction du type de déchets

1.5.2 Quantité annuelle des différents types de déchets

En poussant l'analyse des données plus loin, il a été possible d'identifier les différents déchets

constituant le gisement ainsi que leur quantité pendant l'année 2017. En se référant à la figure 4 ci-dessous, le déchet produit en plus grande quantité représente les caisses de cyanure avec 42.5% de la quantité totale annuelle. Ce résultat semble évident quand on sait que la mine utilise le cyanure pour la récupération de l'or. Par conséquent une grande consommation de cyanure engendre ainsi une grande production de déchets notamment les caisses qui sont des déchets volumineux. Concernant les huiles usées, elles occupent la seconde place avec 31.5% de la quantité totale. En effet ces huiles sont produites lors de la révision ou de la maintenance des engins de transport et des machines. Etant donné que la mine dispose de nombreux engins de transport et de machine, ceci explique le résultat obtenu. Pour les métaux avec 27.1%, une grande partie provient aussi de la maintenance des engins de transport et des machines et le reste est considéré comme des emballages tels que les futs métalliques, les cannettes, les boites de conserve...etc.

Les plastiques occupent la 4^{ème} position avec 19%. Il s'agit en général des déchets tels que les futs plastiques, les bidons, les bouteilles et les sacs, les sachets, les pneus, et les tanks brisés. Les palettes en bois représentent 8.8%. Ils sont utilisés comme support pour stocker les produits en particulier les produits dangereux. Quant aux déchets putrescibles et cartons et papiers et pneus, Leurs proportions sont avoisinantes de 2%.

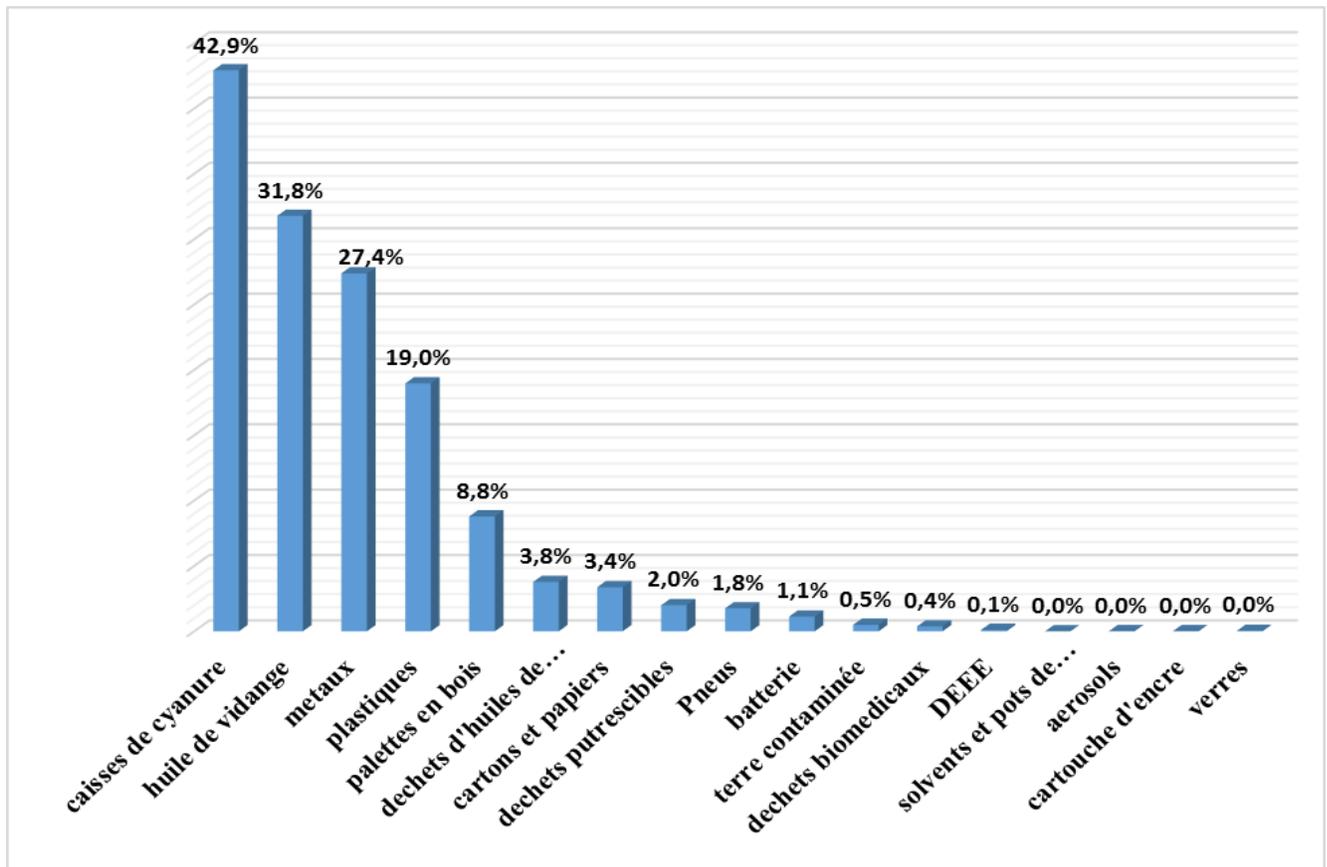


Figure 5: les différentes catégories de déchets solides

1.5.3 Filière de traitement des déchets

La figure 5 montre les différents modes de traitement pratiqués à la décharge. En observant, on constate que les déchets stockés sont les plus nombreux représentant 41% du gisement tandis que les déchets vendus (faisant l'objet de valorisation matière) sont à 37% et les déchets incinérés à l'air 22%. En effet les déchets stockés sont constitués en grande partie des déchets inorganiques notamment tous les déchets plastiques exceptés les futs plastiques de 1000 L en bon état, tous les métaux non ferreux exceptés les futs métalliques de 200 L, les bouteilles en verre et une partie des déchets dangereux à savoir les DEEE, les batteries ainsi que les cartouches d'encre. Les déchets vendus sont la ferraille, les futs de 200L et 1000L. Les déchets d'hydrocarbures et les futs de 1000L et les huiles usés qui sont produits en grande quantité. Quant aux déchets brûlés à l'air libre, ils occupent un faible pourcentage et sont également composés des déchets putrescibles, des cartons, des papiers et des caisses de cyanure.

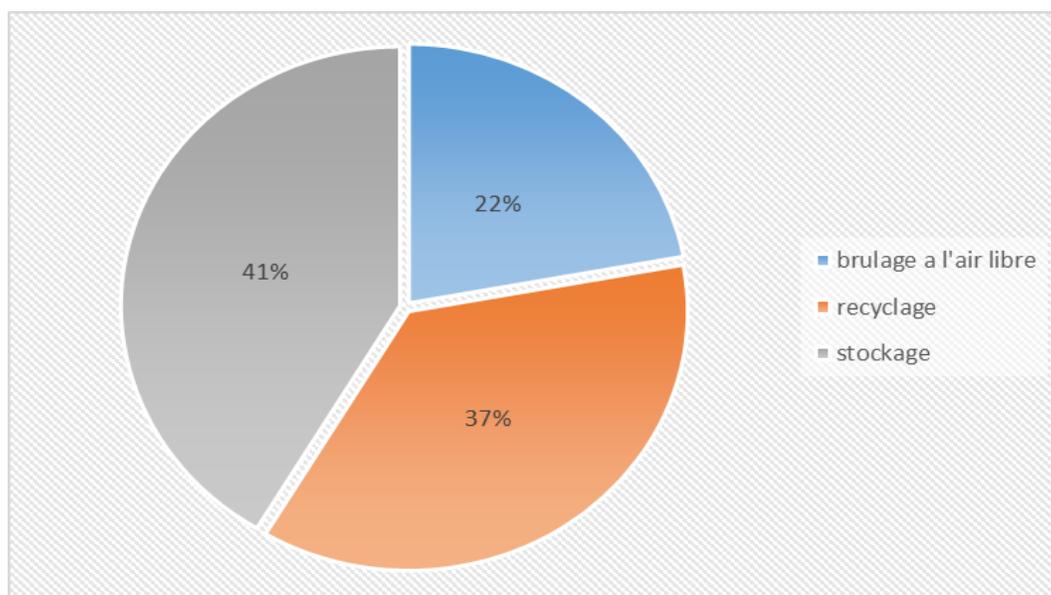


Figure 6: les différentes filières de traitement des déchets

2. Atouts et faiblesses du système de gestion des déchets solides

La protection de l'environnement reste une préoccupation majeure pour le département HSE. Malgré les efforts considérables déployés par le département HSE pour assainir leur environnement, il reste néanmoins des insuffisances au niveau de la gestion. Les atouts et les faiblesses observés lors la de gestion des déchets sont consignés le tableau 4

Tableau 4: Atouts et faiblesses

Système de gestion des déchets solides	Atouts	Faiblesses
Au niveau de la production	Tri à la base des déchets	<ul style="list-style-type: none"> • Le non-respect du tri par les employés • Certains fûts dégagent des odeurs nauséabondes • Mauvais stockage de certains déchets dangereux tels que les batteries ou les déchets souillés par les hydrocarbures • La vétusté des futs
Au niveau de la collecte et transport	Implication des employés et de prestataire dans la collecte des déchets solides banals	<ul style="list-style-type: none"> • Dégagement des odeurs nauséabondes lors du transport des déchets solides • Vétusté des engins • Accumulation des déchets
Au niveau du traitement	<ul style="list-style-type: none"> • Tri au niveau de la Décharge • Existence d'un incinérateur • Enlèvement des déchets souillés par un service prestataire • Don ou vente de certains déchets banals 	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvaise organisation des déchets dans la décharge • Absence de balance à la décharge • Mauvais conditionnement de certains déchets dangereux tels que ceux souillés par les hydrocarbures • Insuffisance de personnel • Incinération sauvage de certains déchets dangereux et non dangereux • Pas de filière de valorisation organique (compostage) ou valorisation énergétique • Enfouissement des résidus issus d'incinération sans une protection du sol • Stockage de certains déchets dangereux (les batteries, cartouches d'encre, les DEEE) • Difficulté liée à la distance pour certains recycleurs

3. Évaluation des risques liés à la gestion des déchets solides

3.1 Identification des risques

3.1.1 Pollution atmosphérique

Les déchets incinérés sont les palettes en bois, les végétaux, les restes alimentaires, les papiers, les cartons ainsi que les déchets de cyanure. Pourtant le brûlage des végétaux est une source importante de pollution car c'est une combustion très incomplète à l'air libre qui génère monoxyde de carbone (CO), du carbone pur (suie ou cendres), mais aussi de nombreux composés tels que les oxydes d'azote (NOx), les composés organiques volatils (COV), les particules fines (PM), et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Les émissions de NOx et de COV sont également à l'origine de la formation de l'ozone (O3) (Delphy, 2012). De même la combustion incomplète du bois peut rejeter dans l'atmosphère trois (03) gaz à effet de serre : le dioxyde de carbone, le méthane et le protoxyde d'azote (SAWERYSYN, 2012). Tous ces polluants sont néfastes pour la santé humaine et pour l'environnement.



Photo 8: brulage des déchets

3.1.2 Pollution du sol

La décharge de la mine reçoit les déchets dangereux comme les non dangereux. Tous ces déchets viennent à l'état brut au dépotoir. Le mauvais conditionnement des déchets d'hydrocarbures entraîne des fuites au niveau du sol impliquant ainsi une contamination du sol. Aussi, faut-il noter qu'il existe une décomposition de la matière organique lors du stockage des déchets dans les tranchées. Par conséquent le lixiviat qui en découle pollue le sol d'autant plus qu'il est chargé de germes pathogènes et de substances chimiques. Par ailleurs il faut noter le mâchefer issu de

la combustion des déchets biomédicaux contient des métaux tel que le plomb, le mercure ainsi que le cadmium ainsi une fois enfouis dans le sol sans aucune protection peut polluer le sol.



Photo 9: mauvais conditionnement des déchets contaminés par les huiles de vidange

3.1.3 Pollution de l'eau

Avec la saison pluvieuse, le ruissellement des eaux pluviales entraîne le lixiviat dans les eaux de surface entraînant une pollution de ces eaux. Aussi les hydrocarbures déversés sur le sol percolent dans la colonne de sol jusqu'à ce qu'ils atteignent la nappe phréatique ou qu'ils soient entraînés par les eaux pluviales. Une fois qu'ils ont atteint le plan d'eau, ils s'étendent sur sa surface, créant un film d'huile qui constitue une barrière mécanique pour les organismes et la faune et de plus les éléments toxiques contenus dans les hydrocarbures usés contribuent aussi aux dommages à l'activité biologique. D'après les observations, il a été constaté l'existence de deux (2) barrages situés non loin de la décharge environ 700m. Par ailleurs il faut noter qu'au sein de la mine, la source d'approvisionnement en eau potable est assurée par l'un des barrages. D'où la nécessité de mieux gérer les déchets à la décharge afin de protéger ces eaux.

3.1.4 Risques sanitaires

Les risques sanitaires proviennent en général de l'utilisation de matériel non adéquat, d'un manque de port d'EPI, d'un lieu de stockage non adéquat. On peut citer entre autre les risques toxiques liés à la toxicité des déchets produits et des produits utilisés lors du traitement de ces déchets Industries chimiques ainsi que les risques biologiques liés au développement d'agents biologiques pathogènes suite à un mauvais stockage des déchets par exemple (contact avec l'humidité). Dans ce cas, la contamination peut se faire par voie respiratoire (aérosols), cutanée ou muqueuse (contact direct), digestive (défaut de lavage des mains)

3.2 Analyse préliminaire des risques

Le tableau 5 fait le récapitulatif de l'APR. Il intègre les volets tels les éléments à risque, les causes, les risques, les conséquences, la criticité du risque ainsi que les mesures existantes et les mesures préventives.

Gestion des déchets solides dans la mine d'or de Tongon en Côte D'ivoire

Tableau 5: évaluation des risques

	Elément de danger	Risques	Critère d'évaluation		Score de criticité	Observation		Mesure existante	Mesure préventive
			G	P		G*P	Causes		
Collecte	Bacs de stockage	Fuite (infiltration de substances toxique)	3	3	9	Non renouvellement du matériel	Pollution du sol, de l'eau	Disponibilité de bacs non couverts	Mettre à la disposition du personnel des bacs avec couvercle
		Dégagement d'odeur nuisible	3	2	6	vétuste	Désagrément pour les employés (odeur...)		
		Sous-produit toxique	3	1	3	Bacs non conforme			
		Détérioration du matériel (corrosion)	2	3	6	Bacs non couverts	Atteinte à la sante des employé		
		Déversement des déchets	2	3	6	Mauvaise collecte			
		Démangeaison	2	2	4				
		Risque de contamination avec les produits chimiques	3	2	6	Non-respect du port d'Equipement de Protection Individuel			
		Nuisance visuelle	2	3	6				
		Risques d'infection	3	2	6				

Gestion des déchets solides dans la mine d'or de Tongon en Côte D'ivoire

		liés au développement d'agents biologiques pathogènes				(EPI)			avantages du tri et de la bonne gestion des déchets
		Eaux pluviales dans les bacs	3	2	6				Surveiller l'état des EPI Surveiller l'état de la
		Prolifération des mouches	3	2	6				collecte Mettre des bacs
Transport	Engins de transport	Panne, Fuite	3	2	6	Utilisation du matériel non adapté Non renouvellement du matériel vétuste	Ramassage inapproprié Contamination du sol	Réparation des engins	adaptables Assurer un entretien périodique du matériel de travail et révision des véhicules, Organiser la décharge tout en construisant des
Traitement	Tranchée ou trou excavé	Pollution de l'air	3	3	9	Dégagement de fumée lors du brulage a l'air libre des déchets biodégradables, des palettes	Atteinte à la sante des employés et de la population aux environs (trouble respiratoire,		compartiments pour chaque type de déchets afin de faciliter l'enlèvement de ses déchets par les entreprises et aussi pour éviter de contaminer les
		Pollution du sol	3	3	9				
		Pollution des eaux	3	2	6				
		Création de sous-produit	3	1	3				

Gestion des déchets solides dans la mine d'or de Tongon en Côte D'ivoire

	Dégagement d'odeur toxique	3	1	3	en bois Et certains déchets dangereux	irritation des yeux.)		déchets non dangereux par les déchets dangereux
	Mélange des déchets dangereux au non dangereux	3	3	9	Enfouissement des mâchefers Ecoulement de la lixiviation avec les eaux pluviales	Contribution à l'effet de serre Dégradation de la qualité des eaux, du sol		Construire une surface bétonnée pour le stockage des déchets d'hydrocarbure Assurer un entretien périodique de l'incinérateur
Incinérateur	Panne de l'incinérateur	3	2	6	Vétuste de l'appareil Mauvaise manipulation	Augmentation des déchets dangereux	Réparation	Envisager un compostage pour les déchets biodégradables Réduire le cout des déchets pour qu'il ait plusieurs preneurs de déchets
Conteneur	Création de sous-produit	3	1	3	Manque d'entretien	Pollution du sol		Surveiller les agents du transport lors du dépôt des déchets à la décharge
	Fuite	3	2	6	Mauvais stockage Vétusté			

3.3 Hiérarchisation des risques

De l'exploitation de l'APR, une hiérarchisation des risques est faite. Cette hiérarchisation, illustrée par la figure 6, permet d'avoir une vision globale des risques et de faire une priorité pour le traitement. Dans un premier temps, les risques à gérer sont les risques vraiment critiques sur lesquels il faudrait porter une attention particulière. Notamment la pollution de l'air due au brûlage et au transport des déchets, la pollution des sols et le mélange des déchets dangereux au non dangereux. Dans un second temps, ce sont les risques qui rentrent dans la catégorie B ou il y'a nécessité de mener des actions pour les réduire au minimum. Il s'agit des risques dont la grille de criticité est comprise entre 5 et 8 tels que la pollution des eaux, la panne de l'incinérateur, la création des sous-produits, la prolifération des mouches, nuisance visuelle, dégagement d'odeur nuisible, risque chimique, biologique, eaux pluviales dans les bacs, infiltration de substance toxique, détérioration du matériel.

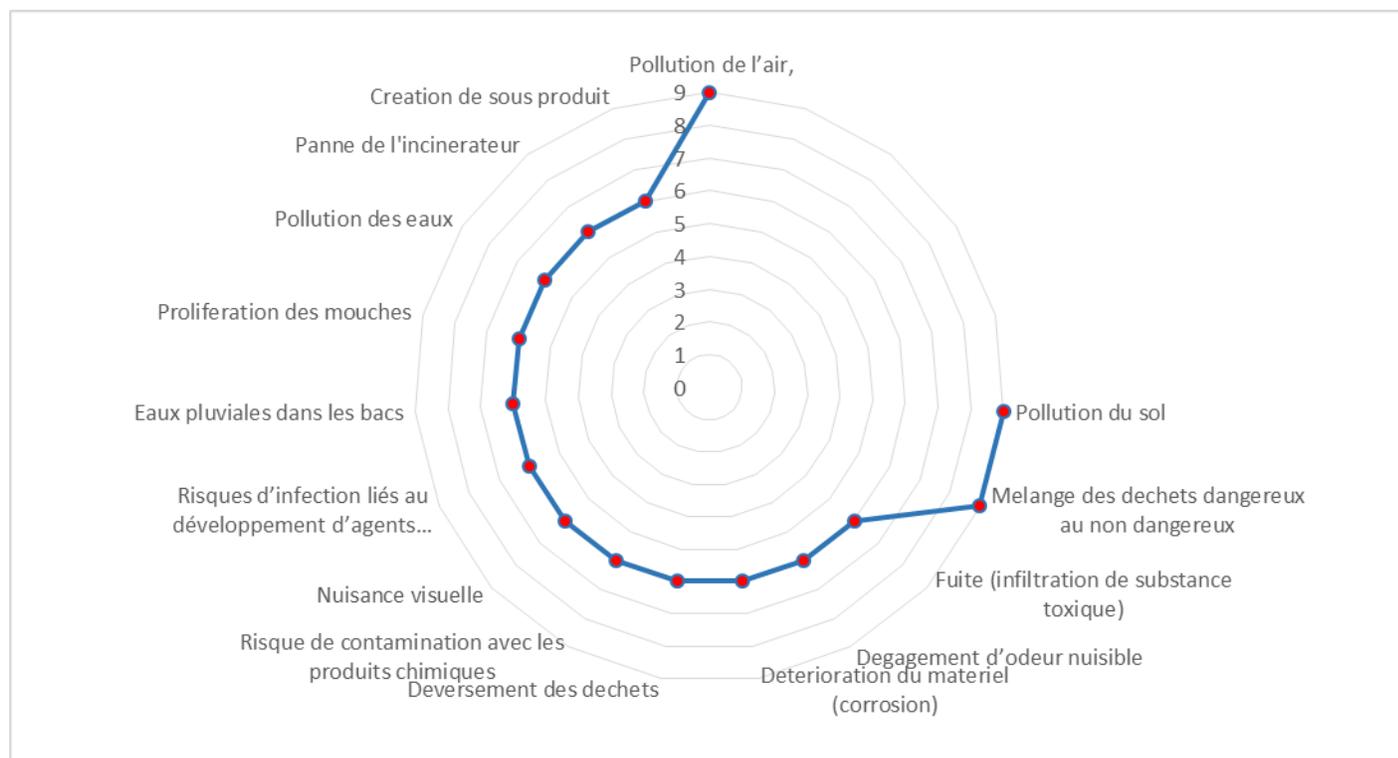


Figure 7: Hiérarchisation des risques

4. Proposition de mesure d'amélioration de la gestion des déchets solides de la mine

4.1 Plan de gestion des risques

Tableau 6: plan de gestion des risques

Objectif 1 : Réduire la pollution atmosphérique, des eaux et du sol d'ici le 31 décembre 2020							
Activités	Service responsable	collaborateurs	budgets	Source de vérification	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3
Installer un nouvel incinérateur	HSE	Le fournisseur, le ciapol	11000.000 FCFA				
Faire un suivi d'entretien pour l'incinérateur déjà existant	HSE	Le personnel		Fiche de suivi	X	X	X
Construire une surface bétonnée pour les déchets d'hydrocarbures	HSE	Le personnel		Rapport	X		
Faire une inspection dans chaque service	HSE	Les chefs des différents services		Rapport	X	X	X
Surveiller l'état de la collecte	HSE	Le personnel		Fiche de suivi	X	X	X
Construire des compartiments à la décharge pour séparer les différentes catégories de déchets	HSE	Le personnel		Observation sur le terrain	X		
Objectif 2 : Réduire les risques sanitaires							

Surveiller des EPI	HSE	Les agents de collectes et de traitements des déchets		Fiche de suivi	X	X	X
Former le personnel impliqué dans la gestion des déchets	HSE	Le personnel		Rapport	X		X
Mettre en place un dispositif de suivi de la santé du personnel (calendrier vaccinal, déclaration des accidents,...)	HSE	Le personnel		Rapport de suivi	X	X	X
Evaluer les pratiques du personnel sur le tri des déchets	HSE	Les représentants environnement		Fiche d'évaluation	X	X	X
Mettre les bacs avec couvercles	HSE	Les représentants environnement		Observation sur le terrain	X	X	X
Objectif 3 : Améliorer la communication							
Faire des sensibilisations à l'endroit du personnel	HSE	Le personnel		Rapport	X	X	X
Organiser des rencontres avec les différents chefs et représentant environnement de chaque servie	HSE	Les chefs et les représentants environnement		Rapport	X	X	X

4.2 Compostage en andains des déchets organiques

Tableau 7: le potentiel de valorisation des déchets solides

Catégories de déchets	Valorisation matière	Valorisation organique
Putrescibles		X
Papiers	X	X
Cartons	X	X
Verre	X	
Pneus	X	
Métaux	X	
Plastiques	X	
Déchets dangereux		

Lors du compostage, il faut surveiller Les quatre points clés:

- la température : vérifiée que la température augmente bien ;
- l'humidité : vérifié qu'elle est suffisante, mais pas excessive (anaérobie) ;
- l'aération : remuée régulièrement ;
- le rapport C/N (carbone/azote) : vérifier que le rapport est au moins égal à 30 au début du compostage, ajouter du carbone si nécessaire (copeaux de bois, etc.).

NB : il faut noter que la mine de Tongon produit en moyenne 3 tonnes/mois de déchets organiques d'où en moyenne 44 tonnes/an.



Photo 10: compostage en Andains

4.2.1 Etude technique

Le mini compostage en andain consiste à placer un mélange de matières premières dans de mini tas étroits appelés andains qui sont remués(aérés) de façon régulière. Le protocole de traitement des andains se fait en deux phases : une phase d'apport des déchets d'une durée de 1 mois, et une phase de fermentation et de maturation de 4 mois. Les andains sont retournés avec des pelles tous les mois et demi, ce qui correspond à 4 retournements. C'est une technique qui est moins couteuse et qui permet aussi de produire une grande quantité de compost. Le centre de compostage se situera au sein de la décharge de la mine avec pour superficie totale de 184 m² comprenant une plateforme qui servira à produire le compost, ensuite un hangar pour la main d'œuvre et enfin un magasin pour le stockage du compost et des matériels.



Photo 11: plan de situation du centre de compostage

Il faut noter que la production annuelle des déchets putrescibles de la mine est de 44 Tonnes /an. Etant donné que le compost est produit en moins de 4 mois, nous allons dimensionner la plate-forme avec la quantité de déchets putrescibles produite pendant cinq (05) mois qui vaut en moyenne 15 tonnes afin de faire un cycle. Selon (BAGNIOU, 2018) pour composter une (01)Tonne de déchets putrescibles, il faut une surface de 4 m². Ainsi en appliquant la règle de trois on a :

- 1 tonne de déchets putrescibles → 4 m²
- 15 tonnes de déchets putrescibles → 60 m² pour plus de précaution nous allons prendre 80 m²

Tableau 8: les Infrastructures

Infrastructures	Surfaces (m ²)
Plate-forme	80
Hangar	4
Magasin	100
total	184

4.2.2 Etude économique

Tableau 9: cout estimatif

Composantes	Quantité	Prix unitaire FCFA	Valeur FCFA
Génie civil			
Magasin	100 m ²	3000.000	3000.0000
Hangar	4 m ²	100.000	100.000
Plates-formes	80m ²	500.000	500.000

Equipements			
Tamis	1	26000	26000
Pelles	2	6000	12000
Tuyaux	100 m	7500/20m	37500
Brouettes	1	35500	35500
Thermomètres	1	4800	4800
Bâches (10)	40m ²	1300 FCFA / m ²	52000
Total	–	–	3.767.800 FCFA

Pour la réalisation un centre de compostage en andains au sein de la mine, il faudra une surface de 184 m² avec un cout d'investissement de **3.535.800 FCFA**.

Ainsi une fois le compost obtenu, il sera vendu auprès des agriculteurs. Le prix d'un sac de 50 kg sera fixé à 1000 FCFA.

4.3 L'installation d'un nouvel incinérateur

Le brulage à l'air libre des déchets est interdit en particulier les déchets dangereux selon l'article du code de l'environnement. Ainsi la mine devra faire le choix entre installer un nouvel incinérateur ou engager un service prestataire pour éliminer ces caisses de cyanure. L'installation d'un nouvel incinérateur sera plus bénéfique pour la mine en ce sens que le traitement des déchets dangereux par un prestataire s'avère très couteux.

Par exemple l'entreprise ENVIPUR avec laquelle la mine soustraite élimine les déchets dangereux à 450 FCFA/ kg, or les caisses de cyanure vaut en moyenne 600 tonnes/an. Par conséquent la mine devra payer une somme de 27.000.000 FCFA sans les frais de transport qui sont aussi à leur charge. En revanche l'installation de l'incinérateur vaut 11000.000 FCFA (Alibaba.com) avec pour combustible l'huile de vidange traité. Il peut produit une chaleur de 1500 degré et est capable de détruire 500kg /h. Par la suite, la mine peut faire une économie de 21000.000 FCFA. De plus, on peut aussi incinérer les déchets plastiques, et biomédicaux. En conclusion cet incinérateur sera plus bénéfique à la mine car il permet non seulement de réduire certains déchets mais aussi il est économique du point de vue entretien.



Photo 12: incinérateur macroburn

4.4 Recyclage des cannettes

Les boîtes de cannettes peuvent être recyclées auprès des forgerons de la communauté locale pour en faire des ustensiles de cuisine tels que les marmites, les seaux, les louches, ...etc. le kilogramme de cannette sera vendu à 100 CFA.



Photo 13: valorisation des boîtes de can

4.5 Propositions de filières de valorisation de certains déchets inorganiques

La grande majorité des déchets produits par la mine ont pour traitement final le stockage, hormis les déchets organiques et certains déchets dangereux qui sont incinérées, mais sans récupération d'énergie sous forme de chaleur. Néanmoins les futs métalliques de 200L, les futs

plastiques de 1000L, la ferraille, les huiles usées et la graisse sont valorisés, mais ces derniers ne représentent que 37% de la quantité totale des déchets. Or il est possible de réutiliser au sein de la mine certains déchets tels que les pneus, les bouteilles ainsi que les bidons.

La réutilisation des pneus : on peut se servir des pneus pour en faire des escaliers au niveau des barrages de boues. Le principe consiste à remplir le creux des pneus avec du sable et de les superposer les uns sur les autres comme le montre la photo 11 et aussi étant donné qu'au sein de la mine existe le reboisement, d'où ils peuvent être aussi utilisés pour décorer ses arbres comme on peut le constater sur la photo



Photo 15: le réemploi des pneus a la mine

Les bouteilles en verre : La figure 11 montre que les bouteilles peuvent être réutilisées au sein de la mine pour délimiter les pistes des différents passages et aussi pour entourer les espaces verts. Le principe consiste à remplir les bouteilles avec du sable puis enfouis une partie de la bouteille dans le sol et enfin les placer une après l'autre.

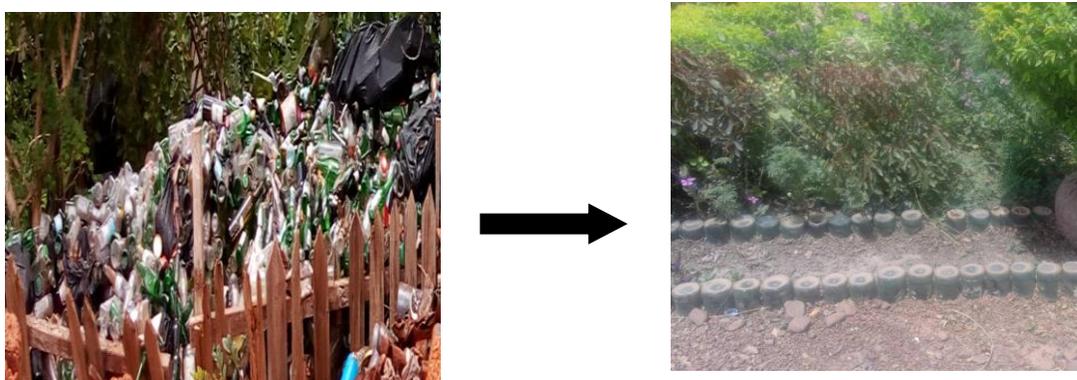


Photo 16: valorisation des bouteilles

Les bidons peuvent être réutilisés à la pépinière pour l'ensemencement des plants comme on le constate sur la photo 17.



Photo 17: valorisation des bouteilles en plastique

CONCLUSION

La gestion actuelle des déchets solide au sein de la mine de Tongon présente des insuffisances malgré les efforts déployés par le service environnement du département HSE. La distance éloignée de la mine et le traitement très couteux des déchets dangereux en sont la cause. La présente étude a pour objectif général de contribuer à l'amélioration du système de gestion des déchets solides de la mine de Tongon

Le diagnostic a permis de se rendre compte que la gestion des déchets solides au sein de la mine connaît des atouts comme la disponibilité du matériel de conditionnement, l'implication du personnel, un service prestataire pour le transport, l'existence de tri à la source, l'existence d'un incinérateur pour les déchets cliniques, des filières de valorisation tel que la valorisation matière. Cependant, force est de constater que cette gestion a des insuffisances à savoir le non-respect du tri à la source, le brûlage à l'air libre de certains déchets notamment les palettes en bois, les caisses de cyanure, les déchets biodégradables, le mauvais conditionnement des déchets d'hydrocarbures et aussi une mauvaise organisation des déchets à la décharge. Une caractérisation des déchets faite pendant l'année 2017 a révélé que la structure produit deux (2) types de déchets, les dangereux et les non dangereux. De plus les déchets stockés sont les plus nombreux. Une défaillance dans la gestion est source de risques sanitaires et environnementaux. Le brulage a l'air libre et le mauvais conditionnement de certains déchets solides peuvent contribuer aussi à la dégradation de l'environnement tel que la pollution de l'air, du sol et de l'eau qui ont pour conséquence des effets néfastes sur la santé humaine.

Pour pallier aux différents risques observés dans la gestion des déchets solides, un plan de gestion des risques est proposé afin de minimiser les impacts négatifs qui sont l'objectif fixé par la mine. L'installation d'un nouvel incinérateur permettra non seulement de réduire le volume des déchets mais également de traiter la majeure partie de leurs déchets dangereux. Quant aux déchets biodégradables, ils feront l'objet de compostage pour produire le compost. De plus la mine peut elle-même valoriser certains déchets tels que les bouteilles en verre, les pneus usagés, les boites de canettes ainsi que les bidons d'eau.

Aux termes de cette étude, nous recommandons au service environnement de la mine de faire des inspections au niveau de chaque service pour observer le conditionnement des déchets, de faire des sensibilisation concernant le tri et le traitement des déchets afin que le personnel s'y

investisse plus, de toujours vérifier les équipements de protection individuelle des agents de collecte et de traitement, de mettre des bacs avec des couvercles afin de limiter les nuisances aux odeurs et enfin de faire la surveillance lors du dépôt des déchets à la décharge.

Comme perspectives, nous demandons à la mine de faire une analyse plus approfondie sur le compostage en déterminant les différents facteurs qui peuvent influencer sur la vitesse et la qualité de décomposition des déchets, de chercher des preneurs pour les déchets en particulier les DEEE et d'élargir leur SME.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AFIYO, M. (2011). Impacts de l'exploitation minière sur l'environnement et les collectivités locales dans la province du haut-ogoué : cas de la comilog a moanda (gabon).
- Aloueimine, S. . (2006). Méthodologie de caractérisation des déchets ménagers à Nouakchott (Mauritanie) : contribution à la gestion.
- Bagniou, D. (2018). Amélioration de la gestion des déchets solides de la mine de mana au Burkina-Faso.
- Banque Mondiale. (2003). Rapport sur le développement dans le monde 2003. développement durable dans un monde dynamique.
- Banque Mondiale. (2018). what a waste 2.0.
- DEBRAY, B. (1997). Systèmes d'aide à la décision pour le traitement des déchets industriels spéciaux.
- Delphy, R. (2012). L'interdiction du brûlage à l'air libre des déchets verts.
- Gbinlo, R. (2010). Organisation et financement de la gestion des déchets ménagers dans les villes de l'Afrique Subsaharienne.
- Gevalor,. (2015). Etude sur la valorisation des déchets organiques dans le District d'Abidjan en vue de la réduction des polluants climatiques à courte durée de vie.
- INERIS. (2010). Caractérisation des déchets industriels dangereux.
- KEITA, S. (2009). Aspects environnementaux liés au développement du secteur minier en Afrique de l'Ouest,.
- Ogou, S. (2017). Optimisation de la gestion des déchets solides ménagers en milieu urbain : cas de la ville de Dapaong au Togo.
- PNUE. (2010). Plan de Gestion des Déchets Dangereux pour le District d'Abidjan.

POULARD, F. (2017). Exploitation minière et traitement des minerais.

PSRDO-CER, & CEFEPRADE. (2010). RAPPORT DE L'ETUDE A.3.4 : TYPOLOGIE DES DECHETS EN VUE DE LA CLASSIFICATION DES DECHETS DE LA VILLE DE OUAGADOUGOU.

RADHOUANE. (2019). Initiative pour la Transparence dans les Industries Extractives ITIE Côte d'Ivoire.

SAWERYSYN, J.-P. (2012). LA COMBUSTION DU BOIS ET SES IMPACTS SUR LA QUALITÉ DE L'AIR.

ANNEXES

Annexe 1 : plan de gestion environnementale

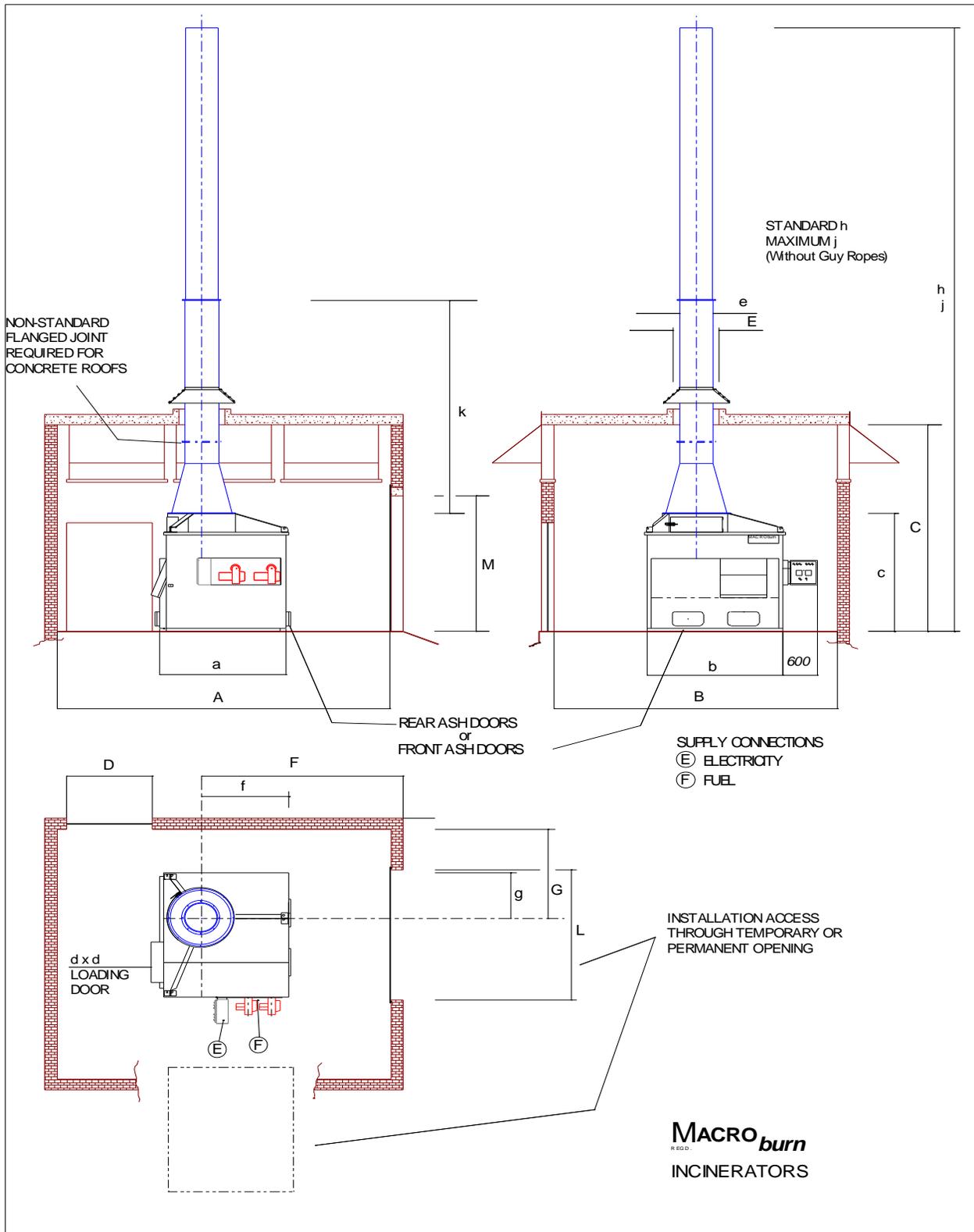


Annexe 2 : dimensionnement de l'incinérateur

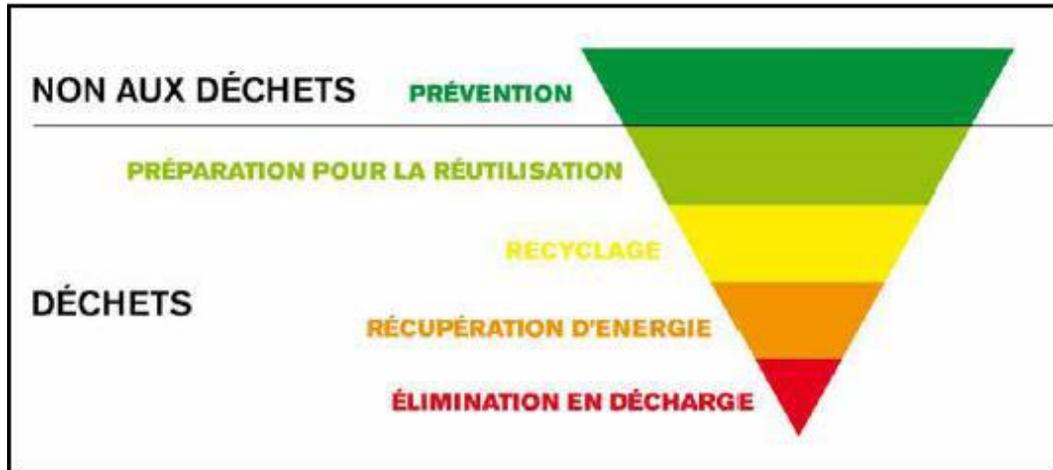
MACROburn

LEADING DIMENSIONS												
MACROburn SIZE		20	23	32	50	70	100	150	220	CREMATOR	330	500
<u>CASE DIMENSIONS</u>												
Length	a mm	1006	1006	1245	1440	1540	1740	2100	2470	2895	2940	3475
Width	b mm	1046	1046	1060	1410	1610	1820	2270	2570	2570	3000	3570
Height	c mm	1502	1502	1502	1625	1785	1985	2175	2545	2545	3010	3483
Loading Door	d mm	350	350	435	450	450	600	600	600	750	750	750
		x250	x250									
<u>CHIMNEY DIMENSIONS</u>												
Diameter		194	194	226	284	322	392	481	561	561	641	800
Location	f mm	532	532	725	870	940	1090	1415	1495	1495	1750	2065
Location	g mm	336	336	695	500	610	665	840	920	920	1500	1785
Standard Height	h mm	7200	7200	7200	9875	10035	11735	12175	12545	12545	13310	14455
Max. Height (No Guys)	j mm	7200	7200	7200	12800	13500	14000	15000	16000	16000	18000	21000
<u>CAPACITY DATA</u>												
Grate Hearth Area	m ³	0.25	0.25	0.3	0.56	0.68	0.93	1.4	1.91	2.27	2.71	3.72
Primary Volume	m ³	0.19	0.19	0.23	0.45	0.6	0.89	1.4	2.38	2.38	3.54	5.56
Secdy Volume (Total)	m ³	0.12	0.12	0.13	0.45	0.7	1.01	1.72	2.76	2.76	4.37	7.6
Incinerator Weight	kg	1500	1500	1600	2800	4000	5000	7250	11500	12000	16500	27500
Chimney weight (Std)	kg	101	101	101	330	395	560	670	760	760	1035	1315
<u>RECOMMENDED ROOM SIZES</u>												
Length	A mm	3500	3500	3500	4300	4600	5000	5700	6500	7000	9200	11000
Width	B mm	3550	3550	3550	4000	4200	4500	5000	5300	5300	5800	6500
Height	C mm	2800	2800	2800	2800	3100	3500	4000	4700	4700	5500	6400
Loading Door	D mm	1400	1400	1400	1600	1600	1800	1800	1800	1800	2000	2000
Flue Outlet Hole Dia	E mm	390	390	390	500	580	660	750	850	850	1000	1200
Flue Location	F mm	1450	1450	1450	1770	1840	2000	2400	2500	2500	4600	5200
Flue Location	G mm	1250	1250	1250	1400	1500	1660	1840	1920	1920	2500	2685
Access opening width	L mm	1400	1400	1400	1600	1800	2000	2400	2800	2800	3400	3800
Access Opening Height	M mm	2100	2100	2100	2000	2000	2200	2500	2900	2900	3400	3800
NOTE: The above dimensions are given as guidelines only. They are subject to change without notice												

Annexe 3 : plan de l'incinérateur



Annexe 4 : Exemple de mesure de prévention des DIS



Annexe 5 : quantification des déchets solides de la mine

Waste Categories	janv-17	févr-17	mars-17	avr-17	mai-17	juin-17	juil-17	août-17	sept-17	oct-17	nov-17	déc-17
dangereux (Tonne)	112,63	120,18	140,90	154,75	152,16	129,76	147,38	153,32	151,32	0,00	0,00	0,00
Organique(Tonne)	3,00	4,81	3,60	4,87	5,64	6,32	7,56	3,10	2,50	0,00	0,00	0,00
Inorganique (Tonne)	75,47	83,48	108,89	88,46	84,29	93,68	79,10	77,52	86,78	0,00	0,00	0,00
Total des générées(Tonne)	191,10	208,47	253,39	248,08	242,09	229,76	234,04	233,95	240,59	0,00	0,00	0,00
Waste disposal methods	janv-17	févr-17	mars-17	avr-17	mai-17	juin-17	juil-17	août-17	sept-17	oct-17	nov-17	déc-17
Incinerated (Tons)	52,13	58,69	71,46	90,93	90,62	95,15	71,49	74,61	72,31	0,00	0,00	0,00
Recycled (Tons)	134,25	126,30	159,29	144,02	193,95	126,65	169,02	245,16	240,59	0,00	0,00	0,00
Reused (Tons)	0,45	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00	1,60	0,51	2,86	0,00	0,00	0,000
Stored (Tons)	577,84	597,05	596,22	586,71	530,59	581,55	565,51	487,24	498,42	573,58	573,58	573,58
Total Wastes disposal (Tons)	186,84	184,99	230,75	234,95	285,09	221,80	242,11	320,29	315,75	0,00	0,00	0,00
Hazardous waste types	janv-17	févr-17	mars-17	avr-17	mai-17	juin-17	juil-17	août-17	sept-17	oct-17	nov-17	déc-17
Used oil	52 337,3	56 676,1	61 239,7	57 683,6	58 723,0	32 717,1	71 580,0	73 687,3	74 776,2	0,0	0,0	0,0
Grease	7 833,6	4 010,4	7 380,0	7 200,0	3 600,0	3 060,0	5 400,0	5 580,0	5 040,0	0,0	0,0	0,0
Used batteries - Car	108,7	145,0	72,5	126,8	199,3	145,0	90,6	126,8	199,3	0,0	0,0	0,0
Used batteries - Truck	72,0	264,0	168,0	120,0	168,0	96,0	144,0	264,0	144,0	0,0	0,0	0,0
Used batteries - Motbike	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
oil & grease rags	1 298,0	649,0	649,0	1 298,0	649,0	2 596,0	649,0	1 298,0	649,0	0,0	0,0	0,0
Fluorescent tubes - long	8,1	2,1	3,6	1,8	5,4	14,9	3,6	5,9	3,2	0,0	0,0	0,0
Fluorescent tubes - Court	8,7	2,6	1,4	3,4	1,5	0,6	4,1	5,2	1,9	0,0	0,0	0,0
Wood - CN box	49 995,0	57 090,0	69 465,0	88 275,0	88 770,0	91 080,0	69 465,0	72 270,0	70 455,0	0,0	0,0	0,0
Clinical waste	44,73	62,91	56,25	42,87	45,29	53,58	42,21	51,75	46,25	0	0	0
Solvents & Paints	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	0,0	0,0	0,0
Aerosols	0,0	32,4	19,4	0,0	0,0	0,0	0,0	32,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Contaminated soil	922,0	1 244,7	1 844,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Organic waste types	janv-17	févr-17	mars-17	avr-17	mai-17	juin-17	juil-17	août-17	sept-17	oct-17	nov-17	déc-17
Paper	152,0	152,0	228,0	380,0	152,0	228,0	304,0	76,0	76,0	0,0	0,0	0,0
Cardboard	220,00	385,00	275,00	385,00	495,00	550,00	660,00	275,00	220,00	0,00	0,00	0,00
Food	334,1	334,1	257,0	257,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vegetation	91,00	91,00	91,00	0,00	45,50	45,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wood - timber	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
wood - pallets	2 200,0	3 850,0	2 750,0	3 850,0	4 950,0	5 500,0	6 600,0	2 750,0	2 200,0	0,0	0,0	0,0
Inorganic waste types	janv-16	févr-16	mars-16	avr-16	mai-16	juin-16	juil-16	août-16	sept-16	oct-16	nov-16	déc-16
Leather - conveyors	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leather - textiles	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rubber - tyres - Truck (camion)	951,30	498,30	634,20	951,30	634,20	634,20	543,60	860,70	407,70	0,00	0,00	0,00
Rubber - tyres - Car (LV)	144,96	190,26	81,54	108,72	81,54	72,48	126,84	99,66	117,78	0,00	0,00	0,00
Rubber - Liners (mills)												
Glass - bottles	261,38	174,25	17,43	87,13	87,13	87,13	87,13	87,13	87,13	0,00	0,00	0,00
Glass - other	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plastic - lime bags	626,00	788,00	1062,00	1098,00	916,00	1176,00	1206,00	850,00	972,00	0,00	0,00	0,00
Plastic - Activated Carbon bags	48,00	48,00	80,00	60,00	100,00	108,00	0,00	0,00	48,00	0,00	0,00	0,00
Plastic - Lead Nitrate bags	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plastic - Caustic Soda bags	120,00	54,00	152,00	160,00	144,00	132,00	128,00	140,00	138,00	0,00	0,00	0,00
Plastic - Ammonium Nitrate bags	302,00	478,00	384,00	426,00	684,00	532,00	836,00	746,00	648,00	0,00	0,00	0,00
Plastic - drums (1000L)	16256,00	19776,00	34560,00	36864,00	27712,00	42176,00	23616,00	18688,00	23808,00	0,00	0,00	0,00
Plastic - drums (200L)	20,00	20,00	50,00	30,00	80,00	60,00	80,00	80,00	60,00	0,00	0,00	0,00
Plastic - drums (20L)	7,80	14,30	10,40	23,40	71,50	14,30	23,40	22,10	55,90	0,00	0,00	0,00
Metal - Nonferrous	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Metal - cans	76,50	76,50	76,50	38,25	76,50	76,50	76,50	38,25	38,25	0,00	0,00	0,00
Metal - Cables	507,52	425,60	480,00	30,96	219,70	180,48	253,96	320,00	160,00	0,00	0,00	0,00
Metal - drums (200L)	6174,00	6084,00	7344,00	6624,00	6696,00	3564,00	8298,00	8532,00	8532,00	0,00	0,00	0,00
Metal - Liners (Crushers) long	11050,00	17680,00	15470,00	15470,00	11050,00	11050,00	11050,00	11050,00	17680,00	0,00	0,00	0,00
Metal - Liners (Crushers) court-ouv	6768,00	9024,00	17680,00	17680,00	17680,00	17680,00	15470,00	15470,00	17680,00	0,00	0,00	0,00
Metal - Liners (Crushers) court+ouv	7290,00	7290,00	7290,00	7290,00	7290,00	7290,00	4860,00	4860,00	8505,00	0,00	0,00	0,00
Metal - other	24868,48	20854,40	23520,00	1517,04	10765,30	8843,52	12444,04	15680,00	7840,00	0,00	0,00	0,00

