



**CONTRIBUTION A L'AMELIORATION DE LA GESTION DES
DECHETS SOLIDES DANS LES MINES AU BURKINA-FASO :
CAS DE LA MINE DE MANA**

**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
DIPLOME D'INGENIEUR 2iE AVEC LE GRADE DE MASTER
DANS LA SPECIALITE EAU ET ASSAINISSEMENT**

Présenté et soutenu publiquement le [Date] par

Dorcas Manglibè BAGNIOU

Travaux dirigés par :

Dr Marie SAWADOGO, Enseignante-Chercheuse à 2iE

P. Igor W.K. OUEDRAOGO, Enseignant-Chercheur à 2iE

M. Natty Nattoye KPAI, Ingénieur de recherche à 2iE

Laboratoire de Biomasse Energie et Biocarburants (LBEB)

M. Jean-Noël NIKIEMA, Technicien au Service Environnement (SEMAFO B.F SA)

Jury d'évaluation du stage :

Président : **Prénom NOM**

Membres et correcteurs : **Prénom NOM**

Prénom NOM

Promotion [2016/2017]

CITATION

« *Rien n'est plus stimulant que de se surprendre soi-même* » **Steve Martin**

DEDIDACE

Ce mémoire est dédié :

- Au **Seigneur tout-puissant** pour ses innombrables grâces dans ma vie,
- A mon père **M. Koffi BAGNIOU** merci infiniment pour tous les sacrifices consentis pour moi, reçois ici l'expression de ma profonde gratitude, de mon amour, et de mon respect,
- A ma Mère **Mme Pitalounani AGNIOU** qui de par son dévouement, ses précieux conseils et par son soutien infaillible, n'a jamais cessé de croire en moi, trouves-en ce mémoire l'expression de mon respect et de ma reconnaissance,
- A ma tante chérie **Mme Passimzoué AGNIOU**, et à son mari **M. Kossi GNEYOU**, à tous mes oncles et tantes qui m'ont toujours soutenue et épaulée dans la vie ainsi que tout le long de mon cursus scolaire,
- A mon grand frère Chéri, **Sosso Stéphan BAGNIOU** je te souhaite du succès et bonheur,
- Enfin à tous mes cousins, amis et personnes qui me sont chers.

REMERCIEMENTS

Il m'est impossible de commencer ce mémoire sans exprimer ma profonde gratitude,

A **l'Éternel des armées**, qui malgré nos imperfections ne cesse de nous couvrir ma famille et moi d'amour et de bonté. Soit honoré, loué et glorifié à jamais.

Qu'il me soit également permis d'adresser cette même gratitude à mes encadreurs, le **Dr Marie SAWADOGO**, Enseignante-Chercheuse à 2iE, **P. Igor W.K. OUEDRAOGO**, Enseignant-Chercheur à 2iE, et **M. Natty Nattoye KPAI**, Ingénieur de recherche à 2iE. Ils ont incessamment su répondre à mes diverses préoccupations, avec patience et bienveillance. Je suis honorée par la confiance qu'ils m'ont accordée et sans eux la possibilité d'effectuer ce stage n'aurait pas été. Sans eux, ce mémoire n'aurait certes jamais existé. Pour toutes ces raisons et beaucoup d'autres encore qu'il me serait difficile d'étaler ici, recevez des bénédictions infinies qui vous combleront, au-delà même de vos attentes.

Mes remerciements vont aussi à l'endroit du personnel entier de la société minière **SEMAFO BF S.A**, qui m'a fourni accueil, assistance et disponibilité tout au long de mes travaux. De manière spécifique je tiens à remercier,

M. Mamoudou OUEDRAOGO, responsable du service Environnement de SEMAFO BF SA
M. Jean-Noël NIKIEMA, technicien au service Environnement de SEMAFO BF S.A, et mon encadreur sur le site de SEMAFO BF S.A Mana.

M. Oumar SAWADOGO, technicien au service Environnement de SEMAFO BF S.A pour le temps qu'ils ont su m'accorder malgré leurs multiples occupations, pour ce cadre convivial et fort enrichissant qu'ils ont créé pour le bon déroulement de mon stage, et pour leur grande bienveillance à mon endroit. Je vous suis infiniment reconnaissante et que DIEU vous comble d'abondantes grâces de joie et de santé.

J'exprime aussi ma reconnaissance à l'équipe dynamique et très disponible du **LPCE** sans laquelle ces travaux n'auraient pu aboutir, je pense au professeur **Antoine BERE** et à son doctorant **M. Kayaba HARO**.

Je n'oublie pas tous les professeurs, en particulier **M. Sidibé SAYON**, **M. Séverin TANOH** et **M. Giraude ADEOSSI** qui m'ont soutenu en me prodiguant de précieux conseils. A tous mes collègues et amis qui ont lu et corrigé ce mémoire, à toutes ces personnes qui m'ont agréablement marqué durant mon séjour au Burkina à tous, et à chacun, je dis sincèrement,

Merci, barka, n'labalè, akpé.

RESUME

Dans un contexte de développement durable, il convient de faire en sorte que la production, de même que l'exploitation des biens se fassent dans le souci de limiter les impacts sur l'environnement. C'est en ayant à cœur ce souci que la société minière SEMAFO BF S.A/Mana a commandé une étude diagnostic de son système de gestion des déchets solides afin d'en relever les insuffisances pour corrections. En effet pour ces travaux il a été mené un diagnostic de la gestion des déchets révélant l'existence d'une politique en la matière conforme à la législation Burkinabé, mais avec des insuffisances au niveau de la précollecte, de la collecte et du traitement des déchets solides une fois ramassés. Dans le cadre de cette étude il a été mené une quantification du gisement des déchets solides révélant qu'il est produit 8 606,59 kg de déchets solides à la mine de Mana. Ensuite il a été fait deux grandes campagnes de caractérisation des déchets solides en saison sèche et en saison humide se basant sur le MODECOMTM (mode de caractérisation des ordures ménagères) de l'ADEME. Les déchets solides ont été triés selon des mailles de diamètres respectifs 100mm, 20 mm. Il a donc été obtenu en saison sèche, des proportions de 81% pour les gros, 16% pour les moyens et enfin 3% pour les éléments fins. Dans le même ordre, en saison humide il a été obtenu en 76% pour les gros, 19% pour les moyens et 5% pour les moyens. Les déchets les plus représentés sont les cartons, les textiles, les composites et les plastiques. En définitive il a été retenu la valorisation matière laquelle est mieux adaptée pour la gestion des déchets solides produits par la mine de MANA.

Mots clés :

1- Caractérisation

2- Déchets solides

3- Gestion

4- Valorisation

ABSTRACT

In the context of climate change and sustainable development, we must protect our environment effectively by finding ways and means to do so, and by actively involving all stakeholders (government, population, business leaders, economic operators, etc.). It is with this concern in mind that the mining company SEMAFO BF SA has requested a campaign to characterize its non-mineral solid waste in the dry and wet season. These two seasons, due to the non-negligible influence of the climate on the composition of solid waste. This work proposes to quantify the solid waste present on the site and with the results, to organize and carry out these characterization campaigns based on MODECOMTM (mode of characterization of household refuse) of ADEME French agency. According to MODECOMTM, the waste will be sorted according to mesh sizes of 100mm, 20mm, then by thirteen (13) main categories and thirty-nine (39) sub-categories. This operation made us get in the dry season, proportions of 81% for the wholesale, 16% for the average and finally 3% for the fine elements. In the same order, in the wet season, 76% were obtained for the wholes, 19% for the means and 5% for the means. This made it possible to determine the material recovery, being the best adapted for the management of solid waste produced by the MANA mine.

Key Words:

1- Characterization

2- Solid wastes

3- Management

4- Valorization

LISTE DES FIGURES

Figure 1:Site de SEMAFO BF SA à Mana.....9

Figure 2:Potence de pesée.....10

Figure 3:Equipements de protection11

Figure 4: Matériel de collecte des déchets11

Figure 5:Table de tri.....12

Figure 6: Mise à l'étuve des déchets12

Figure 7:Pluviométrie de Mana de 2008 à 2016.....13

Figure 8:Opération de quartage et tirage au sort du tas à prélever, a)numérotation dans le sens 1, b) numérotation dans le sens 2.....14

Figure 9:Tri manuel par catégories.....15

Figure 10:Les poubelles utilisés sur la mine.....19

Figure 11:Circuit de gestion des déchets solides de la mine de Mana20

Figure 12:Autres poubelles utilisées sur la mine.....21

Figure 13:Camion benne servant au ramassage des déchets solides21

Figure 14:Tri granulométrique Base vie24

Figure 15:Tri granulométrique de l'échantillon Usine25

Figure 16:Proportion par catégories des déchets de la mine et le bilan26

Figure 17:Tri granulométrique Base Vie27

Figure 18:Tri granulométrique Usine28

Figure 19:Tri par catégories des déchets de la Base vie.....29

Figure 20:Graphe du taux d'humidité par catégories de déchet en saison sèche30

Figure 21: Graphique du taux d'humidité33

Figure 22:Proposition d'un schéma d'amélioration du circuit de collecte des déchets solides sur la mine38

Figure 23: Principe du Vermicompostage.....40

Figure 24: Les objectifs du développement durable67

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Acteurs dans la gestion des déchets solides à la mine de Mana21

Tableau II: Forces et faiblesses du système de gestion des déchets solides sur la mine22

Tableau III: Pesées effectuées23

Tableau IV: Calcul du PCI en Saison sèche31

Tableau V: Masse volumique en saison sèche des déchets de la mine31

Tableau VI: Potentiel de valorisation des déchets solides de la mine en saison sèche32

Tableau VII: PCI des déchets solides avec éléments fins en saison humide33

Tableau VIII: Le PCI des déchets solides sans éléments fins en saison humide34

Tableau IX: Masse volumique en saison humide des déchets solides de la mine35

Tableau X: Calcul du potentiel de valorisation des déchets solides de la mine en saison humide 35

Tableau XI: Récapitulatif coût des solutions techniques41

Tableau XII: Coût des deux solutions techniques41

Tableau XIII: Proposition d'un programme de collecte des déchets solides sur la mine43

Tableau XIV: Classification détaillée des déchets non dangereux49

Tableau XV: Divers modes de caractérisation des déchets et guides afférents61

Tableau XVI: Résultats du tri par catégories en saison humide avec les éléments fins64

Tableau XVII: Résultats du tri par catégorie en saison humide sans éléments fins66

Tableau XVIII: Fiches de quantification des déchets67

Tableau XIX: Résultats du tri par catégorie en saison sèche68

TABLE DES MATIERES

CITATION	ii
DEDIDACE	iii
REMERCIEMENTS	iv
RESUME	v
ABSTRACT	vi
LISTE DES FIGURES	vii
LISTE DES TABLEAUX	viii
LISTE DES ACRONYMES ET ABREVIATIONS	xii
INTRODUCTION	1
I SYNTHSE BIBLIOGRAPHIQUE	3
1 Définitions du mot « déchet »	3
2 Cadre législatif de la gestion des déchets solides au Burkina-Faso	3
3 Classification des déchets	4
4.1 Les Déchets Non Dangereux (DND)	4
4.2 Les Déchets Dangereux (DD)	5
4 Les Méthodes de Caractérisation des déchets	5
5 Influence des saisons sur la composition des déchets	7
6 Valorisation des déchets	7
II MATERIEL ET METHODOLOGIE	9
1 Site de l'étude	9
2 Diagnostic de la gestion des déchets solides de la mine	9
3 Caractérisation des déchets solides	10
3.1 Gisement des déchets solides sur la mine	10
3.2 Les équipements de pesée	10
3.3 Les équipements de protection	10
3.4 Le matériel de collecte des déchets	11
3.5 Matériel de Tri	11
3.6 Matériel d'analyse du taux d'humidité	12
3.7 Application du MODECOM™	12
3.7.1 Adaptation du MODECOM™	12
3.7.1 La Constitution des tas : Phase1	13
3.7.2 L'Echantillonnage : Phase 2	13
3.7.1 Le Tri granulométrique : Phase 3	14
3.7.1 Le Tri par catégories et par sous-catégories : Phase 4	14
4 Évaluation du potentiel de valorisation des déchets solides	15

4.1	Analyse du taux d'humidité.....	15
4.2	Calcul de la masse volumique.....	16
4.3	Calcul du PCI.....	16
III RESULTATS ET DISCUSSION		18
1	Diagnostic de la gestion des déchets solides de la mine	18
1.1	Système de gestion des déchets à la mine de Mana	18
1.1.1	Le service Environnement de SEMAFO Mana	18
1.1.2	Politique Environnementale de SEMAFO Mana	18
1.1.3	Schéma du système de collecte des déchets	19
1.2	Matériel et équipement utilisé pour la gestion des déchets	20
1.3	Acteurs impliqués et leurs rôles en matière de déchets solides sur la mine	21
1.4	Forces et faiblesses	22
2	Caractérisation des déchets solides sur la mine	23
2.1	Gisement des déchets solides sur la mine	23
2.2	Composition des déchets solides en saison sèche.....	24
2.3	Composition des déchets solides en saison Humide	27
3	Évaluation du potentiel de valorisation des déchets solides en Saison sèche	29
3.1	Analyse du taux d'humidité.....	29
3.2	Calcul du PCI.....	30
3.3	Calcul de la masse volumique.....	31
3.4	Potentiel de valorisation	32
4	Évaluation du potentiel de valorisation des déchets solides en Saison humide.....	32
4.1	Analyse du taux d'humidité.....	32
4.2	Le PCI.....	33
4.3	La Masse volumique	34
4.4	Potentiel de valorisation	35
5	Analyse financière d'une filière de Compostage.....	39
5.1	Lombricomposteur	39
5.2	Mini plateforme en andain :	40
RECOMMANDATIONS		42
CONCLUSION.....		45
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....		46
WEBOGRAPHIE.....		48
ANNEXES		49
Annexe 1 : Classification détaillée des déchets non dangereux		49
Annexe 2 : Législation Burkinabé relative à la gestion des déchets solides au Burkina Faso		58

Annexe 3 : Divers modes de caractérisation des déchets et guides afférents	61
Annexe 4 : Résultats du tri par catégories avec et sans éléments fins en saison humide ...	64
Annexe 5 : Les Objectifs du développement durable	67
Annexe 6 : Fiches de quantification des déchets.....	67
Annexe 7 : Résultats du tri par catégorie en saison sèche	68

LISTE DES ACRONYMES ET ABREVIATIONS

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

ARGUS : Agence allemande de la Gestion de l'environnement

CEMAGREF : Centre National du Machinisme Agricole du Génie Rural, des Eaux et des Forêts

CEFREPADE : Centre Francophone de Recherches Partenariales sur l'Assainissement, les Déchets et l'Environnement

C.E.T : Centre d'Enfouissement Technique

CNC : Combustibles Non classés

CS : Collecte Sélective

DDD : Déchets Dangereux Diffus

DMA : Déchets Ménagers et Assimilés

DDE : Déchets Dangereux des Entreprises

DDM : Déchets Dangereux des Ménages

DEEE : Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques

DI : Les Déchets Inertes

DIB : Déchets Industriels Banals

DIS : Déchets Industriels Spéciaux

DTGD : Déchets Dangereux en Quantité Dispersée des artisans et commerçants

DS : Déchets Solides

DSM : Déchets Ménagers Spéciaux

EES : Evaluation Environnementale Stratégique

EIE : Etude d'impact sur l'Environnement

EPA : Environment Protection Agency

EPI : Equipements de Protection Individuel

EVPP : Emballages Vides de Produits Phytosanitaires

IBGE Institut Bruxellois de la Gestion de l'Environnement

INC : Incombustible Non classés

IRSTEA : L'Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture

LPCE : Laboratoire de Physique et de Chimie de l'Environnement

MODECOM : Mode De Caractérisation des Ordures Ménagères

NIE : Notice d'Impact sur l'Environnement

OMr : Ordures Ménagères résiduelles

ONG : Organisation Non Gouvernementales

PCI : Pouvoir Calorifique Inférieur

PCS : Pouvoir Calorifique Supérieur

PET : Polyéthylène Téréphtalate

PGES : Plan de Gestion Environnemental et Social

PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement

PPNU : Produits Phytosanitaires Non Utilisés

PSRDO-CER : Projet Stratégie de Réduction des déchets de Ouagadougou Création d'Emplois et de Revenus par des actions de collecte, de tri et de valorisation

PVC : Polychlorure de Vinyle

REMECOM : Réseau Européen de Mesures pour la Caractérisation des Ordures Ménagères

SEMAFO BF S.A : Société d'Exploitation Minière en Afrique de l'Ouest Société Anonyme

TIRU S.A : Traitement Industriel des Résidus Urbains

INTRODUCTION

D'une manière générale que ce soit pour se nourrir, se déplacer ou pour répondre à d'autres besoins les êtres humains à travers leurs diverses activités produisent des déchets solides. Cette production des déchets solides s'accroît avec la quête du progrès. Ainsi, le continent africain avec ses nombreux de pays en développement (P.E.D),est très touché par cette production croissante de déchets solides (Diabagate S., 2009).Ces réalités font de la gestion des déchets solides une problématique très actuelle de nos jours. Selon la Banque Mondiale (2012), la production des villes du monde est d'environ 1,3 milliard tonnes de déchets solides par an et cette quantité devrait passer à 2,2 milliards de tonnes de déchets solides en 2025. En Afrique sub-saharienne, la production de déchets est environ de 62 millions de tonnes par an (Ogou, 2017).Ce sont là des statistiques alarmantes qui requièrent des actions efficaces et durables pour protéger l'environnement car les déchets solides produits constituent un réel danger pour la santé humaine, lorsqu'ils sont mal gérés.

Au Burkina-Faso pays de l'Afrique occidentale engagé pour l'atteinte des objectifs du développement durable, la gestion des déchets solides bien qu'impliquant de nombreux acteurs reste limitée. En effet il est constaté des difficultés majeures dans l'élimination des déchets solides produits par les entreprises. Ces difficultés concernent plus les entreprises minières qui en plus de produire des déchets assimilables aux déchets ménagers, produisent également des déchets industriels qui sont pour certains dangereux.

A la SEMAFO B.F SA située à Mana, il existe un Plan de Gestion Environnemental et Social (PGES), qui inclus la gestion des déchets solides sur le site. Mais il existe encore des données manquantes concernant les déchets produits par la mine. Parmi ces données figurent le diagnostic de la gestion des déchets solides sur le site ainsi que leur caractérisation. Il faut noter que la caractérisation des déchets est un prérequis pour déterminer le mode de traitement le mieux adapté (Jung, 2013).Le diagnostic du système de gestion des déchets solides de la SEMAFO B.F SA permettra de faire ressortir les forces et les faiblesses du système afin d'aboutir à un plan de gestion des déchets solides adapté et surtout durable pour la mine. Il faut ajouter que la société minière SEMAFO BF SA, reconnaît la constante interaction de ses activités avec l'environnement. Ce mémoire se propose donc d'apporter une amélioration dans le mode de gestion des déchets solides adopté à Mana en menant après l'étude diagnostic, deux campagnes de caractérisation des déchets solides : une en saison sèche et l'autre en saison humide. La caractérisation des déchets solides a fait, l'objet de nombreuses d'études dans divers pays. En Afrique, il y a (Koledzi, 2011) au Togo, (Ben

Ammar, 2006) en Tunisie, et en Mauritanie (Aloueimine, 2006).L'ADEME (l'Agence française de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie) a également pour sa part menée de nombreuses campagnes des caractérisation en France et aussi en Guadeloupe. Plusieurs méthodes peuvent être suivis pour mener la caractérisation à savoir : la méthode ARGUS d'Allemagne, la méthode EPA d'Irlande, l'IBGE de la Belgique, et le MODECOM proposé par la France. Le MODECOM (mode ou méthode de caractérisation des ordures ménagères et assimilées), mis au point par l'ADEME en raison de sa simplicité et de son adaptabilité aux PED, été retenue pour ce présent mémoire.

L'objectif général de ce travail est de proposer un plan de gestion des déchets solides de la mine de Mana. De manière spécifique il faut :

- Faire une étude diagnostic de la gestion des solides
- Caractériser des déchets solides
- Évaluer les potentiels de valorisation
- Proposer un plan de gestion des déchets solides

Ce présent mémoire se subdivise comme suit :

- La synthèse bibliographique,
- Le matériel et la méthodologie employés,
- Les résultats et discussions,
- Les Recommandations et perspectives.

I SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1 Définitions du mot « déchet »

Selon le décret Wallon du 27 Juin 1996 relatif aux déchets on entend par déchet :« Toute substance ou tout objet dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se défaire »

Cette notion du déchet est partagée par le Burkina-Faso (loi N°006-2013/AN (art.4) portant code de l'environnement). Il existe aussi dans la littérature d'autres définitions pour un déchet en fonction des domaines de compétence et des spécialités (Wethe, 2006).

Selon (Wethe, 2006), les économistes définissent le déchet comme étant une matière ayant perdu sa valeur économique du point de vue de son détenteur à une date et un lieu donné.

Juridiquement, selon Wethe (2006), un objet devient déchet lorsque son détenteur décide volontairement de s'en débarrasser et le dispose en dehors de sa propriété.

2 Cadre législatif de la gestion des déchets solides au Burkina-Faso

La gestion des déchets à Ouagadougou est régie par un certain nombre de lois, et de textes selon (Mas and Vogler, 2006).

Au Burkina-Faso, il existe la loi **N°006-2013/AN** portant code de l'environnement adoptée le **02 avril 2013**. L'article 25 de cette loi, soumet toute activité susceptible d'avoir des incidences significatives sur l'environnement à l'avis préalable du ministre chargé de l'environnement, moyennant des études d'impact environnemental qui devront être menées par les responsables de ces activités. Aussi à l'article 49, la loi oblige tout producteur, importateur et distributeur de récupérer les déchets engendrés par l'exercice de ses activités. Il prévoit également des sanctions de suspension des activités du contrevenant concerné en cas de non-respect de ladite loi.

Il faut préciser que plusieurs politiques telles que la PNE (politique nationale en matière d'environnement) et la PNDD (politique nationale de développement durable) qui ont été adoptées en matière d'environnement et de développement durable respectivement en mars 2007 et en 2013 (**Tableau XIV**)

3 Classification des déchets

Il existe plusieurs écrits en rapport avec la classification des déchets : le « Recueil des concepts, définitions, indicateurs et méthodologies utilisés dans le Système statistique national » publié par (INSD, 2009) , de même que les décisions de la commission des communautés Européennes proposant une liste des déchets (CEE, 2000) , suivie de leurs nomenclatures (CEE, 2014). Il est donc difficile d'établir une classification universelle pour les déchets .

En effet les déchets sont classés selon les objectifs recherchés et selon l'intérêt des informations qui peuvent en être tirées (Alouimine, 2006). On peut donc avoir la classification des déchets en fonction de leur origine, en fonction de leur catégorie et même de leur nature. Malgré la difficulté que représente leur classification, elle n'en demeure pas moins une étape importante de l'étude des systèmes de gestion des déchets solides dans une localité donnée (Wethe, 2006).

Dans le présent document les déchets sont classés par critère de dangerosité conformément aux travaux de l'étude A.3.4 menée par (PSRDO-CER and CEFEPRADE, 2010). Elle se décline en deux principales catégories à savoir :

4.1 Les Déchets Non Dangereux (DND)

Ces déchets prennent en compte

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

Ils représentent pour (Gbinlo, 2010) une part inévitable du processus de consommation des ménages et se traduisent par la détérioration de la qualité de l'environnement naturel et de la santé publique.

Ce sont les déchets produits par les ménages y compris les déchets dits "occasionnels" tels que les encombrants et les déchets verts comme le montre le (*Tableau XIV*). 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 nettoyage 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.

- **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.

4.2 Les Déchets Dangereux (DD)

Ces déchets sont un danger pour la santé humaine et l'environnement .(PSRDO-CER et 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.

Il est nécessaire de préciser que les déchets solides qui font l'objet de ce travail sont les déchets non dangereux. Ils sont bien détaillés au (*Tableau XIV*).

4 Les Méthodes de Caractérisation des déchets

Il existe plusieurs moyens de gérer ses déchets (Augris et al., 2001) mais les meilleures méthodes de gestion passent par la caractérisation de ces déchets afin d'aboutir à des méthodes de gestion et de valorisation des déchets plus spécifiques et mieux adaptées. Les méthodes de caractérisation des ordures ménagères développées par divers pays à travers l'Europe (ADEME et al., 2014) sont les suivantes :

- ◆ La méthode ARGUS, développée en Allemagne: Ce protocole propose un tri en 13 catégories et 41 sous catégories(LPCE, 2017).
- ◆ La méthode EPA (Environmental Protection Agency), développée en Irlande. C'est une Caractérisation biannuelle, la taille de l'échantillon varie entre 1000 et 5000 kg (nombre de ménages, niveau social et type de collecte), le tri manuel sur 100 à 200 kg (brut) se fait en 13 catégories et en 55 sous catégories après homogénéisation et quartage. Cette opération est suivie d'une analyse chimique (LPCE, 2017).
- ◆ La méthode IBGE (Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement), développée en Belgique. Dans ce protocole trois (3) types de données sont exploitées : les unes fournies par les gestionnaires, les autres obtenues par modélisation et enfin des données obtenues expérimentalement (sacs jaune, bleus et gris)(LPCE, 2017).
- ◆ La méthode MODECOM (Mode De Caractérisation des Ordures Ménagères), développé en France par l'ADEME. C'est la méthode retenue dans le cadre de cette étude. C'est une méthode décomposée en cinq (5) principales opérations (ADEME, 2014).
- **Phase 1** : L'enquête préalable, permettant de recueillir l'ensemble des données nécessaires à l'organisation d'une campagne d'analyse.
- **Phase 2** : Le choix des bennes de collecte à échantillonner.
- **Phase 3** : La constitution des échantillons à trier.
- **Phase 4** : Le tri des échantillons en deux étapes :
 - 1ère étape : le tri des éléments grossiers.
 - 2ème étape : le tri d'une partie des éléments moyens.
- **Phase 5** : La réalisation d'analyses en laboratoire.

Un logiciel (sous disquettes) accompagnait le document (MODECOM™) et permettait de stocker les données recueillies au long des 5 opérations.

5 Influence des saisons sur la composition des déchets

En général avant d'appliquer le MODECOMTM, il est important de déterminer le caractère saisonnier (ADEME, 1993). En effet ce critère sert à identifier les périodes de fortes activités non ponctuelles et qui sont génératrices de grandes quantités de déchets.

Pour des collectivités situées en bordure de mer ou en montagne, il peut arriver que pendant les vacances ces lieux affluent de touristes. Ce fait entraîne une forte augmentation de la quantité de déchets produits et même une modification dans leur nature. En effet les touristes peuvent avoir des habitudes différentes.

Il faut considérer des échantillons qui représentent le comportement normal de la production des déchets solides c'est-à-dire hors événements exceptionnels (vacances, arrivées de touristes, fêtes et autres manifestations ponctuelles) parce que ces événements ne représentent pas réellement la production réelle des déchets au cours de l'année dans lesdites collectivités. Ces précautions permettent de s'affranchir d'un éventuel biais saisonnier (Wavrer et al., 2010).

Selon (Buenrostro O. and Bocco G., 2003), les DUS (déchets urbains solides) sont générés de façon continue en quantité croissante avec le développement des modes de vie des sociétés. Ils sont hétérogènes et leur composition quantitative varie beaucoup en fonction de l'espace (d'une société à l'autre, d'un pays à l'autre, d'une ville à l'autre, etc.) et du temps (jours de la semaine, jours atypiques (fêtes et autres), saisons (humide et sèche, etc.) (Aloueimine, 2006).

Dans le cadre de cette étude les événements ponctuels sont caractérisés par des départs pour congés ou des affectations de travailleurs à la mine. Il peut aussi s'agir d'activités ponctuelles nécessitant du personnel occasionnel engagé à la mine pour une courte durée.

Enfin les facteurs géographique, climatique, économique, racial, culturel social et démographique sont déterminants dans la quantité et la composition des déchets générés par une communauté donnée selon les auteurs (Warith M. et al., 2005).

6 Valorisation des déchets

Dans les pays en voie de développement (PED), les techniques de valorisation parties de pays industrialisés (où une seconde voire une troisième vie est donnée aux déchets) se sont implantées progressivement (Ngambi, 2015). La composition d'un gisement de déchets après caractérisation préalable, permet d'envisager différentes filières de traitement de déchets telles

que le compostage, la bio-méthanisation ou les traitements thermiques, etc. Ogou (2017). Ces déchets peuvent alors être examinées sur les plans de récupération matières et de valorisation énergétique (Jung, 2013).

- **Types de Valorisation**

On distingue trois types de valorisation (Cogetrad, 2016) :

La valorisation matière : C'est, utiliser une partie ou la totalité de la matière du déchet dans un nouveau processus de production (Ogou, 2017). Elle se définit également comme un moyen de traitement des déchets permettant leur réemploi, réutilisation ou recyclage.

- ✓ **Le recyclage matière et organique :** Les/l'un des matériaux du déchet, après transformation, devient la matière première d'un nouveau produit
- ✓ **Le réemploi :** Le produit usagé, après réparation ou remise à l'état neuf, est à nouveau utilisé pour le même usage ou un usage différent
- ✓ **La réutilisation :** Le produit est utilisé plusieurs fois pour le même usage

La régénération : Le déchet, après transformation, retrouve les mêmes caractéristiques physico-chimiques et peut être utilisé comme une matière vierge.

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.

Il existe également le procédé de récupération du biogaz issu des décharges. Le biogaz de décharge est produit de façon naturelle lors de la dégradation des déchets dont la décomposition anaérobie génère du méthane. Le captage et la récupération du biogaz de décharge permet de limiter l'impact environnemental de la décharge en terme de rejets toxiques. Il existe aussi la méthanisation des déchets organiques et des boues de station d'épuration.

La méthanisation est la transformation de la matière organique en méthane et gaz carbonique. Le méthane (biogaz) et le gaz carbonique seront utilisés pour produire de l'électricité, de la chaleur, du carburant, ou seront intégrés dans le réseau de gaz naturel.

II MATERIEL ET METHODOLOGIE

1 Site de l'étude

La Société d'Exploration Minière en Afrique de l'Ouest (SEMAFO), est une société canadienne basée à Montréal disposant d'un permis d'exploitation depuis mars 2007 suite au décret N°2007-144/PRES/PM/MCE/MFB/MEDEV/MECV du gouvernement Burkinabé. La mine de Mana est située dans la boucle du Mouhoun, dans la province des Balés. Elle est localisée à environ 250 kilomètres à l'ouest de Ouagadougou (**Figure 1**).

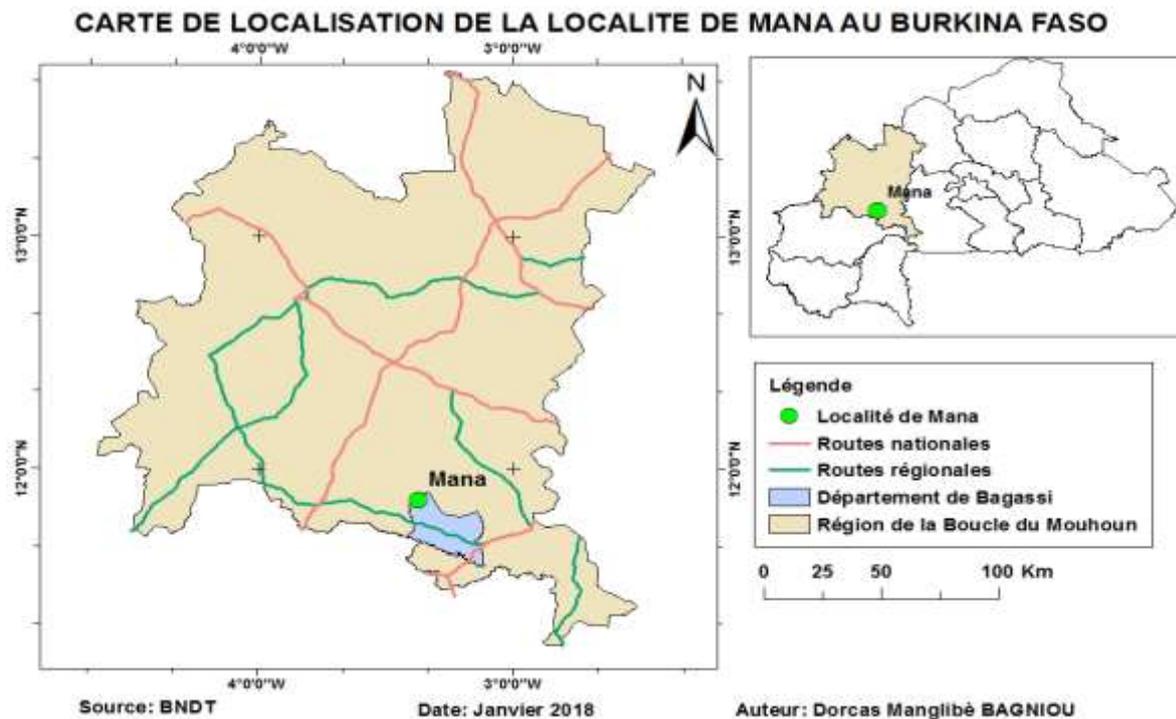


Figure 1: Site de SEMAFO BF SA à Mana

Selon le plan de gestion de l'environnement initial mine mana (SOCREGE, 2006), établi avant exploitation de la mine, Mana a un cumul pluviométrique annuel de 858,3 mm, ce qui le classe dans la zone de climat soudano sahélien. Les températures minimales oscillent entre 21,9°C et 27,1°C et les maximales entre 34,6°C et 40,2°C.

2 Diagnostic de la gestion des déchets solides de la mine

Pour mener à bien cette étude diagnostic, il a été effectué de nombreuses visites sur l'étendue du site minier suivies de collecte d'informations auprès du service environnement de la SEMAFO. Cette démarche a permis d'observer et d'obtenir le maximum d'informations en matière de gestion des déchets solides à Mana.

3 Caractérisation des déchets solides

3.1 Gisement des déchets solides sur la mine

Il existe deux principales sources de productions de déchets solides sur la mine. Ce sont :

- La Base-Vie : Elle regroupe les déchets assimilés aux déchets ménagers provenant des points d'hébergement et de restauration
- L'Usine : Elle rassemble les déchets assimilés aux déchets industriels non dangereux provenant des points de production et des services administratifs de la mine

3.2 Les équipements de pesée

La quantification consiste à évaluer de manière chiffrée la quantité totale de déchets solides produite sur le site minier de Mana. Pour ce faire il a été utilisé une potence en fer munie d'une balance ayant une capacité de 3 tonnes , deux(2) élingues pour accrocher les poubelles et deux (2) tire forts pour monter les poubelles les plus lourdes vers la balance (**Figure 2**). Cette quantification permet d'obtenir la production spécifique journalière de déchets solides sur la mine.



Figure 2:Potence de pesée

3.3 Les équipements de protection

Il est nécessaire lorsque des travaux de caractérisation sont menés sur un site minier de se munir d'équipements de protection pour prévenir un quelconque incident. L'usage de tenues TYVEK pour l'homogénéisation des déchets a également été requise. Les équipements de protection sont présentés dans la (**Figure 3**) ci-dessous.



Figure 3: Equipements de protection

3.4 Le matériel de collecte des déchets

La collecte des déchets ainsi que leur entreposage a été effectuée en usant des outils présentés à la (Figure 4).



Figure 4: Matériel de collecte des déchets

3.5 Matériel de Tri

Le tri granulométrique (Figure 5) a été effectué à l'aide d'une table de tri à double crible (ADEME, 1993) a été utilisé. Cette table dispose de trois auges en fonction de leur diamètres (d) :

- Le tamis supérieur (d=100mm),
- Le tamis intermédiaire (d= 20mm), et
- Le dernier tamis, non perforée de réception des fines (d <20 mm)



Figure 5:Table de tri

3.6 Matériel d'analyse du taux d'humidité

L'analyse du taux d'humidité contenu dans chaque catégorie de déchet a été effectuée grâce à une étuve chauffée à 105°C (**Figure 6**).



Figure 6: Mise à l'étuve des déchets

3.7 Application du MODECOM™

3.7.1 Adaptation du MODECOM™

La méthodologie MODECOM™, telle que proposée par l'ADEME est difficilement applicable à cause de sa cherté et sa lourdeur ;d'où la nécessité d'une adaptation (Nshimirimana, 2010). Les changements apportés se situent :

- A la phase 1 : à ce niveau l'enquête a été remplacée par une visite générale sur la mine permettant d'observer les diverses sources de production des déchets.
- A la phase 6 ou phase de traitement des données : au lieu du logiciel MODECOM c'est le tableur Excel qui a servi au traitement des données.
- A la mesure du PCI (Pouvoir Calorifique Inférieur) : en raison de la petite quantité des déchets prélevés, le PCI a été calculé avec la formule de (Usón et al., 2012).

La première campagne a été faite en saison sèche (mois de Mai) et la seconde en saison humide (mois Juillet) conformément au graphe de la (Figure 7) issu des données météorologiques de la station de Mana .

Les histogrammes portant la couleur grise représentent la période de la saison sèche au Burkina Faso. Cette saison sèche s’étend du mois d’Octobre à la fin du mois de Mai.

La saison humide au Burkina Faso, est représentée par les histogrammes en couleur bleue, elle commence au mois de Juin et s’achève en fin Septembre.

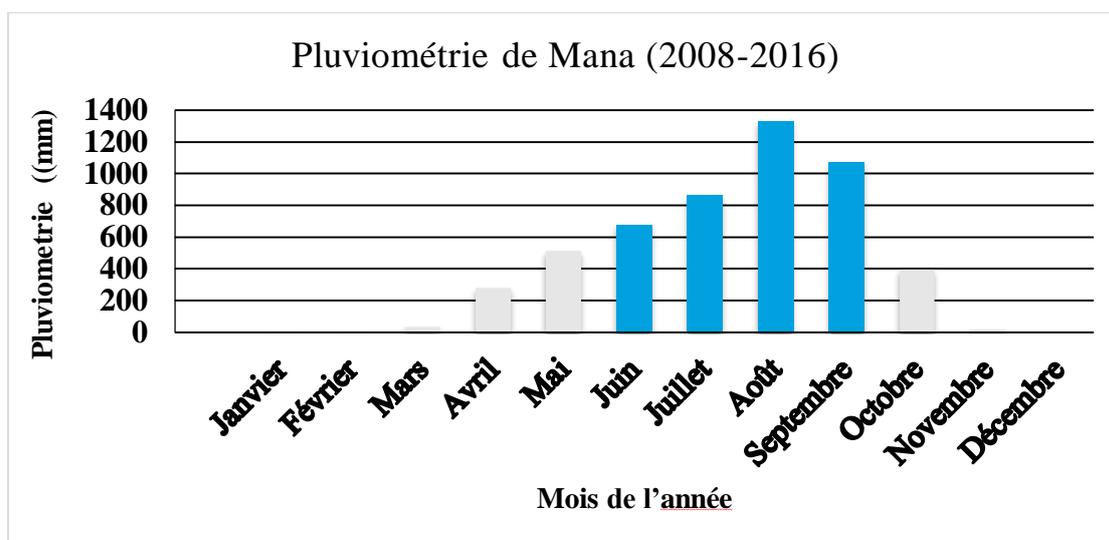


Figure 7:Pluviométrie de Mana de 2008 à 2016

Source : Service Météo de SEMAFO

3.7.1 La Constitution des tas : Phase1

Deux bâches ont été utilisées (Figure 4).

- La première pour les déchets provenant de l’Usine. Ce tas donnera les déchets de l’échantillon Usine
- La deuxième pour les déchets provenant de la Base-Vie. Il sera obtenu les déchets de l’échantillon Base-vie

3.7.2 L’Echantillonnage : Phase 2

L’échantillonnage se fait en deux phases :

- **Echantillonnage primaire** : Celui-ci permet d’obtenir une masse minimale pour chaque échantillon (Usine et Base-vie) de 500kg
- **Echantillonnage secondaire**

C'est l'opération de sous-échantillonnage ou encore quartage qui consiste à :

Homogénéiser la fraction à réduire en la pelletant sur elle-même, former une galette circulaire de 1.5m de diamètre environ ; à partager la galette en quatre quarts (**Figure 8**) et à choisir, au hasard, deux quarts opposés (1 et 3 ou 2 et 4).

Cette opération peut être répétée plusieurs fois jusqu'à obtention de la quantité recherchée (ADEME, 1993).

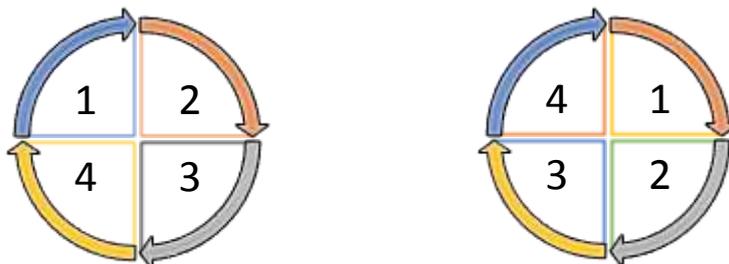


Figure 8:Opération de quartage et tirage au sort du tas à prélever, a)numérotation dans le sens 1, b) numérotation dans le sens 2

Cette opération donne un échantillon de poids minimal 120 kg trié par la suite (ADEME, 2014).

3.7.1 Le Tri granulométrique : Phase 3

Le criblage sert à obtenir des déchets en trois types de fractions qui sont triées respectivement comme suit :

- Les gros ($d > 100\text{mm}$).
- Les moyens ($d = 20\text{mm}$) et pour finir vient le tri
- Les fins ou fraction fine ($d < 20\text{mm}$).

3.7.1 Le Tri par catégories et par sous-catégories : Phase 4

En réalité le MODECOM suggère quinze (15) catégories. Cependant eu égard à sa complexité, il a été considéré dans le cadre de cette présente étude treize (13) principales catégories. En effet ici les fines ($d < 20\text{mm}$) mentionnées réunissent les **fines petites** et des **fines grosses**. L'opération de tri est illustrée par la (**Figure 9**).



Figure 9:Tri manuel par catégories

Le **tri par sous-catégories** consiste à effectuer le tri suivant les 39 sous catégories définies par l'ADEME. Cependant compte tenu du temps imparti cette dernière phase du tri n'a pas pu être effectuée dans cette présente étude.

4 Évaluation du potentiel de valorisation des déchets solides

Pour effectuer cette évaluation, on s'intéresse aux catégories de déchets concernées par chaque filière citée. L'évaluation des proportions obtenues pour chacune des filières de valorisation, permettra d'opter pour la filière la mieux adaptée (Wavrer et al., 2010) afin de l'intégrer dans la gestion des déchets solides de la mine de Mana. On s'intéresse également aux caractéristiques telles que le taux d'humidité, le calcul du PCI et la masse volumique de ces **déchets solides**.

4.1 Analyse du taux d'humidité

Les analyses du taux d'humidité et de la masse volumique ont été effectuées au Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement.

Le taux d'humidité a été déterminé par séchage dans une étuve à 105°C d'une masse de déchets allant de cent (100) grammes à dix (10) kilogrammes pendant vingt-quatre (24) heures jusqu'à l'obtention d'une masse constante.

Le récipient contenant la prise d'essai a été pesé et le taux d'humidité **Hu** exprimée en pourcentage par rapport à la masse humide est donné par la formule suivante :

$$Hu = \frac{m_1 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$$

Avec :

- m_1 = Masse du récipient sec et vide
- m_2 = Masse du récipient chargée
- m_3 = Masse du récipient chargé après séchage.

4.2 Calcul de la masse volumique

La masse volumique représente la masse par unité de volume.

$$\varphi = \frac{m}{V}$$

Avec :

- m = Masse des déchets
- V = Volume des déchets (Les poubelles utilisées ont un volume de 200L pour les pesées)

4.3 Calcul du PCI

Le pouvoir calorifique est la quantité de chaleur dégagée par la combustion complète d'une unité de déchet. Il existe :

- ✓ Le Pouvoir Calorifique Inférieur (PCI) représente la quantité de chaleur dégagée par la combustion complète d'une unité de combustible, la vapeur d'eau étant supposée non condensée et la chaleur non récupérée.
- ✓ Le Pouvoir Calorifique Supérieur (PCS) est quantité d'énergie dégagée par la combustion complète d'une unité de combustible, la vapeur d'eau étant supposée condensée et la chaleur récupérée

Le PCI est calculé par diverses approches telles que celle de (Kathiravale et al., 2003). Cependant le modèle de Usón et collaborateurs (Usón et al., 2012) a été retenu pour évaluer la valeur moyenne du PCI. En effet celui-ci est un modèle empirique qui donne des résultats proches des résultats expérimentaux de la mesure du PCI faits par (Seeling and Schneider, 2012).

Il est donc obtenu à partir de la relation ci-après :

$$\text{PCI (kJ/kg)} = 112,815 \cdot \text{Or} + 184,366 \cdot \text{Pa} + 298,343 \cdot \text{Pl} - 1,920 \cdot \text{w} + 5130,380$$

Avec :

- **Or** = la fraction des déchets fermentescibles et des combustibles non classés,
- **Pa** = la fraction des papiers, des cartons et des composites,
- **Pl** = la fraction des plastiques et **W** le taux d'humidité. Pour le verre, les métaux et les autres matériaux inertes, leur PCI est considéré nul (0 kcal/kg)

III RESULTATS ET DISCUSSION

1 Diagnostic de la gestion des déchets solides de la mine

1.1 Système de gestion des déchets à la mine de Mana

1.1.1 Le service Environnement de SEMAFO Mana

Le stage a été effectué au sein du service Environnement de la SEMAFO. Il se compose du chef de service, de deux techniciens et de deux opérateurs. Cette équipe est chargée de tout ce qui concerne le volet environnemental de la SEMAFO Mana. En effet dans le cadre des activités liées à l'exploitation minière il survient des urgences environnementales qui sont gérées avec beaucoup de minutie en respectant leur plan de gestion environnemental et social (PGES).

1.1.2 Politique Environnementale de SEMAFO Mana

Le rapport d'impact environnemental réalisé par la SOCREGE (Société de Conseil, de Réalisation et de Gestion pour l'Environnement), en 2006, souligne que SEMAFO BF SA, reconnaît que ses activités sont en constante interaction avec l'environnement. Par conséquent, la société s'engage à ce que toutes les opérations soient conduites de manière responsable avec le souci de protéger la santé et la sécurité des employés, des sous-traitants, du public et l'environnement.

Les facteurs environnementaux doivent être pris en compte à tous les niveaux des opérations. Il est du devoir et de la responsabilité de chaque employé de mener son travail conformément aux règles de bonne gestion environnementale, d'hygiène et de sécurité. Chaque employé doit recevoir une formation appropriée en matière d'hygiène et de sécurité et de protection de l'environnement.

L'objectif de SEMAFO Mana SA est d'être en conformité avec les législations nationales et internationales en matière d'environnement, d'hygiène et de sécurité, mais aussi, d'encourager toute action qui contribuerait à la protection de l'environnement, à une gestion responsable et durable des ressources naturelles ainsi qu'à la sécurité et la santé des employés, des sous-traitants, et du public.

1.1.3 Schéma du système de collecte des déchets

Les déchets solides concernés par la présente étude sont dans un premier temps jetés dans deux types de poubelles (Figure 10) :

- Des poubelles vertes pour tous les déchets ménagers et assimilés qui sont appelés « déchets ordinaires »
- Des poubelles marronnes pour tous les déchets industriels non dangereux appelés « déchets spéciaux »

Un camion benne vient ensuite faire la collecte de tous déchets confondus pour les diriger vers le parc à résidu où est également situé le site d'enfouissement. Les déchets sont à la fin, déchargés sur ce site d'enfouissement semblable à une décharge.



Figure 10: Les poubelles utilisés sur la mine

Il faut préciser qu'à chaque fois que les déchets atteignent une forte proportion, ils sont tassés et recouverts de terre à l'image d'un centre d'enfouissement technique.

Par ailleurs tous les déchets solides produits sur le site minier ne suivent pas ce parcours. En effet certains déchets solides font l'objet d'une valorisation matière matérialisée par le recyclage, la réutilisation et même le réemploi.

Ainsi :

- Les matières plastiques en vrac (tanks brisés ou usagés, flexibles, morceaux de bandes, tuyaux...) sont vendues à des recycleurs de la zone de Mana, et d'ailleurs.
- Les débris de bois issus des outils utilisés dans la mine, de la ferraille usée sont donnés et vendus à des prix forfaitaires
- Les boulets de fer servant au broyage des roches porteuses d'or, sont réemployés pour le même rôle après tri quand leur diamètre est recherché par l'usine.

- Les fûts de graisse, les fûts métalliques d’huile de 200L, les fûts vides usés de boulets découpés et lavés, les sacs vides usés de chaux, les pneus usés, les blindages usés, les fûts plastiques de 1000l, les fûts vides métalliques de graisse de 200L, sont vendus pour le compte de la société minière.

D’ailleurs à ce sujet pour le compte de l’année 2016, la vente de ces matières recyclables a rapporté une somme de 54.128.600 FCFA à la société SEMAFO BF SA.

Le système de collecte des déchets solides se présente schématiquement (Figure 11) comme suit :

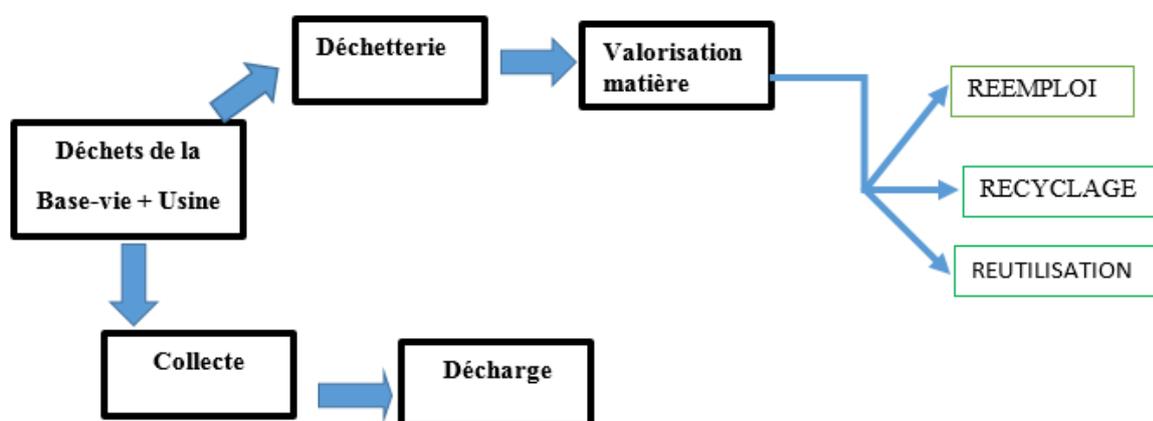


Figure 11: Circuit de gestion des déchets solides de la mine de Mana

1.2 Matériel et équipement utilisé pour la gestion des déchets

La collecte des déchets sur le site il y a deux principales poubelles (Figure 10), de contenance 200L. Il existe d’autres poubelles (V=1000L) disposées pour la plupart dans les garages et ateliers de mécanique où la quantité de déchets produite est colossale chaque jour (Figure 12). Les sous-traitants avec la SEMAFO disposent également de poubelles parfois de formes différentes.



Figure 12:Autres poubelles utilisées sur la mine

Le ramassage des déchets se fait avec le camion benne de l'équipe Béssira (Figure 13)



Figure 13:Camion benne servant au ramassage des déchets solides

1.3 Acteurs impliqués et leurs rôles en matière de déchets solides sur la mine

La gestion des déchets solides concernée par cette étude prend en compte plusieurs acteurs représentés dans le (Tableau I) ci-dessous.

Tableau I: Acteurs dans la gestion des déchets solides à la mine de Mana

Acteurs	Rôles
Premier niveau	
Service Environnement / (Chef, techniciens, opérateurs)	Chargé de la gestion des questions environnementales et sociales
	Producteurs de déchets
	Chargé de de la Gestion des déchets
Autres Services/ (Personnel permanent et	Producteurs de déchets

occasionnel)	
Service prestataire (Entreprise Bessira)	Collecte et transport des déchets à la décharge
Second niveau	
Recycleurs et acheteurs des déchets	Bénéficiaires, acheteurs des matières recyclables
Service Environnement	Responsables vente et dons des matières recyclables
Comptabilité de la mine de Mana	Récupération des fonds issus de la vente des matières recyclables

1.4 Forces et faiblesses

Le (Tableau II) ci-après montre les failles et points forts du système de gestion des déchets solides (DÉCHETS SOLIDES) adopté à mana.

Tableau II: Forces et faiblesses du système de gestion des déchets solides sur la mine

CIRCUIT DE GESTION DES DÉCHETS SOLIDES	FORCES	FAIBLESSES
Pré collecte (jets d’ordures dans les poubelles)	Notion de tri existante et jet effectif d’ordures dans les deux poubelles respectives	Pas de tri à la base pour les DÉCHETS SOLIDES putrescibles
Collecte	Ramassage des ordures par un prestataire	DÉCHETS SOLIDES ménagers et DÉCHETS SOLIDES industriels collectés ensemble sans séparation
Transport	DÉCHETS SOLIDES collectées par un camion benne	Vétusté du camion benne
Traitement des DÉCHETS SOLIDES		DÉCHETS SOLIDES enfouis au parc à résidus dans le site d’enfouissement
		DÉCHETS SOLIDES non traités
		Pas de filière de valorisation des DÉCHETS SOLIDES

		collectés
Valorisation matière	Vente et dons de matières recyclables	Difficultés liées à la distance du site pour certains recycleurs
	Source de revenus à la SEMAFO BF S.A	Elimination insuffisante (reste de pneus usés en quantité sur le site)

2 Caractérisation des déchets solides sur la mine

2.1 Gisement des déchets solides sur la mine

Les données de l'enquête parlementaire menée sur la mine de Mana, révèle que sept cent dix-neuf (719) personnes ont été employés dont quarante-quatre (44) expatriés pour l'année 2016. Un système de rotation des employés organisés en équipes est mis en place pour le travail au quotidien. Une partie du personnel est logée dans des cités mises en place par la société en son sein, mais la majeure partie du personnel est logée dans les villages riverains à leur propre frais.

Aussi du 24 avril au 13 mai 2017 (durée de la quantification), deux mille deux (2002) personnes sont passées à la mine de Mana soit environ cent (100) personnes par jour.

Les résultats de la quantification des déchets solides se présentent comme suit (Tableau III) en fonction des divers sous sites précités

Tableau III: Pesées effectuées

Source : Données quantification

Lieux	Quantité Totale (Kg)
Base-Vie	4198,3
Usine	4408,29

La quantité totale de déchets ménagers et assimilés collectés est de 8606,59 kg, pour la zone d'étude (Base Vie + Usine). Pour 2002 personnes ayant séjourné durant les 20 jours de quantification à la Base-vie il est obtenu une production spécifique d'environ 2,09kg/personne, soit environ 209,9 kg/j de déchets solides.

2.2 Composition des déchets solides en saison sèche

Les résultats obtenus en saison sèche sont mentionnés ci-après :

o Echantillonnage

Pour l'échantillonnage primaire il a été obtenu pour l'Usine une masse $M1= 562$ kg et pour la Base vie une masse $M2=571$ kg.

L'échantillonnage secondaire, a permis d'obtenir un poids de déchets solides $P1= 154$ kg pour l'échantillon Base-vie et un poids de déchets solides $P2= 159$ kg pour l'échantillon Usine.

- Tri granulométrique

Le résultat du tri granulométrique pour la Base-vie est représenté ci-dessous (Figure 14).

Il a donc été obtenu 66% de déchets solides gros, 29% de déchets solides moyens et 5% de déchets solides fins. Cette forte proportion d'éléments grossiers (66% et 29%) s'explique par l'utilisation de grands déchets solides cartons, grands déchets solides plastiques pour l'emballage des aliments (importés en majorité du CANADA) pour la restauration. Les plastiques sont également utilisés pour emballer et jeter les restes d'aliments. La fraction fine (5%) intervient suite à la décomposition des restes d'aliments jetés dans les poubelles.

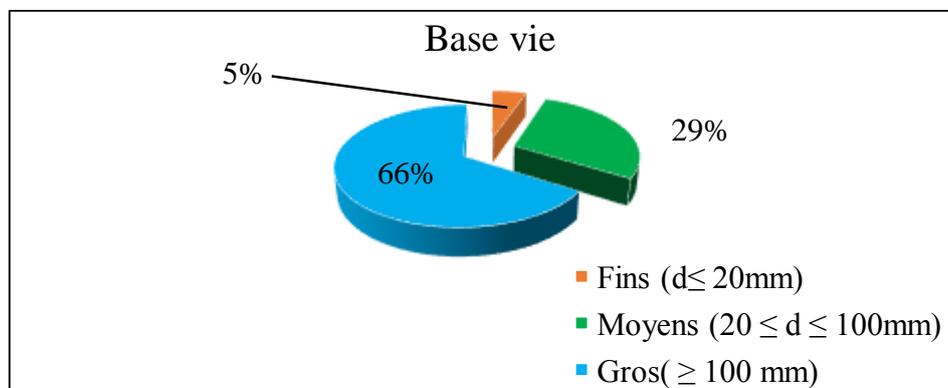


Figure 14: Tri granulométrique Base vie

Le résultat de l'Usine est mentionné à la Figure 15.

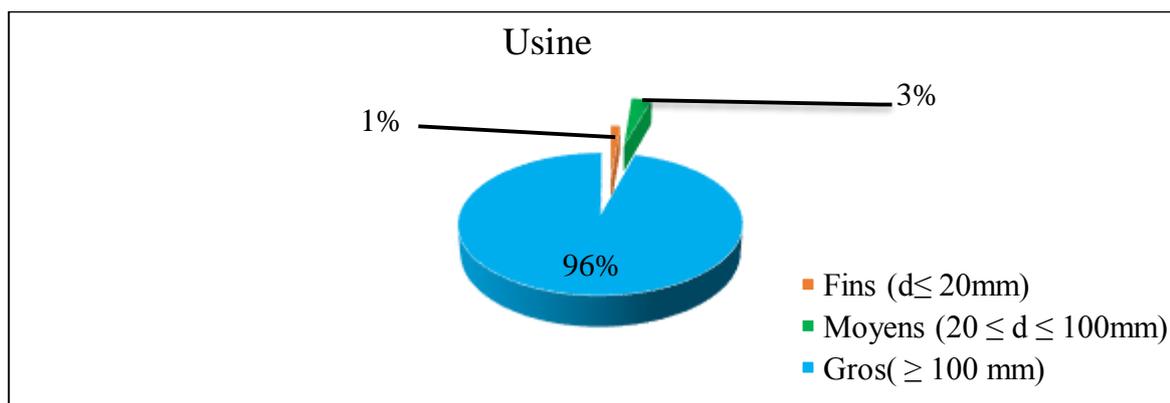


Figure 15: Tri granulométrique de l'échantillon Usine

Au niveau de l'Usine, il y a 96% d'éléments grossiers, 3% de déchets solides moyens et seulement 1% d'éléments fins.

Les 96% de gros déchets solides se justifient par l'usage, des pièces mécaniques pour les appareils en panne ou non, de composés chimiques (cyanure, plomb) entrants dans l'extraction du minerai et par l'emploi régulier grands plastiques. En effet les grands plastiques sont utilisés pour protéger le sol des déversements d'huile et de graisse intervenant lors d'une réparation d'engin. Les pièces mécaniques importées arrivent dans de gros cartons. De même, le cyanure utilisé dans le traitement du minerai est livré dans de grosses caisses en bois. L'activité n'étant presque jamais interrompue ces cartons, plastiques et bois sont produits en continu et en quantité.

La faible proportion d'éléments fins (1%) témoigne de la quasi inexistence des restaurants au niveau des points de production et des divers services, ainsi que des particules sableuses issues du balayage qui se retrouvent dans les poubelles. En réalité ces 1% de fraction fine viennent de la consommation des nourritures emballées depuis la Base vie, par les travailleurs.

De manière générale, le bilan du tri granulométrique révèle que la mine de Mana produit 81% de déchets solides gros, 16% de déchets solides moyens et 3% de déchets solides fins.

- Le Tri par catégories

Le tri par catégories pour la Base-vie et l'Usine ainsi que leur bilan est présenté à la (Figure 16) ci-dessous. Il faut préciser ici que le bilan est une moyenne des deux sites.

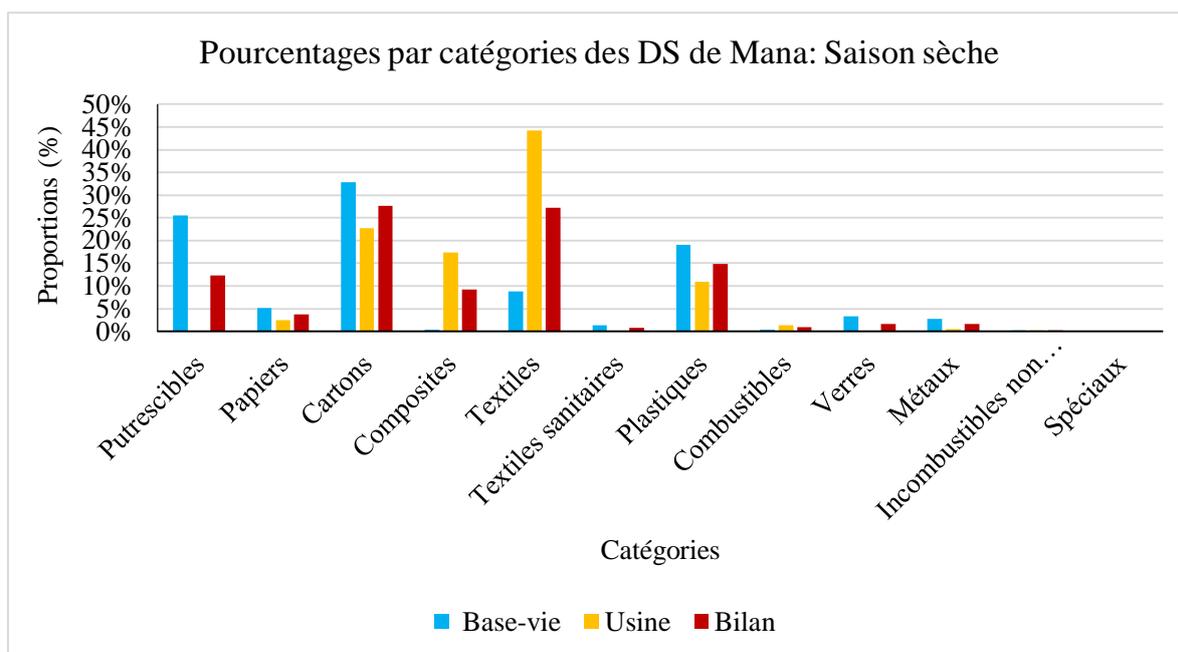


Figure 16:Proportion par catégories des déchets de la mine et le bilan

Le résultat du tri par catégories au niveau de la **Base vie** est représenté par les histogrammes en bleu de la **Figure 16** .Cette série révèle des catégories de DÉCHETS SOLIDES dominantes comme :

- les cartons (31,12%), ceux-ci sont abondamment sollicités dans le conditionnement des aliments cuisinés dans les restaurants. Aussi, il y a des travailleurs qui en utilisent pour apporter leurs propres affaires (télé, baffles et autres),
- les putrescibles ou fermentescibles (24,21%) ; cette forte proportion est liée aux nombreux déchets alimentaires produits par les restaurants du site. Cette proportion se justifie également par la végétation non négligeable existante sur le site de Mana qui provoque des déchets de jardin (fleurs, feuilles, tailles de haies).
- le plastique (18,5%) ; une grande partie des plastiques provient des usages domestiques faits par les résidents des points d’hébergement.
- les éléments fins (5,26%).

Les histogrammes en jaune à la Figure 16 représentent les résultats de l’Usine. A l’Usine, les catégories de déchets qui se démarquent sont :

- les textiles (43,7%) ; la grande proportion des textiles se traduit par l’usage des tissus et chiffons pour le nettoyage des graisses et des déversements d’huile au niveau des garages. Ces chiffons sont également couramment utilisés pour l’entretien des machines (nettoyage).

- les cartons (22.39 %); ils sont régulièrement utilisés comme contenants de pièces mécaniques au niveau des garages ou comme contenants de matériels (papiers, fournitures de bureau, eau minérale...) ils servent aussi de protection pour certains appareils en cas de choc.
- les composites (17,17%); ce sont des déchets assemblés de plusieurs particules hétérogènes (exemple : un câble électrique entouré de plastique contenant des fils de cuivres à l'intérieur et d'aluminium parfois), tenant compte de l'usage de nombreux appareils mécaniques, des véhicules de transport in situ tout et des appareils plus techniques intervenant dans l'activité minière en elle-même.
- les plastiques (10,72%); il faut noter qu'il est utilisé de gros plastiques pour protéger le sol lors des réparations d'engins mécaniques afin de récupérer les déversements d'huile et de graisse pour protéger le sol. Les sachets plastiques sont énormément utilisés aussi pour emballer les restes d'aliments qui seront rejetés plus tard dans les poubelles prévues à cet effet.

2.3 Composition des déchets solides en saison Humide

- Echantillonnage et le Tri granulométrique

Pour cette deuxième campagne (en saison humide) les quantités obtenues pour l'échantillonnage primaire sont de 522 kg pour l'Usine et de 508 kg pour la Base vie.

Après homogénéisation et quartage il a été obtenu une masse $M1 = 141,7$ kg pour l'échantillon Base vie et une masse $M2 = 202,5$ kg pour l'échantillon Usine.

A la Base vie, les résultats du tri granulométrique en saison humide (Figure 17) montrent qu'il y a 51% de gros, 41% de moyens et 8% d'éléments fins.

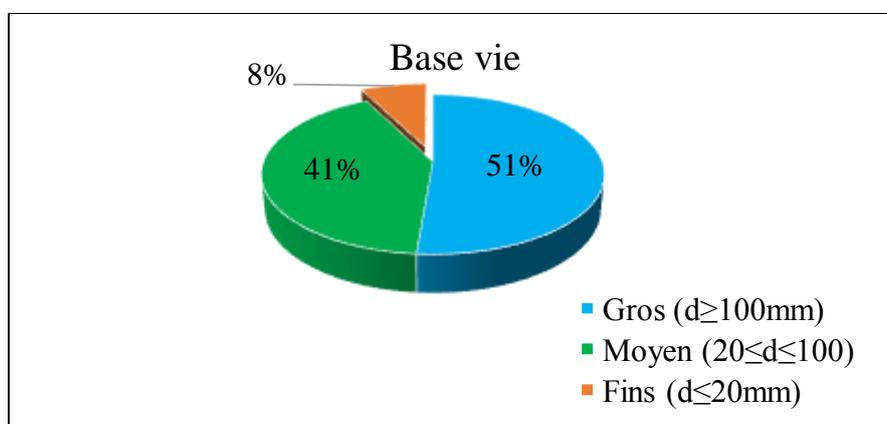


Figure 17: Tri granulométrique Base Vie

Pour l'échantillon Usine, il a été obtenu comme le montre la (Figure 18), 92.74% de gros, 4.25% de moyens et enfin 3.01% d'éléments fins.

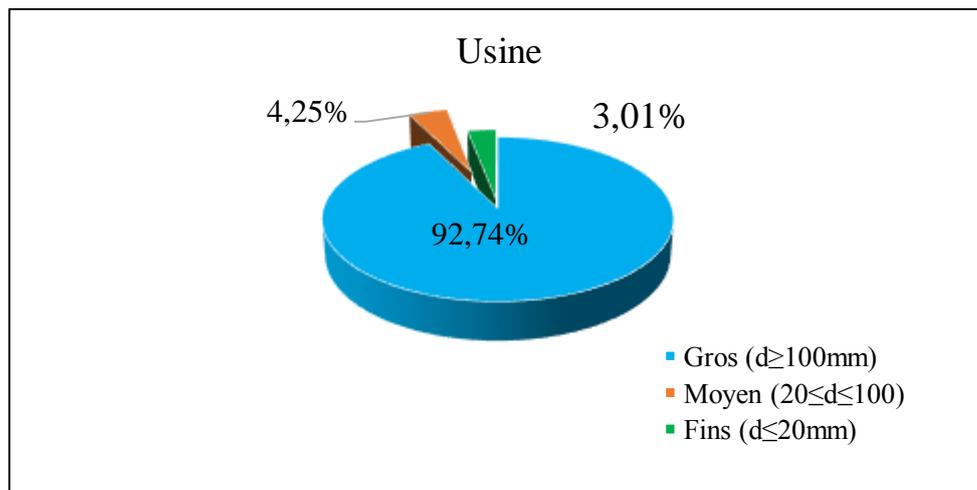


Figure 18: Tri granulométrique Usine

Les explications quant aux grandes proportions des éléments grossiers et des éléments moyens sont les mêmes qu'en saison sèche (page 24), qu'il s'agisse de l'échantillon Base vie ou de l'échantillon Usine. Seulement en saison pluvieuse, il y a plus d'éléments fins à cause du fort taux d'humidité accélérant par cette occasion la putréfaction des résidus d'aliments d'où leur proportion plus élevée en saison humide.

Il faut retenir pour la mine de Mana, un bilan général de 76% de DÉCHETS SOLIDES gros, 19% de déchets solides moyens et 5% de déchets solides fins et les justificatifs sont les mêmes qu'en saison sèche (page 24).

- Tri par catégories

La (Figure 19) ci-dessous présente les résultats en saison humide du tri par catégories des déchets de la mine de Mana

- Les observations faites en saison sèche (page 24) sont les mêmes pour la saison pluvieuse. Les résultats de la Base-vie sont représentés par les histogrammes bleus de la Figure 19 montrant que les déchets dominants sont les putrescibles (33,24%), les plastiques (26,39%), et les textiles (15,03%).

En ce qui concerne l'Usine il a été obtenu 59,51% de textiles, 14,77% de plastiques et 12,25% de cartons. Il faut préciser que les garages produisent énormément de déchets solides et que leurs poubelles se remplissent facilement et rapidement.

Il peut être retenu pour la mine de Mana en saison humide que les catégories de déchets solides les plus fortement représentées sont les textiles, les plastiques, les putrescibles, les cartons et les composites.

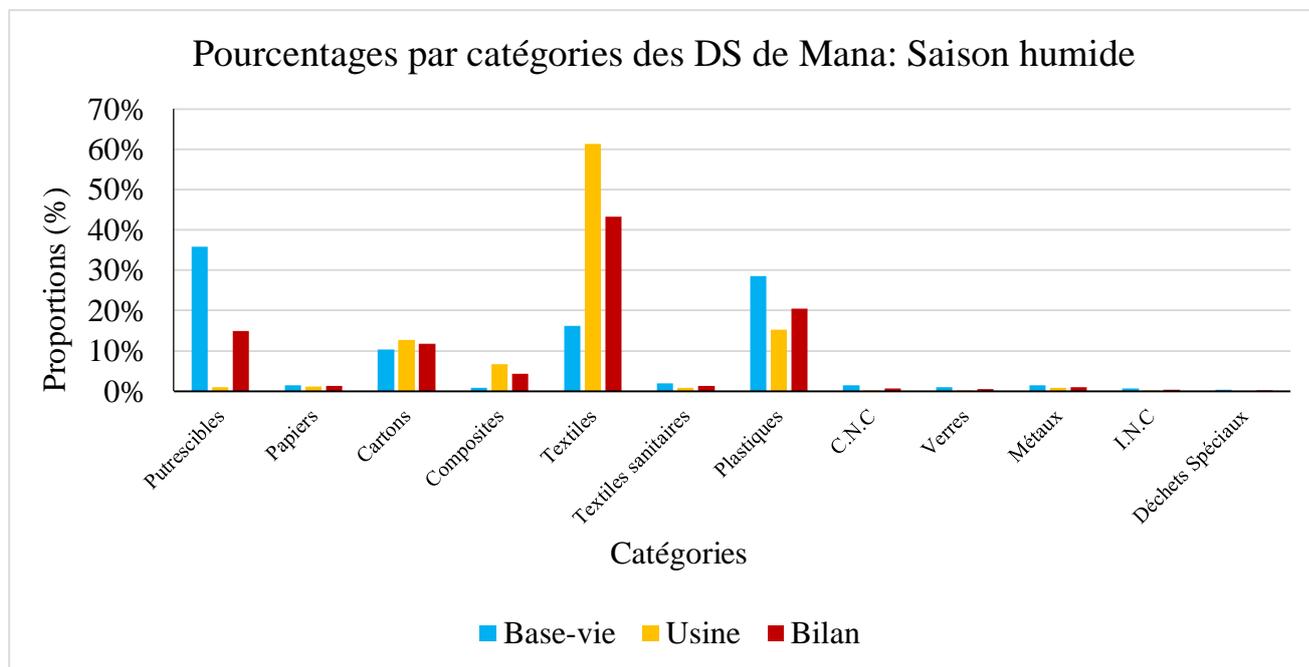


Figure 19: Tri par catégories des déchets de la Base vie

3 Évaluation du potentiel de valorisation des déchets solides en Saison sèche

3.1 Analyse du taux d'humidité

Pour ce paramètre (Figure 20), la remarque faite est que la composition des déchets influence beaucoup leur capacité d'absorption de l'humidité. C'est le cas des papiers, des cartons, des textiles et des textiles sanitaires.

Pour les putrescibles il faut préciser qu'étant constitués de résidus alimentaires, il se dégage dans leur décomposition, de l'eau et qu'en saison pluvieuse cette décomposition est plus rapide qu'en saison sèche. Les CNC (Combustibles Non Classés), les INC (Incombustibles Non Classés), les éléments fins se comportent aussi comme des absorbants d'humidité. À ce propos il est bon de préciser que la météo du site minier a enregistré des pluviométries exceptionnelles au cours de la saison sèche notamment le 30/04/2017 avec 20.6 mm de pluie enregistrée à la station météo de la mine de Mana, ce qui influence considérablement l'humidité.

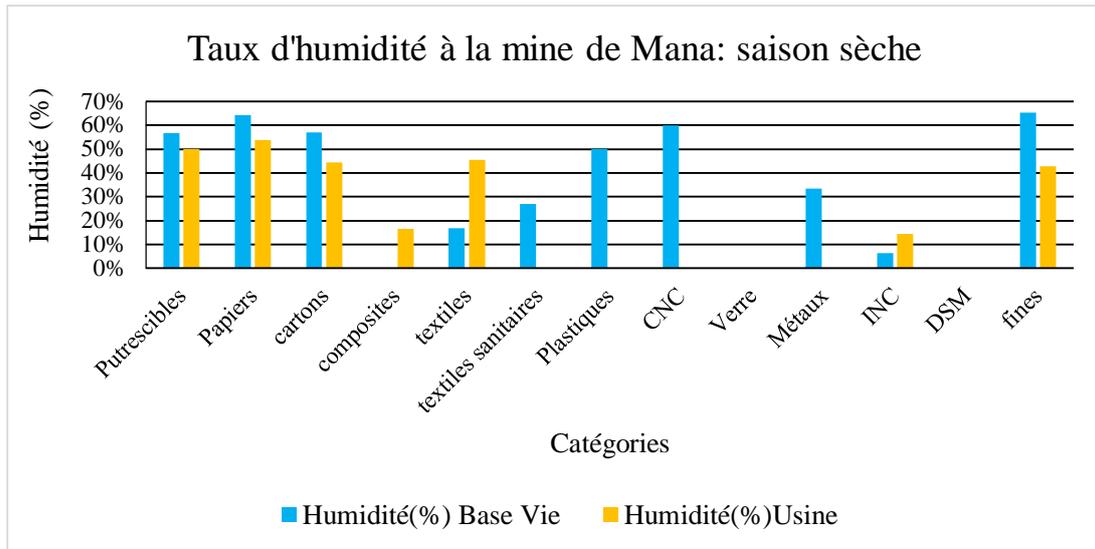


Figure 20: Graphe du taux d'humidité par catégories de déchet en saison sèche

3.2 Calcul du PCI

Il ressort des données sur la composition des catégories de déchets et du taux d'humidité que la valeur moyenne du PCI des déchets ordinaires de la mine de Mana est estimée à 5131,67 kJ/kg, soit 5,13 MJ/kg (

Or : la fraction des déchets fermentescibles et des combustibles non classés,

Pa : la fraction des papiers, des cartons et des composites,

Pl : la fraction des plastiques

W : le taux d'humidité. Pour le verre, les métaux et les autres matériaux inertes, leur PCI est considéré nul (0 kcal/kg)

Tableau IV). Il faut rappeler le PCI obtenu est théorique et a été calculé à partir de la relation ci-après :

$$\text{PCI (kJ/kg)} = 112,815 * \text{Or} + 184,366 * \text{Pa} + 298,343 * \text{Pl} - 1,920 * \text{w} + 5130,380$$

Avec :

Or : la fraction des déchets fermentescibles et des combustibles non classés,

Pa : la fraction des papiers, des cartons et des composites,

Pl : la fraction des plastiques

W : le taux d'humidité. Pour le verre, les métaux et les autres matériaux inertes, leur PCI est considéré nul (0 kcal/kg)

Tableau IV: Calcul du PCI en Saison sèche

Résultats du PCI des déchets solides (Sans éléments fins)						
SITES	BASE VIE		USINE		Bilan total	
Catégories	%	Masse (Kg)	%	Masse(Kg)	%	Masse (Kg)
Fermentescibles	25,55%	37,28	0,03%	0,05	12,33%	37,33
Papiers	5,15%	7,51	2,47%	3,88	3,76%	11,39
Carton	32,84%	47,92	22,69%	35,60	27,58%	83,52
Textiles	8,80%	12,84	44,28%	69,47	27,18%	82,31
Textiles sanitaires	1,40%	2,04	0,10%	0,16	0,73%	2,2
Plastiques	19,05%	27,79	10,86%	17,04	14,81%	44,83
Métaux	2,73%	3,99	0,55%	0,86	1,60%	4,85
Verre	3,30%	4,82	0,00%	-	1,59%	4,82
Spéciaux	0,08%	0,11	0,00%	-	0,04%	0,11
Combustibles non classés	0,42%	0,61	1,41%	2,21	0,93%	2,82
Incombustibles non classés	0,27%	0,39	0,20%	0,32	0,23%	0,71
Composites	0,41%	0,60	17,39%	27,29	9,21%	27,89
PCI (MJ/Kg)	4,43229861		5,13103752		5,13122916	

Lorsqu'on considère les éléments fins parmi les catégories, que ce soit en saison sèche ou en saison humide pour le calcul du PCI on remarque qu'il est plus élevé avec les éléments fins or le PCI est l'indicateur de la filière de valorisation énergétique. En effet plus le PCI est élevé la filière de valorisation énergétique se révèle la mieux appropriée.

3.3 Calcul de la masse volumique

Le calcul de la masse volumique des déchets en saison sèche montre au (Tableau V), une masse volumique au niveau de l'échantillon Base vie ($0,29 \text{ t/m}^3$) plus grande que l'échantillon de l'usine ($0,16 \text{ t/m}^3$). Cela signifie que la fréquence de collecte des déchets solides provenant de l'Usine, est plus élevée que celle de la Base vie.

Tableau V: Masse volumique en saison sèche des déchets de la mine

Libellé	Base Vie	Usine	Moyenne
Masse volumique (tonne/m³)	0,29	0,16	0,23

3.4 Potentiel de valorisation

Les résultats en saison sèche, de l'évaluation du potentiel de valorisation énergétique et du potentiel de valorisation matière ont été consignés dans le (Tableau VI) ci-dessous.

Tableau VI: Potentiel de valorisation des déchets solides de la mine en saison sèche

Catégories de déchets		Valorisation matière	Valorisation énergétique
Fermentescibles			X
Papiers		X	X
Cartons		X	X
Composites			X
Textiles		X	X
Textiles sanitaires			X
Plastiques		X	X
Combustibles non classés			X
Verre		X	
Métaux		X	
Incombustibles non classés			
Déchets dangereux			
Éléments fins			
Potentiel de valorisation	Avec éléments fins	74,04%	93,39%
	Sans éléments fins	76,53%	96,54%

4 Évaluation du potentiel de valorisation des déchets solides en Saison humide

4.1 Analyse du taux d'humidité

De même qu'à la Figure 20, la remarque faite ici (Figure 21) est que la composition des déchets influence beaucoup leurs taux d'humidités. Ainsi donc les papiers, les cartons, les textiles et les textiles sanitaires absorbent abondamment de l'humidité.

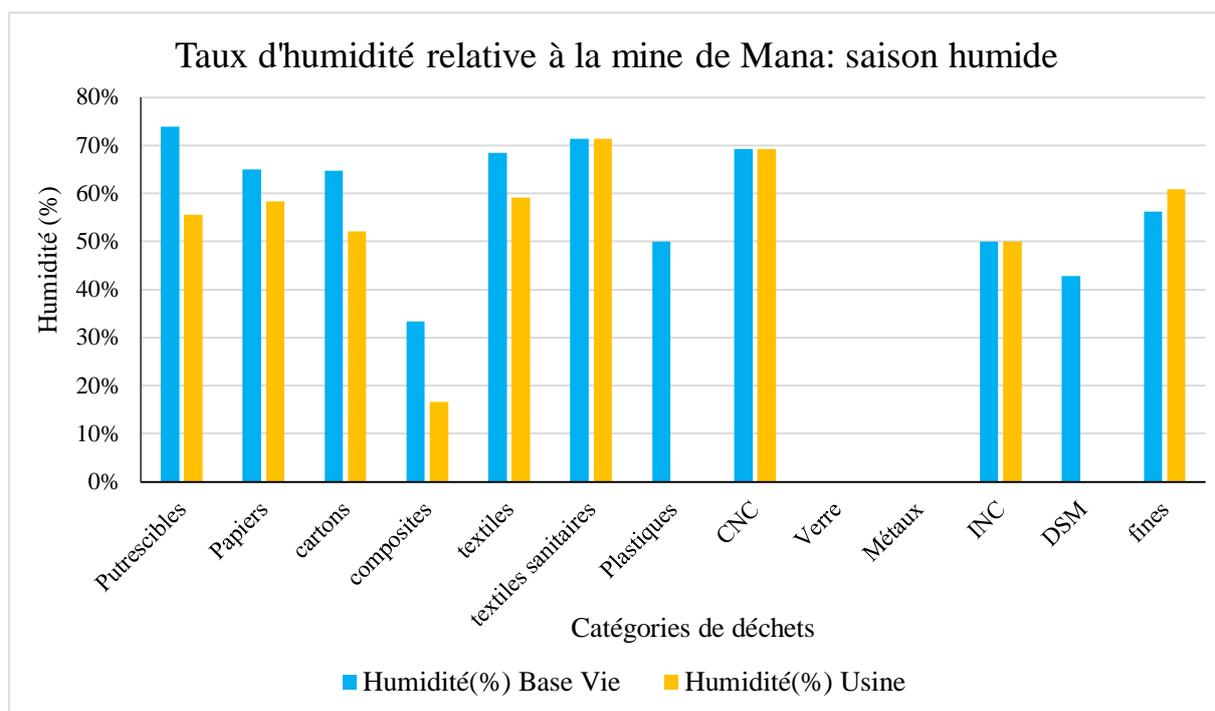


Figure 21: Graphique du taux d'humidité

4.2 Le PCI

Afin de comprendre l'influence des éléments fins sur le calcul du PCI, il a été calculé deux valeurs du PCI, l'une prenant en compte les éléments fins (Tableau VII) et l'autre sans éléments fins (Tableau VIII). Ici, il est remarqué une légère augmentation de la valeur du PCI calculé avec éléments fins (Tableau VII). Cette augmentation suggère que la présence des éléments fins ou non dans la catégorisation des déchets solides influe sur la valeur du PCI calculé. Cela veut donc dire qu'il faut toujours considérer les éléments fins dans une caractérisation de déchets solides pour éviter des résultats biaisés.

Tableau VII: PCI des déchets solides avec éléments fins en saison humide

Résultats du tri par catégories (avec éléments fins)						
SITES	BASE VIE		USINE		TOTAL	
	%	Masse (Kg)	%	Masse(Kg)	%	Masse (Kg)
1: Putrescibles	33,24%	47,1	0,94%	1,9	14,24%	49
2: Papiers	1,41%	2	1,09%	2,2	1,22%	4,2
3: Cartons	9,53%	13,5	12,25%	24,8	11,13%	38,3
4: Composites	0,71%	1	6,52%	13,2	4,13%	14,2
5: Textiles	15,31%	21,7	59,51%	120,5	41,20%	141,8
6: Textiles sanitaires	1,80%	2,55	0,74%	1,5	1,18%	4,05
7: Plastiques	26,39%	37,4	14,77%	29,9	19,55%	67,3
8: C.N.C	1,38%	1,95	0,20%	0,4	0,68%	2,35

9: Verres	0,92%	1,3	0,10%	0,2	0,44%	1,5
10: Métaux	1,34%	1,9	0,74%	1,5	0,99%	3,4
11: I.N.C	0,56%	0,8	0,15%	0,3	0,32%	1,1
12: Déchets Spéciaux	0,28%	0,4	0,00%	0	0,12%	0,4
13: Fraction Fine	7,13%	10,1	3,01%	6,1	4,82%	16,6
PCI (KJ/Kg)	4099,58		5175,22		5234,97	
PCI (MJ/Kg)	4,099580635		5,175217871		5,234968153	

Tableau VIII: Le PCI des déchets solides sans éléments fins en saison humide

Résultats du PCI par catégories (sans éléments fins)						
SITES	BASE VIE		USINE		Bilan total	
Catégories	%	Masse (Kg)	%	Masse(Kg)	%	Masse (Kg)
1: Putrescibles	33,24%	47,1	55,56%	1,9	14,94%	49
2: Papiers	1,41%	2	58,33%	2,2	1,28%	4,2
3: Cartons	3,92%	13,5	52,17%	24,8	11,68%	38,3
4: Composites	0,71%	1	16,67%	13,2	4,33%	14,2
5: Textiles	15,31%	21,7	59,09%	120,5	43,35%	142,2
6: Textiles sanitaires	1,80%	2,55	71,43%	1,5	1,23%	4,05
7: Plastiques	26,39%	37,4	0,00%	29,9	20,52%	67,3
8: C.N.C	1,38%	1,95	69,23%	0,4	0,72%	2,35
9: Verres	0,92%	1,3	0,00%	0,2	0,46%	1,5
10: Métaux	1,34%	1,9	0,00%	1,5	1,04%	3,4
11: I.N.C	0,56%	0,8	50,00%	0,3	0,34%	1,1
12: Déchets Spéciaux	0,28%	0,4	0,00%	0	0,12%	0,4
PCI (MJ/Kg)	4,099477298		5,133271311		5,13054072	
PCI (KJ/Kg)	4099,477298		5133,271311		5130,54072	

4.3 La Masse volumique

Le **Tableau IX** ci-dessous confirme que la fréquence de collecte est beaucoup plus élevée pour les déchets provenant de l'échantillon Usine comparativement à ceux provenant de l'échantillon Base vie. En effet la masse volumique des déchets de l'Usine est de 0,26% t/m³, inférieure donc à 0,28% t/m³ la masse volumique de l'échantillon Base vie.

Tableau IX: Masse volumique en saison humide des déchets solides de la mine

Libellées	Base vie	Usine	Moyenne
ρ (t / m ³)	0.28	0.26	0.27

4.4 Potentiel de valorisation

Les résultats en saison humide, de l'évaluation du potentiel de valorisation énergétique et du potentiel de valorisation matière ont été consignés dans le (Tableau X) ci-dessous.

Tableau X: Calcul du potentiel de valorisation des déchets solides de la mine en saison humide

Catégories de déchets		Valorisation Matière	Valorisation Energétique
Fermentescibles			X
Papiers		X	X
Cartons		X	X
Composites			X
Textiles		X	X
Textiles sanitaires			X
Plastiques		X	X
Combustibles non classés			X
Verre		X	
Métaux		X	
Incombustibles non classés			
Déchets dangereux			
Eléments fins			
Potentiels de valorisation (%)	Avec éléments fins	74,52	93,32
	Sans éléments fins	78,30	98,05

Les déchets solides concernés :

- Pour la valorisation matière sont : les papiers, cartons, textiles, plastiques, verres et métaux
- Pour le compostage sont : les fermentescibles, papiers, cartons, textiles sanitaires,
- Pour la valorisation énergétique les déchets concernés sont : les fermentescibles, papiers, cartons, composites, textiles, textiles sanitaires, plastiques et combustibles non classés.

De ces tableaux qui représentent les potentiels de valorisation des déchets solides non miniers de la mine de Mana on peut retenir deux principales choses.

- Premièrement les éléments fins influencent négativement tous les potentiels de valorisation qu'ils soient énergétiques, organiques ou qu'il s'agisse du potentiel de valorisation matière.
- Deuxièmement, on remarque que la valorisation énergétique en saison sèche comme en saison humide est supérieur en pourcentage (96,54% en saison sèche et 98,05% en saison humide), au reste des potentiels de valorisation (matière et organique). Cette observation est appuyée par le PCI élevé (
- Or : la fraction des déchets fermentescibles et des combustibles non classés,

Pa : la fraction des papiers, des cartons et des composites,

Pl : la fraction des plastiques

W : le taux d'humidité. Pour le verre, les métaux et les autres matériaux inertes, leur PCI est considéré nul (0 kcal/kg)

- **Tableau IV** et **Tableau VIII**).

Cependant la valorisation énergétique requiert beaucoup de moyens pour sa mise en œuvre. En effet parmi les moyens de valorisation énergétique on cite l'incinération. Il s'agit de la dégradation par oxydation chimique de la matière organique où les produits sont de l'énergie, du gaz, vapeur métallique, de la cendre et du mâchefer. Ici les déchets solides constituent le combustible.

Notons que le traitement thermique des déchets peut être réalisé en présence ou absence d'oxygène.

- ◆ En l'absence ou en présence limitée d'oxygène (d'air ou de vapeur), on parle de Pyrolyse. L'oxydation est incomplète. On obtient un solide carboné, une huile et un gaz.
- ◆ En présence limitée d'oxygène, on parle de Gazéification : Une partie de l'énergie retenue par les matières organiques sous forme d'énergie chimique sera libérée sous forme de gaz inflammable (monoxyde de carbone et dihydrogène) L'oxydation n'est pas complète.

Ce procédé nécessite de gros aménagement et des frais d'exploitation très élevés. Dans les pays développés il n'est valable que si on peut récupérer la chaleur dégagée par la combustion

des ordures. A priori l'incinération (usine d'incinération) est très peu adaptée aux pays africains.

Au regard de ce qui précède la proposition de filières de valorisation des déchets solides s'est portée sur :

- la valorisation matière (78.30% en saison humide et 76,53% en saison sèche),

Bien que leurs proportions soient moins grandes que celles de la valorisation énergétique leur coût de mise en œuvre est beaucoup plus abordable d'une part et d'autre part, en considérant une filière de compostage réussie cela pourrait bien profiter aux populations riveraines très agricoles. En effet en vendant le compost produit cela ferait du bénéfice à l'entreprise et aux populations riveraines qui verraient leurs productions accrues et améliorées en termes de qualité.

Rappelons que la valorisation matière est déjà mise en place sur le site minier mais rencontre malgré tout, des difficultés liées à la logistique. En effet des recycleurs provenant de Ouagadougou peuvent émettre le désir de récupérer les diverses matières non utilisées par la mine mais au regard de la distance à parcourir (250 km de Ouagadougou), des ressources humaines à mobiliser et des moyens de transport (camions bennes) à mettre en œuvre ces derniers désistent.

De plus pour mieux gérer les déchets solides sur le site minier il est proposé à la

Figure 22 un schéma d'amélioration du circuit de collecte des déchets solides incluant un tri à la base de déchets compostables.

SCHEMA D'AMELIORATION DU CIRCUIT DE COLLECTE

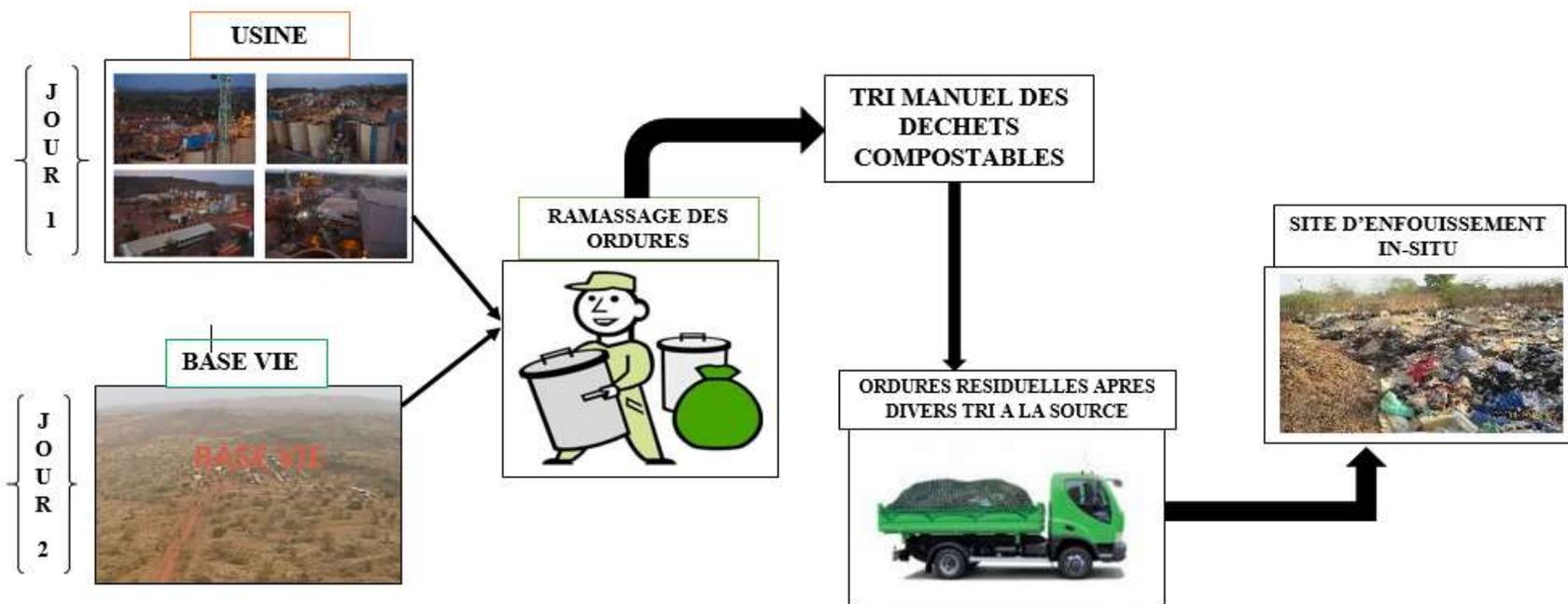


Figure 22: Proposition d'un schéma d'amélioration du circuit de collecte des déchets solides sur la mine

5 Analyse financière d'une filière de Compostage

La filière de valorisation des déchets solides non miniers par compostage est proposée à la société minière SEMAFO BF SA en raison des nombreux avantages sur le plan coût et sur le plan social qu'elle offre. En effet une filière de compostage réussie pourrait apporter des fonds de déchets solides à la société par vente du compost produit aux populations riveraines et même aux éventuels acheteurs venant du reste du pays. Cette également une solution dont les fonds de déchets solides pourront servir à l'amélioration de la valorisation matière par installation d'une unité de broyage des nombreux pneus usés encore présent sur le site.

Le compostage retenu comme solution optimale pour la mine de Mana se présente comme suit dans les tableaux et figure (Tableau XI, Tableau XII, Figure 23). Toutefois il faut préciser que les coûts de transport et de mise en œuvre, ne sont pas pris en compte dans ce dimensionnement. Ainsi, pour des considérations technico économiques, deux options sont proposées :

5.1 Lombricomposteur

Encore appelé vermicomposte (www.lombricomposteurco.fr), il s'agit d'un procédé naturel de bio-oxydation permettant de transformer et stabiliser les déchets organiques grâce à l'intervention des vers de type « *Eisenia* » afin d'obtenir le lombricomposte qui, est un amendement de qualité humifère. Il peut se faire sur en toute saison et il est sans odeur à l'opposé du compostage.

Le schéma de principe est le suivant :



Figure 23: Principe du Vermicompostage

Source :lamaisondujardin.wordpress.com

5.2 Mini plateforme en andain :

Le compostage en andain consiste à placer un mélange de matières premières dans de longs tas étroits appelés andains qui sont remués(aérés) de façon régulière. (www.fao.org « Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole »)

Tableau XI: Récapitulatif coût des solutions techniques

Solution technique	Vermicompostage	Mini plateforme en andain
Dimensionnement indicatif	300 litres pour 100 Kg de bio déchets	2 à 4 m ² /tonne
Bio déchets traités/an	≤ 0.5 tonnes	10 à 100 tonnes
Investissement moyen (CAD)	303,05	45 457,23

Soit 221 kg, la production journalière de la Base vie, il en vient pour environ 80 tonne par an (79560 kg/an) :

Tableau XII: Coût des deux solutions techniques

Solution technique	Vermicompostage	Mini plateforme en andain
Dimensionnement indicatif	238 680 litres	320 m ²
Investissement moyen (CAD)	241 105,14	3 636 578,27

En appliquant la règle de trois :

- 100 kg de bio déchets pour 300 L soit 79 560 kg pour 238 680 L
- 1 tonne de déchets pour 4 m² soit 80 tonnes pour 320 m²
- 303 CAD pour 300 L soit 241 105 CAD pour 238 680 L
- 45 457 CAD pour 4 m² soit 3 636 578 CAD pour 320 m²

Somme toute, dans le souci d’avoir un système durable, le mini compostage en andain est recommandé.

RECOMMANDATIONS

Au terme de cette étude nous suggérons :

- ✓ à la SEMAFO BF S.A, d'appuyer le service Environnement en adoptant un budget servant à la valorisation des déchets solides du site et en engageant du personnel au sein du service Environnement afin de favoriser une meilleure gestion des déchets ainsi que d'assurer un suivi régulier des activités environnementales in situ.
- ✓ à la SEMAFO BF S.A, d'envisager d'aider plus le service Environnement en adoptant des lois au sein de la mine de sorte à ce que le personnel soit plus sensible à la chose environnementale et que tous les acteurs soient fortement impliqués dans la gestion des déchets solides.
- ✓ au service environnement, d'optimiser le circuit de collecte comme proposé dans le Tableau XIII ci-dessous. En effet ce tableau montre une proposition harmonisée du programme de collecte des déchets solides sur la mine.

Tableau XIII: Proposition d'un programme de collecte des déchets solides sur la mine

PROGRAMME PAR SEMAINE DE LA COLLECTE DES DECHETS SOLIDES SUR SITE DE MANA			
JOURS DE LA SEMAINE	SITES DE COLLECTE	FREQUENCE DE COLLECTE	HORAIRES DE COLLECTE
PARTIE DE PRODUCTION			
Lundi, Mercredi, Vendredi, Dimanche	SURFACE	Chaque (2) jours	8h-16h
Lundi, Mercredi, Vendredi, Dimanche	USINE	Chaque (2) jours	8h-16h
Lundi, Mercredi, Vendredi, Dimanche	MAGASIN	Chaque (2) jours	8h-16h
Lundi, Mercredi, Vendredi, Dimanche	GARRAGES DE SIO ET DE L'USINE	Chaque (2) jours	8h-16h
Lundi, Vendredi	ROND PAD	Chaque (4) jours	8h-16h
Lundi, Jeudi, Dimanche	CENTRALE	Chaque (3) jours	8h-16h
Lundi, Jeudi, Dimanche	DEPOT TOTAL	Chaque (3) jours	8h-16h
Lundi, Vendredi	ADMINISTRATION	Chaque (4) jours	8h-16h
Lundi, Mercredi, Vendredi, Dimanche	LABORATOIRE	Chaque (2) jours	8h-16h
POINTS D'HEBERGEMENT ET DE RESTAURATION			

CARACTERISATION DES DECHETS SOLIDES NON MINIERES DE LA MINE DE MANA EN SAISON SECHE ET HUMIDE

Mardi, Jeudi, Samedi	RESTAURANT SIO	Chaque (2) jours	8h-16h
Mardi, Jeudi, Samedi	FOYER DES MINEURS	Chaque (2) jours	8h-16h
Mardi, Jeudi, Samedi	RESTAURANT ET CHAMBRES BASE VIE	Chaque (2) jours	8h-16h
Mardi, Jeudi, Samedi	CAMP BANA	Chaque (2) jours	8h-16h
Mardi, Samedi	CAMP FOFINA	Chaque (4) jours	8h-16h
Mardi, Vendredi	COLLINE 24	Chaque (3) jours	8h-16h
Mardi, Samedi	OK INN	Chaque (4) jours	8h-16h
Mardi, Samedi	CAMPS TPS-CRS	Chaque (4) jours	8h-16h

CONCLUSION

Somme toute retenons que cette étude avait pour objectif de proposer un plan d'amélioration de la gestion des déchets solides : Pour y aboutir, dans un premier temps une étude diagnostic a été réalisée révélant en résultat des insuffisances au niveau de l'élimination des déchets solides collectés. Dans un second temps, afin de pouvoir proposer un plan de gestion fiable et durables des déchets solides de la mine, il a été réalisé deux campagnes de caractérisation montrant que : Le taux de collecte des déchets solides (dangereux ou non) générés dans la mine de Mana est d'environ 100%.

- L'étude diagnostic a permis de savoir que la valorisation matière est déjà mise en œuvre pour certains déchets comme les fûts, les boulets, les bois, la ferraille. Ce qui signifie qu'elle doit être accentuée et encouragée.
- La caractérisation des déchets solides a permis de savoir que la société minière Mana produit une masse journalière de déchets d'environ 209,9 kg/j soit 75 564kg par ans. Cela montre qu'il y a de la matière à valoriser.
- Les masses volumiques des déchets solides obtenues montrent qu'en la fréquence de collecte est plus élevée en saison sèche qu'en saison humide. Les valeurs du PCI obtenues montrent que dans une option de valorisation énergétique aurait été un avantage.
- L'évaluation des potentiels de valorisation des déchets solides a permis de retenir la valorisation matière tournée vers le compostage ainsi que la continuation de la valorisation matière tournée vers la vente de matériaux recyclables déjà initiée sur le site.

En guise de perspective, il souhaitable et avantageux pour la société de conduire par le biais de stages :

- Une étude concernant la mise en place d'une filière de compostage et de la mise en place d'une filière optimisée de valorisation matière avec les coûts, avantages et inconvénients.
- La mise en place d'un système informatique automatisé concernant la gestion des poubelles sur le site, qui permet de d'avoir sous forme d'un logiciel la géolocalisation des poubelles et la signalisation de celles-ci quand les déchets solides sont jetés, non à l'intérieur mais juste à côté et aussi lorsqu'elles sont pleines.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADEME (1993). MODECOM TM – Manuel de base Méthode de caractérisation des ordures ménagères, (Centre d'Angers).
- ADEME (2014). CARADEME : guide pour la réalisation de campagnes de caractérisation des déchets ménagers.
- ADEME, AFNOR, and Aloueimine, S.O. (2014). Les autres guides en lien avec la caractérisation.
- Aloueimine, S.O. (2006). Méthodologie de caractérisation des déchets ménagers à Nouakchott (Mauritanie) : contribution à la gestion des déchets et outils d'aide à la décision.
- André, M., and Hubert, S. (1997). Gestion des déchets hospitaliers.
- Augris, M., Vinit, J., Wiiktar, F., Boivin, M., and Berton, C. (2001). Guide pour les établissements publics d'enseignement supérieur ou de recherche.
- Banque Mondiale (2012). Estimations sur la production mondiale des déchets.
- Ben Ammar, S. (2006). Les enjeux de la caractérisation des déchets ménagers pour le choix de traitements adaptés dans les pays en développement: résultats de la caractérisation dans le grand tunis mise au point d'une méthode adaptée.
- Buenrostro O., and Bocco G. (2003). Solid Waste management in municipalities in Mexico: Goal and perspectives.
- CEE (2000). DÉCISION DE LA COMMISSION du 3 mai 2000 remplaçant la décision 94/3/CE établissant une liste de déchets en application de l'article 1er, point a), de la directive 75/442/CEE du Conseil relative aux déchets et la décision 94/904/CE du Conseil établissant une liste de déchets dangereux en application de l'article 1er, paragraphe 4, de la directive 91/689/CEE du Conseil relative aux déchets dangereux. J. Off. Communautés Eur. 22.
- CEE (2014). DÉCISION DE LA COMMISSION du 18 décembre 2014 modifiant la décision 2000/532/CE établissant la liste des déchets, conformément à la directive 2008/98/CE du Parlement européen et du Conseil (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE) (2014/955/UE). 43.
- Cheret, Y. (1968). La pollution, rançon du progrès technique.
- Diabagate S. (2009). Dynamique urbaine et gestion des déchets ménagers dans la région de la vallée du Bandama: cas des communes urbaines du département de Dabakala. Mémoire de DEA, Université de Cocody, Abidjan.
- Gbinlo, R. (2010). Organisation et financement de la gestion des déchets ménagers dans les villes de l'Afrique Subsaharienne: le cas de la ville de Cotonou au Bénin. Orléans.
- INSD (2009). Recueil des concepts, définitions, indicateurs et méthodologies utilisés dans le Système statistique national.
- Jung, C.G. (2013). Voies de traitements de déchets solides: Valorisation matière et énergie. Bull Sci Inst Natl Env. Conserv Nat 12 50-54 50-54.
- Kathiravale, S., Noor, M., Sopian, K., Samsuddin, A.H., and Rahman, R.A. (2003). Modeling the heating value of Municipal Solid Waste.

- Koledzi, K.E. (2011). Valorisation des déchets solides urbains dans les quartiers de Iomé (togo): approche méthodologique pour une production durable de compost.
- LPCE (2017). Caractérisation des déchets ordinaires de la mine SEMAFO BURKINA FASO S.A DE MANA.
- Mas, S., and Vogler, C. (2006). La gestion des déchets solides à Ouagadougou.
- Ngambi, J.R. (2015). Dechets solides menagers de la ville de Yaounde (Cameroun) : de la gestion lineaire vers une economie circulaire.
- Nshimirimana, F. (2010). Caractérisation des déchets solides ménagers : cas de l'arrondissement de SIG-NOGHIN.
- Ogou, S. (2017). Optimisation de la gestion des déchets solides ménagers en milieu urbain : cas de la ville de Dapaong au Togo.
- PNUE (2004). Conventions sur les déchets et les produits chimiques dangereux. 2.
- PSRDO-CER, and CEFEPRADE (2010). RAPPORT DE L'ETUDE A.3.4 : TYPOLOGIE DES DECHETS EN VUE DE LA CLASSIFICATION DES DECHETS DE LA VILLE DE OUAGADOUGOU.
- Sané, Y. (2002). La gestion des déchets à Abidjan : un problème récurrent et apparemment sans solution. AJEAMRAGEE 2002 13–22.
- Seeling, M., and Schneider, P.. (2012). Estimating the energy content of municipal solid waste from its physical composition: the heat of combustion of Porto Alegre's household solid waste, Brazilian Congress of Thermal Sciences and Engineering.
- SOCREGE (2006). Plan de gestion de l'environnement Initial mine Mana.
- Sory, I. (2013). "Ouaga La Belle!" Gestion Des Déchets Solides À Ouagadougou: Enjeux Politiques, Jeux D'acteurs et Inégalités Environnementales.". Paris 1.
- Usón, A., Ferreira, G., Vásquez, D.Z., Bribián, I.Z., and Sastresa, E.L. (2012). Estimation of the energy content of the residual fraction refused by MBT plants: a case study in Zaragoza's MBT plant.
- Warith M., Li X., and Jin H. (2005). Bioreactor Landfills: State-of-the-Art Review,. Emir. J. Eng. Res. 1–14.
- Wavrer, P., Michel, P., Gidel, C., and Védrine, H. (2010). Actualisation de la méthodologie MODECOM TM.
- Wethe, J. (2006). Cours de Gestion des déchets solides municipaux.

WEBOGRAPHIE

[http://www.vedura.fr/environnement/dechets/valorisation-energetique-dechets:](http://www.vedura.fr/environnement/dechets/valorisation-energetique-dechets) Consulté le 10/10/2017

[http://www.ademe.fr/expertises/dechets/quoi-parle-t/types-dechets/dossier/dechets-non-dangereux/dechets-non-dangereux-non-inertes:](http://www.ademe.fr/expertises/dechets/quoi-parle-t/types-dechets/dossier/dechets-non-dangereux/dechets-non-dangereux-non-inertes) consulté le 24/08/2017

[http://www.sinoe.org:](http://www.sinoe.org) Consulté le 20/07/2017

[www.fao.org:](http://www.fao.org) Consulté le 01/12/2017

[www.lombricomposteurco.fr:](http://www.lombricomposteurco.fr) Consulté le 22/09/2017

ANNEXES

Annexe 1 : Classification détaillée des déchets non dangereux

Tableau XIV: Classification détaillée des déchets non dangereux

Source : (PSRDO-CER and CEFEPRADE, 2010)

Numéros	Types de déchets	Origines	Exemples	Observation
1	Le bois et les sous-produits du bois :	Industries de première transformation (scieries, usines de fabrication de meubles, ...) et Industries de deuxième transformation (ateliers de menuiserie), en plus des utilisateurs de produits en bois	Produits usagés, emballages en bois (palettes, bois d'emballages, caisses en bois, cagettes, éléments de calage, bois de démolition ou d'ameublement,...) et divers résidus (branchages, écorces, sciures...)	Compostables
2	Les encombrants	Ménages	Mobilier cassé, vieux vélos, sommiers et matelas, fenêtres, portes et châssis sans vitrage ou éclats de verre...	

CARACTERISATION DES DECHETS SOLIDES NON MINIERES DE LA MINE DE MANA EN SAISON SECHE ET HUMIDE

<p>3</p>	<p>Les Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques (DEEE)</p>	<p>Gros et petits appareils ménagers, Equipements informatiques et de télécommunications, Matériel grand public, Matériel d'éclairage (néons... à l'exception des lampes à filament et éclairages domestiques), Outils électriques et électroniques, Dispositifs médicaux, instruments de surveillance et de contrôle et distributeurs automatiques (de billets, ...)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Fours, réfrigérateurs, congélateurs, machines à laver, climatiseurs, sèche-cheveux, fer à repasser, aspirateurs, Ordinateurs, imprimantes, téléphones, calculatrices Magnéscope, hi-fi, télévisions, amplificateurs, postes radios, - Perceuses, scies, tondeuses, Jouets, équipements de loisir et de sport (consoles de jeux vidéo, machines à sous, ...) 	
<p>4</p>	<p>Les déchets inertes</p>	<p>Les chantiers de démolition, de réhabilitation et de construction dans le secteur du bâtiment, De l'entretien / restauration des ouvrages existants, De la réalisation de nouveaux projets pour les travaux publics,</p>	<p>Morceaux de parpaings, banco, pavés, sables, gravats, tuiles, béton, ciment, carrelage/marbre, chaux</p>	

CARACTERISATION DES DECHETS SOLIDES NON MINIERES DE LA MINE DE MANA EN SAISON SECHE ET HUMIDE

		Des carrières de prélèvement.		
5	Les emballages détenus par les ménagers	Ménages	boîte, bouteille, "cartonnette", palette,...), ou du matériau (plastique, carton, verre, bois, métal, textile) et l'emballage (plastiques, papier-carton, aluminium, acier, verre...	Ils peuvent être réutilisés ou recyclés.
6	Les emballages détenus par les commerçants et les entreprises	_Commerce, artisanat, commerçants, entreprises et ménages.	Les emballages en papier/carton, les emballages en matières plastiques, les emballages en bois, les emballages métalliques, les emballages composites, les emballages en mélange, les emballages en verre, les emballages textiles.	
7	Les fûts et conteneurs	Industries	Les emballages en matières plastiques, les emballages métalliques, les emballages composites, les emballages en verre.	
8	Les métaux ferreux	_Sidérurgie et par les fonderies de fonte et d'acier.	Ferrailles	Valorisables dans les sidérurgies et

CARACTERISATION DES DECHETS SOLIDES NON MINIERES DE LA MINE DE MANA EN SAISON SECHE ET HUMIDE

				fonderies
9	Les métaux non ferreux	<p>_Du traitement mécanique et physique de surface des métaux (soudures), les déchets d'emballage, des véhicules hors d'usage des différents moyens de transport, _les déchets de construction et de démolition</p> <p>Traitement mécanique des déchets (tri, broyage, compactage, granulation), commerces, des industries et des administrations.</p>	L'aluminium, le cuivre, l'étain, le nickel, le plomb, le zinc et divers alliages	
10	Les papiers et cartons	<p>Déchets municipaux. Les différents types :</p> <p>Emballages commerciaux (Sortes basses)</p>	emballages en papier-carton, des papiers de bureau, des papiers scolaires, des journaux et des magazines, papiers et cartons mêlés d'origine, rognures blanches légèrement imprimées sans bois et avec ou sans colle, papier blanc).	

11	Les plastiques	Industries et entreprises	<p>Les thermoplastiques (80% du tonnage des déchets plastiques) : Emballages</p> <p>Le PEhd (polyéthylène haute densité) : bouteilles, flacons (lait, lessive...), bidons (huiles alimentaires, huiles moteurs, produits phytosanitaires...), fûts et conteneurs, caisses et casiers, films pour routage ;</p> <p>le PEbd (polyéthylène basse densité) : films rétractables ou étirables, palettisation, sacs, sachets ;</p> <p>le PP (polypropylène) : films et sachets transparents (paquets de cigarettes, fleurs, bonneterie, produits alimentaires secs...), tubes ;le PS (polystyrène) : feuilles pour thermoformage (pots de yaourts et autres produits laitiers, gobelets...), bouchage ;le PET (polyéthylène téréphtalate) : bouteilles (boissons gazeuses, eaux minérales, huiles comestibles...), pots et flacons cosmétiques, films ;</p> <p>Le PVC (polychlorure de vinyle) : bouteilles d’eaux minérales, vinaigre, vin, huiles comestibles, produits de droguerie, barquettes, boîtes alimentaires, films alimentaires, films pour les applications médicales, tuyaux. Les thermodurcissables (20 % du tonnage</p>
----	----------------	---------------------------	---

			<p>des déchets plastiques)</p> <p>Polyesters insaturés : résines polyesters</p> <p>Polyuréthane réticulé : colles, peintures, élastomères (« caoutchouc »), mousses, fibres</p> <p>Bakélite : boîtiers d'appareils, isolants électriques</p>	
--	--	--	--	--

CARACTERISATION DES DECHETS SOLIDES NON MINIERES DE LA MINE DE MANA EN SAISON SECHE ET HUMIDE

12	Les pneumatiques	Industrie automobile et diverses entreprises	Les Véhicules Légers (VL), tels que les voitures particulières ou 4x4 les Véhicules Utilitaires Légers (VUL), les Poids Lourds (PL), les « deux roues » motorisés comme motos et les non motorisés tels les vélos, les véhicules agricoles, de génie civil	Présentent un risque pour l'environnement et la santé en cas d'incendie
13	Les textiles	Entreprises ou des ménages. L'industrie textile(tissage, ateliers de découpe/vente de vêtements/tissus, ateliers de confection/couture...).	Les emballages textiles, les absorbants, matériaux filtrants, chiffons d'essuyage et vêtements de protection, textile imprégné, élastomère, plastomères, les textiles usagés	

CARACTERISATION DES DECHETS SOLIDES NON MINIERES DE LA MINE DE MANA EN SAISON SECHE ET HUMIDE

<p>14</p>	<p>Les déchets de verre</p>	<p>Les traitements mécaniques (broyage, tri, compactage, granulation...), _ Des commerces, industries ou administrations, _De véhicules hors d'usage</p>	<p>le verre creux (bouteilles, bocaux, gobelets, pots), le verre plat (assiettes, vitrages, glaces, verre trempé, ...) verre technique (lunettes et lentilles, ampoules, écrans cathodiques, vitrocéramique, verrerie de laboratoire...), le verre artistique (vitrail, travail à chaud ou à froid, décor de surfaces, coupes...) produits verriers (boues de polissage, épuration des fumées, fibre de verre, poussières, véhicules),</p>	
<p>15</p>	<p>Les déchets alimentaires</p>	<p>Restaurants, industries agroalimentaires(produits déclassés, secs ou demi-secs)</p>	<p>Déchets de cuisine et de restauration collective biodégradables.</p>	<p>Sont assimilables aux déchets ménagers et Compostables</p>
<p>16</p>	<p>Les huiles alimentaires usagées</p>	<p>Des ménages, des industries agroalimentaires, des restaurants et métiers de bouche (traiteurs, charcutiers, etc..), de la restauration collective.</p>	<p>Huiles de cuisson et de fritures usagées</p>	<p>Ne doivent en aucun cas être déversées ou rejetées dans les égouts ou dans les</p>

CARACTERISATION DES DECHETS SOLIDES NON MINIERES DE LA MINE DE MANA EN SAISON SECHE ET HUMIDE

				poubelles d'ordures ménagères.
17	Les déchets de sous-produits animaux	L'industrie agroalimentaire (filère animale), des abattoirs, des boucheries, des vétérinaires.	Cornes, sang, os, ...	Interdiction de jeter ou d'incinérer en quelque lieu que ce soit les cadavres d'animaux ou lots de cadavres
18	Les déchets végétaux ou « déchets verts »	Des tontes de gazon, l'élagage De l'entretien des espaces verts publics, des terrains de sport, de jardins privés et des jardins des particuliers.	Feuilles mortes, les tailles d'arbres et d'arbustes, les déchets de jardin des particuliers	Compostables

Annexe 2 : Législation Burkinabé relative à la gestion des déchets solides au Burkina Faso

Loi n° 28-00 relative à la gestion des déchets et à leur élimination en son chapitre 2 aux articles 4,6 et 7 donne des dispositions par rapport à la gestion des déchets lors des activités économiques, définit la responsabilité de chacun vis à vis des déchets qu'il génère. Aussi ces articles avertissent les opérateurs économiques de sorte à ce que les produits conçus, fabriqués et importés par ceux-ci présentent des caractéristiques de manière à ce que, lors de leur cycle de vie, la quantité et la nocivité des déchets engendrés par ces produits soient réduites en utilisant la technique disponible économiquement viable et appropriée. Elle interdit également l'incinération des déchets en plein air, à l'exception des déchets végétaux issus des jardins et du brûlis qui se pratique sur les chaumes dans les champs.

Loi n° 006/2013/AN du 02 avril 2013 portant code de l'environnement au Burkina Faso; aux articles 3, 5, 6, 8, 25, 49 et 50.

Loi n°022-2005/AN du 24 mai 2005 portant code de l'hygiène publique au Burkina Faso.

Loi n°021-2006/AN du 14 novembre 2006 portant modification de la loi N°055-2004/AN du 21 décembre 2004 portant Code Général des Collectivités Territoriales au Burkina Faso. Cette loi a dans son Livre II, Titre I, Chapitre I, Section 3 et en ses articles 88, 89 et 90 définit les compétences des collectivités territoriales en matière d'environnement et de gestion des ressources naturelles.

Loi n°23/94/ADP du 19 mai 1994 portant code de la santé publique. Cette loi définit des droits et les devoirs inhérents à la protection et à la promotion de la santé de la population » de même que « la promotion de la salubrité de l'environnement ».

Décret N°98-321 PRES/PM/MEE/MIHU/MATS/MEF/MEM/MCC/MCIA du 28 juillet 1998 portant réglementation des aménagements paysagers au Burkina Faso. L'article 3 de ce décret met en exergue entre autres rôles, la lutte contre les pollutions et nuisances, notamment les poussières qu'exercent les aménagements paysagers.

Décret n°98-323/PRES/PM/MEE/MATS/MIHU/MSTT du 28 juin 1998 portant réglementation de la collecte, du stockage, du transport, du traitement et de l'élimination des déchets urbains

Décret n°2008 -009 /PRES/PM/MS/MECV du 10 janvier 2008 portant organisation de la gestion des déchets biomédicaux et assimilés. Ce décret fixe les conditions de la gestion des déchets biomédicaux et assimilés au Burkina Faso. Cette gestion comprend le tri, la collecte sélective, le stockage, le transport, le traitement et l'élimination.

Décret n°95-176/PRES/MFP/MATS du 23 mai 1995 portant institution d'une redevance d'enlèvement des ordures ménagères

Décret n°95-1/ PRES/EAU portant adoption du plan stratégique d'assainissement des eaux usées et excréta de la ville de Ouagadougou

Décret n°2001-46/PRES/PM/MSMTT du 16 février 2001 portant adoption du document relatif au plan stratégique d'assainissement de la ville de Bobo-Dioulasso

Décret n°2001-/PRES/PM/MEE, portant champ d'application, contenu et procédure de l'étude et de la notice d'impact sur l'environnement, prévoit que les activités susceptibles de porter atteinte à l'environnement sont soumises à une étude d'impact sur l'environnement.

- **l'Arrêté n°2003-043/CO/SG/DP** portant création et concession des zones de collecte des déchets solides ménagers et assimilés dans la Ville de Ouagadougou, 11 juillet 2003 ;

- **l'Arrêté n°2003-045** portant règlement intérieur du Centre d'Enfouissement Technique des déchets de la Ville de Ouagadougou, 11 juillet 2000 ;

Etude sur la durabilité des projets de valorisation des déchets solides urbains en Afrique subsaharienne, cas de Ouagadougou, Burkina Faso

- **l'Arrêté n°2005-014** portant ouverture du Centre d'Enfouissement Technique des déchets solides de la Ville de Ouagadougou, 09 février 2005 ;

- **l'Arrêté n°2008-150/CO/SG/DP** portant interdiction de déverser des déchets sur le territoire de la Commune de Ouagadougou, 23 décembre 2008.

Convention de Bâle du 22 mars 1989 sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et leur élimination ;

Convention de Bamako du 30 janvier 1991 sur l'interdiction d'importer des déchets dangereux et le contrôle de leurs mouvements transfrontières en Afrique;

Convention de Stockholm sur « les polluants organiques persistants

Article 25 : Les activités susceptibles d'avoir des incidences significatives sur l'environnement sont soumises à l'avis préalable du ministre chargé de l'environnement. L'avis est établi sur la base d'une Évaluation environnementale stratégique (EES), d'une Etude d'impact sur l'environnement (EIE) ou d'une Notice d'impact sur l'environnement (NIE).

Article 49 : Il est fait obligation à tout producteur, importateur, distributeur et transporteur de récupérer les déchets engendrés par les matières ou les produits qu'ils produisent ou écoulent.

Les autorités compétentes les obligent à éliminer ces déchets ou à participer à des systèmes de récupération et d'élimination des déchets provenant d'autres produits identiques ou similaires. Tout refus d'obtempérer aux instructions de l'administration entraîne la suspension des activités du contrevenant sans préjudice des poursuites pénales.

Article 50 : Les pouvoirs publics prennent toutes les mesures nécessaires pour :

- prévenir et réduire la production des déchets et leur nocivité notamment en agissant au niveau de la fabrication, de l'importation et de la distribution des produits ;
- prévenir l'importation et l'introduction de certains produits et matériaux non biodégradables;
- valoriser les déchets par la réutilisation, le recyclage ou tout autre action visant la récupération des matériaux réutilisables ;
- créer et gérer des décharges contrôlées pour le dépôt des déchets ultimes après épuisement de toutes les possibilités de valorisation.

Les conditions et les modalités de gestion des déchets au regard de leur particularité tels que les déchets plastiques, les déchets des hôpitaux, les déchets d'équipements électriques et électroniques, les déchets radioactifs, les huiles usées, les boues des stations d'épuration, les eaux usées, les déchets des abattoirs ou les déchets des fosses septiques sont fixées par voie réglementaire.

Annexe 3 : Divers modes de caractérisation des déchets et guides afférents

Tableau XV: Divers modes de caractérisation des déchets et guides afférents

MODECOM™ Méthode ou Mode de Caractérisation des Ordures Ménagères – Connaitre pour agir, Guides et cahiers techniques, ADEME, 1993			
Dates	Déchets visées	Points forts	Points Faibles
1993	OMr	<p>*Guide très pragmatique : descriptions simples et concises des méthodologies. *Découpages en étapes. *Précisions des compétences, matériels et temps nécessaires à chaque étape.</p> <p>*Nombreuses illustrations :</p> <p>*Photographies, *Exemples (de calcul, de tableau...).</p> <p>*Des annexes (méthodes, grilles,...) et un glossaire.</p>	<p>*Pas disponible sur internet</p> <p>*Uniquement les OMr collectées en bennes. Pas de collectes sélectives ni bennes de déchèteries. *Guide ancien (normes non actuelles, *objectifs et coûts à mettre à jour, méthodes ayant évolué).</p> <p>*Le logiciel accompagnant n'est plus utilisable.</p>
MODECOM™ et les collectes sélectives – Compléments du manuel méthodologique MODECOM™, ADEME, 1996			
1996	CS	<p>Complète le guide MODECOM initial pour adapter la méthode aux collectes sélectives.</p> <p>*Présentation de modes d'échantillonnage alternatifs à l'échantillonnage sur benne (mode restant préconisé).</p> <p>*Références aux normes de tri en vigueur et présence d'un guide de tri détaillé en annexe.</p>	<p>Guide ancien (plusieurs points ne sont plus à jour).</p> <p>*Pas de mise en page « esthétique ».</p> <p>*Le logiciel accompagnant n'est plus utilisable.</p> <p>*Pas disponible sur internet</p>
Comment évaluer votre gisement de déchets ménagers ? – Démarche et Outils issus du Réseau Européen de Mesures pour la Caractérisation des Ordures			

CARACTERISATION DES DECHETS SOLIDES NON MINIERES DE LA MINE DE MANA EN SAISON SECHE ET HUMIDE

Ménagères, ADEME, Union Européenne, 1998			
1998	OMr et CS	<p>*Un point de vue européen.</p> <p>*Des méthodes d'échantillonnage variées : sur bennes, en collecte en PAP.</p>	<p>Guide ancien, informations pas à jour.</p> <p>*Redondance avec la méthodologie MODECOM pour le cas français.</p> <p>*Pas d'outils directement exploitables aujourd'hui.</p> <p>*Pas disponible sur internet</p>
CARADEME - Guide pour la réalisation de campagnes de caractérisation des DMA Campagne nationale de caractérisation des déchets ménagers -Guide méthodologique (hors déchèteries) – Organisation de la campagne nationale de caractérisation des déchets ménagers, ADEME, 2006			
2006	OMr et CS	<p>*Disponible sur SINOE : http://www.sinoe.org</p> <p>Des protocoles détaillés : méthodologies mais aussi durée et moyens humains et matériels.</p> <p>*Méthodes d'échantillonnage en PAP et en AV.</p> <p>*Référence à la norme de caractérisation X30 – 466.</p> <p>*Descriptions du contenu des différentes fiches : suivi de collecte, saisie échantillonnage, transport, séchage, caractérisation, analyses, résultats,...</p> <p>*Annexes : glossaire, principes de classement des déchets,...</p>	<p>Etabli dans le cadre spécifique de la campagne nationale. Les méthodes expliquées ont été établies dans le cadre de la campagne nationale et ne sont pas toutes transposables à des campagnes de caractérisation spécifiques.</p>
Mieux connaître les déchets produits à l'échelle du territoire d'une collectivité locale – Guide méthodologique, version expérimentale, ADEME, 2005			
2005	OMr, CS et déchèteries	<p>*Disponible sur SINOE : http://www.sinoe.org</p> <p>* Un guide complet du point de vue des types de déchets concernés (OMr, CS, déchèteries), des producteurs (ménages, activités économiques) et des types de collecte (PAP, AV).</p> <p>*Toutes les étapes sont prises en compte : de la constitution du</p>	<p>*Une méthodologie complexe, à suivre étape par étape. Les adaptations sont difficiles. Uniquement un échantillonnage en PAP avec séparation des déchets des ménages et des activités économiques.</p> <p>*Un guide difficilement manipulable (beaucoup de renvoi entre les</p>

CARACTERISATION DES DECHETS SOLIDES NON MINIERES DE LA MINE DE MANA EN SAISON SECHE ET HUMIDE

		<p>comité de pilotage à la présentation des résultats.</p> <p>*2 applications réelles ont permis de chiffrer les étapes (en temps et en coût) et de préciser des recommandations (numérotées R1 R2,...).</p>	<p>fiches et outils, doit être lu en entier pour comprendre la méthodologie, document pdf sans liens internes).</p> <p>*Un guide centré sur les objectifs en lien avec les déchets des activités économiques.</p>
<p>Guide de mise en œuvre de la méthode de caractérisation nationale des déchets de déchèteries – version finale 2.0, ADEME, Développement, 2006</p>			
2006	Déchèteries	<p>*Disponible sur SINOE http://www.sinoe.org</p> <p>Un guide complet avec une méthodologie très détaillée (nombreux schémas).</p> <p>*Proposition de méthodologie de caractérisation de tous les déchets entrant en déchèteries (toutes les bennes, et les flux de DDD et DEEE).</p> <p>*Utilisation de la grille MODECOMTM adaptée : permet de croiser les informations avec des caractérisations réalisées sur OMr et CS.</p> <p>*Précisions des ressources/matériel/temps pour chaque étape de la caractérisation.</p> <p>*Fiches disponibles en annexes.</p>	<p>*Etabli dans le cadre spécifique de la campagne nationale. Les méthodes expliquées ont été établies dans la cadre de la campagne nationale et ne sont pas toutes transposables à des campagnes de caractérisation spécifiques.</p> <p>*Cette méthodologie est efficace pour la caractérisation « simultanée » de tous les déchets entrant en déchèterie avec séparation des déchets des ménages et des activités économiques mais elle n'est pas adaptée à la caractérisation d'un seul type de flux (par exemple : benne tout-venant).</p>
<p>Guide méthodologique pour la caractérisation des flux de déchets encombrants collectés dans les déchèteries et l'expérimentation du démantèlement d'objets – version finale 2.0, ADEME, CAP3C, 2010</p>			

2010	Déchèteries -bennes tout-venant	<p>-Disponible sur SINOE: http://www.sinoe.org</p> <p>* Guide court (13 pages) et pragmatique permettant de faire le point sur l'ensemble des étapes (de la phase préparatoire à l'analyse des résultats). *Ciblé sur la caractérisation de bennes de tout-venant et sur les opérations de démantèlement des encombrants issus de ces bennes.</p> <p>*Guide qui ne définit pas une méthodologie unique et précise mais une trame de méthode alimentée de conseils issus du retour d'expérience (ex : difficultés fréquemment rencontrées).</p> <p>*Points sur les locaux et matériels nécessaires à la caractérisation et au démantèlement.</p>	<p>Détaillé sur le démantèlement et un peu léger pour la caractérisation.</p> <p>*Il manque un sommaire (permettant de connaître rapidement la structure et le contenu du guide).</p> <p>* Guide pas très facile à trouver sur internet. Difficile à trouver si on ne connaît pas le titre exact ou le site hébergeur.</p>
------	---------------------------------------	--	--

Annexe 4 : Résultats du tri par catégories avec et sans éléments fins en saison humide

Tableau XVI: Résultats du tri par catégories en saison humide avec les éléments fins

Répartition des échantillons par lieu de collecte et par catégories (avec fraction fine)							
Sites de collecte		BASE VIE (M1)	Pourcentages des catégories	USINE (M2)	Pourcentages des catégories	TOTAL DES MASSES (M1+ M2)	Pourcentages des catégories/Bilan
Masse Totale par échantillons (kg)		141,7		202,5		344,2	
catégories	1: Putrescibles	47,1	33,24%	1,9	0,94%	49	14,24%

CARACTERISATION DES DECHETS SOLIDES NON MINIERES DE LA MINE DE MANA EN SAISON SECHE ET HUMIDE

2: Papiers	2	1,41%	2,2	1,09%	4,2	1,22%
3: Cartons	13,5	9,53%	24,8	12,25%	38,3	11,13%
4: Composites	1	0,71%	13,2	6,52%	14,2	4,13%
5: Textiles	21,3	15,03%	120,5	59,51%	141,8	41,20%
6: Textiles sanitaires	2,55	1,80%	1,5	0,74%	4,05	1,18%
7: Plastiques	37,4	26,39%	29,9	14,77%	67,3	19,55%
8: C.N.C	1,95	1,38%	0,4	0,20%	2,35	0,68%
9: Verres	1,3	0,92%	0,2	0,10%	1,5	0,44%
10: Métaux	1,9	1,34%	1,5	0,74%	3,4	0,99%
11: I.N.C	0,8	0,56%	0,3	0,15%	1,1	0,32%
12: Déchets Spéciaux	0,4	0,28%	0	0,00%	0,4	0,12%
13: Fraction Fine	10,5	7,41%	6,1	3,01%	16,6	4,82%
Totaux	141,7	100,00%	202,5	100,00%	344,2	100,00%

Tableau XVII: Résultats du tri par catégorie en saison humide sans éléments fins

Répartition des échantillons par lieu de collecte et par catégories (sans fraction fine)							
Sites de collecte		BASE VIE (M1)	Pourcentages des catégories	USINE (M2)	Pourcentages des catégories	TOTAL DES MASSES (M1+ M2)	Pourcentages des catégories/Bilan
Masse Totale par échantillons (kg)		131,2		196,4		327,6	
catégories	1: Putrescibles	47,1	35,90%	1,9	0,97%	49	14,96%
	2: Papiers	2	1,52%	2,2	1,12%	4,2	1,28%
	3: Cartons	13,5	10,29%	24,8	12,63%	38,3	11,69%
	4: Composites	1	0,76%	13,2	6,72%	14,2	4,33%
	5: Textiles	21,3	16,23%	120,5	61,35%	141,8	43,28%
	6: Textiles sanitaires	2,55	1,94%	1,5	0,76%	4,05	1,24%
	7: Plastiques	37,4	28,51%	29,9	15,22%	67,3	20,54%
	8: C.N.C	1,95	1,49%	0,4	0,20%	2,35	0,72%
	9: Verres	1,3	0,99%	0,2	0,10%	1,5	0,46%
	10: Métaux	1,9	1,45%	1,5	0,76%	3,4	1,04%
	11: I.N.C	0,8	0,61%	0,3	0,15%	1,1	0,34%
	12: Déchets Spéciaux	0,4	0,30%	0	0,00%	0,4	0,12%
Totaux		131,2	100,00%	196,4	100,00%	327,6	100,00%

Annexe 7 : Résultats du tri par catégorie en saison sèche

Tableau XIX: Résultats du tri par catégorie en saison sèche

Catégories	Base Vie			Usine			Ensemble		
	kg	Pourcentage		kg	Pourcentage		kg	Pourcentage	
		Avec éléments fins	Sans éléments fins		Avec éléments fins	Sans éléments fins		Avec éléments fins	Sans éléments fins
Putrescibles	37,28	24,21%	25,55%	0,05	0,03%	0,03%	37,33	11,93%	12,33%
Papiers	7,51	4,88%	5,15%	3,88	2,44%	2,47%	11,39	3,64%	3,76%
Carton	47,92	31,12%	32,84%	35,6	22,39%	22,69%	83,52	26,69%	27,58%
Composites	0,60	0,39%	0,41%	27,29	17,17%	17,40%	27,89	8,91%	9,21%
Textiles	12,84	8,34%	8,80%	69,47	43,70%	44,28%	82,31	26,30%	27,18%
Textiles sanitaires	2,04	1,32%	1,40%	0,16	0,10%	0,10%	2,2	0,70%	0,73%
Plastiques	27,79	18,05%	19,05%	17,04	10,72%	10,86%	44,83	14,32%	14,81%
Combustibles non classés	0,61	0,40%	0,42%	2,21	1,39%	1,41%	2,82	0,90%	0,93%
Verre	4,82	3,13%	3,30%	0,00	0,00%	0,00%	4,82	1,54%	1,59%
Métaux	3,99	2,59%	2,73%	0,86	0,54%	0,55%	4,85	1,55%	1,60%
Incombustibles non classés	0,39	0,25%	0,27%	0,32	0,20%	0,20%	0,71	0,23%	0,23%
Déchets spéciaux	0,11	0,07%	0,08%	0,00	0,00%	0,00%	0,11	0,04%	0,04%
Eléments fins	8,10	5,26%	-	2,10	1,32%	-	10,20	3,26%	-
Totaux	154,00	100,00%	100,00%	158,98	100,00%	100,00%	312,98	100,00%	100,00%

