



ETUDE DE FAISABILITE POUR LA MISE EN PLACE D'UNE  
STATION DE TRAITEMENT DES BOUES DE VIDANGE AU PROFIT  
DES COMMUNES DE BOROMO ET SIBY

MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE MASTERE SPECIALISE  
EN

ASSAINISSEMENT NON COLLECTIF (ANC)

-----

Présenté et soutenu publiquement le par.....

**DJIBO HAHIU Abitalib 2014 0182**

**Encadrant 2iE : Dr Boukary SAWADOGO, Enseignant-Chercheur à 2iE**

**Maître de stage : Mr SINARE Laurent, assistant technique projet Ohangou**

Structure d'accueil du stage : **Gret-Burkina Faso**

Jury d'évaluation du mémoire :

Président :

Membres et correcteurs :

Promotion [20../20..]

## DÉDICACE

À mon père **Djibo HAHIOU**, qui peut trouver ici le résultat de ses longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien venus de toi.

À ma défunte mère **Fourera CHAIBOU**, pour son amour et toutes ses prières à mon égard.

À mes grandes sœurs **Sakina DJIBO** et **Nana Aïchatou CHAIBOU GADO** pour leur soutien moral et matériel.

À mes frères, tantes et oncles pour leurs encouragements et leurs prières.

À mes camarades de la promotion, ainsi qu'à tous mes amis qui m'ont soutenu de près ou de loin.

## CITATIONS

*« L'eau c'est la vie, l'assainissement c'est l'assurance vie »*

***Yacouba KONATE***

*« Un problème ne peut être résolu en réfléchissant de la même manière qu'il a été créé. »*

***Albert Einstein<sup>1</sup>***

## REMERCIEMENTS

Ce mémoire n'aurait pas pu être réalisé sans la contribution de près ou de loin de plusieurs personnes de l'institut 2iE et de l'ONG Gret. C'est le lieu d'exprimer notre gratitude à tous ceux qui ont, d'une manière ou d'une autre, permis sa réalisation. Il s'agit de :

- **La Direction générale** de l'institut 2iE pour la qualité des enseignants et des cours dispensés pendant mes cinq années d'étude.
- **Prof. Yacouba KONATE**, Chef de Laboratoire Eaux, Hydrosystèmes et Agriculture de 2ie.
- **Dr Boukary SAWADOGO**, Enseignant-Chercheur au 2ie, qui a bien voulu assurer l'encadrement de ce mémoire. Je lui suis entièrement reconnaissant pour son encadrement et pour avoir consacré de son temps précieux pour assurer le suivi scientifique de ce travail.
- **M. LANKOUANDE Namousbougou**, chef de projet Ohangou pour cette opportunité de stage au sein du projet Ohangou.
- **M. SINARE Laurent**, assistant technique projet Ohangou qui a assuré le co-encadrement scientifique et administratif de cette étude pour son soutien permanent, son amour pour le travail bien fait et ses apports.
- **M. OUEDRAOGO Moumouni**, chef de projet adjoint Ohangu **pour ces différents conseils**
- Monsieur **Moustapha OUEDRAOGO** et Monsieur **Noël TINDOURE**, pour leur soutien technique et leurs disponibilités au cours des analyses au laboratoire.
- Le personnel de la mairie de Boromo et celle de Siby pour l'accueil, l'hospitalité et les bonnes conditions de travail dont j'ai eu droit tout au long de ce stage.

Je remercie enfin **Toure LEYLA**, **Dominique MAEVA** et **Jakudel MBAINAISSEM** pour leur soutien et leur contribution à la réalisation de ce mémoire

## RÉSUMÉ

La gestion des boues de vidange constitue une problématique de santé publique dans de nombreuses villes africaines où l'assainissement autonome apparaît comme la solution la mieux adaptée. L'objectif général de cette étude est de contribuer à la mise en place d'une station de traitement des boues de vidange dans la commune de Boromo et celle de Siby. Pour ce faire, un état des lieux de la gestion des boues de vidange a été réalisé à travers une recherche documentaire, des enquêtes et observations sur le terrain. Une filière de traitement a ensuite été proposée, sur la base d'une analyse multicritère, puis dimensionnée en tenant compte des caractéristiques et de la quantité de boues produites. Enfin, une étude économique et un mode de gestion de la filière ont été réalisés à travers l'estimation des coûts de réalisation et des bénéfices attendus. Des données collectées, il ressort que 87,64 % des concessions dispose de latrines à domicile, avec une prédominance des latrines à fosse maçonnées (51 %). Le mode de vidange le plus pratiqué est la vidange manuelle (78 %) avec des tarifs compris entre 5000 et 10 000 FCFA/m<sup>3</sup>. Après la vidange, les boues sont dépotées directement dans les champs ou transportées vers un site de dépotage officiel non aménagé, présentant des risques élevés de contamination des eaux souterraines. Consciente de cette situation une station a donc été dimensionnée pour un débit journalier de 27,25 m<sup>3</sup> de boues brutes à traiter. L'option de traitement retenue est celle des lits de séchage non plantés suivis du traitement du percolât par lagunage et du Co-compostage des boues séchées avec les déchets organiques ménagers. Le coût de réalisation de cette station a été estimé à 215 385 980 FCFA. Cette étude constitue ainsi une contribution pour la mise en place d'une filière de gestion des boues de vidange dans les communes.

### Mots Clés :

---

1. Service intercommunal
2. Boue de vidange
3. Boromo
4. Siby
5. Lit de séchage non planté

## ABSTRACT

The management of faecal sludge is a public health issue in many medium-sized African cities, where autonomous sanitation appears to be the most appropriate solution. The general objective of this study is to contribute to the establishment of a sewage sludge treatment plant in the municipality of Boromo and Siby's. To do this, an inventory of the management of faecal sludge was carried out through a documentary research, surveys and observations in the field. A treatment system was then proposed, based on a multi-criteria analysis, and then sized taking into account the characteristics and quantity of sludge produced. Finally, an economic study and a management method of the sector were carried out through the estimation of the costs of realization and the expected benefits. From the data collected, it appears that 87%,64 of the concessions have latrines at home, with a predominance of masonry pit latrines (51%). The most common emptying method is manual emptying (78%) with rates between 5000 and 10,000 FCFA/m<sup>3</sup>. After emptying, the sludge is dumped directly in the fields or transported to an undeveloped official dumping site, presenting a high risk of groundwater contamination. Aware of this situation, a station was therefore sized for a daily flow of 27.25 m<sup>3</sup> of raw sludge to be treated. The treatment option chosen is that of unplanted drying beds followed by the treatment of percolate by lagooning and co-composting of dried sludge with household organic waste. The cost of building this station was estimated at 215,385,980 FCFA. This study is thus a contribution to the establishment of a management system for faecal sludge in the municipalities.

### Key words:

---

1. Intercommunal service
2. Sludge
3. Boromo
4. Siby
5. Unplanted drying bed

## **LISTE DES ABRÉVIATIONS**

BV : Boue de vidange

GBV : Gestion des boues de vidange

LTFM : Latrines traditionnelles à fosses maçonnées

LTSFM : Latrines traditionnelles sans fosses maçonnées

MEA : ministère de l'Eau et de l'Assainissement

OMD : Objectif du millénaire pour le développement

OMS : Organisation mondiale de la santé

ONEA : Office National de l'Eau et de l'Assainissement

PCD : Plan communal pour le développement

PN-AEUE : Programme national d'Assainissement des Eaux Usées et

Excreta

PTF : Partenaires techniques et financiers

RGHP : Recensement général de la population et de l'habitation

SFD : Faecal Sludge Diagram

SFD : Flux des matières fécales

SGBV : Système de Gestion des Boues de Vidange

STBV : Station de Traitement des Boues de Vidange

STEP : Station de traitement et d'épuration des boues

TCM : Toilettes à Chasse Manuelle

VIP : Ventilated Improve Pit

## TABLE DES MATIÈRES

Dédicace .....	i
CITATIONS .....	ii
Remerciements .....	iii
Résumé .....	iv
Abstract .....	v
LISTE DES ABREVIATIONS .....	vi
Table des matières .....	vii
LISTE DES FIGURES .....	x
LISTE DES TABLEAUX .....	xi
INTRODUCTION.....	1
OBJECTIFS DE L'ÉTUDE .....	2
I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
I.1 Définitions de quelques mots et concepts .....	4
I.1.1 Problématique des boues de vidange en Afrique subsaharienne .....	4
I.2 Typologie des boues de vidange .....	7
I.2.1 Ouvrages de production des boues .....	8
I.2.2 Vidange et transport.....	9
I.2.3 Traitement des boues de vidange .....	9
I.2.4 Options de traitement des boues de vidange existantes .....	10
I.2.5 Quantification et caractérisation des boues de vidange .....	12
II. MATERIEL ET METHODES .....	18
II.1 Présentation de la zone d'étude .....	18
II.1.1 Etat des lieux de la gestion des boues de vidange dans la ville de Boromo et Siby.....	20
II.1.2 Quantification des boues de vidange .....	22
II.2 Analyses physico-chimiques et microbiologiques.....	26
II.2.1 Choix du site de dépotage/traitement .....	27
II.2.2 Choix de la technologie de traitement .....	28
II.3 Méthodologie de dimensionnement du système.....	29
II.3.1 Ouvrage de réception des boues de vidanges .....	29

II.4 Ouvrage de Traitement secondaire du percolât par lagunage.....	31
II.4.1 Bassin Anaérobie (BA).....	32
II.4.2 Bassin facultatif (BF).....	33
II.4.3 Bassin de Maturation (BM) .....	34
II.5 Analyse financière de la filière de traitement/valorisation.....	35
III. RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	37
III.1. Etat des lieux de la gestion des boues de vidange à Boromo et Siby.....	37
III.1.1 Typologie des ouvrages de stockage familial des excréta à Boromo et Siby .....	37
III.1.2 Caractérisation des ouvrages familial existants à Boromo et Siby .....	38
III.1.3 Typologie des ouvrages de stockage communautaires des excréta à Boromo et Siby.....	39
III.1.4 Typologie des ouvrages de stockage marchands des excréta à Boromo et Siby .	41
III.5 Acteurs intervenant dans les maillons évacuation, traitement/ valorisation de l'assainissement non collectif à Boromo et Siby.....	42
III.5.1 La commune .....	43
III.5.2 La direction provinciale de l'environnement de l'économie verte et du changement climatique.....	43
III.5.3 La direction provinciale de l'agriculture .....	44
III.5.4 La direction provinciale de l'eau et l'assainissement.....	44
III.5.5 L'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA) .....	45
III.5.6 Les ménages .....	45
III.5.7 Les opérateurs de la vidange .....	47
III.5.8 Les maçons .....	47
III.5.9 Les organisations associatives.....	47
III.5.10 Les partenaires techniques et financiers (PTF) .....	48
III.5.11 Les agriculteurs .....	48
III.6 Les pratiques du service des boues de vidange .....	49
III.6.1 Modes de vidange des latrines .....	49
III.6.2 Conditions de travail des opérateurs de vidange .....	50
III.6.3 Fréquences de vidange .....	51
III.6.4 Frais de vidange payés par les ménages .....	52
III.7 lieux de dépotage des boues et quantification des volumes moyens journaliers produits	52
III.7.1 Identification des lieux de dépotage.....	52
III.7.2 Quantification des boues produites .....	53
III.7.3 Perceptions des populations sur la vidange des boues .....	54

III.7.4 Flux des matières fécales de la commune de Boromo .....	55
III.7.5 Flux des matières fécales de la commune de Siby .....	57
III.8 Analyse comparative des options possible de traitement .....	59
III.8.1 Caractérisation qualitative des boues .....	59
III.8.2 Choix du système de traitement des boues de vidange .....	62
III.9 Faisabilités institutionnelles de la mise en place d'une station de traitement des boues de vidange .....	64
III.9.1 Interaction des acteurs .....	64
III.10 Faisabilité technique de la mise en place d'une station de traitement .....	70
III.10.1 Dimensionnement des ouvrages .....	71
III.10.2 Traitement secondaire du percolât par lagunage .....	73
III.10.4 Gestion de la station de traitement des boues de vidange .....	80
ANNEXES .....	84

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 Synthèse des technologies de traitement des BV (Klingel et al., 2002) .....	10
Figure 2:Présentation de la zone d'étude .....	19
Figure 3:enquête terrain .....	22
Figure 4 : différentes étapes de prélèvements des boues de vidange .....	26
Figure 5 : Typologie des ouvrages familiale .....	38
Figure 6 : Typologie des ouvrages communautaire .....	40
Figure 7 : Typologie des latrines marchande .....	41
Figure 8 : Activité principale des enquêtés .....	46
Figure 9 : Financement des ouvrages .....	46
Figure 10 : Utilisation des boues de vidange .....	49
Figure 11 : Type de vidange.....	50
Figure 12 : Pratique et matériels utilisés par les vidangeurs .....	51
Figure 13 : fréquence de la vidange .....	52
Figure 14 : Lieux de dépotage des boues de vidange Boromo.....	53
Figure 15 : Coût de la vidange .....	54
Figure 16 : volonté à payer des ménages .....	55
Figure 17 : Diagramme de flux des boues de vidange de Boromo .....	56
Figure 18 : Diagramme de flux des boues de vidange de Siby .....	58
Figure 19 : Interaction des acteurs dans la GBV .....	65
Figure 20 : Schéma d'aménagement global de la station de traitement des boues de vidange	77
Figure 21 : Organigramme de la STBV .....	81
Figure 22 : Modèle de flux financiers proposé .....	83

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Critères de sélection de la filière de traitement des boues de vidange selon Strande et al. (2014) .....	15
Tableau II:critères de choix d'une option de traitement.....	16
Tableau III : Répartition des échantillons au niveau des ménages .....	24
Tableau IV : Répartition des échantillons au niveau des lieux publics.....	25
Tableau V : Principes d'analyses et références associés aux paramètres analysés .....	27
Tableau VI : Pondération des critères pour le choix de la technologie de traitement.....	28
Tableau VII : Hypothèses et formules de dimensionnement du bassin de réception.....	29
Tableau VIII : Hypothèses et formules de dimensionnement du dégrilleur.....	30
Tableau IX : Méthodes de dimensionnement des lits de séchage .....	31
Tableau X : Méthodes de dimensionnement du bassin anaérobie.....	32
Tableau XI : Méthodes de dimensionnement du Bassin Facultatif.....	33
Tableau XII : Méthodes de dimensionnement du Bassin maturation .....	34
Tableau XIII : Caractérisation des ouvrages familiaux existants à Boromo et Siby.....	38
Tableau XIV : Caractérisation des ouvrages institutionnels et communautaires existants à Boromo et Siby.....	40
Tableau XV : Caractérisation des ouvrages marchands existants à Boromo et Siby.....	41
Tableau XVI : Classification des acteurs de la GBV .....	42
Tableau XVII : matrice de SFD de Boromo .....	55
Tableau XVIII : matrice de SFD de Siby .....	57
Tableau XIX : Caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des BV .....	59
Tableau XX :Notation des critères de sélection de la filière de traitement.....	62
Tableau XXI :Implication des acteurs.....	65
Tableau XXII :Rôles et responsabilités des acteurs .....	67
Tableau XXIII : Dimensions de l'ouvrage de réception .....	71
Tableau XXIV : Dimensions du dégrilleur .....	71
Tableau XXV : Dimensions des lits de séchage.....	72
Tableau XXVI : Dimension bassin anaérobie.....	73
Tableau XXVII : Dimensions de Bassin Facultatif.....	74
Tableau XXVIII : Dimensions bassin de Maturation.....	75

## INTRODUCTION

La croissance démographique galopante de la population de l'Afrique subsaharienne a pour conséquence une inadéquation entre les ressources disponibles pour assurer un meilleur développement et les besoins en services sociaux de base. Au nombre des services sociaux qui souffrent du manque de moyens et de l'absence de volonté politique figure l'assainissement plus précisément la gestion de boues de vidange.

L'assainissement contribue à la réduction de la pauvreté puisqu'elle est plus que jamais liée à la santé, au social, à l'environnement et donc au développement. Le manque d'assainissement et d'hygiène (mauvaise gestion des boues de vidange) est source de transmission de diverses maladies. En effet, selon les estimations de l'OMS (2017), le manque d'assainissement est à l'origine de près de 280 000 décès par maladies diarrhéiques ; c'est également un facteur majeur dans la propagation de plusieurs maladies dites tropicales négligées, parmi lesquelles les parasitoses intestinales et la schistosomiase.

Au Burkina Faso, les taux d'accès à l'assainissement tant en milieu rural qu'urbain sont passés respectivement de 0,8 % à 19,9 % et de 9 % à 38,6 % entre 2010 et 2020 (MEA, 2020). Les efforts des pouvoirs publics pour assurer les services d'assainissement aux populations sont concentrés sur la filière "assainissement non collective" et particulièrement sur le maillon « accès » aux ouvrages. D'après le rapport sur le taux d'accès à l'assainissement (ONEA, 2016), plus de 60 % de la population de Ouagadougou est desservie par l'assainissement individuel et certaines villes de l'intérieur du pays ne font recours qu'à ce type d'assainissement.

En outre plusieurs projets et programmes de développement ont vu le jour, mais beaucoup se sont focalisés sur la réalisation des latrines. Cela se remarquait déjà dans l'objectif du millénaire pour le développement (OMD, 2000-2015) sur l'accès à l'assainissement, qui s'était focalisé principalement sur la réduction du taux de défécation à l'air libre par l'augmentation du nombre de latrines dans les ménages. Or, la construction de latrines n'est pas suffisante pour éloigner le péril fécal des habitats.

Les boues de vidanges tirées des installations sanitaires sont déversées de façon incontrôlée dans l'environnement, face à l'inexistence de site de dépotage approprié et de systèmes d'élimination adéquats. Lorsque le contenu d'une latrine est déversé dans les concessions, les rues, ou dans des champs, les risques pour l'environnement et la Santé publique sont bien plus élevés que ceux liés aux déversements des eaux usées grises (Blunier, et al., 2004). La

construction de latrines à elle seule n'est donc pas suffisante pour lutter contre le péril fécal (Rochery, 2014).

Pour répondre à cette problématique, l'Objectif 6 des Objectifs du Développement durable (ODD, 2015-2030) s'est focalisé non seulement sur l'accès aux toilettes, mais aussi sur la gestion durable de l'assainissement. Afin de mieux répondre aux objectifs du Développement durable, le Burkina Faso s'est doté d'un Programme national d'Assainissement des Eaux usées et Excreta (PN AEUE 2030). Ce programme met l'accent sur la construction d'ouvrages couplés à une gestion des boues de vidange à travers son action 5 et son objectif spécifique 3. Cette gestion de boues de vidange stipule une collecte des boues produites, leur acheminement vers les sites autorisés en vue de leur traitement.

Le code général des collectivités territoriales au Burkina Faso stipule que la commune en tant que maître d'ouvrage du secteur de l'eau et de l'assainissement a la responsabilité de la planification, du financement ainsi que de la réalisation et de l'exploitation des infrastructures d'assainissement et d'approvisionnement en eau potable.

Force est de constater que les capacités financières actuelles de la plupart des communes ne permettent d'assumer cette responsabilité. C'est du reste le constat que le Gret a fait lors du diagnostic initial dans les communes cibles du projet Ohangu. C'est au cours du diagnostic initial du Projet Ohangu que les Communes de Boromo et de Siby ont exprimées le besoin d'accompagnement pour la mise en place d'un service intercommunal de gestion des boues de vidange.

Répondant favorablement à la requête de ces deux communes, le Gret a décidé de réaliser l'étude de faisabilité de la mise en place d'un service intercommunal au profit des communes de Boromo et Siby dans la province des Balé. Le thème proposé pour notre étude s'inscrit donc dans ce cadre.

## **OBJECTIFS DE L'ÉTUDE**

L'objectif général de l'étude est d'évaluer la faisabilité institutionnelle, technique et économique de la mise en place d'une station de traitement des boues de vidange dans les villes de Boromo et de Siby au Burkina Faso.

Il s'agira spécifiquement de :

- État des lieux de l'accès à l'assainissement autonome, : les ouvrages existants (institutionnels, marchands, communautaires et familial) ; acteurs impliqués et leurs pratiques ; les lieux de dépotage des boues et perceptions des populations
- Faire une quantification des volumes moyens journaliers et annuels produits
- Faire une analyse comparative des options possibles de traitement des boues de vidange au profit des deux communes ;
- Faire une étude technique institutionnelle et financière de la mise en place d'un système de traitement/valorisation des boues de vidange avec proposition d'un mode de gestion de la filière choisie.

Le présent document est structuré en trois parties (03) : la première partie présente une revue bibliographique sur la gestion des boues de vidange, la deuxième partie traite de la méthodologie adoptée et la troisième partie présente les différents résultats obtenus.

## I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

### I.1 Définitions de quelques mots et concepts

**Assainissement non collectif :** ensemble des installations individuelles de traitement des eaux domestiques qui ne peuvent pas être évacuées par un système d'assainissement collectif qui doit en conséquence être traité dans les ménages avant de les rejeter dans un milieu naturel.

**Les boues de vidange :** mélange de matières fécales et d'urine de consistance variable collectées par des systèmes d'assainissement non raccordés au réseau d'égouts (latrines, fosse septique, toilettes publiques (Montangero, et al., 2002)

**Système d'assainissement :** Ensemble des équipements de collecte et de traitement des eaux usées domestique, agricole et pluviale. On distingue :

- Système collectif
- Système non collectif
- Système semi-collectif

**Gestion des boues de vidange :** manière de gérer le contenu des fosses des ouvrages autonomes. La filière de GBV peut être subdivisée en trois parties : en amont de la filière avec les ouvrages d'assainissement et la production de boues, puis la collecte et le transport et en aval le traitement et la valorisation.

**Une station de traitement des boues de vidange (STBV) désigne :** l'ensemble des technologies de traitement mis en place pour recevoir et transformer les boues de vidange, en sous-produits liquide ou solide, répondant aux objectifs de traitement pour lesquels la station a été dimensionnée (réduction des agents pathogènes, stabilisation de la matière organique et des nutriments).

#### I.1.1 problématique des boues de vidange en Afrique subsaharienne

Dans les villes africaines, en particulier celles d'Afrique subsaharienne, les excréta sont recueillis dans des systèmes d'assainissement individuels installés au niveau même des habitation (Strauss, et al., 2006). Plus de 80 % des ménages et jusqu'à 100 % dans les villes moyennes sont équipées d'installations d'assainissement autonome (Strauss, et al., 2002). Les installations d'assainissement non collectif sont essentiellement constituées de latrines (latrines traditionnelles, latrines améliorées, VIP) et fosses septiques auxquelles on associe les puits d'infiltrations. Pour la vidange de leurs fosses, les populations font appel à des vidangeurs

manuels ou des opérateurs de la vidange mécanique qui travaillent dans des conditions précaires et non régulées où se débrouille par elle-même. Les boues vidangées sont déversées de façon non règlementée dans l'espace public (rues, espaces non bâtis), périphéries des agglomérations ou par jet dans un cours d'eau ou abandon dans la cour (Koanda, 2006). Les ménages qui n'ont pas les moyens de payer les services des vidangeurs par contre profitent malheureusement de la tombée des grosses pluies pour vider leurs fosses, mélangeant par conséquent les boues avec les eaux pluviales (Mindele, 2016). Les services techniques de l'Etat ne disposent pas des moyens techniques et financiers suffisants ainsi que de ressources humaines qualifiées pour faire face de manière efficace aux problèmes de vidange anarchique des boues. Les populations se trouvent alors face des problèmes tels que :

- Une pollution de l'environnement causée par les boues de vidange déversées autour des concessions ;
- Les nuisances causées par le déversement non contrôlé et sans traitement dans l'environnement d'importantes quantités de boues de vidange ;
- Les risques sanitaires liés à la réutilisation de boues de vidange non traitées en agriculture.

Les populations les plus touchées sont les populations à revenu faible vivant dans les quartiers périphériques parce que les décharges sauvages sont souvent situées à proximité de leurs habitations. De façon générale, le traitement des boues est quasiment inexistant et rares sont les villes qui disposent de sites de dépotage respectant les normes de rejets. Le dépotage clandestin reste répandu sur tout le continent africain.

### **I.1.1.1 Gestion des boues de vidange au Burkina**

#### **➤ Cadre réglementaire de la gestion des boues de vidange**

Plusieurs lois et réglementations cadrent la gestion des boues de vidange au Burkina Faso. Ces lois et leurs décrets d'application portent sur la gestion des boues de vidange, les normes de rejet, les normes de qualité des sous-produits de vidange utilisés en agriculture, les procédures à respecter pour la construction de centres de traitement de boues. Il s'agit :

- La Loi n° 23/14/ADP portant code de la santé publique ;
- La Loi n° 002-2001/an portant Loi d'orientation relative à la gestion de l'eau ;

- La Loi n° 055-2004/an portant Code général des Collectivités territoriales au BF ;
- La Loi ° 022 – 2005/AN du 24 mai 2005 portant Code d'Hygiène publique ;
- La loi n° 17-2006/AN du 18 mai 2006 portant code de l'urbanisme et de la construction
- La Loi n° 06 – 2013/AN du 02 avril 2013 portant Codes de l'Environnement.

Au niveau de la commune de Boromo, il existe un cadre juridique sur les déchets ménagers.

### ➤ **Cadre institutionnel**

Au Burkina Faso, les intervenants du sous-secteur de l'assainissement sont :

- **Ministère de l'eau et de l'assainissement** : il a pour rôle d'élaborer les politiques et la réglementation en matière d'assainissement (cadre institutionnel, objectifs et stratégies, instruments et mécanismes financiers) et d'assurer leur mise en œuvre et leur suivi en matière de protection de l'environnement et d'amélioration du cadre de vie ;
- **Office national de l'eau et de l'assainissement (ONEA)** : Il intervient en milieu urbain dans l'approvisionnement en eau potable et l'assainissement. L'ONEA assure aussi la collecte et la gestion d'une taxe d'assainissement lui permettant de financer les activités de planification et les installations d'assainissement collectif et autonome ainsi que la gestion des stations de traitement des boues de vidange ;
- **Les communes** : elles ont la mission d'assurer l'hygiène et la salubrité publiques en élaborant des textes réglementaires locaux en concordance avec les politiques nationales, et en assurant l'organisation et la gestion de l'assainissement au sein de la commune ;
- **Les vidangeurs** : Ils représentent ceux qui se chargent de la vidange et du transport des boues recueillies au niveau des ménages et des lieux publics. Pouvant s'identifier à des vidangeurs manuels ou mécaniques suivant le mode de vidange utilisé, leur implication dans la chaîne de gestion est capitale si celle-ci se veut durable. Ceci est dû au fait qu'ils interviennent dans le maillon intermédiaire qui représente le maillon faible de la chaîne de gestion. Un système organisationnel adéquat à ce niveau réduirait considérablement les difficultés dans le circuit de gestion, car dans la plupart des communes où on retrouve plus des vidangeurs manuels, ces derniers exercent dans des conditions difficiles (risque sur la santé, manque d'équipement de travail) parfois sans appui de la municipalité ;

- **Les maçons :** répartis en deux groupes. Il s'agit de ceux qui conçoivent les pièces détachées (préfabriquant) et ceux qui montent l'ouvrage. Les premiers se chargent de concevoir des pièces servant à la construction des toilettes (dalle de défécation, briques) faites par le second groupe. Ils interviennent dans le maillon amont du système.
- **Les ONG et associations :** Elles sont en général actives dans le marketing social (sensibilisation des populations aux pratiques d'hygiène) et la promotion des technologies alternatives à faible coût. Compétentes dans la réalisation des ouvrages, les prestations de services, les prestations d'études, d'appui-conseil et de formation, elles bénéficient de concessions ou de marchés sur commande des ministères, des institutions sous tutelle ministérielle et des communes. Parmi les ONG se trouvent également les partenaires techniques et financiers. Ils interviennent sur le plan technique et financier dans une localité et contribuent à la mise en œuvre de la politique et stratégie d'assainissement à travers des programmes et projets.
- **Les ménages :** ce sont les principaux demandeurs du service d'assainissement ; par leurs comportements et capacités à payer, ils définissent le type de service à développer.
- **Les agriculteurs :** Ce sont les consommateurs du produit final, issu de la valorisation des boues sous forme de compost. Ils sont le plus souvent organisés en groupement et associations et se retrouvent dans le maillon aval de la chaîne.

## I.2 Typologie des boues de vidange

Le choix d'une option de traitement des BV dépend principalement des caractéristiques des boues générées dans une ville ainsi que des objectifs de traitement (réutilisation agricole, mise en décharge des biosolides, déversement des liquides traités dans des cours d'eau récepteurs) (STRAU, et al., 2006).

Les facteurs principaux influençant la qualité des BV sont les suivants (Heinss U., 1999) :

- Le type d'installation (latrines, fosses septiques) : il influe sur l'état des boues. Les boues des latrines (traditionnelles, VIP) par exemple sont plus compactes et difficiles à extraire par les camions de vidange. Par contre pour les autres types de latrines où on utilise beaucoup plus d'eau, les boues sont assez liquides et facilement vidangeables ;
- La fréquence de vidange : selon le temps de retour des vidanges, les microorganismes disposent d'un temps assez long ou pas pour dégrader dans une bonne proportion les

matières organiques insolubles. Les boues de fosses septiques sont biochimiquement plus stables, car leur durée de stockage est plus longue que celle des boues de toilettes publiques, vidangées à intervalle de quelques semaines seulement (STRAU, et al., 2006) ;

- La composition des BV : en fonction de l'emploi fait par les utilisateurs de l'installation, la composition des boues diffère (utilisation de produit chimique et de détergents, rejet de déchets solides, présence ou non de graisses, de déchets alimentaires...). Cela peut avoir un impact sur la filière de traitement à adopter ;
- Le mode de vidange : selon le mode de vidange manuelle ou mécanique, les boues sont respectivement non diluées ou très diluées ;

Le climat : la température joue sur l'activité des micro-organismes. Le tableau I récapitule les caractéristiques des BV de quelques villes.

### **I.2.1 Ouvrages de production des boues**

Les boues sont produites au niveau des ouvrages d'assainissement autonome. Ces ouvrages sont disposés dans les ménages et les lieux publics (marchés, écoles, etc.). Les ouvrages de production de boues sont :

- Latrine traditionnelle à fosse sèche : elle est composée d'une simple fosse de 80 à 90 cm de diamètre, profond de 3 à 5 m, recouverte par une dalle possédant un trou de défécation et d'une cabine pour assurer l'intimité. Ce type de latrine produit des boues très compactes difficilement aspirables par un camion de vidange (Koanda, 2006).
- Latrine à fosses ventilées (VIP) ou latrine améliorée : elle possède une superstructure, une toiture et une cheminée d'aération. L'urine, l'eau d'entretien de la dalle sont admises dans la fosse. Mais doivent être utilisées en quantité minimum pour garder la fosse sèche. Les matériaux biodégradables et pas très encombrants utilisés pour le nettoyage anal peuvent être également admis dans la fosse
- Toilettes à chasse manuelle (TCM) : elle est constituée d'une superstructure, d'une dalle portant une cuvette de défécation et un siphon relié à la fosse à l'aide d'une conduite. La fosse est décalée de la cuvette au moyen d'un bout de tuyau ou d'une rigole couverte qui les relie l'une à l'autre. Les excréta sont évacués avec de l'eau versée à la main.

- Fosse septique : C'est une fosse dont les parois sont complètement étanches. Elle reçoit uniquement les eaux-vannes (sanitaires). Parfois en plus des eaux-vannes, les fosses peuvent recevoir les eaux ménagères (cuisine, lavage) : on parle dans ce cas de fosses toutes eaux.

### **I.2.2 Vidange et transport**

La vidange des boues dans les pays en développement se fait actuellement en utilisant trois options technologiques : la vidange mécanique, la vidange semi-mécanique et la vidange manuelle (Mindele, 2016).

- La vidange mécanique : elle utilise un engin muni d'un moteur pour fournir la puissance requise afin de tirer les boues se trouvant dans la fosse. Elle fait appel à l'utilisation des camions vidangeurs. Ce type de vidange est assuré par des entreprises publiques et privées pour la plupart (Koanda, 2006).
- La vidange semi-mécanique : son principe est tel qu'une force manuelle est appliquée, mais un mécanisme enlève les boues. La vidange semi-mécanique résout les problèmes d'accessibilité rencontrés en vidange mécanique où les camions de grand calibre ont des difficultés de passer dans des ruelles qui se rencontrent dans les quartiers non planifiés des pays en développement (Mindele, 2016).
- La vidange manuelle : elle consiste à vider « manuellement » la fosse des latrines. Elle est pratiquée par les vidangeurs manuels ou les membres de la famille du propriétaire de l'ouvrage vidangé, ou par des petits opérateurs privés qui travaillent de manière informelle. Les vidangeurs manuels travaillent avec du matériel rudimentaire comme la pelle et le sceau (Koanda, 2006). Cette vidange présente des risques sanitaires élevés tant pour les vidangeurs que pour les habitants de la parcelle vidangée et les ménages environnants étant donné que les boues vidangées sont dépotées pour la plupart des cas clandestinement (Klingel, et al., 2002).

### **I.2.3 Traitement des boues de vidange**

En Afrique subsaharienne, les STBV fonctionnelles sont rares ; seulement quelques villes telles que Ouagadougou au Burkina Faso, Kumasi au Ghana, ou Dakar au Sénégal, disposent de stations de traitement aux performances diverses (Koanda, 2006). Ces stations sont gérées par les municipalités, les agences gouvernementales de promotion de l'assainissement, ou encore par des structures privées. Mais le plus souvent, en l'absence d'une réelle politique de

planification en matière de GBV dans les communes, il n'existe pas de site officiel de décharge des boues et aucun système de traitement n'est prévu. Les boues sont alors déversées sans traitement dans l'environnement (Bassan, et al., 2011), à proximité des habitations, dans les champs, ou à n'importe quel endroit semblant adéquat pour le vidangeur (Klingel, et al., 2002). (Gning, 2017) Estimaient en effet que moins de la moitié des boues collectées dans plusieurs centres urbains d'Afrique est traitée. Le plus grand défi de nos jours consiste donc à assurer que toutes les BV générées dans l'environnement urbain soient évacuées vers les sites de stockage/traitement aménagés, et à empêcher l'évacuation illicite et sauvage des BV non traitées. Des initiatives allant dans le sens du traitement et de la valorisation sans danger des BV sont ainsi remarquées un peu partout en Afrique de l'Ouest, notamment au Sénégal, au Burkina Faso (Kouawa, 2016), mais aussi au Togo avec la construction de nouvelles STBV.

#### I.2.4 Options de traitement des boues de vidange existantes

Les boues de vidange exigent un traitement qui leur est propre. En effet elles sont trop riches en polluants, trop liquides et contiennent trop de pathogènes pour être déversées dans les eaux de surface, être mises en décharge comme déchets solides ou encore pour être utilisées directement pour la fertilisation des champs (Klingel, et al., 2002). La Figure1 présente les systèmes de traitement des boues de vidange à faible coût et leurs combinaisons possibles.

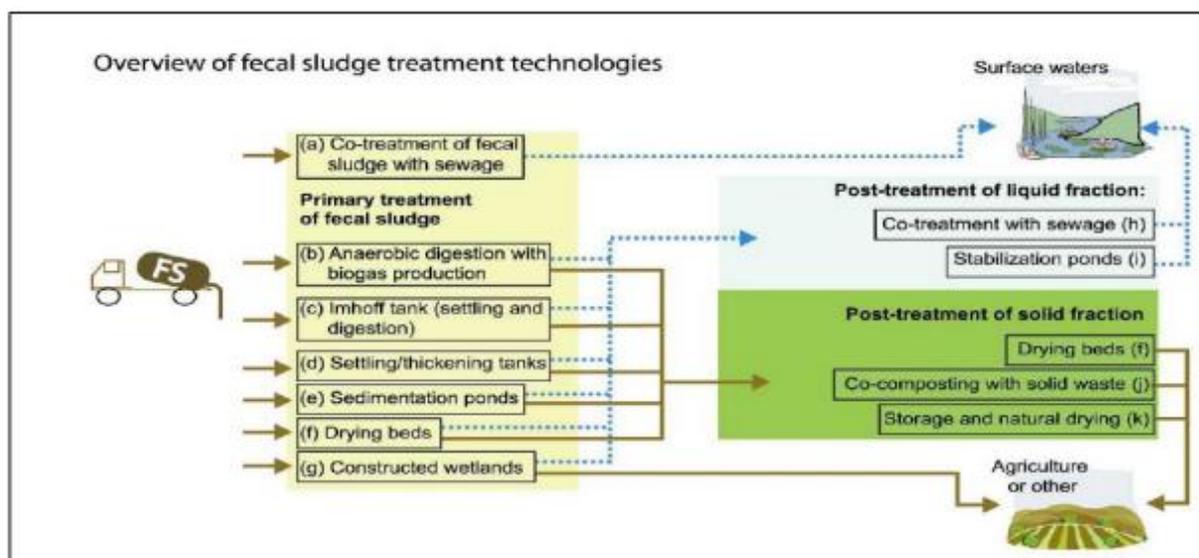


Figure 1 Synthèse des technologies de traitement des BV (Klingel et al., 2002)

Si la ville dispose d'un réseau de collecte des eaux usées et qu'une station d'épuration (STEP) est prévue, on peut envisager de traiter les boues de vidange avec les eaux usées ((a) **Co traitement des boues de vidange fraîches avec des eaux usées ou des boues d'épuration**).

Il faut s'assurer que la STEP dispose d'une capacité suffisante pour accueillir les BV. L'auteur précise que dans ce cas les boues de vidange se mélangent à des boues d'épuration ou des eaux usées davantage chargées en polluants chimiques, ce qui peut interdire une valorisation agricole.

Si l'on décide de traiter les boues de vidange séparément, le processus commence par un traitement primaire qui désigne la stabilisation des boues de vidange et la séparation des phases solide et liquide. Un post-traitement de la fraction solide et/ou liquide peut être nécessaire à l'atteinte des objectifs de traitement fixés. Comme l'indique la Figure 1, **le traitement primaire** peut être de différents types : **(b) Digestion anaérobie avec production de biogaz** : La digestion des BV avec production de biogaz peut être une option intéressante s'il existe un potentiel d'écoulement du biogaz. Seules les BV fraîches (issues de toilettes publiques par ex.) se prêtent mieux à la production de biogaz.

**(c) Décanteur-digester** : Le décanteur digester peut être utilisé pour la décantation et la digestion simultanée des BV insuffisamment stabilisées. Il peut être utilisé quand les conditions ne sont pas favorables au fonctionnement d'un digesteur avec production de biogaz et quand le site n'offre pas suffisamment d'espace pour des étangs de stabilisation.

**(d) Bassins de sédimentation/épaississement** : Les bassins de sédimentation conviennent au traitement des BV partiellement stabilisées comme celles provenant de fosses septiques ou de la plupart des autres systèmes d'assainissement.

**(e) Étangs de sédimentation/stabilisation** : Les étangs de sédimentation/stabilisation peuvent servir au traitement primaire des BV lorsque la station dispose de suffisamment d'espace et que les BV sont fraîches.

**(f) Lits de séchage non plantés** : Les lits de séchage sont constitués d'un filtre à gravier/sable équipé d'un système de drainage. Ils peuvent être utilisés en première ou en deuxième étape de traitement pour la déshydratation des boues décantées issues de systèmes de sédimentation comme ceux décrits en b), c), d) et e). Les lits de séchage ne peuvent accueillir les BV fraîches non diluées (mauvaise déshydratation, odeurs).

**(g) Lits de séchage plantés (filtres plantés)** : Les lits plantés à écoulement vertical sont des lits de séchage à filtre de sable et de graviers drainés dans lesquels croissent des plantes marécageuses. Les lits de séchage plantés sont préconisés lorsqu'une valorisation agricole est envisagée.

À la fin du traitement primaire, les fractions liquide et solide sont séparées et peuvent être traitées de manière distincte, si besoin de post-traitement il y a. **Le post-traitement de la fraction liquide** permet de produire un effluent final pouvant être déversé dans les eaux de surface sans inconvénient pour la santé et l'environnement. On en distingue deux types :

**(h) Co-traitement des liquides et des eaux usées** : un traitement conjoint des effluents du traitement primaire des BV et des eaux usées peut être envisagé si une station d'épuration est en place ou prévu.

**(i) Bassins/étangs de stabilisation** : Le lagunage est une bonne solution quand la station dispose d'un espace suffisant. Les fortes teneurs en ammonium de certains effluents, notamment des BV issues des toilettes publiques, peuvent inhiber la croissance des algues et bactéries et donc nuire au bon fonctionnement du système. **Le post-traitement de la fraction solide** a pour mission de lui conférer une qualité finale correspondant aux objectifs de traitement fixés. En particulier, si l'on souhaite valoriser les BV en agriculture, ce traitement devra assurer leur hygiénisation. On en distingue trois types :

**(f) Lits de séchage**

**(j) Co-compostage avec les ordures ménagères** : Le compost obtenu est un excellent produit pour l'amendement des sols. Le compostage est une solution très intéressante quand une valorisation agricole des boues de vidange et des déchets est envisagée.

**(k) Stockage et séchage naturel** : Le stockage et le séchage naturel sont préconisés lorsqu'une valorisation agricole des boues de vidange est souhaitée et que le recours au Co-compostage n'est pas envisageable.

## **I.2.5 Quantification et caractérisation des boues de vidange**

### **I.2.5.1 Quantification des boues de vidange**

La quantification des boues est un paramètre incontournable non seulement pour les acteurs, mais aussi pour le dimensionnement d'un système de traitement. Ainsi quatre méthodes de quantification ont été développées par (Koanda, 2006) il s'agit de :

➤ **La méthode basée sur la « production spécifique »**

Cette méthode se base sur la quantité de boues produite par habitant, par jour, par type d'ouvrage, et le nombre d'habitants. La quantité de boues produites dans une localité suivant cette méthode est donnée par l'équation (1) suivante :

$$Q = 365 * \sum_i P_i * \frac{q_i}{1000} \quad \text{Éq. (1)}$$

Où :

- $Q$  ( $m^3/an$ ) est la quantité totale de boues produites ;
- $P$  –est le nombre de personnes utilisant la latrine de type  $i$  ;
- $q$  –( $L/hab/j$ ) est la production spécifique de boues pour la latrine de type  $i$ .

➤ **La méthode basée sur la « demande en vidange mécanique »**

Elle utilise les paramètres tels que le nombre de rotations effectuées par camion pour vidanger un ouvrage, le volume de boues vidangé par rotation, la fréquence moyenne de vidange des installations et la proportion de la population ayant recours à ce mode de vidange. La quantité de boues produites par cette méthode est donnée par l'équation (2).

$$Q_{mec} = \sum_i N * \frac{p_{meci}}{f_{meci}} * v * \eta_i \quad \text{Éq. (2)}$$

Où :

- $Q_{mec}$  ( $m^3/an$ ) est la quantité de boues vidangées mécaniquement ;
- $N$  –(ouvrages) est le nombre total d'ouvrages existant dans la localité ;
- $p_{mec}$  – (%) est la proportion d'ouvrages de type  $i$  vidangés mécaniquement ;
- $f_{mec}$  – est la fréquence moyenne de vidange mécanique des ouvrages de type  $i$  ;
- $v$  –( $m^3/rotation$ ) est le volume utile du camion de vidange ;
- $\eta$  –(rotations/ouvrage) est le nombre de rotations nécessaires pour vider un ouvrage d'assainissement de type  $i$ . Il se calcule en rapportant le volume utile du camion au volume moyen de l'ouvrage en question.

➤ **La méthode basée sur les « caractéristiques des ouvrages d'assainissement »**

Cette méthode se base sur les résultats de la caractérisation des ouvrages d'assainissement autonome. La quantité de boues produites est donnée par les équations (3), (4) et (5). Pour tenir compte du fait que le camion n'aspire pas tout le contenu de la fosse, un facteur de correction de 0,75 (Koanda, 2006) a été introduit pour les ouvrages vidangés mécaniquement.

$$Q_{mec} = \sum_i N * \frac{p_{meci}}{f_{meci}} * V_i * \alpha_i \quad \text{Éq. (3)}$$

$$Q_{man} = \sum_i N * \frac{p_{mani}}{f_{mani}} * V_i \quad \text{Éq. (4)}$$

$$Q = Q_{mec} + Q_{man} \quad \text{Éq. (5)}$$

Où :

- $Q_{mec}$  (m<sup>3</sup>/an] est la quantité de boues produites dans les ouvrages et vidangées mécaniquement ;
- $Q_{ma}$  (m<sup>3</sup>/an] est la quantité de boues produites dans les ouvrages et vidangées manuellement ;
- $p_{mec}$  (%) est la proportion d'ouvrages de type i vidangés mécaniquement ;
- $p_{man}$  (%) est la proportion d'ouvrages de type i vidangés manuellement ;
- $f_{mec}$  est la fréquence moyenne de vidange mécanique de l'ouvrage de type i ;
- $f_{man}$  est la fréquence moyenne de vidange manuelle de l'ouvrage de type i ;
- (ouvrages) est le nombre total d'ouvrages existant dans la localité ;
- $V$ (m<sup>3</sup>) est le volume moyen des ouvrages d'assainissement de type i ;
- $\alpha$  est un coefficient de correction pour tenir compte du volume de boues de fonds non aspirées par le camion ;
- (m<sup>3</sup>/an) est la quantité totale de boues vidangées dans la localité.

#### ➤ Méthode basée sur « le chiffre d'affaires de l'opérateur de vidange »

Elle se base sur le compte d'exploitation des opérateurs de vidange, à partir duquel on déduit le nombre de rotations effectuées par an. Cette méthode permet d'estimer la quantité de boues vidangées mécaniquement par l'équation (6).

$$Q_{mec} = N_{rot} * v \quad \text{Éq. (6) Où :}$$

- $Q_{mec}$  (m<sup>3</sup>/an) est la quantité de boues collectées par l'opérateur ;
- $N_{ro}$  est le nombre de rotations effectuées par an, obtenu en rapportant le chiffre d'affaires au tarif de vidange ;
- (m<sup>3</sup>/rotation) est le volume effectivement vidangé par rotation.

#### I.2.5.2 Caractérisation des boues de vidange

La connaissance des caractéristiques des boues de vidange est primordiale pour le choix et la conception de systèmes de traitement performants et durables (STRAU, et al., 2002). Les BV

contiennent des pathogènes, des odeurs nauséabondes et sont de véritables sources de pollution pour l'environnement et la santé humaine. En effet, les boues de vidange ont des caractéristiques qui varient d'une ville à une autre et même au sein d'une ville (Klingel, et al., 2002). Les caractéristiques des boues varient selon le climat, les types de toilettes, la durée de stockage, l'utilisation de la toilette le mode de vidange (Mbégué, 2011). Par conséquent pour obtenir des résultats significatifs (Klingel, et al., 2002) recommande un intervalle de 30 à 50 échantillons, car selon lui un échantillonnage de moins de 30 échantillons donnera des tendances plutôt que les résultats. Quant à (Dinepa., 2012), il recommande au moins 30 échantillons. Il faut noter que la caractérisation des boues aide à comprendre les conditions locales et donc à dimensionner les stations de traitement ainsi qu'à évaluer la valeur potentielle des produits.

### **I.2.5.3 Sélection de la filière de traitement**

(Strande L., 2014) propose des critères de sélection pour évaluer les systèmes de traitement des boues de vidange afin de choisir un système adapté pour une zone. L'évaluation des systèmes de traitement s'appuie sur une matrice multicritère dans laquelle on attribuera une note à chaque système pour chaque critère d'évaluation. Il existe 10 critères répartis en 4 catégories : performance de traitement, contexte local, besoins en exploitation-maintenance et coûts. Les critères sont énumérés dans le tableau I.

*Tableau I : Critères de sélection de la filière de traitement des boues de vidange selon Strande et al. (2014)*

<b>Performance de traitement</b>	<b>Contexte local</b>	<b>Besoins en exploitation</b>	<b>Coûts</b>
Qualité de l'effluent et des boues selon les normes nationales	Caractéristiques des boues (déshydratabilité, concentration, degré de digestion, capacité d'étalement).	Compétences requises pour l'exploitation, la maintenance et le suivi-évaluation disponibles localement.	Coûts d'investissement couverts (terrain, infrastructure, ressources humaines, renforcement des capacités).

	Quantités et fréquence des dépotages de boues à la station.	Pièces détachées disponibles localement	Coûts d'exploitation-maintenances couverte.
	Climat.		
	Disponibilités foncières et coût.		
	Intérêts pour la réutilisation (fertilisant, fourrage, biogaz, compost, fuel).		

➤ **Critères de choix d'une option de traitement**

Selon (Bigumandondera, 2014), critères qu'il faut prendre en compte pour choisir une technologie de traitement des boues de vidange sont : les besoins énergétiques nécessaires pour le fonctionnement des ouvrages, la surface nécessaire pour l'implantation des sites de dépotage/traitement et les possibilités de valorisation des boues de vidange. (Klingel, et al., 2002) classe les critères de choix selon trois catégories : performance, simplicité et robustesse du procédé et coûts. Les différents critères sont résumés dans le Tableau II.

*Tableau II:critères de choix d'une option de traitement*

<b>Critères de performance</b>	<b>Critères de simplicité et robustesse du procédé</b>	<b>Critères liés aux coûts</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consistance et stabilité biochimique des biosolides obtenus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Besoins d'opération et de maintenance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficie nécessaire</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualité hygiénique des biosolides</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compétences requises pour l'opération et la supervision</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coûts d'investissement</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualité de l'effluent</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Risques d'échec dus aux installations ou à</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coûts d'opération et de maintenance</li> </ul>

	des mesures de gestion ou de procédure	
--	---	--

Source : (Klingel, 2002)

➤ **Sélection du site de traitement**

La localisation du site de traitement doit être judicieuse (Strande L., 2014). Selon Koanda (2006), cette localisation (situation géographique, accessibilité, éloignement) est importante du fait de ses répercussions sur les activités des opérateurs (distances à parcourir) et des éventuelles nuisances sur l'environnement et les populations riveraines. Plusieurs approches existent pour le choix d'un site de traitement : choix d'autorité par la mairie, choix concerté, choix sur la base de critères (Diagne, 2005).

## **II. MATERIEL ET METHODES**

Pour atteindre nos objectifs, nous nous sommes fixé une méthodologie adaptée au temps imparti à ce travail ainsi qu'aux moyens disponibles. Les lignes suivantes décrivent la présentation de la zone d'étude ainsi que les méthodes et matériels utilisés dans le cadre de cette étude.

### **II.1 Présentation de la zone d'étude**

Les communes de Boromo et Siby sont situées dans la capitale de la région de la boucle du Mouhoun précisément dans la province des Balés. Boromo se trouve plus précisément sur la route nationale N°1 qui relie Ouagadougou à Bobo-Dioulasso à environ 185 km de Ouagadougou et est située entre les coordonnées 2°45'0'' et 3°09'0'' de longitude Ouest puis entre 11°32'0'' et 11°50'30'' de latitude. Quant à Siby elle est à 97 km de Dédougou et 12km de Boromo qui est le chef-lieu de la Province des Balé et à 192 km de Ouagadougou.

La Commune de Boromo est limitée :

- Au Nord par les communes de Oury et Siby (province des Balé) puis Zawara province du Sanguié
- Au sud par la commune de Koti (Province du Tuy)
- À l'Est par les communes de Poura et de Fara (Province des Balé) ;
- Et à l'ouest par les communes de Pa et de Bagassi (Province des Balé).

La Commune de Siby quant à elle est limitée :

- Au nord par la commune de Ouri ;
- Au sud par la commune de Boromo ;
- Au nord-est et au sud-est par le fleuve Mouhoun.

Les deux communes ont une population estimée à 26 017 habitants respectivement 20 202 habitants pour Boromo et 5815 habitants pour Siby (RGHP,2019). Ces deux villes sont divisées en 4 secteurs chacune.

Le relief au niveau de la commune de Boromo est peu accidenté et est plat sur la moitié de sa superficie et à Siby il est constitué d'une Pénée pleine résultant d'une longue évolution géomorphologique. Le réseau hydrographique des deux communes est constitué essentiellement par les fleuves que sont le petit Balé, le Grand Balé et le Mouhoun. Ces cours d'eau tarissent parfois par endroits en saison sèche. Quant au climat rencontré à Boromo et Siby il est de type nord-soudanien marqué par une température moyenne annuelle élevée de

30 °C. La pluviométrie moyenne annuelle se situe entre 650 et 1000 mm Le climat est marqué par le contraste entre la saison sèche et la saison des pluies. La saison sèche dure 7 à 8 mois (octobre à mai) et la saison des pluies 4 à 5 mois (mai à septembre). La saison sèche est caractérisée par l'harmattan qui souffle d'est en ouest et par l'alizé (vent sec et chaud d'avril à mai) qui annonce le début de la saison pluvieuse (Source : PCD :20 092 018).

Ces deux communes comptent une douzaine de groupes ethniques, cependant les plus importantes sont, les Dafing-Marka, les Mossis (Yarcé), les Kô, les Dagara, les Bwaba, les Dioula-Bambara et les Laobé qui sont apparentés aux Peuls. Plusieurs groupes religieux cohabitent dans l'agglomération urbaine de Boromo et Siby. Les musulmans (tidjanites et sunnites) sont les plus nombreux, suivis des animistes et des chrétiens (catholiques et protestants). Les activités socio-économiques les plus menées restent cependant fortement la production agricole et pastorale qui occupe une grande partie de leurs populations.

La carte ci-dessous donne la situation géographique et administrative des deux communes

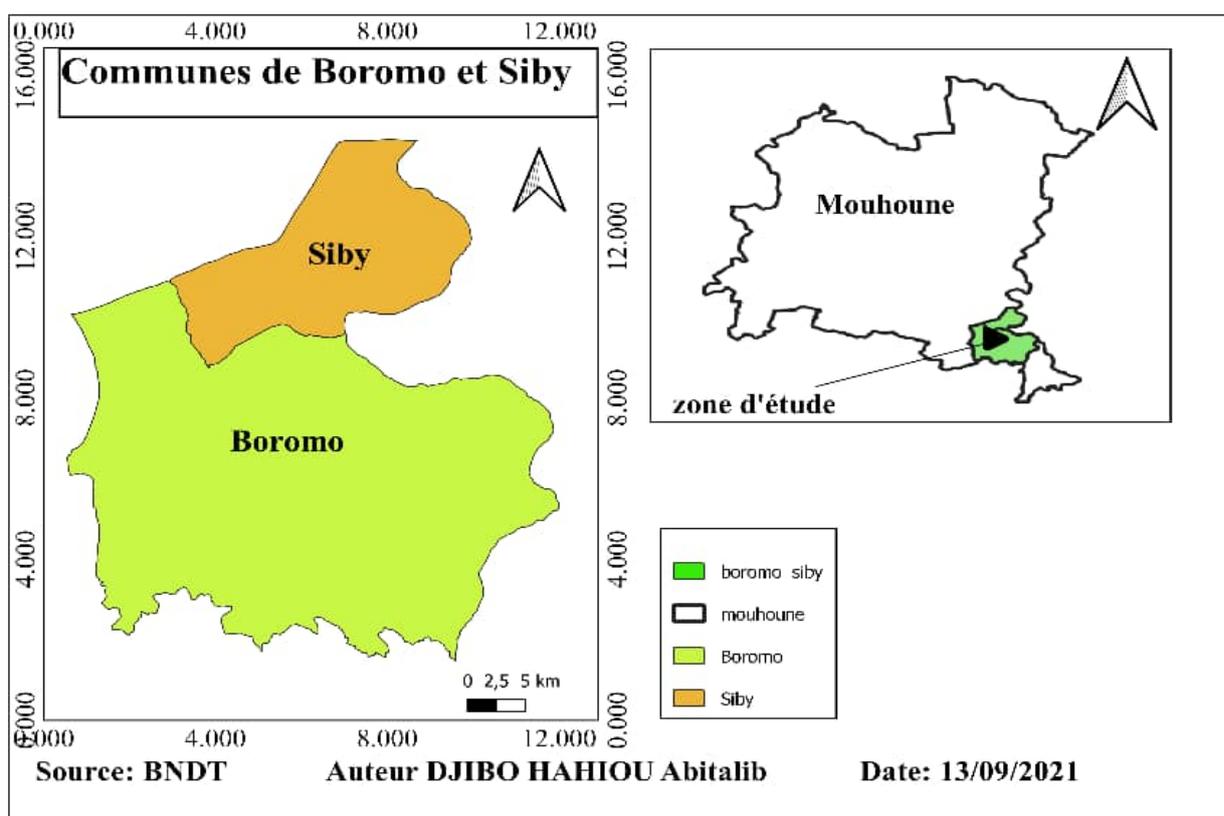


Figure 2 : Présentation de la zone d'étude

### **II.1.1 Etat des lieux de la gestion des boues de vidange dans la ville de Boromo et Siby**

La méthodologie pour faire l'état des lieux de la gestion des boues de vidange dans la commune de Boromo et Siby a consisté en une recherche documentaire et une collecte des données sur le terrain notamment des enquêtes auprès des ménages, des vidangeurs manuels, des agriculteurs et des entretiens semi-directifs auprès des acteurs intervenant dans la gestion des boues de vidange tels que les autorités communales, la direction provinciale de l'environnement, l'ONEA . . .

#### **II.1.1.1 Recherche documentaire**

La recherche documentaire est une étape qui a permis d'obtenir des informations de base relatives à notre sujet ainsi que de faire une analyse comparative entre les résultats atteints et ceux des travaux antérieurs. Cette méthode a consisté au rassemblement et à l'analyse de la documentation concernant la gestion des boues de vidange en Afrique subsaharienne en général et au Burkina Faso en particulier, ainsi que de tout autre document allant dans le cadre de notre thème de mémoire et pouvant nous aider à mieux l'appréhender.

#### **II.1.1.2 Entretien semi-directif**

L'objectif de cet entretien est d'avoir une idée des acteurs de la filière de GBV intervenant dans les localités ainsi que de mesurer leur degré d'implication dans la filière. Les responsables des différentes structures intervenant dans la filière de GBV ont été interviewées. Les questions abordées portaient principalement sur leurs rôles, leurs attentes et leurs implications dans la filière :

- Les autorités communales
- La direction provinciale de l'environnement du changement climatique et de l'économie verte ;
- La direction provinciale de l'eau et de l'assainissement
- La direction provinciale de l'agriculture
- L'Office Nationale de l'Eau et de l'Assainissement ;

#### **II.1.1.3 Entretien directif**

Il a consisté à poser aux ménages, agriculteurs et vidangeurs manuels une série de questions sur la base d'un questionnaire préalablement établi. Le questionnaire d'enquête a été élaboré à l'aide du logiciel kobo collecte.

#### **II.1.1.4 Processus d'échantillonnage**

La méthode appliquée pour l'échantillonnage des ménages est la méthode de l'échantillonnage aléatoire probabiliste et la formule suivante a été utilisée :

$$n = 1.96^2 \times p \times (1 - p) \times N / 1.96^2 \times p \times (1 - p) + i^2 \times (N - 1)$$

n = Taille de l'échantillon à interroger

N = Taille de la population cible (dans le cas de cette étude le nombre de ménages de la commune de Boromo, le nombre a été actualisé à partir de la taille obtenue lors du dernier recensement et une projection celle-ci en 2021,

N= 2 119 ménages en 2021

i = Marge d'erreur d'échantillonnage (i=7.55%)

p : Proportion estimée de la population (p=0.5)

Le coefficient 1.96 dans la formule correspond à un taux de confiance de 95 %. Au total 260 ménages ont été enquêtés dont 150 à Boromo et 110 à Siby.

Pour les agriculteurs et les vidangeurs, le nombre a été fixé en fonction de leurs disponibilités. Par conséquent 120 agriculteurs dont 60 par commune et 15 Vidangeurs dans les deux localités.

#### **II.1.1.5 La formation des enquêteurs et la collecte des données**

Trois enquêteurs ayant au minimum le BAC et parlant couramment le moré et le dioula ont été identifiés pour conduire les enquêtes auprès des ménages, des agriculteurs et des vidangeurs. Dans le souci de mieux les outiller pour conduire les enquêtes sur le terrain, ils ont bénéficié d'une formation théorique et pratique sur les techniques d'approche des ménages, le contenu du questionnaire et les technologies d'assainissement sur une durée d'un jour. La collecte des données s'est déroulée du 01 au 11 août 2021.

Les enquêtes auprès des ménages, des agriculteurs et des vidangeurs ont permis de se faire une idée de la situation de l'assainissement dans les villes. Le questionnaire ménage s'adressait prioritairement au chef de Ménage ou toute personne du ménage capable de répondre aux questions. L'analyse des données pertinentes pour notre étude a été réalisée par nos soins. Les données recueillies ont également servi pour la quantification des boues produites dans les villes. Les enquêtes dans les lieux publics ont été faites au même moment que les enquêtes ménages par les mêmes personnes et avec les mêmes outils. Elles avaient pour but principal

de répertorier les types d'ouvrages d'assainissement dont disposaient ces lieux et de la gestion faite de ces ouvrages. Ces enquêtes concernaient pratiquement tous les lieux publics de la ville que sont : la gare, le marché central, les écoles, la Mosquée centrale, les lycées, l'Église et les Centres de santé.



Figure 3: enquête terrain

### II.1.1.6 Caractérisation des acteurs

Les parties prenantes ont été déterminées par la méthode de « Capacity Works », développée par la GIZ. Elle permet d'identifier et de présenter les parties prenantes qui rentrent dans la gestion des boues de vidange pour une bonne durabilité notamment le maillon aval. On distingue :

- Les acteurs clés : ce sont les acteurs qui peuvent influencer significativement le système de gestion du fait de leur capacité, savoir ou pouvoir ;
- Les acteurs primaires : ceux qui sont immédiatement concernés par le maillon ;
- Les acteurs secondaires : ceux qui participent indirectement ou temporairement au maillon

### II.1.2 Quantification des boues de vidange

La méthode utilisée dans le cadre de notre étude pour le calcul des quantités de BV produites est celle basée sur les caractéristiques des ouvrages qui ont été utilisés par (Koanda, 2006). En effet, cette méthode est recommandée par (Koanda, 2006) pour la planification à l'échelle communale d'une gestion améliorée des BV. Les proportions de vidanges ainsi que les fréquences de vidange ont été déterminées par les données des enquêtes ménages.

### II.1.2.1 Méthode basée sur les caractéristiques des ouvrages d'assainissement

Cette méthode se base sur les résultats de la caractérisation des ouvrages d'assainissement autonome. La quantité de boues produites est donnée par les équations (3), (4) et (5). Pour tenir compte du fait que le camion n'aspire pas tout le contenu de la fosse, un facteur de correction de 0,75 (Koanda, 2006) a été introduit pour les ouvrages vidangés mécaniquement.

$$Q_{mec} = \sum_i N * \frac{pmeci}{fmeci} * Vi * \alpha_i \quad \text{Éq. (3)}$$

$$Q_{man} = \sum_i N * \frac{pmani}{fmani} * Vi \quad \text{Éq. (4)}$$

$$Q = Q_{mec} + Q_{man} \quad \text{Éq. (5)}$$

Où :

- $Q_{mec}$  (m<sup>3</sup>/an] est la quantité de boues produites dans les ouvrages et vidangées mécaniquement ;
- $Q_{ma}$  (m<sup>3</sup>/an] est la quantité de boues produites dans les ouvrages et vidangées manuellement ;
- $pmec$  (%) est la proportion d'ouvrages de type i vidangés mécaniquement ;
- $pman$  (%) est la proportion d'ouvrages de type i vidangés manuellement ;
- $fmec$  est la fréquence moyenne de vidange mécanique de l'ouvrage de type i ;
- $fman$  est la fréquence moyenne de vidange manuelle de l'ouvrage de type i ;
- (Ouvrages) est le nombre total d'ouvrages existant dans la localité ;
- $V$  (m<sup>3</sup>) est le volume moyen des ouvrages d'assainissement de type i ;
- $\alpha$  est un coefficient de correction pour tenir compte du volume de boues de fonds non aspirées par le camion ;
- (m<sup>3</sup>/an) est la quantité totale de boues vidangées dans la localité

### II.1.2.2 Flux des matières fécales

Le Sludge Flux Diagram (SFD) ou diagramme de flux de matière fécale est un outil développé par SuSanA qui permet de visualiser le parcours des excréta à l'échelle de la ville. C'est un outil efficace pour le plaidoyer en faveur de l'action pour le développement des services de gestion des boues de vidange.

Ce diagramme est généré sur la base de trois données essentielles :

- Les ouvrages d'assainissement (typologie et taux d'accès) ;

- La vidange, le transport et le traitement des boues ;
- Les cartes des niveaux de la nappe phréatique et des perméabilités des sols pour identifier les zones à risque de la pollution des eaux souterraines (zones où la nappe phréatique est vulnérable).

Le diagramme affiche deux couleurs dont la couleur rouge (mauvaise gestion) représente la défécation à l'air libre ainsi que les boues non traitées et la couleur verte (bonne gestion) représente les boues bien gérées ou non encore vidangées.

### II.1.2.3 Échantillonnage et prélèvement des boues de vidange

Dans le cadre de cette étude, 30 échantillons de boues de vidange ont été prélevés dans les ouvrages d'assainissement dont 15 à Boromo et 15 à Siby. Dans l'optique d'obtenir un échantillonnage représentatif pour les différents prélèvements, les points de prélèvement au niveau des ménages ont été choisis suivants :

- Les zones géographiques (04 secteurs) ;
- Les typologies de latrines (latrines traditionnelles, latrines VIP, etc.) en tenant compte du taux de couverture de ces ouvrages ;
- L'ancienneté de la latrine : les latrines presque pleines ont été privilégiées.

Les points de prélèvement au niveau des lieux publics ont été identifiés suivant :

- Les zones géographiques (04secteurs) ;
- Les typologies de latrines (latrines traditionnelles, latrines VIP, etc.)
- Le type de lieux publics (Établissements d'enseignements, marchés, gare, etc.)

Les tableaux III et IV présentent les plans d'échantillonnage dans la ville de Boromo et Siby

*Tableau III : Répartition des échantillons au niveau des ménages*

	Total par type d'ouvrage	Secteur 1	Secteur 2	Secteur 3	Secteur 4
Latrines traditionnelles à fosses maçonnées	3	1	0	1	1
Latrine Sanplat améliorée	4	1	1	1	1
VIP double fosse	3	1	1	0	1
TCM	1	1			

Total	11				
-------	----	--	--	--	--

*Tableau IV : Répartition des échantillons au niveau des lieux publics*

	Secteur1	Secteur2	Secteur3	Secteur4
Latrines traditionnelles à fosses maçonnées		1		1
Latrine VIP multi-fosses	1		1	
TCM				

L'objectif de cette étude étant de caractériser les boues de vidange produites dans la ville de Boromo et Siby, les échantillons de boues ont été prélevés directement dans les fosses des dispositifs d'assainissement autonome. La méthode utilisée pour le prélèvement des boues dans la fosse est celle décrite dans les « Fiches technologiques et méthodologiques du memento-assainissement ». Elle a consisté à agiter le contenu de la fosse à l'aide d'une tige afin d'avoir un contenu homogène avant prélèvement de l'échantillon.

Pour chaque échantillon, 1000 ml ont été prélevés pour l'analyse des paramètres physico-chimiques et bactériologiques et de parasitologie. Ces prélèvements ont été effectués dans des flacons clairement identifiés par un code ; ces flacons ont été préalablement stérilisés. Une fiche a permis alors d'enregistrer les informations complémentaires sur chaque échantillon prélevé (date, type d'ouvrage, lieu, etc.). Les échantillons de boues sont ensuite disposés dans des glacières contenant des accumulateurs de froid et transportés à Ouagadougou pour les analyses.





Figure 4: différentes étapes de prélèvements des boues de vidange

## II.2 Analyses physico-chimiques et microbiologiques

Les analyses ont concerné les paramètres physico-chimiques suivant : le pH, la conductivité, la matière sèche (MS), la matière volatile (MV), la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène en cinq jours (DBO5), l'azote total Kjeldahl (NTK), l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ), les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) et le phosphore, le calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et le magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ). S'agissant des paramètres microbiologiques, les analyses ont porté sur les coliformes fécaux (cf.), Escherichia coli (E. coli), les streptocoques fécaux (SF), les salmonelles et les œufs d'helminthes. Les principes d'analyse de chaque paramètre ainsi que les références sont résumés dans le tableau V.

Tableau III : Principes d'analyses et références associés aux paramètres analysés

Paramètres	Principe d'analyse
Ph	AFNOR 90-008
Conductivité	AFNOR 90-008
Matière sèche	NF T 90-029
Matière volatile	NF T 90-029
Matière organique	NF T 90-029
DCO	Méthode à petite échelle en tube fermé
DBO5	NF 25663 Méthode manométrique
Ca <sup>2+</sup>	Méthode titrimétrie à l'EDTA
Mg <sup>2+</sup>	Méthode titrimétrie à l'EDTA
NTK	AFNOR T90110 méthode après minéralisation en milieu acide fort
NH <sup>4+</sup>	AFNOR T90-013 Méthodes Nessler, Nitriver, Nitriver, Phosver
NO <sup>2-</sup>	
NO <sup>3-</sup>	
Phosphore	
Coliformes fécaux	Ensemencement sur milieux spécifiques (Chromocult coliform Agar)
Entérocoques (SF)	Ensemencement sur milieux spécifique
Escherichia coli	Ensemencement sur milieux spécifiques Chromocult Enterococci Agar
Œufs d'helminthes	AFNOR XP X33-017 Méthode par technique de triple flottation

### II.2.1 Choix du site de dépôtage/traitement

Le choix du site d'une future station de traitement des boues est très important ; ceci afin de permettre à la station de jouer pleinement son rôle. Plusieurs approches existent pour le choix d'un site de traitement : le choix d'autorité par la mairie, le choix concerté, et le choix sur la base de critères (Diagne, 2005). Pour le cas de la commune de Boromo et celle de Siby, c'est le choix d'autorité qui a prévalu.

## II.2.2 Choix de la technologie de traitement

### II.2.2.1 Identification des critères d'évaluation

Le choix de la technique de traitement a été identifié sur la base des critères indiqués par (Klingel, et al., 2002). Les critères retenus sont : les retours d'expériences, la charge traitable, les coûts d'investissement et d'entretien, la consommation énergétique et d'eau, la durée de vie de l'installation les compétences nécessaires, l'attente des politiques, l'adaptabilité au climat et l'emprise au sol.

#### II.2.2.2 Pondération des critères et définitions des classes de valeurs

Pour évaluer les systèmes de traitement des boues de vidange, les critères d'évaluation proposée seront pondérés suivant leur importance (coefficient de pondération allant de 1 à 5) et des classes de valeur seront attribuées (classe de valeur allant de 1 à 3). La pondération des critères pour le choix de l'option de traitement des BV se présente comme suit :

*Tableau IV : Pondération des critères pour le choix de la technologie de traitement*

Critères	Pondération	Justification
Les coûts d'investissement et d'entretien	5	Données primordiales pour les pays en développement
La charge traitable	4	Les BV issues de la zone d'étude sont fortement chargées en matières polluantes (Paragraphe 2.3)
La consommation énergétique et d'eau	4	Ces facteurs sont relativement importants, car les coupures d'électricité sont fréquentes surtout en saison sèche qui est la saison la plus longue ; les réseaux de distribution d'eau ne couvrent pas encore toute la ville.
Les compétences nécessaires pour la conception et la réalisation	3	La filière doit pouvoir être gérée au niveau local
Les retours d'expériences	3	Il est important de savoir s'il y a déjà eu des études ou des expériences concernant ces systèmes de traitement au Burkina Faso

L'attente des politiques	3	La STBV sera réalisée sur la base de l'intercommunalité. D'où l'importance des acteurs politiques.
La durée de vie de l'installation et l'adaptabilité au climat burkinabé (Boromo-Siby)	2	Le climat influe significativement le système de traitement des BV.
L'emprise au sol	1	Il ne manque absolument pas de place dans les villes moyennes. Les pouvoirs publics peuvent acheter des parcelles de tailles considérables s'ils en émettent le souhait, il y a également la possibilité de don sur négociation auprès des propriétaires terriens d'après le chef de terre de la commune.

En ce qui concerne les classes de valeurs, la note attribuée à chacun des critères est de 1 à 3. La note 1 est attribuée lorsque la technologie ne répond pas au critère, la note 2 lorsque la technologie répond moyennement au critère et la note 3 lorsqu'elle répond parfaitement au critère.

## II.3 Méthodologie de dimensionnement du système

### II.3.1 Ouvrage de réception des boues de vidanges

Les dimensions de l'ouvrage de réception des BV seront choisies sur la base de l'étude d'APD pour la construction de deux STBV dans la ville de Ouagadougou et Bobo-Dioulasso. Ainsi la hauteur de l'ouvrage est assimilée à la hauteur d'un jet de Boues (0,8 m) (ONEA, 2012).

*Tableau V : Hypothèses et formules de dimensionnement du bassin de réception*

Désignations	Unité	Observation
Hauteur du bassin (H)	m	Hypothèse
Largeur à la base (lb)	m	Choisie
Pente		
Longueur de la zone de convergence (Lconv)	m	
Longueur totale du bassin de réception (L)	m	
Largeur à la crête (ls) avant le convergent	m	$lc=lb+4*d*(H/2)$
Emprise sur le sol (Ssol)	m <sup>2</sup>	$Ssol=L*ls$

### II.3.1.1 Dégrilleur

Les dimensions du dégrilleur qui sera proposé seront identifiées en fonction du débit de vidange. Ce débit est estimé en admettant un jet des boues sortant du camion par un tuyau de 150 mm de diamètre avec une vitesse maximale de 4 m/s selon le Rapport APD sur la mise en place de la station de traitement de la commune de Bobo Dioulasso (ONEA, 2012). Il sera aussi considéré un écartement des barreaux (e) de 15 mm (dégrilleur moyen) ; et un angle d'inclinaison de la grille ( $\alpha$ ) de 70 ° pour permettre un nettoyage manuel de la grille.

Tableau VI : Hypothèses et formules de dimensionnement du dégrilleur

Désignations	Unités	Observation
Diamètre conduite du camion vidangeur (D)	m	(ONEA, 2012)
Surface conduite du camion vidangeur (S)	m <sup>2</sup>	$S=3,14*D^2/4$
Vitesse max à la sortie du camion vidangeur (V)	m/s	(ONEA, 2012)
Débit de vidange (Q)	m <sup>3</sup>	$Q_{max}=v_{max}*S$
Vitesse de passage entre les barreaux (V)	m/s	Cour 2iE, 2017
Surface utile du dégrilleur (S)	m <sup>2</sup>	$Q/V$
Espacement entre barreaux (E)	mm	Cour 2iE, 2017
Épaisseur du barreau (E)	mm	Cour 2iE, 2017
Coefficient de colmatage dû aux boues de vidange		Cour 2iE, 2017
Coefficient de colmatage dû à l'encombrement des barreaux (C)		$\theta=e/(e+b)$
Section mouillée (Sm)	m <sup>2</sup>	$S_m=Q_{max}/(v_b*\theta*(1-C))$
Largeur (l)	m	Fixée
Longueur (L)	m	Fixée

### II.3.1.2 les lits de séchage

Au Burkina Faso une étude menée par (Dodane, 2013) préconise une durée de séchage des boues à 9 jours au niveau des lits de séchage à Ouagadougou pour leur traitement. D'après les résultats expérimentaux d'une étude réalisée au Sénégal par SANDEC dans le Faecal Sludge Management (FSM), qui donne la charge admissible des lits de séchage pour le traitement des boues de

vidange qui est comprise entre 100 et 250 kg de MS/m<sup>2</sup>/an (Dodane, et al., 2014) Ces valeurs tiennent compte d'une durée de séchage de 10 à 15 jours.

Une charge admissible de 150 kgMS/m<sup>2</sup>/an et une durée de séchage de 21 jours seront considérées alors pour le dimensionnement des lits de séchage. Les hypothèses et formules de calculs sont résumées dans le tableau IX.

*Tableau VII : Méthodes de dimensionnement des lits de séchage*

Désignations	Unité	Observation
Flux annuel de boues à traiter (Q)	m <sup>3</sup> /an	Calculé
Nombre de jours ouvrés par an (t)	j/an	6 jours ouvrés par semaine
Flux de boues à traiter par jour ouvré (Qj)	m <sup>3</sup> /j	Qj=Q/t
Concentration moyenne de MS dans la boue (ConMS)	KgMS/m <sup>3</sup>	Résultat d'analyse
Charge totale annuelle de MS (CT)	KgMS/an	CT=ConMS*Qj*t
Charge surfacique d'alimentation (CS)	KgMS/m <sup>2</sup> /an	Choix
Surface totale nécessaire pour les lits (ST)	m <sup>2</sup>	ST=CT/CS
Épaisseur des boues dans le lit e	m	Choix
Surface d'un lit (SL)	m <sup>2</sup>	SL=Qj/e
Nombre de lits (N)		N=ST/SL
Revanche d'un lit (Rl)	m	Fixée
Épaisseur du massif filtrant (H)	m	Fixée
Profondeur totale du lit (Pl)	m	Pl=H+e+Rl

## II.4 Ouvrage de Traitement secondaire du percolât par lagunage

Les bassins qui seront proposés pour le dimensionnement des ouvrages de post-traitement qui sera le lagunage tiendra compte du rendement des lits de séchage. D'après les résultats de l'étude menée par (Kouawa, 2016). Au Burkina Faso, Si les lits fonctionnent correctement, ils peuvent avoir une rétention de 76 % en MS, un abattement de 74 % de la DCO, et de 100 % d'œufs d'helminthes en moyenne d'après les résultats obtenus à Ouagadougou et une rétention de 97 % en MS, 87 % DBO et de 100 % d'œufs d'helminthes (Cofie, et al., 2006) obtenus au Ghana. Les abattements utilisés pour le dimensionnement sont ceux obtenus au Ghana en tenant compte des caractéristiques des boues analysées ainsi que de la température moyenne de la ville.

#### II.4.1 Bassin Anaérobic (BA)

La température moyenne du mois le plus froid de la commune de Boromo et celle de Siby est de 25 °C. Selon Mara et Pearson (1998), pour une température supérieure ou égale à 25 °C, la charge volumétrique à prendre est  $C_v = 350 \text{ gDBO}_5/\text{m}^3/\text{j}$ . Le dimensionnement a été fait sur cette base. Les hypothèses et formules de calcul se présentent dans le tableau X.

Tableau VIII : Méthodes de dimensionnement du bassin anaérobic

Paramètres	Unités	Observations
Débit du percolât (Q)	$\text{m}^3/\text{j}$	60 % du débit d'alimentation des lits de séchage
Température moyenne du mois le plus froid (T)	°C	Données de la DGMN
Charge organique volumétrique ( $\lambda_v$ )	$\text{gDBO}_5/\text{m}^3/\text{j}$	Selon (Mara et Pearson, 1998)
Concentration en DBO5 (Li) à l'entrée du bassin	$\text{gDBO}_5/\text{m}^3$	
Volume du bassin (V)	$\text{m}^3$	$V = Li * Q / \lambda_v$
Profondeur du bassin (H)	m	Fixée
Surface à mi-profondeur (S)	$\text{m}^2$	$S = V / H$
Longueur à mi-profondeur (L)	m	$L = 2 * l$ (fixée)
Largeur à mi-profondeur (l)	m	$l = \sqrt{S / 2}$
Longueur à la base (Lb)	m	$L_b = L - 2 * d * (H / 2)$ ; avec une pente $v:d=2:1$
Largeur à la base (lb)	m	$l_b = l - 2 * d * (H / 2)$
Longueur à la surface de l'eau (Ls)	m	$L_s = L + 2 * d * (H / 2)$
Largeur à la surface de l'eau (ls)	m	$l_s = l + 2 * d * (H / 2)$
Revanche R	m	Fixée
Longueur à la crête (Lc)	m	$L_c = L_s + 2 * d * R$
Largeur à la crête (lc)	m	$l_c = l_s + 2 * d * R$
Emprise sur le sol (Ssol)	$\text{m}^2$	$S_{sol} = L_c * l_c$
Rendement épuratoire du BA en termes de DBO5	%	Selon (Mara et Pearson, 1998)
Concentration résiduelle en DBO5	$\text{gDBO}_5/\text{m}^3$	
Taux d'infiltration	%	Hypothèse

Débit d'infiltration (Qinf)	m <sup>3</sup> /j	
Évaporation	mm/j	Selon (Millet B., 1982)
Surface du plan d'eau (Ss)	m <sup>2</sup>	
Débit d'évaporation (Qévap)	m <sup>3</sup> /j	
Débit sortant du Bassin Anaérobie (QBF)	m <sup>3</sup> /j	QBF=Q-(Qinf+Qévap)
Temps de séjour dans le BA (θba)	j	θba=V/Q

#### II.4.2 Bassin facultatif (BF)

Les hypothèses et formules de calcul pour le dimensionnement du bassin facultatif sont résumées dans le tableau XI.

Tableau IX : Méthodes de dimensionnement du Bassin Facultatif

Paramètres	Unités	Observations
Débit entrant dans le BF (QBF)	m <sup>3</sup> /j	QBF=(QBA-(Qinf+Qévap))*2
Température moyenne du mois le plus froid (T)	°C	Données de la DGMN
Charge admissible de DBO5 (λs)	KgDBO <sub>5</sub> /ha/j	Selon (Mara, 1987), λs=350 (1,107- 0,002 T) <sup>(T-25)</sup>
Concentration en DBO5 dans le BF	gDBO <sub>5</sub> /m <sup>3</sup>	
Surface du bassin (S)	m <sup>2</sup>	S=QBF*[DBO5]/λs
Profondeur du bassin (H)	m	
Volume du bassin (V)	m <sup>3</sup>	
Longueur à mi-profondeur (L)	m	L=2*1 (Choix)
Largeur à mi-profondeur (l)	m	l=√(S/2)
Longueur à la base (Lb)	m	Lb=L-2*d*(H/2); avec une pente v:d=2:1
Largeur à la base (lb)	m	lb=l-2*d*(H/2)
Longueur à la surface de l'eau (Ls)	m	Ls=L+2*d*(H/2)
Largeur à la surface de l'eau (ls)	m	ls=l+2*d*(H/2)

Revanche R	m	Fixée
Longueur à la crête (Lc)	m	$Lc=Ls+2*d*Revanche$
Largeur à la crête (lc)	m	$lc=ls+2*d*Revanche$
Emprise sur le sol (Ssol)	m <sup>2</sup>	$Ssol=Lc*lc$
Débit d'infiltration (Qinf)	m <sup>3</sup> /j	
Débit d'évaporation (Qévap)	m <sup>3</sup> /j	
Débit sortant du Bassin Facultatif (QBM)	m <sup>3</sup> /j	$QBM=QBF-(Qinf+Qévap)$
Temps de séjour dans le BF ( $\theta_{bf}$ )	j	$\theta_{bf}=V/Q$

#### II.4.3 Bassin de Maturation (BM)

Le nombre et le dimensionnement des bassins de maturation sont réalisés selon la méthode proposée par Marais. Le principal paramètre de pollution qui guide cette procédure est la concentration en coliformes fécaux (notamment les E. coli).

Les dimensions du bassin de maturation ont été identifiées sur la base du rendement épuratoire des lits de séchage en coliformes fécaux et les formules sont résumées dans le tableau XII.

*Tableau X : Méthodes de dimensionnement du Bassin maturation*

Paramètres	Unités	Observations
Température moyenne du mois le plus froid (T)	°C	Données de la DGMN
Constante cinétique (Kb)	j-1	$Kb=2,6*(1,19)^{(T-20)}$
Nombre de cf. dans le percolât à l'entrée du système (Ne)	UFC/100ml	
Temps de séjour dans le BA ( $\theta_{ba}$ )	j	
Temps de séjour dans le BF ( $\theta_{bf}$ )	j	
Temps de séjour dans le BM ( $\theta_{bm}$ )	j	Fixé

Nombre de cf. dans le percolât à la sortie du système (Ns)	UFC/100ml	$N_s = N_e / ((1 + K_b * \theta_{ba}) * (1 + K_b * \theta_{bf}) * (1 + K_b * \theta_{bm}))$
Débit entrant dans le BM (QBM)	m <sup>3</sup> /j	
Volume du BM	m <sup>3</sup>	
Profondeur du BM	m	
Surface à mi-profondeur (S)	m <sup>2</sup>	$S = V/H$
Longueur à mi-profondeur (L)	m	$L = 2 * l$ (Choix)
Largeur à mi-profondeur (l)	m	$l = \sqrt{S/2}$
Longueur à la base (Lb)	m	$L_b = L - 2 * d * (H/2)$ ; avec une pente v:d=2:1
Largeur à la base (lb)	m	$l_b = l - 2 * d * (H/2)$
Longueur à la surface de l'eau (Ls)	m	$L_s = L + 2 * d * (H/2)$
Largeur à la surface de l'eau (ls)	m	$l_s = l + 2 * d * (H/2)$
Revanche R	m	Choix
Longueur à la crête (Lc)	m	$L_c = L_s + 2 * d * R$
Largeur à la crête (lc)	m	$l_c = l_s + 2 * d * R$
Emprise sur le sol (Ssol)	m <sup>2</sup>	$S_{sol} = L_c * l_c$

## II.5 Analyse financière de la filière de traitement/valorisation

L'analyse financière de la filière de traitement et de valorisation des boues de vidange a pour but d'évaluer les dépenses nécessaires pour la réalisation et le fonctionnement normal de la future STBV. Elle permettra également d'établir la manière dont seront utilisés au mieux les ressources disponibles et les bénéfices à attendre de leur utilisation. Dans le contexte de l'utilisation agricole des excréta, il s'agit d'établir si les ressources investies assureront un retour optimal, en intégrant à l'analyse la valeur des boues de vidange. En effet, pour assurer la pérennité des installations de traitement et garantir la qualité du traitement au cours du temps, les charges d'exploitation de la station doivent pouvoir être couvertes par les recettes internes de la filière ; les investissements initiaux pouvant cependant faire l'objet d'aides extérieures.

Aussi, les mécanismes mis en place pour l'équilibrage des coûts de fonctionnement de la station via l'apport de recettes internes, doivent intégrer à la fois accessibilité des ménages au service de vidange et rentabilité financière pour les entreprises de vidange ; ceci pour maintenir la filière durable.

Parmi les diverses méthodes pouvant être appliquées à l'analyse économique, celle utilisée sera la méthode basée sur l'analyse coûts/bénéfices, tout en étudiant les recettes et les dépenses nécessaires pour la réalisation de la station de traitement des BV. L'estimation des prix unitaires sera inspirée des rapports d'étude pour la réalisation des travaux du même cadre notamment l'APD sur la mise en place d'un système de traitement des BV dans la ville de Bobo-Dioulasso et de Ouagadougou ainsi que sur l'étude d'APD de la ville d'Abidjan en Côte d'Ivoire (Koffi, 2016) et l'étude sur la mise en place d'une filière de traitement des BV dans la ville de Niamey au Niger (Yahaya Miko, 2014).

Pour obtenir la valeur d'amortissement des investissements, le montant des annuités constantes sera calculé à partir du capital d'investissement à l'aide de la formule de Maystre (1985) cité par (Tarradellas, et al., 2004) :

$$A = \frac{P(1+i)^n * i}{(1+i)^n - i} \quad \text{Eq (6)}$$

$\dot{A}$  = montant des annuités constantes ;

$P$  = montant du capital ;

$i$  = taux d'intérêt ;

$n$  = période de dépréciation.

Lors des calculs, les paramètres suivants seront utilisés :

- $i = 5\%$  taux d'intérêt réel moyen (taux d'intérêt nominal moins taux d'inflation)
- $n$  = durée de vie de l'investissement.

Des taux d'intérêt similaires sont acceptés au niveau international par les économistes de la santé et utilisés dans les directives de l'OMS (Steiner, 2002).

### III. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

#### III.1. État des lieux de la gestion des boues de vidange à Boromo et Siby

L'analyse de la gestion actuelle des boues de vidange dans les villes de Boromo et Siby, consiste à identifier la typologie des ouvrages d'assainissement autonome et leurs caractéristiques, les modes de vidange et d'évacuation et le type de valorisation des BV.

##### III.1.1 Typologie des ouvrages de stockage des excréta en milieu familial à Boromo et Siby

Dans la ville de Boromo et de Siby, le pourcentage de ménages ne disposant pas de latrines est respectivement de 10 % et 14,72 %. Ces ménages se soulagent généralement dans la nature et les latrines des voisins. La typologie des ouvrages familiaux d'assainissement rencontrés à Boromo et à Siby est présentée par la Figure 6. Cette figure montre que la quasi-totalité des ménages disposant de ces ouvrages est essentiellement équipée en latrines traditionnelles à fosses maçonnées/Sanplats à Boromo (54 %) et à Siby (48 %) ainsi que des latrines à fosse ventilée - VIP : Ventilated Improved Pit - dans une proportion de 23 % à Boromo et 8 % à Siby, et enfin des latrines traditionnelles à fosses non maçonnées dans les proportions de 13 % à Boromo et 42 % à Siby. Les toilettes<sup>2</sup> à chasse manuelle sont rarement rencontrées à Boromo (7 %) et à Siby (2 %).

Cette prédominance de latrines traditionnelles pourrait se justifier par les conditions socio-économiques des populations de ces localités. La présence des latrines VIP se justifierait par la mise en œuvre de certains projets d'assainissement (tel le projet KFW) qui ont équipé les ménages et certains lieux publics en ouvrages de gestion d'excréta recommandés par la nouvelle politique en matière d'assainissement qui sont les latrines homologuées de type VIP. La majorité des ménages dans la ville de Boromo et de Siby est donc dotée de latrines sèches (produisant généralement des BV pâteuses) et non homologuées.

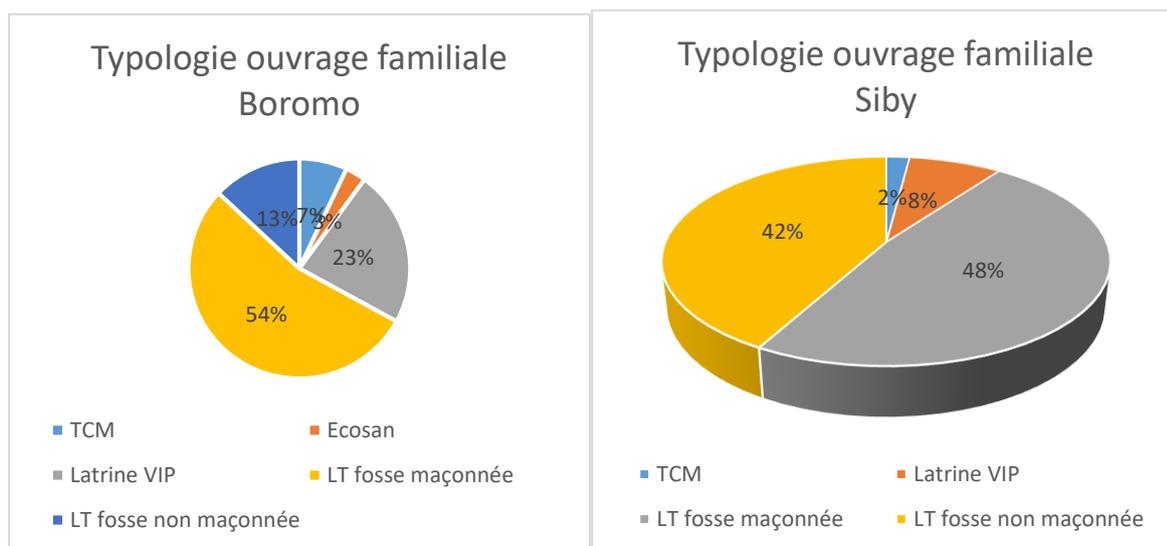


Figure 5: Typologie des ouvrages en milieu familial

### III.1.2 Caractérisation des ouvrages familiaux existants à Boromo et Siby

L'avantage de connaître les caractéristiques des ouvrages d'assainissement telles que les dimensions de la fosse, la forme de la dalle, la durée de vie de l'ouvrage et le matériau de construction de la superstructure est d'avoir une idée sur les services d'assainissement de la localité. Les caractéristiques de ces ouvrages nous ont été fournies par les enquêtes lors de l'enquête ménagère et institutionnelle dans un premier temps et vérifiées dans un second temps lors des prélèvements des échantillons de boues dans les ouvrages pour les analyses au laboratoire. Les caractéristiques des ouvrages existants en milieu familial à Boromo et à Siby sont présentées dans le tableau XIII.

Tableau XI : Caractérisation des ouvrages existants en milieu familial à Boromo et Siby

Type d'ouvrage	Hauteur (m)		Surface (m <sup>2</sup> )		Volume (m <sup>3</sup> )	
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
Latrines traditionnelles à fosse maçonnée/Sanplats (53 %)	<b>2,37</b>	<b>0,63</b>	<b>2,55</b>	<b>0,26</b>	<b>6,04</b>	<b>1,83</b>
Latrines à fosse ventilée – VIP (16,5 %)	<b>2,18</b>	<b>0,33</b>	<b>2,4</b>	<b>0,22</b>	<b>5,23</b>	<b>1,14</b>

Latrines traditionnelles à fosse non maçonnée (24,5 %)	2,48	0,11	2,36	0,28	5,86	0,95
Toilettes à chasses mécaniques/manuelles (4,5 %)	2,2	0,12	2,87	0,5	6,31	1,84
ECOSAN (3 %)	1,5	0,04	1,32	0,83	1,98	1,14

Le Tableau XIII indique que la profondeur moyenne des ouvrages au niveau des ménages est supérieure à 2 m (valeur fixée par le ministère de l'eau et de l'assainissement), excepté pour les latrines Ecosan qui sont faiblement représentées dans la zone d'étude (3 %). Les ouvrages sont composés à 82 % des fosses rectangulaires pour une section moyenne de 2,55 m<sup>2</sup>, il s'ensuivra les ouvrages à fosses carrées (11 %) pour une section moyenne de 2,4 m<sup>2</sup> et également quelques ouvrages à fosses circulaires (7 %) avec un diamètre moyen de 1,2 m pour une section de 1,13 m<sup>2</sup>. Quant aux dalles, elles sont à 93 % rectangulaires ou carrées et 7 % circulaires. Les volumes moyens varient de 1,98 m<sup>3</sup> pour la latrine de type Ecosan, à 6,31 m<sup>3</sup> pour la toilette à chasse mécanique. Ce volume se rapproche de celui obtenu par (Berthe, 2007) à Koudougou qui est de 6,3 m<sup>3</sup> pour les ouvrages familiaux. Les ouvrages pour la plupart (78 %) ont une superstructure en ciment, en pierre taillée (17 %) et en banco ou autres matériaux (5 %) tels que les tôles. La durée de vie pour 88 % des ouvrages est supérieure à 5 ans et est inférieure à 3 ans pour le reste (12 %).

### III.1.3 Typologie des ouvrages communautaires de stockage des excréta à Boromo et Siby

Les ouvrages de stockage communautaires de la ville de Boromo et de Siby (Écoles, Centres de santé, Mosquées, églises, cliniques, hôtels), sont constitués majoritairement de latrines VIP multi fosses (56 %) pour Boromo et (44 %) pour Siby qui sont en grande partie fonctionnelles et en bon état. S'ensuivra des latrines traditionnelles à fosses maçonnées/Sanplat (25 %) à Boromo et (48 %) à Siby et des TCM dont (19 %) à Boromo et (8 %) à Siby. Ces ouvrages sont pour la plupart (82 %) construits par une aide extérieure soit l'ONEA, la municipalité ou bien une ONG. Les caractéristiques de ces ouvrages sont présentées dans le tableau XIV.

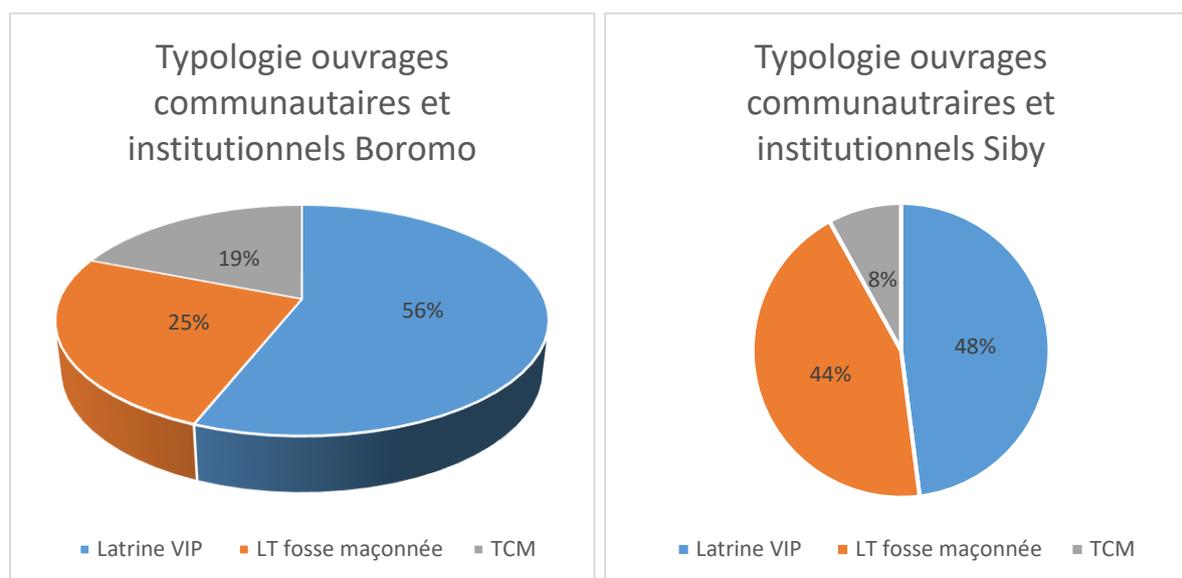


Figure 6: Typologie des ouvrages communautaire

Tableau XII : Caractérisation des ouvrages institutionnels et communautaires existants à Boromo et Siby

Type d'ouvrage	Hauteur (m)		Surface (m <sup>2</sup> )		Volume (m <sup>3</sup> )	
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
Latrines traditionnelles à fosse maçonnée/Sanplats (36,5 %)	<b>2,43</b>	<b>0,24</b>	<b>2,69</b>	<b>0,14</b>	<b>6,53</b>	<b>0,68</b>
Latrines à multi-fosse ventilée – VIP (50 %)	<b>2,54</b>	<b>0,25</b>	<b>2,7</b>	<b>0,17</b>	<b>6,85</b>	<b>0,852</b>
Toilettes à chasses mécaniques/manuelles (13,5 %)	<b>2,68</b>	<b>0,13</b>	<b>2,88</b>	<b>0,4</b>	<b>7,71</b>	<b>1,54</b>

Le Tableau XIV indique que la profondeur moyenne des ouvrages au niveau des lieux publics est supérieure à 2 (valeur fixée par le ministère de l'eau et de l'assainissement). Elles sont composées à 85 % de fosses rectangulaires pour une section moyenne de 2,81 m<sup>2</sup>, s'ensuivra les ouvrages à fosses carrées (15 %) pour une section moyenne de 2,79 m<sup>2</sup>. Quant à la forme des dalles, elles sont à 100 % rectangulaires ou carrées. Les volumes moyens varient de 6,53 m<sup>3</sup> pour la latrine à fosse maçonnée/Sanplat, à 7,71 m<sup>3</sup> pour la toilette à chasse mécanique. Les

ouvrages pour la totalité ont une superstructure en ciment (100 %). La durée de vie pour tous ces ouvrages est supérieure à 5 ans.

### III.1.4 Typologie des ouvrages de stockage marchands des excréta à Boromo et Siby

Les ouvrages marchands de la ville de Boromo et de Siby (Gare routière, marché) sont à 100 % des latrines VIP multi-fosses. Ces ouvrages sont à usage payant (50Fcfa/usage). Les caractéristiques de ces ouvrages sont détaillées dans le tableau XV.

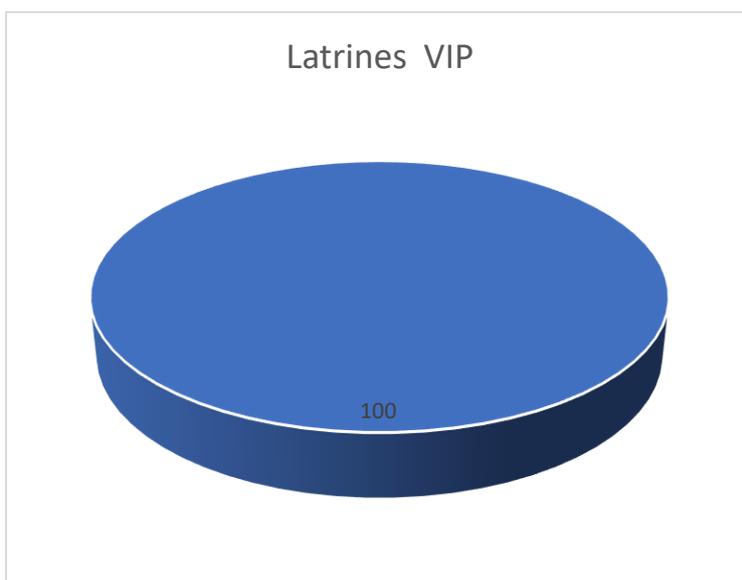


Figure 7 : Typologie des latrines marchande

Tableau XIII : Caractérisation des ouvrages marchands existants à Boromo et Siby

Type d'ouvrage	Hauteur (m)		Surface (m <sup>2</sup> )		Volume (m <sup>3</sup> )	
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
Latrines à multi-fosse ventilées – VIP (50 %)	<b>2,31</b>	<b>0,25</b>	<b>3,06</b>	<b>0,17</b>	<b>7,06</b>	<b>0,852</b>

La profondeur moyenne est de 2,31 m. Quant à la forme des dalles, elles sont soit rectangulaires ou 100 % carrées pour une section moyenne de 3 m<sup>2</sup> et un volume moyen de 7,06 m<sup>3</sup> à Boromo comme à Siby. Les ouvrages pour la totalité ont une superstructure en ciment (100 %). La durée de vie pour tous ces ouvrages est supérieure à 5 ans.

Ces ouvrages ne respectent pas la norme au Burkina Faso concernant la prescription technique spécifique aux Ouvrages d'assainissement qui fixe la profondeur des ouvrages à 2 mètres.

### **III.5 Acteurs intervenant dans les maillons évacuation, traitement/valorisation de l'assainissement non collectif à Boromo et Siby**

Les différents acteurs intervenant dans l'assainissement non collectif à Boromo et Siby sont au nombre de 10 :

- La commune
- Le ministère de l'Environnement de l'économie verte et du changement climatique ;
- La direction provinciale de l'agriculture ;
- La direction provinciale de l'eau et de l'assainissement des Bâle ;
- L'ONEA ;
- Les organisations associatives ;
- Les ménages ;
- Les vidangeurs ;
- Les agriculteurs ;
- Les partenaires techniques et financiers

Ces acteurs sont classés en trois classe et leurs capacités, leurs compétences, leurs nombres, leurs statuts juridiques, leurs moyens d'action, leurs partenaires associés seront identifiés :

*Tableau XIV : Classification des acteurs de la GBV*

<b>Acteurs Clés</b>	<b>Acteurs primaires</b>	<b>Acteurs secondaires</b>
Mairie	Ménages	Les partenaires techniques et financiers (PTF)
ONEA	Agriculteurs	Les organisations associatives
Direction provinciale de l'eau et de l'assainissement	Maçons	Direction provinciale de l'environnement de l'économie verte et du changement climatique
	Vidangeurs	Direction provinciale de l'agriculture

### **III.5.1 la commune**

Les communes de Boromo et de Siby suivant la communalisation intégrale représentent l'actrice centrale et principale de la gestion des BV et être en charge de toute la filière : collecte, transport jusqu'au traitement, mais ce rôle n'est pas totalement assumé. La commune de Boromo dispose d'un technicien communal de l'Eau et de l'Assainissement qui joue un rôle d'intermédiaire entre la commune et les acteurs plus précisément les vidangeurs manuels.

À Siby chaque acteur occupe sa place de façon indépendante dans la chaîne sans pour autant être interconnecté ou en relation avec la commune pour ce qui est du maillon évacuation des boues, cela ne semble pas faire encore partie des priorités de la mairie. Les deux communes ne disposent pas de textes pour règlementer la filière de gestion des boues de vidange, mais néanmoins à Boromo l'adoption d'un arrêté d'hygiène communal est en de projet. La commune de Boromo dispose également d'un cadre juridique sur les déchets ménagers. La commune de Boromo procède à la sensibilisation sur le code de l'hygiène publique et a mis en place une police de l'hygiène. Elle œuvre également à la création d'un cadre de concertation autour de l'eau et de l'assainissement. Elle a réhabilité les latrines du marché et de la gare routière et a confié leur gestion à des individus ou associations. Cependant, les entretiens avec les responsables de la commune de Boromo ont révélé que la mairie prévoit d'élaborer un plan stratégique pour la GBV dans lequel elle organisera tous les acteurs pour une bonne gestion de la filière. Elle dispose également d'un site de dépotage officiel des boues collectées dans la commune, une ancienne carrière d'extraction de sable appartenant à la Mairie. Ce site n'est pas aménagé pour recevoir et traiter les boues, et présente en plus des risques de contamination élevés surtout pour les eaux souterraines.

### **III.5.2 La direction provinciale de l'environnement de l'économie verte et du changement climatique**

Elle a pour mission premier d'exerce en tant que police en assurant la mise en application de la réglementation environnementale nationale et communale par l'information, la sensibilisation des acteurs (ménages, vidangeurs manuels) et occasionnellement par la répression. Cependant on peut noter qu'à travers l'entretien avec ces derniers ils ne jouent pas leurs rôles pleinement comme il le faut on peut noter qu'ils n'ont jamais été impliquer dans un projet d'assainissement à Boromo comme Siby et aussi ils n'entretiennent pas de relation avec les acteurs et ne sont pas impliqués dans la gestion des boues de vidanges ce qui fait que les vidangeurs dépotent les boues un peu partout sans contrôles. Les activistes que mènes présentement la direction

provinciale de l'environnement malgré les compétences techniques se résument aux sensibilisations souvent lors des activités tels que la journée de l'arbre, mais ils comptent entendre leurs sensibilisations sur la gestion des boues de vidanges notamment le maillon évacuation au niveau des radios pour plus sensibiliser un nombre important de personnes et les vidangeurs sur le dépotage anarchique des boues.

### **III.5.3 La direction provinciale de l'agriculture**

Cette structure à travers son service études et programmation apporte un appui technique aux agriculteurs quant à la production agricole notamment l'utilisation des intrants agricoles, aux types de semence, aux techniques agricoles et surtout l'utilisation des boues de vidanges dans les champs, car cette pratique est faite de façon traditionnelle, cependant elle n'a pas une activité formelle en tant que telle, car elle intervient de façons informelles auprès des agriculteurs quant à l'usage des boues. En tant que service technique, la direction provinciale de l'agriculture des Bâle entretient une bonne relation avec les acteurs notamment la mairie qu'elle appuie dans la formation de certains acteurs, dans la sensibilisation sur le terrain et dans la réception d'ouvrages hydrauliques et d'infrastructures d'assainissement. Comme attendu les responsables de la direction provinciale de l'agriculture on fait part du manque d'engrais organique dans la commune surtout au début des campagnes et qu'une bonne gestion des boues de vidanges pourrait être une solution adaptée à ce problème au niveau des agriculteurs de la commune avec surtout leurs accompagnements techniques.

### **III.5.4 La direction provinciale de l'eau et l'assainissement**

La direction provinciale de l'eau et l'assainissement apporte un appui dans la réalisation des ouvrages d'assainissement familial et institutionnel à travers les appuis budgétaires sectoriels. Cependant à Boromo et à Siby cette direction apporte plus sa compétence technique telle que les études techniques, le suivi et contrôle des travaux qui cadre avec ces domaines de compétence et aide aussi les partenaires dans les études et choix techniques. Cette direction entretient de bonne relation avec les acteurs notamment l'ONEA et la mairie, car elle est au cœur de la gestion des boues de vidanges à Boromo, quant au niveau des ménages ces activités sont plus focalisées sur la sensibilisation plus précisément les pratiques d'hygiène et surtout le choix et la conception des ouvrages. Actuellement un projet est en cours dans le cadre du programme d'approvisionnement en eau et assainissement qui prévoit la réalisation de 106 latrines à Boromo et 205 à Siby.

### **III.5.5 L'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA)**

Dans le cadre de la mise en œuvre du PN-AEPA, l'ONEA initie des actions en vue de développer l'assainissement au niveau de la commune. À cet effet, plusieurs études ont été réalisées et une version provisoire du plan stratégique d'assainissement (PSA) de la ville de Boromo est disponible. L'ONEA appuie la commune de Boromo principalement au niveau des ménages dans les aspects techniques notamment sur le choix du type d'ouvrage à réaliser, et des conseils pratiques pour une meilleure gestion des ouvrages aussi la formation et dotation de matériels pour les vidangeurs et les maçons pour assurer une vidange sans risques lorsque la fosse est pleine. Un nouveau projet est actuellement en cours au niveau de la commune de Boromo en partenariat avec l'ONEA dénommé plan opérationnel partiel qui consiste à construire 370 ouvrages d'assainissement chaque année pour l'atteinte des objectifs du PSA de la commune. Au cours de ce projet la mairie en collaboration avec l'ONEA fournira l'assistance technique et une partie du matériel tel que la dalle, briques, porte et tôles et le reste viendra de la commune notamment les fouilles et la main d'œuvre.

### **III.5.6 Les ménages**

Ils sont les principaux producteurs de boues dans la commune, en plus des établissements publics tels que les marchés, les centres de santé, les gares, les mosquées, les églises et les écoles. Les ménages ont la liberté de recourir aux services payants des vidangeurs choisis en fonction de leurs capacités financières. Les ménages sont donc concernés par le maillon évacuation de l'assainissement non collectif de par leurs comportements et capacités à payer pour la vidange et le transport des BV.

#### **III.5.6.1 Branche d'activité des différents ménages**

Les différentes activités menées dans les villes de Boromo et Siby sont représentées sur les (Figure 5). Comme la montre les figures, il existe une grande diversification d'activités, quoique l'agriculture reste dominante (40 %) à Boromo contre (34 %) à Siby. Les deux communes sont donc favorables aux activités agricoles, ce qui est normal, car le secteur agricole constitue une composante essentielle de l'économie du Burkina Faso.

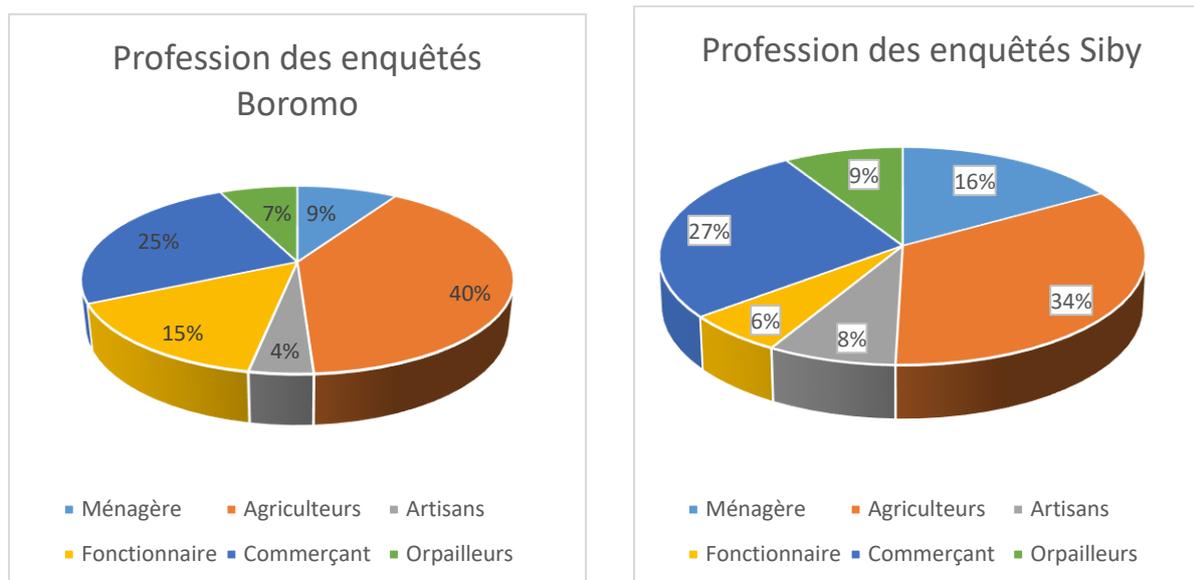


Figure 8: Activité principale des enquêtés

### III.5.6.2 Financement des ouvrages d'assainissement

Les ouvrages à 80 % ont été financés par les ménages, cependant ce financement concerne en majorité les latrines avec à fosses maçonnées et les latrines sans fosses maçonnées. Cela peut être expliqué par les conditions socio-économiques des ménages dans les deux localités. L'aide extérieure qui est de 10 % concerne les latrines VIP à doubles fosses qu'on rencontre dans les ménages, cela s'explique par les différents projets (tel que le KFW) réalisés dans les deux localités.

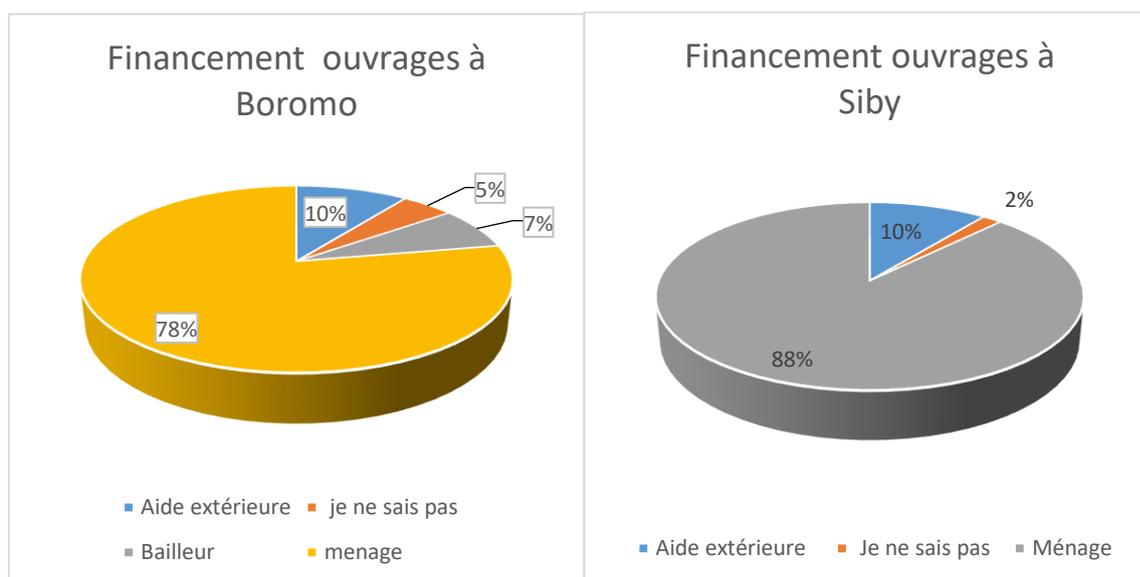


Figure 9: Financement des ouvrages

### **III.5.7 Les opérateurs de la vidange**

À Boromo la vidange est effectuée par l'association des vidangeurs manuelle qui travaille de manière formelle en collaboration avec la mairie. Ils sont au nombre de vingt-sept (27) selon la mairie. S'agissant de Siby, la vidange manuelle est effectuée essentiellement par des personnes rémunérées (vidangeurs manuels) constituées en sous-groupe qui travaillent de manière informelle et ne sont donc pas reconnues par la mairie, ils sont au nombre de treize (13). La vidange des latrines constitue leur principale activité ; mais ils sont pour la plupart (85 %) agriculteurs en profession secondaire ce qui rend la vidange complexe en saison hivernale du fait de leurs indisponibilités. Ils exercent ce métier depuis 3 ans pour les nouveaux et 26 ans pour le plus ancien, pour des raisons économiques notamment le manque d'emplois et la pauvreté. Ils ne se sentent pas considérés socialement.

### **III.5.8 Les maçons**

On note au niveau des communes, la présence de maçons qui exécutent les travaux de constructions de bâtiments et qui sont parfois impliqués dans la réalisation d'ouvrage d'assainissement. Ces maçons sont reconnus par la mairie et les autres partenaires notamment les ONG dont ils bénéficient de leur part plusieurs formations et du matériel dans le cadre de leurs travaux, ils apportent leurs compétences techniques aux ménages dans la construction des ouvrages d'assainissement. Certains d'entre eux affirment déjà bénéficier de formation de plusieurs ONG pour la construction des ouvrages d'assainissement. Il faut aussi noter que dans le cadre de la mise en œuvre de ses activités, l'ONEA en collaboration avec la commune et le projet pilote financé par KFW 11 maçons ont été formés au niveau de la ville de Boromo pour la réalisation d'ouvrages d'assainissement.

### **III.5.9 Les organisations associatives**

Les organisations associatives que sont Baasnéré, Faso Sania, Hygiène et Assainissement, Ruigui Noogo à Boromo et entraide familiale gnibinu souma à Siby existent au niveau des communes ont toutes pour vocation, l'hygiène et l'assainissement. Il faut cependant noter que toutes ces associations ne sont pas actives sur le terrain. À Boromo elle regroupe au total 23 femmes bénévoles et à Siby 12 femmes qui s'attèlent tous les jours à rendre la ville propre par le ramassage des sachets et autres déchets solides. Elles interviennent également dans la sensibilisation lors des visites à domicile sur l'hygiène. Il faut noter que toutes ces associations sont confrontées au manque de moyens financiers et de matériels, ce qui freine leurs initiatives. Dans le souci de fédérer leurs forces, quatre associations de la ville de Boromo se sont

regroupées pour donner naissance à l'union des associations pour la promotion de l'hygiène et de l'assainissement dans la ville de Boromo (UAPHA/B).

### **III.5.10 Les partenaires techniques et financiers (PTF)**

Les communes de Boromo et de Siby bénéficient d'un appui financier et technique auprès de ses partenaires pour la réalisation d'ouvrages d'assainissement autonome et pour la formation des acteurs de filière GBV (les vidangeurs manuels, les maçons). Comme partenaires :

### **III.5.11 Les agriculteurs**

Les agriculteurs dans les deux communes ne sont pas organisés en association. Ils connaissent très bien la valeur fertilisante des BV séchées. Actuellement, ils se servent sur les sites de dépotage non autorisés et directement au niveau des ménages. La construction d'une station de traitement les priverait d'un tel apport. Aussi, ils demeurent les premiers clients des biofertilisants qui seront produits au niveau de la station de traitement.

Les agriculteurs pour la plupart pratiquent les cultures hivernales (90 %). Les cultures développées par les agriculteurs sont notamment le mil, le maïs, le sorgho, le haricot et l'arachide. Les maraichers (10 %) quant à eux cultivent la tomate, l'oignon, le piment, la carotte, le gombo et la laitue et affirment n'avoir jamais utilisé de boues de vidange comme fertilisant sur leurs parcelles. Seulement 20 % des agriculteurs rencontrés à Boromo ont déjà utilisé les boues de vidange sur leur parcelle de culture contre 30 % à Siby. Ceci peut être expliqué par le manque de boues de vidange causé par le faible taux de vidange dans les villes et souvent au manque de moyens de transport jusqu'aux champs. Aucun traitement préalable n'est fait sur les boues, mais néanmoins un séchage est fait avant l'utilisation des boues sur les parcelles. 12 % font un Co-compostage avec de la fumure organique en plus du séchage. Ils affirment tous remarquer une bonne amélioration sur le rendement après utilisation surtout pour le maïs. Pour obtenir les boues, les agriculteurs sollicitent les boues soit auprès des vidangeurs soit auprès du ménage (cependant ils payent le coût de la vidange) ou bien souvent le ramassent au niveau du lieu de dépotage moyennant un prix. Tous les agriculteurs sont tous prêts à utiliser les boues traitées et le prix moyen proposé des boues traitées par sac de 50 kg est 3750 francs FCFA.

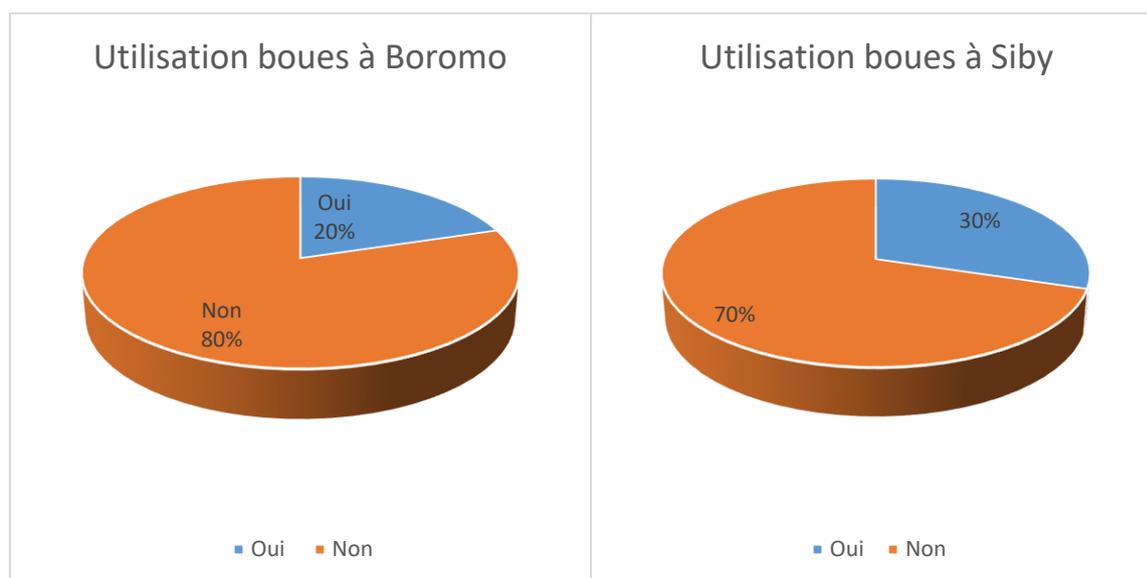


Figure 10: Utilisation des boues de vidange

### III.6 Les pratiques du service des boues de vidange

#### III.6.1 Modes de vidange des latrines

Dans la ville de Boromo et Siby seulement 15 % des ménages enquêtés ont au moins vidangé une fois leurs latrines. Cela peut être expliqué par le fait qu'une grande partie des latrines dans les deux villes ont été nouvellement construites ou disposent des volumes de stockage important. Le mode de vidange le plus utilisé est la vidange manuelle, car les ménages qui ont vidangé leur fosse ont pour la plupart tous eu recours à la vidange manuelle 74 % à Boromo contre 82 % à Siby.

Ces forts taux de vidange manuelle peuvent s'expliquer par la disponibilité des vidangeurs manuels dans les villes d'une part, auquel s'ajoute le coût de la vidange qui est moindre comparé à la vidange mécanique au regard des conditions économiques des ménages. Cependant la typologie des latrines existantes qui produisent des boues qui ne peuvent pas être totalement aspirées par des camions de vidange (boues pâteuses, solides ou sèches) peut être aussi un des grands facteurs évoqués par les ménages. Néanmoins, un nombre restreint de ménages et de lieux publics ont recours à la vidange mécanique. Ceux-ci déplacent les camions vidangeurs depuis Dédougou en fonction de leurs besoins.

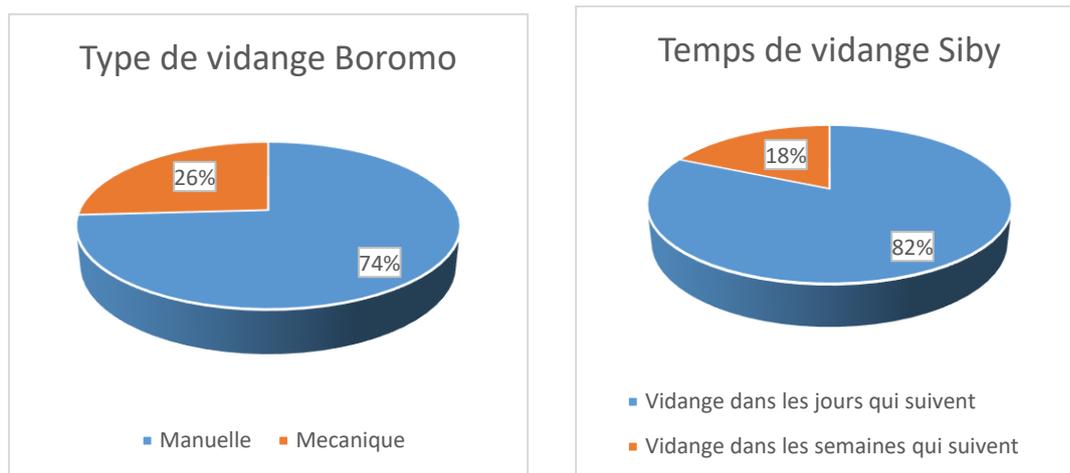


Figure 11: Type de vidange

### III.6.2 Conditions de travail des opérateurs de vidange

Selon les enquêtes, pour vider les latrines les vidangeurs manuels de Boromo comme de Siby opèrent en équipes de quatre personnes avec des moyens rudimentaires tels que le seau, la pelle, la pioche et la daba. Pour l'évacuation des boues à Boromo, ils utilisent un tricycle et à Siby généralement des brouettes et des charrettes. Les vidangeurs manuels de Boromo enquêtés utilisent des équipements de protection (des gants, des masques et des bottes) lors de la vidange des fosses, car ils ont été dotés de matériels par le projet KFW contrairement à ceux de Siby qui n'ont rien comme matériel de protection. Après l'opération de vidange, ils consomment du lait qui selon eux les soulage. Pour stimuler le travail, ils consomment tous de la bière de mil locale « dolo », ou fument la cigarette avant, pendant ou après la vidange.





*Figure 12: Pratique et matériels utilisés par les vidangeurs*

### **III.6.3 Fréquences de vidange**

La fréquence de vidange est un paramètre important pour l'estimation du marché, mais difficile à évaluer, car les opérations de vidange ne sont pas systématiquement enregistrées ni par les ménages ni par les opérateurs. Les résultats des enquêtes ménagères indiquent que dans un premier temps que 12 % à Boromo et 17 % à Siby des ménages qui ont vidangées leurs latrines l'ont fait une fois par an, s'ensuivra de 44 % des latrines à Boromo contre 33 % à Siby ayant été vidangées le sont une fois tous les trois ans, 25 % à Boromo et 28 % le sont une fois tous les cinq ans, notons aussi que à Boromo et à Siby c'est respectivement 19 % et 22 % qui sont vidangés une fois plus de cinq ans. La majorité des ménages vidangent donc leurs latrines au moins soit une fois en 3 ans. Cela se justifierait par le fait que les latrines sont plus profondes dans la ville. Ce qui a été confirmé lors de la caractérisation des latrines où nous avons trouvé que les fosses ont jusqu'à 4 m de profondeur ; ce qui est le double de la profondeur recommandée par l'ONEA. La fréquence moyenne de la vidange manuelle est plus longue, car les ouvrages sont en général totalement vidés de leur contenu par les vidangeurs manuels, ce qui n'est pas le cas du camion qui n'en suture que 50 à 90 %.

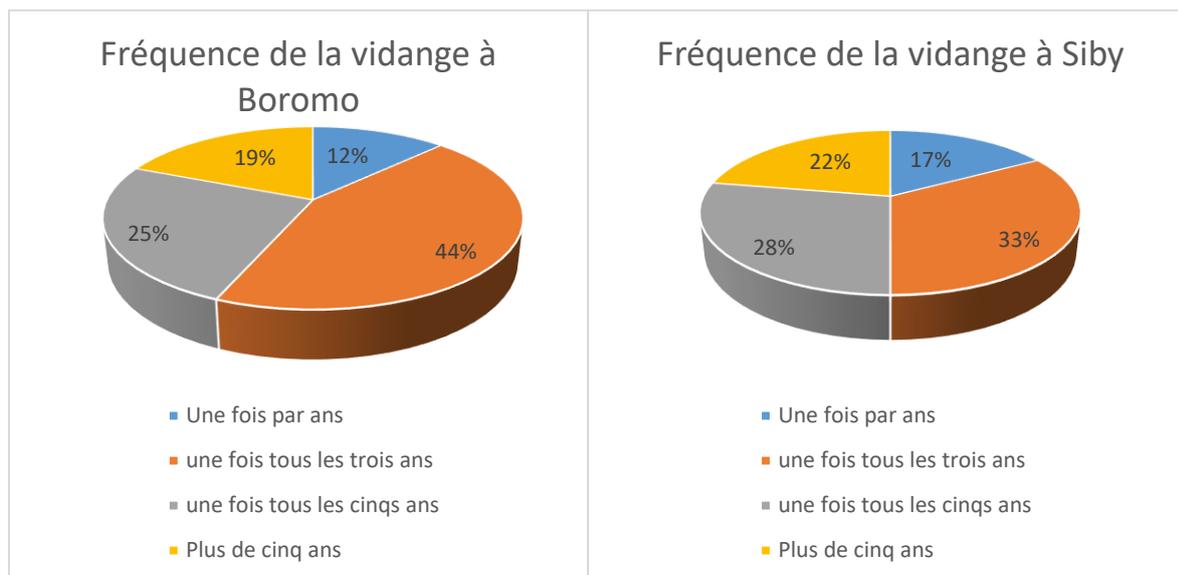


Figure 13: fréquence de la vidange

### III.6.4 Frais de vidange payés par les ménages

Le coût de la vidange à Boromo se fait en fonction de la profondeur de la fosse, le prix est fixé à 10 000 francs/m<sup>3</sup> plus 1500 francs supplémentaires pour le traitement de la fosse avant la vidange, quant à Siby le coût de la vidange se fait par négociable en fonction de la profondeur et du type de l'ouvrage. Les ménages dans l'ensemble ont payé un coût compris entre 5000 francs et plus de 20 000 francs pour la vidange de leur fosse.

## III.7 lieux de dépotage des boues et quantification des volumes moyens journaliers produits

### III.7.1 Identification des lieux de dépotage

En considérant les ménages de Boromo qui ont déjà vidangé manuellement leur fosse, et qui ont voulu bien répondre à cette question, les boues sont dépotées directement dans les champs (38 %) et 62 % affirment ne pas savoir le lieu de dépotage, quant à ceux de Siby 82 % affirment que les boues sont dépotées à côté de leur concession avant d'être acheminées dans les champs sans aucun traitement préalable et les 18 % ont répondu ne pas savoir concernant les boues. C'est une situation très fréquente à Siby, car il n'existe pas encore à ce jour un site aménagé pour recueillir les boues contrairement à Boromo où le site de dépotage des boues est une ancienne carrière située à 4 km de la ville. Ce fort taux de dépotage dans les champs peut être expliqué par le fait que certains ménages payent directement le coût de la vidange des ouvrages pleins pour les utiliser dans les champs et d'autre part leur pouvoir fertilisant un site aménagé pour recueillir les boues. Néanmoins les vidangeurs ont tous affirmé qu'ils ne déverseront plus les boues extraites s'ils ont un moyen de transport de ces boues et s'il existe

un site de dépôt autorisé par la mairie.



Figure 14:Lieux de dépôtage des boues de vidange Boromo

### III.7.2 Quantification des boues produites

La quantité de BV produite par les deux villes est **9036 m<sup>3</sup>/an** soit **26 m<sup>3</sup>/j**. La quantité de BV qui sera utilisé pour le dimensionnement de la future station se fera avec une marge de 10 % alors nous aurons **9940 m<sup>3</sup>/an** soit **28 m<sup>3</sup>/j** .

Paramètres	Valeurs	
	Boromo	Siby
Nombre de latrines	4641	1411
Proportion de vidanges manuelle (%)	74	82
Fréquence de vidange manuelle (an)	4	7,5
Proportion de vidanges mécanique (%)	26	18
Fréquence de vidange mécanique (an)	1,68	3,4
Volume moyen des ouvrages d'assainissement (m <sup>3</sup> )	5,62	5,62

Coefficient de correction $\alpha$	0,75	0,75
Qman (m <sup>3</sup> /an) d'après équation (3)	<b>4826</b>	<b>867</b>
Qmec (m <sup>3</sup> /an) d'après équation (2)	<b>3028</b>	<b>315</b>
Q (m <sup>3</sup> /an) d'après équation (4)	<b>7854</b>	<b>1182</b>

### III.7.3 Perceptions des populations sur la vidange des boues

Dans la ville de Boromo comme celle de Siby, 84 % des ménages préfèrent la vidange manuelle, car selon eux la fosse est totalement vidangée par contre 12 % sont réticents et préfèrent la vidange mécanique. Quant au coût de la vidange, 80 % le trouvent abordable tandis que 20 % le trouvent hors de leur portée.

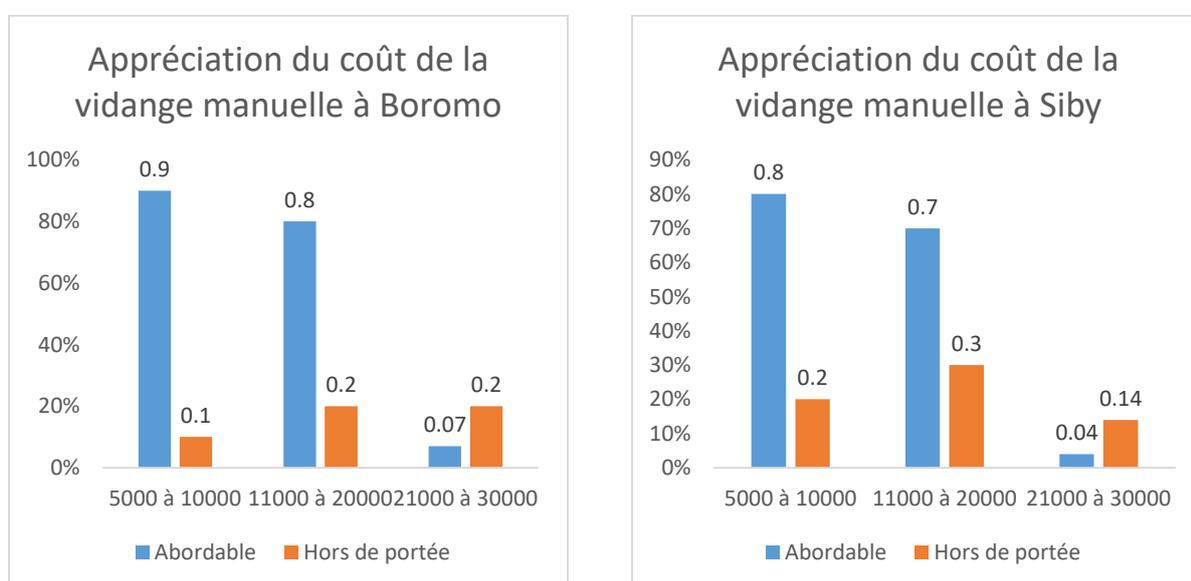


Figure 15: Coût de la vidange

Bien que le prix de la vidange dans les deux villes soit compris entre 5000f à 10000FCFA/m<sup>3</sup>, néanmoins les ménages ont donné leurs tarifs qu'ils trouvent justes pour le prix de la vidange. Ces tarifs correspondent à la volonté de payer des ménages, qui est matérialisée sur la figure 14 suivante.

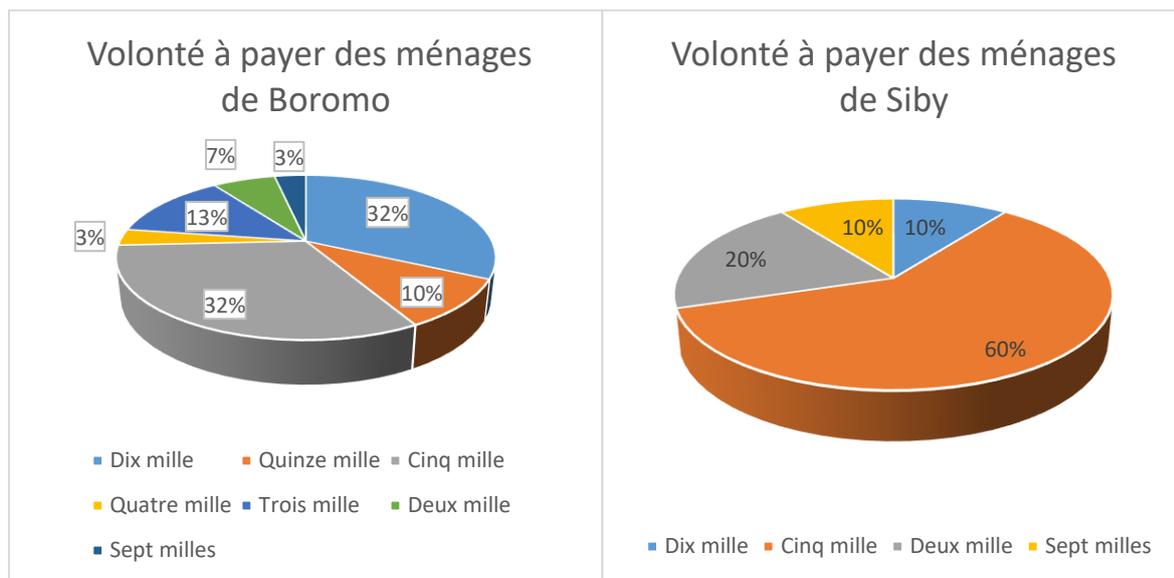


Figure 16: volonté à payer des ménages

### III.7.4 Flux des matières fécales de la commune de Boromo

La conception du diagramme de flux des matières fécales de Boromo s'est faite à l'issue de la matrice de SFD tableau XVII, où sont croisés les éléments de la liste A (première colonne) relatif au dispositif de stockage et les éléments de la liste B (première ligne) faisant référence au moyen de transport et au lieu de dépotage des boues.

Tableau XV : matrice de SFD de Boromo

Boromo, Balé, BURKINA FASO, 10 Oct 2021. Niveau de SFD : 2 – SFD Initial Population : 21 404 Proportion d'ouvrages : fosses septiques : 7 %, fosses étanches : 80 %, défécation en l'air libre : 4 %				
Labelle du système	Pop	F3	F4	F5
Description du système	Proportion de la population utilisant ce type de système	Proportion des boues vidangées dans ce type de système	Proportion de boues vidangées dédiées au traitement	Proportion de boues effectivement traitées
T2A6C10 Latrines non étanches, débordants avec des risques significatifs de	35,0	15,0	0,0	0,0

Étude de faisabilité pour la mise en place d'un service intercommunal de gestion des boues de vidange au profit  
des communes de Boromo et Siby

pollution de la nappe (%)				
T2A6C10 Latrine étanche (%) sans ni débordement	60,0	15,0	0,0	0,0
T1A2C5 Fosse septique reliée à un puits d'infiltration (%)	1,0	15,0	0,0	0,0
T1B11 C7 T0 C9 (%) Défécation à l'air libre	4,0			

Ainsi nous obtenons le diagramme suivant (figure 17), qui retrace le circuit des boues le long de la chaîne d'assainissement.

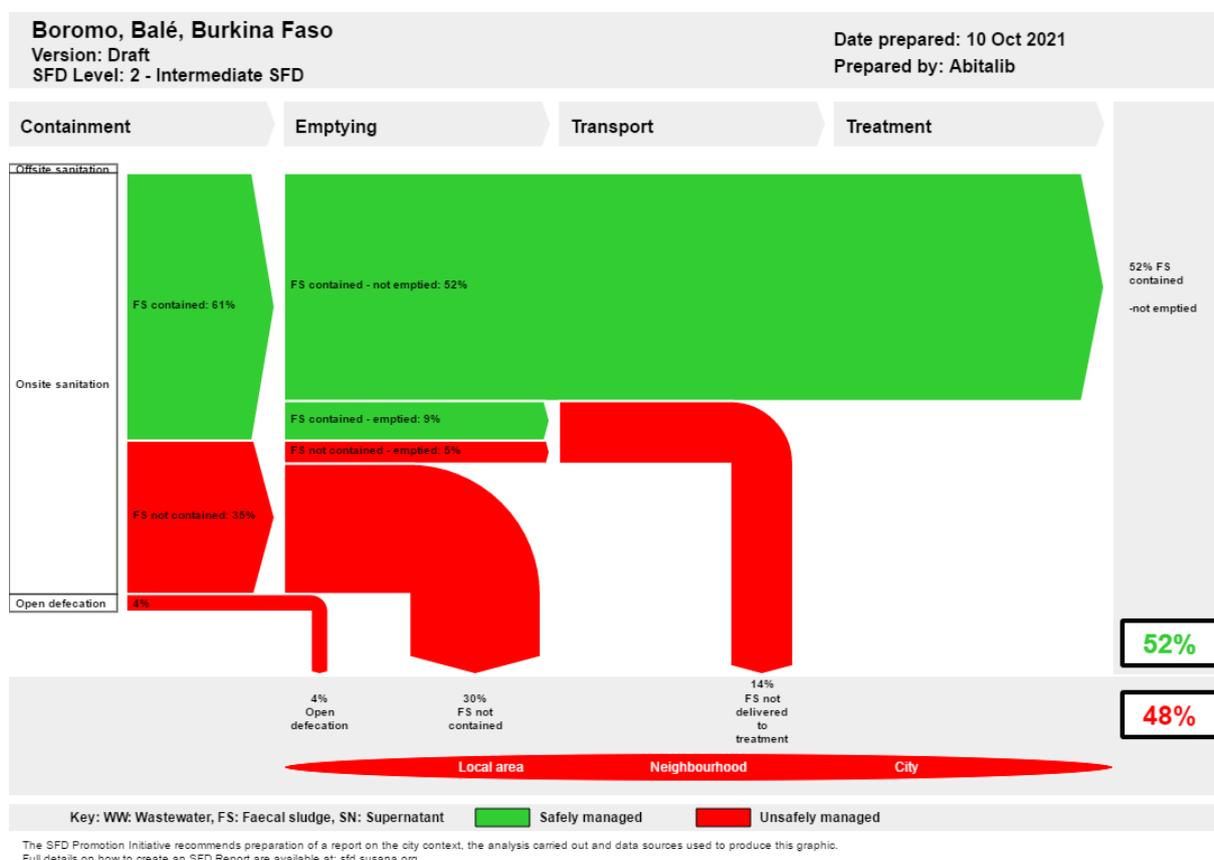


Figure 17: Diagramme de flux des boues de vidange de Boromo

Ce diagramme (figure 15) montre que 52 % des boues la ville de Boromo contenu dans les ouvrages homologués tels que mes VIP, les sanpits, les fosses sont bien gérées car n'ont pas été vidangés d'abord par contre 48 % sont mal gérées. Ces boues mal gérées proviennent de la défécation à l'air libre (4 %), des boues des fosses vidangées qui ne sont pas acheminées à la station de traitement (14 %), et des fosses non étanches se trouvant dans les zones inondables à risque de pollution de nappe phréatique (30 %).

### III.7.5 Flux des matières fécales de la commune de Siby

La conception du diagramme de flux des matières fécales de Siby s'est faite à l'issue de la matrice de SFD tableau XVIII, où sont croisés les éléments de la liste A (première colonne) relatif au dispositif de stockage et les éléments de la liste B (première ligne) faisant référence au moyen de transport et au lieu de dépotage des boues.

Tableau XVI : matrice de SFD de Siby

Siby, Balé, BURKINA FASO, 10 Oct 2021. Niveau de SFD : 2 – SFD Initial Population : 6528 Proportion d'ouvrages : fosses septiques : 2 %, fosses étanches : 62 %, défécation en l'air libre : 10 %					
Labelle du système	du	Pop	F3	F4	F5
Description du système	du	Proportion de la population utilisant ce type de système	Proportion des boues vidangées dans ce type de système	Proportion de boues vidangées dédiées au traitement	Proportion de boues effectivement traitées
T2A6C10 Latrines non étanches, débordants avec des risques significatifs de pollution de la nappe (%)		36,0	15,0	0,0	0,0

T2A6C10 Latrine étanche (%) sans ni débordement	52,0	15,0	0,0	0,0
T1A2C5 Fosse septique reliée à un puits d'infiltration (%)	2,0	15,0	0,0	0,0
T1B11 C7 T0 C9 (%) Défécation à l'air libre	10,0			

Ainsi nous obtenons le diagramme suivant (figure 118), qui retrace le circuit des boues le long de la chaîne d'assainissement.

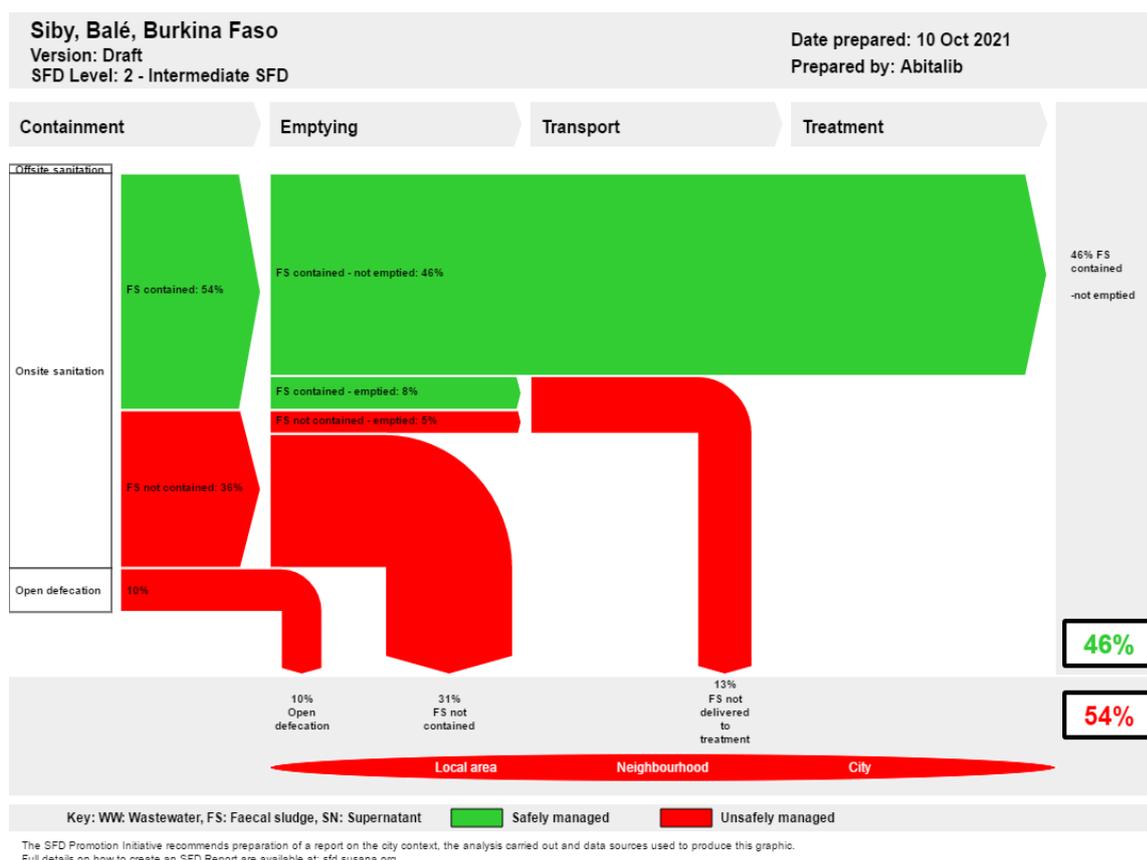


Figure 18 : Diagramme de flux des boues de vidange de Siby

À Siby le diagramme des flux (figure 16) nous montre que 54 % des boues produites sont mal gérées. Ces boues mal gérées proviennent aussi de la défécation à l'air libre (10 %), des boues

des fosses vidangées qui ne sont pas acheminées à la station de traitement (13 %), et des fosses non étanches se trouvant dans les zones inondables à risque de pollution de nappe phréatique (31 %). Les boues produites dans la commune de Siby sont donc en grande partie mal gérées cependant (46 %) sont bien gérées, car elles sont toujours contenues dans les fosses et n'ont pas été vidangées pour le moment.

### III.8 Analyse comparative des options possibles de traitement

#### III.8.1 Caractérisation qualitative des boues

Le tableau XIX présente les résultats de l'analyse des paramètres physico-chimiques et microbiologiques des boues de vidange

Tableau XVII : Caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des BV

Paramètres	Minimum	Maximum	Moyenne	Écart type	Norme de Rejet (Burkina Faso, 2015)
pH	6,85	8,64	7,82	0,52	6,5-9
Conductivité (mS/cm)	1,21	18,12	4,36	3,61	1
M O (kg/l)	8	436,41	81,62	75,89	
MS (mg/l)	0,74	41,35	12,33	11,73	
Teneur en eau (%)	41,98	99,80	84,59	11,86	
DCO (mgO <sub>2</sub> /l)	2800	118 000	26 550	15 963,49	150
DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /l)	800	35 000	8266,66	8559,21	40
DCO/DBO <sub>5</sub>	-	-	3,21	-	
NTK (mg/l)	168	4 519,20	1 993,88	1 131,13	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	500	17 600	3606,66	3202,36	35
N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	0,12	1,80	0,82	0,49	0,9
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	24	432	142,60	92,44	11,4

PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)	18	11 220	3 451,96	2 813,78	0,8
Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	96	2 208	745,60	463,28	
Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	0	1 094,40	377,28	310,59	
cf. (UFC/100ml)	1,79E+05	2,37E+11	8,89E+09	4,31E+10	
<i>E.coli</i> (UFC/100ml)	1,72E+05	2,32E+11	8,62E+09	4,22E+10	
SF (UFC/100ml)	1,00E+06	1,64E+10	2,13E+09	4,45E+09	
Œufs d'helminthes (œufs/l)	12	1560	253	468,87	

En comparant les valeurs moyennes avec les normes de rejet au Burkina Faso, il ressort que seuls le pH et les nitrites sont conformes aux normes de rejet. Les paramètres mesurés présentent une grande variabilité ; cette variabilité peut être justifiée par la typologie des ouvrages d'assainissement, la fréquence et mode de vidange (Heinss U., 1999). Les boues sont basiques (pH= 7.82), cette valeur de pH est compatible avec le développement des bactéries qui assurent le traitement des boues (Degremont, 2005). En ce qui concerne la conductivité elle varie de 1,21 à 18,12 mS/cm avec une moyenne de 4,36 mS/cm, valeur assez comparable à celle des boues de vidange dépotées sur le Site de Zagtouli (Kone, et al., 2016), cela témoigne que les boues sont très minéralisées cependant restent biodégradables eu égard au rapport DCO/DBO<sub>5</sub> (3,21). On constate des concentrations faibles de matière sèche avec une valeur moyenne de 12,33 g/l. Cette valeur se rapproche de celle des BV de la ville de Ané (Zohoun, 2018). La teneur en matières volatiles et la matière organiques est de respectivement 83 515.07 mg/l et 81,62 g/l cela témoigne que les boues ne sont pas encore assez stabilisées (Gbedo, et al., 2015).

Les BV présentent des concentrations élevées en DCO et en DBO<sub>5</sub> par rapport aux valeurs prescrites par les normes de rejet avec une concentration moyenne respective de 46 550 mg/l contre 150 mg/l pour la DCO et 8266,66 mg/l contre 40 mg/l pour la DBO<sub>5</sub>. Ces valeurs sont relativement supérieures à celles relevées par Koné et al. (2016) sur les boues de vidange dépotées sur le site de Zagtouli (Burkina Faso).

Cette différence pourrait s'expliquer par la dilution des boues (Kone, et al., 2016), car les boues des latrines sont moins diluées que celle des fosses septiques (Defo, et al., 2015) et par le fait que les latrines sont plus chargées en polluants que les fosses septiques (Berteigne, 2012). Cependant ces valeurs se rapprochent de celles obtenues par Defoe et al. (2015) sur les boues de vidange de la ville de Bafoussam (Cameroun) et des boues de vidange à l'entrée de la STVD d'Antananarivo (Rochery, 2014). Le rapport

DCO/DBO<sub>5</sub> indique le caractère biodégradable des boues d'où le choix possible d'une technologie biologique de traitement.

Les boues de vidange contiennent des concentrations importantes en nutriments azotés et phosphatés avec une teneur d'azote total de 1822,09 mg/l et de phosphate total de 1 128,9 mg/l. L'ammonium représente 60 % de l'azote total, cela s'explique par le fait que l'ammonium est le résultat de la désamination de l'azote organique et de l'urée (H., et al., 2005). On constate que les concentrations en nitrites sont faibles avec une concentration moyenne de 0,82 mg/l et représente que 0,04 % de l'azote total. Cette faible teneur s'explique par le fait que l'ion Nitrite (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) est un composé intermédiaire, instable en présence d'oxygène et dont la concentration est généralement très inférieure à celles des deux formes qui lui sont liées, les ions nitrates et ammonium (Compaoré, 2012). Les autres formes azotées, l'ammonium (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), les nitrates (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) et le NTK présentent de fortes teneurs respectivement de 1 404,80 mg/l, 142,60 mg/l, 1993,88 mg/l. Les boues peuvent donc être valorisées en agriculture. Les boues ont des teneurs importantes en ions calcium et magnésium respectivement de 745,60 mg/l et 377,28 mg/l. Ces ions servent d'amendements calciques pour améliorer les propriétés physiques et chimiques du sol.

Les analyses microbiologiques révèlent des concentrations très élevées en pathogénies. La concentration moyenne des coliformes fécaux est 8,89 E+09 UFC/100ml, et celle des streptocoques fécaux est 2.13E+09 UFC/100ml. Ces concentrations sont supérieures à celles obtenues par Kouawa et al. (2016) et Baro (2012). À l'issue de l'analyse parasitologique, on observe une teneur moyenne de 253 œufs/l. Cette valeur est largement supérieure aux normes de réutilisation fixées par l'OMS (< 10 œufs/L pour les œufs d'helminthes). Les boues de vidange sont très concentrées en pathogénies et constituent donc des risques sanitaires pour ceux qui les manipulent sans traitement ainsi que pour l'environnement quand elles sont dépotées anarchiquement.

### III.8.2 Choix du système de traitement des boues de vidange

Les résultats pour la notation des systèmes de traitement des BV sont consignés dans le tableau XX les systèmes de traitement retenus pour l'évaluation sont des systèmes qui existent déjà dans certaines villes africaines comme Ouagadougou (Burkina Faso), Parakou (Bénin), Accra (Ghana), etc. Il s'agit de :

- Système 1 : Lits de séchage plantés
- Système 2 : Lits de séchage non plantés
- Système 3 : Bassin de sédimentation/épaississement
- Système 4 : Biodigestion

Tableau XVIII : Notation des critères de sélection de la filière de traitement

Critères d'évaluation	Pondération	Lits de séchage plantés	Lits de séchage non plantés	Bassin de sédimentation/épaississement	Bio digestion
Qualité de l'effluent et des boues selon les normes nationales.	5	3	3	1	2
Caractéristiques des boues (Déshydratabilité, concentration, degré de digestion, capacité d'étalement).	4	3	3	3	3
Quantités et fréquence des dépotages de boues à la station.	2	2	2	2	2

Étude de faisabilité pour la mise en place d'un service intercommunal de gestion des boues de vidange au profit  
des communes de Boromo et Siby

Climat	3	3	3	3	3
Disponibilités foncières et coût	1	1	1	2	2
Intérêts pour la réutilisation (fertilisant, fourrage, biogaz, compost, fuel)	5	2	3	2	1
Compétences requises pour l'exploitation, la maintenance et le suivi évaluation disponible localement.	4	2	2	2	1
Pièces détachées disponibles localement.	2	3	2	3	1
Coûts d'investissement couverts (terrain, infrastructure, ressources humaines, renforcement des capacités)	5	1	1	1	2
Coûts d'exploitation maintenance couverte	4	2	2	2	1
Total		74	81	65	62

De l'analyse du tableau XX, il ressort que pour le traitement primaire des boues, les lits de séchage apparaissent comme l'option technologique la mieux adaptée au contexte de Boromo et de Siby. Toutefois les lits de séchages non plantés sont l'option qui a été retenue pour le traitement des BV ; Les lits de séchage non plantés sont un procédé simple à mettre en œuvre, et les performances obtenues sont bonnes (Kouawa, 2016). Ils permettent en effet une bonne séparation des fractions liquide et solides des boues, et une bonne déshydratation des boues. Ils nécessitent des coûts d'investissement et d'exploitation moindre, et leur construction et réparation sont possibles avec des matériaux locaux (Monvois, et al., 2010).

### **III.9 Faisabilités institutionnelles de la mise en place d'une station de traitement des boues de vidange**

Le Programme national d'Assainissement des Eaux usées et Excréta (PN-AEUE) adoptée le 14 juin 2016 constitue le document de référence et le cadre programmatique des interventions au Burkina Faso concernant le sous-secteur de l'assainissement des eaux usées et excréta à l'horizon 2030.

Il confie au ministère en charge de l'eau, les eaux usées et excréta des sous-secteurs déchets liquides et solides en concertation avec les ministères en charge de la santé, de l'habitat, de l'urbanisme, de l'éducation et de l'environnement. Les services déconcentrés dudit ministère sont chargés de la mise en œuvre des politiques définies au niveau central. Le code général des collectivités territoriales indique très clairement la responsabilité et le rôle central des communes dans la mise en œuvre de la politique et la stratégie nationale d'assainissement. Les communes assurent la maîtrise d'ouvrage locale en assainissement en fonction de leurs capacités.

Bien que l'assainissement des eaux usées et excréta dans les centres urbains soit piloté par l'ONEA, cette structure intervient en tant que maître d'ouvrage délégué par la commune. Le document de politique et stratégie nationales d'assainissement définit clairement les rôles des autres parties prenantes de l'assainissement que sont les ONG, le secteur privé, les associations, les populations et les partenaires techniques et financiers (PTF).

#### **III.9.1 Interaction des acteurs**

La figure 19 présente les interactions entre les acteurs de la GBV. L'avenir du schéma proposé dépend du résultat combiné des actions, des choix et de l'engagement collectif de tous les acteurs. Nous avons intégré des acteurs potentiels c'est-à-dire des acteurs qui n'ont peut-être pas de poids actuellement dans la GBV, mais qui seront influents dans l'avenir.

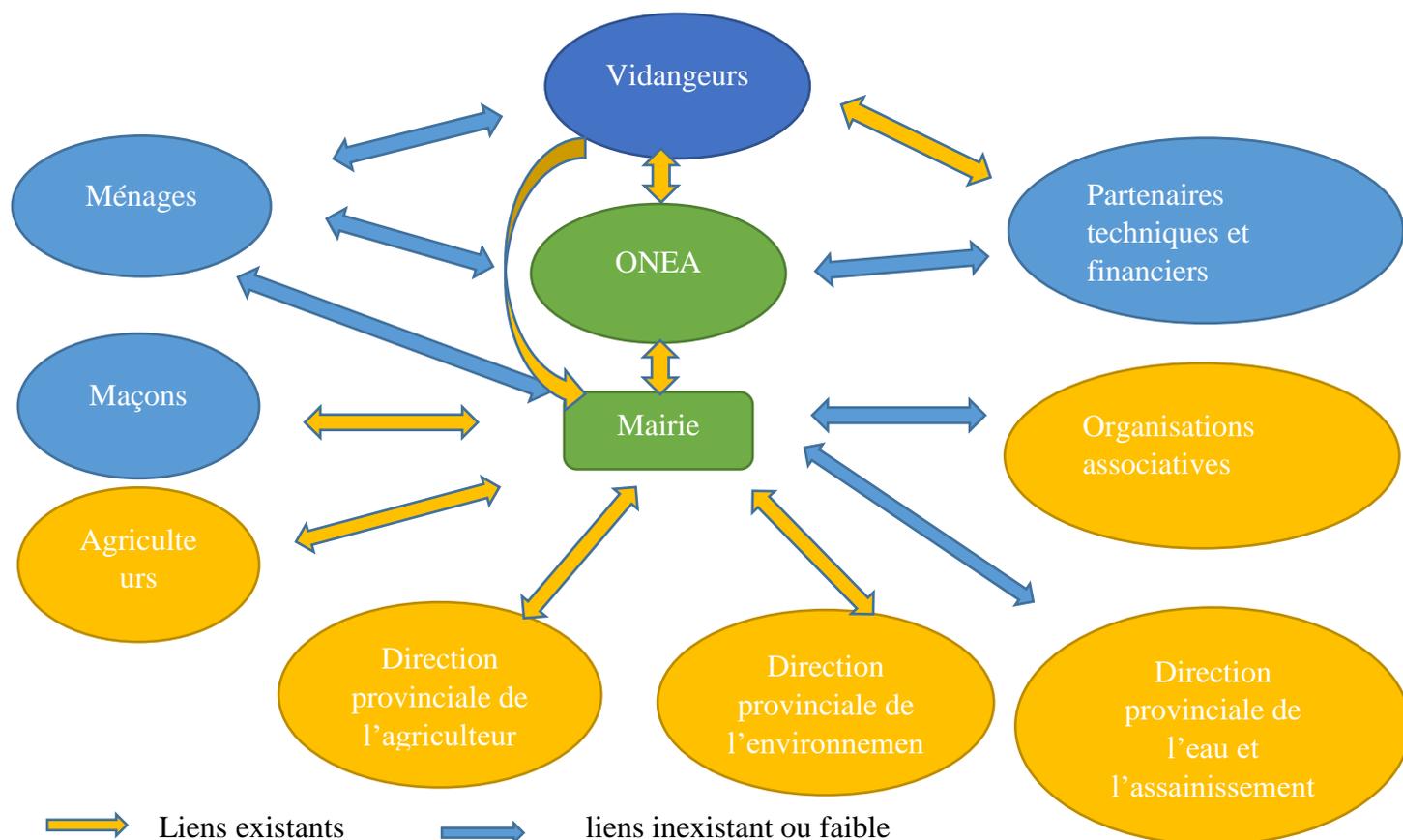


Figure 19: Interaction des acteurs dans la GBV

Tableau XIX : Implication des acteurs

Implications	Descriptions
1	L'ONEA en sa qualité de structure en charge du domaine de l'assainissement et de l'eau doit appuyer les vidangeurs en matière de renforcement des capacités.
2	Les communes bénéficient de l'appui de l'ONEA pour la mise en place du site de traitement des BV et de son exploitation. Cet appui peut être technique et/ou financier
3	Les agriculteurs se procureront des boues traitées au niveau de la STBV. Les boues seront commercialisées par le gestionnaire du site et permettront à couvrir les charges liées à l'exploitation de la station.

4	La mairie et l'association des vidangeurs sont liées par un contrat. Le système de contractualisation entre la commune et les vidangeurs manuels stipule qu'un membre (vidangeur manuel) de l'association loue le tricycle au niveau de la mairie qui est considérée comme le maître d'ouvrage du tricycle.
5	La Direction provinciale de l'eau et de l'assainissement en sa qualité de structure du domaine fera un suivi technique de tous les projets qui cadrent avec l'eau et l'assainissement
6	Les partenaires font des dons ou subventions à l'association dans le but de l'atteinte de leurs objectifs ou offrent des ateliers de formation pour renforcer leurs capacités. Ces dons peuvent être des équipements de vidange ou des bons de carburant, des prises en charge pour des vaccins, etc.
7	La Direction provinciale de l'environnement et celle de l'assainissement s'assurent que les boues sont acheminées à la STBV
8	La Direction provinciale de l'agriculture en sa qualité de structure du domaine donnera des conseils aux agriculteurs sur l'utilisation des boues en agriculture

Tableau XX : Rôles et responsabilités des acteurs

ACTEURS	RÔLES ET RESPONSABILITÉS
<b>ACTEURS CLÉS</b>	
<b>Mairie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Se positionner au centre de toute initiative allant dans le sens de la filière de GBV</li> <li><input type="checkbox"/> Jouer le rôle central de régulation et de contrôle afin que les autres acteurs se conforment aux règles établies</li> <li><input type="checkbox"/> S'assurer de la mise en œuvre des textes adoptés au niveau communal sur la GBV</li> <li><input type="checkbox"/> Développer et assurer la pérennité du système de contractualisation (vidangeurs manuels – Mairie)</li> <li><input type="checkbox"/> Mettre à la disposition des vidangeurs du matériel de transport à des frais de location raisonnables</li> <li><input type="checkbox"/> Construire la station de traitement des boues de vidange et assurer sa gestion durable soit par la mairie elle-même soit en déléguant la gestion à un privé</li> </ul>
<b>ONEA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Appui et conseil pour le renforcement de capacités des acteurs dans la gestion des boues de vidange (vidangeurs manuels, mairie, ménages, maçons)</li> <li><input type="checkbox"/> Maître d'ouvrage opérationnel délégué</li> <li><input type="checkbox"/> Recouvrement des taxes d'assainissement</li> </ul>
<b>Direction provinciale de l'eau et de l'assainissement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> S'assurer que les nouveaux ouvrages d'assainissement en construction dans la ville de Boromo et Siby sont des ouvrages homologués</li> <li>Appui technique de la mairie dans les différents projets dans le domaine de l'eau et de l'assainissement</li> </ul>
<b>ACTEURS PRIMAIRES</b>	

<b>Vidangeurs manuels</b>	<input type="checkbox"/> S'imprégner et assurer la pérennité du système de location du matériel de transport à la mairie respecter les clauses du contrat de location
	<input type="checkbox"/> Bien entretenir les différents équipements pour la vidange (EPI et fûts métalliques) et les tricycles
	<input type="checkbox"/> Respecter les différents textes et règles en matière de GBV adoptés au niveau des communes
	<input type="checkbox"/> Éviter le dépotage sauvage des boues dans les champs
	<input type="checkbox"/> Acheminer les boues vidangées vers la station de traitement des BV
<b>Ménages : Clients</b>	<input type="checkbox"/> Respecter les conditions d'utilisation des latrines prescrites par l'ONEA : la latrine n'est pas une poubelle, mais un ouvrage pour gérer les excréta. <input type="checkbox"/> Recourir aux vidangeurs pour vider la fosse ne pas le faire soi-même
	<input type="checkbox"/> Éviter de déverser les boues dans les concessions soi-disant qu'elles nous appartiennent, mais plutôt demander aux vidangeurs (mécanique ou manuel) de les envoyer au centre de traitement sous peine de dénonciation au niveau de la mairie.
<b>Maçons</b>	<input type="checkbox"/> Réalisation des ouvrages selon le dossier technique
<b>Agriculteurs</b>	<input type="checkbox"/> Utiliser des BV traitées comme amendements selon les règles recommandées
	<input type="checkbox"/> Éviter de solliciter le dépôt des boues non traitées dans les champs par le camion vidangeur ou par le vidangeur manuel.
	<input type="checkbox"/> Acheter des boues traitées au niveau du site de traitement

**ACTEURS SECONDAIRES**

<b>Partenaires techniques</b>	<input type="checkbox"/> Accompagner la mairie dans la mise en place de la station de traitement
	<input type="checkbox"/> Appuyer la mairie dans la gestion du site de traitement à travers les programmes de renforcement de capacité
	<input type="checkbox"/> Appuyer les autres acteurs (vidangeurs, ménages, etc.) dans les formations et les activités de renforcement de capacité.
<b>Direction provinciale l'environnement :</b>	<input type="checkbox"/> Fixer les conditions de collecte, transport et déchargement des boues de vidange en collaboration avec les vidangeurs.
	<input type="checkbox"/> Contrôler le respect des normes environnementales relatives à l'exploitation du centre de traitement
<b>Direction provinciale de l'agriculture</b>	<input type="checkbox"/> Sensibiliser les agriculteurs sur les bonnes pratiques de l'utilisation des boues de vidange en agriculture
	Accompagner l'association des agriculteurs pour des

### **III.10 Faisabilité technique de la mise en place d'une station de traitement**

#### **➤ Présentation de la filière de traitement**

La station de traitement des boues sera constituée des éléments suivants :

#### **➤ Les ouvrages de prétraitement**

Les ouvrages de prétraitement seront constitués de deux filières, fonctionnant en parallèle, composées chacun d'un bassin de réception et d'un dégrilleur.

#### **➤ Le bassin de réception**

Il se place en tête de chaque filière. Ce bassin sert de tampon (Klingel, et al., 2002), permettant de recevoir les boues à grand débit à la sortie des camions de vidange, et de les écouler vers les ouvrages suivants à débit réduit et continu, et de façon gravitaire.

#### **➤ Le dégrilleur**

C'est l'ouvrage de prétraitement des boues proprement dit. Ce dernier a pour rôle de retenir les éléments grossiers aspirés lors de la vidange des fosses afin de préserver le bon fonctionnement des infrastructures en aval. Les refus du dégrilleur seront enlevés de façon périodique par racleage manuel puis envoyés vers une filière de traitement des ordures ménagères.

#### **➤ Les lits de séchages non plantés**

Ils assurent la séparation des phases solide et liquide des boues et permettent une déshydratation de ces boues. Ces lits seront constitués d'un filtre de graviers et de sable, et équipés d'un système de drainage pour la collecte et l'évacuation du percolât vers les bassins de lagunage.

#### **➤ Les ouvrages de post-traitement du percolât**

Ils seront constitués de 04 bassins en série qui assureront un traitement supplémentaire du percolât issu des lits de séchage pour permettre son rejet dans l'environnement ou garantir sa réutilisation sans danger pour l'irrigation des périmètres maraichers.

#### **➤ Aire de compostage**

Il s'agit de la surface sur laquelle sera effectuée le Co-compostage des boues déshydratées issues du curage des lits de séchage avec les déchets organiques ménagers afin d'assurer la désactivation complète des pathogènes et obtenir un produit sain d'amendement des sols.

### III.10.1 Dimensionnement des ouvrages

#### ➤ Ouvrage de réception des boues de vidanges

Les dimensions de l'ouvrage de réception sont consignées dans le tableau XXIII.

*Tableau XXI : Dimensions de l'ouvrage de réception*

Désignations	Valeurs	Unité
Volume journalier des boues vidangées mécaniquement à traiter	27,5	m <sup>3</sup> /j
Hauteur (Hr)	0,8	m
Surface (Sr)	36	m <sup>2</sup>
Longueur (Lr)	8	m
Largeur (lr)	4,5	m
Longueur zone convergente au canal	1,5	m

#### ➤ Dégrilleur

Les dimensions du dégrilleur sont consignées dans le tableau XXIV.

*Tableau XXII : Dimensions du dégrilleur*

Désignations	Valeurs	Unité
Diamètre conduite du camion vidangeur (D)	0,15	m
Surface conduite du camion vidangeur (S)	0,02	m <sup>2</sup>
Vitesse max à la sortie du camion vidangeur (V)	4	m/s
Débit de vidange (Q)	0,08	m <sup>3</sup>
Vitesse de passage entre les barreaux (V)	0,8	m/s
Surface utile du dégrilleur (S)	0,09	m <sup>2</sup>
Espacement entre barreaux (E)	15	mm
Épaisseur du barreau (E)	10	mm
Coefficient de colmatage dû aux boues de vidange	0,3	
Coefficient de colmatage dû à l'encombrement des barreaux (C)	0,6	
Section mouillée (Sm)	0,22	m <sup>2</sup>
Largeur (l)	0,6	m

Longueur (L)	0,35	m
--------------	------	---

➤ **Lits de séchages**

Les résultats du dimensionnement des lits de séchages se présentent dans le tableau XXV.

Tableau XXIII : Dimensions des lits de séchage

DIMENSIONNEMENT DES LITS DE SÉCHAGE		
Désignations	Valeurs	Unités
Population en 2030	36 311	
Quantité de boues produite dans la ville (Qb)	9940	m <sup>3</sup> /an
Production journalière de boues (Pj)	27,25	m <sup>3</sup> /j
Durée du cycle d'alimentation des lits (Dc)	21	jours
Concentration moyenne en MS (MS)	130	Kg MS/m <sup>3</sup>
Charge surfacique (Cs)	150	Kg MS/m <sup>2</sup> /an
Charge totale annuelle de MS (Ct)	1 292 200	KgMS/an
Surface totale nécessaire (SLS)	8614,67	m <sup>2</sup>
Surface d'un lit S (Sl)	128	m <sup>2</sup>
Épaisseur de boues dans le lit e (e)	0,3	m
Volume de boues dans un lit (Vb)	38,4	m <sup>3</sup>
Nombre de lits (NL)	67,30	
Nombre de lits retenus	68	
Revanche (R)	0,6	m
Hauteur du massif filtrant (H)	0,5	m
Profondeur du lit (P)	1,4	m
<b>Surface totale des lits (m<sup>2</sup>)</b>	<b>8704</b>	

Les lits de séchage seront chacun composés de bas en haut par :

- Gravier d'épaisseur 20 cm et de granulométrie comprise entre 15 et 30 mm ;
- Gravier d'épaisseur 10 cm et de granulométrie comprise entre 7 et 15 mm ;
- Sable d'épaisseur 10 cm et de granulométrie comprise entre 0.1 et 0,5 mm
- Une couche de boue de 30 cm ;
- Une revanche de 60 cm.

Ces valeurs sont celles recommandées par (Dodane, et al., 2014). En saison pluvieuse, l'activité de vidange est plus importante et le temps de séchage s'allonge du fait des risques permanents de pluies qui peuvent imbiber les lits.

### III.10.2 Traitement secondaire du percolât par lagunage

#### ➤ Bassin Anaérobie (BA)

Les résultats du dimensionnement du bassin anaérobie se présentent dans le tableau XXVI.

Tableau XXIV : Dimension bassin anaérobie

Désignations	Valeurs	Unités
Débit du percolât ( $Q_p$ )=50% $Q_b$ (entre 50 et 80 %)	13,62	m <sup>3</sup> /jr
Concentration moyenne en DBO5 (DBO <sub>5</sub> )	8,27	Kg DBO <sub>5</sub> /m <sup>3</sup>
Concentration en DBO5 à la sortie des lits de séchage=70% (entre 70 et 90 % d'élimination)	2480,1	mg/l
Charge journalière de DBO <sub>5</sub> dans le bassin anaérobie	33 770,13	gDBO <sub>5</sub> /jr
Charge journalière de DBO <sub>5</sub> dans le bassin anaérobie	33,77	KgDBO <sub>5</sub> /jr
Température (T)	25	°C
Charge volumique ( $C_v$ )=10T+100	350	gDBO <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> .j
Abattement en DBO5 ( $A_b$ )=2T+20	70	%
Volume du bassin anaérobie ( $V$ )=( $L_i$ * $Q_p$ )/charge volumique	96,5	m <sup>3</sup>
Temps de rétention= $V/Q_p=L_i$ /charge volumique ( $t_r$ )	7,10	Jours
Profondeur du BA (P)	2,5	m
Surface du BA à mi-profondeur (S)	38,6	m <sup>2</sup>
Rapport longueur/largeur	2	m
Largeur (l)	4,4	m
Longueur (L)	8,8	m
Fruit de berge m	1	m
Longueur au fond (Lf)	6,3	m

Largeur au fond (lf)	1,9	m
Revanche (R)	0,5	m
Lsup (L)	12,3	m
Lsup (l)	7,9	m
Surface supérieure du BA (m <sup>2</sup> )	96,99	

➤ **Bassin facultatif (BF)**

Les dimensions du bassin facultatif sont résumées dans le tableau XXVII.

Tableau XXV : Dimensions de Bassin Facultatif

	Valeurs	Unités
Débit (Q)	13,65	m <sup>3</sup> /j
Température (T)	25	°C
Charge surfacique (Kg DBO <sub>5</sub> /ha.j)=350(1,107-0,002T) <sup>(T-25)</sup>	350	
Concentration en DBO <sub>5</sub> à la sortie du bassin anaérobie =30 %	744,03	mg/l
Charge journalière de DBO <sub>5</sub> dans le bassin facultatif	10 131,05	gDBO <sub>5</sub> /jr
Charge journalière de DBO <sub>5</sub> dans le bassin facultatif	10,15	KgDBO <sub>5</sub> /jr
Surface (A)= (Qp*Concentration en DBO <sub>5</sub> )/charge surfacique	289,5	m <sup>2</sup>
Profondeur du BF	1,5	m
Volume du BF	434,2	m <sup>3</sup>
Temps de séjour	47,5	j
Rapport longueur/largeur	2	
Largeur (m)	12,05	m
Longueur (L)	24,10	m
Fruit de berge m	1	m
Longueur au fond Lf	22,6	m
Largeur au fond lf	10,55	m

Revanche R	0,5	m
Lsup	26,57	m
lsup	14,55	m
Surface supérieure du BF (m <sup>2</sup> )	385,97	

➤ **Bassin de Maturation (BM)**

Le rendement épuratoire en coliformes fécaux selon (Kouawa, 2016) de la fraction liquide avec un lit de séchage d'au moins 9 jours de séchage est d'environ 80 % soit un abattement de 0,7 uLog. Le nombre de coliformes fécaux initiale utilisé est de 8,89 E+09 UFC/100ml. Le décret 2001-185 fixe les normes de déversement des eaux usées dans les eaux de surface et dans les égouts au Burkina Faso. En ce qui concerne les coliformes fécaux, la concentration limitée est de 2000 UFC/100mL qui est supérieure à celle fixée par l'OMS (1000UFC/100mL). 20 914E+03UFC/100ml étant supérieure à la valeur limite fixée en ce qui concerne les normes de déversement des eaux usées dans les eaux de surface et dans les égouts au Burkina Faso, deux bassins de maturation en série s'avèrent nécessaire. Les deux bassins étant identiques les dimensions du bassin de maturation 1 sont résumées dans le tableau XXVII.

Tableau XXVI : Dimensions bassin de Maturation

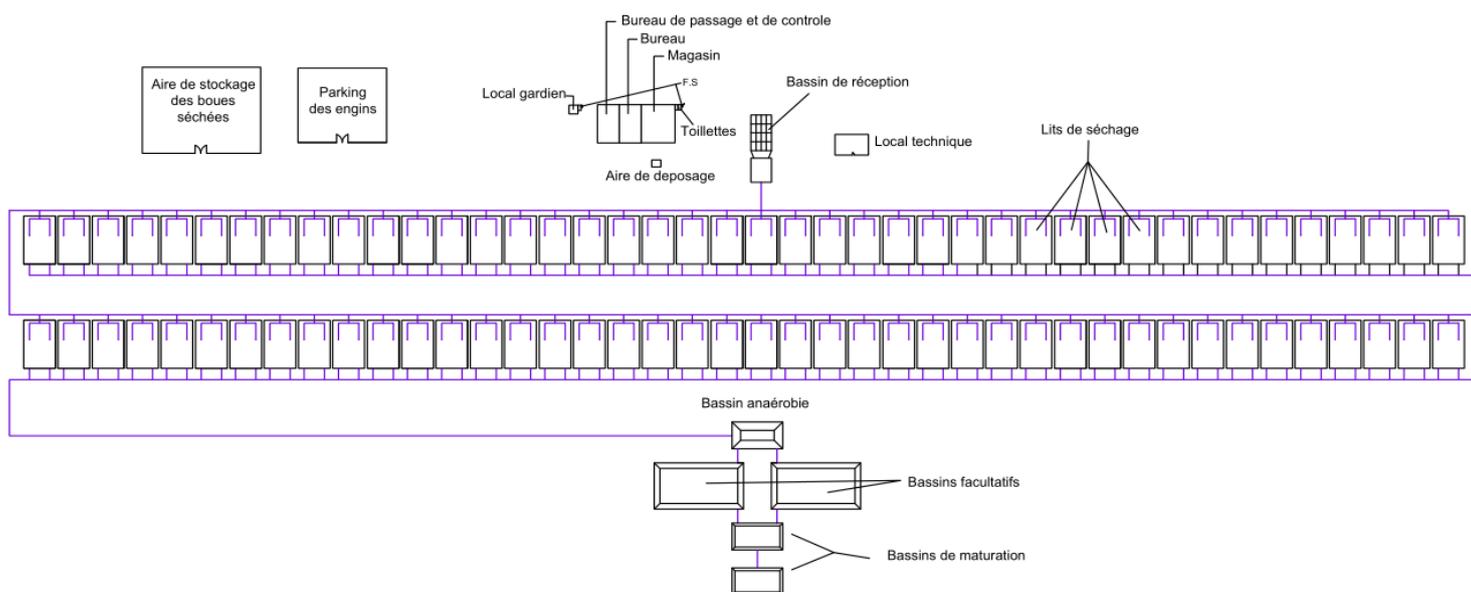
Désignations	Valeurs	Unités
Débit (Q)	13,62	m <sup>3</sup> /j
Temps de rétention minimum (jours)	5	j
Volume du bassin de maturation (V)	68,2	m <sup>3</sup>
Hauteur du BM	1	m
Surface du BM	68,2	m <sup>2</sup>
Concentration initiale en cf.	8,89 <sup>E</sup> +09	Ulog/100ml
Température moyenne du mois le plus froid	25	°C
Constante cinétique	6,20	Kb
Coliformes fécaux à la sortie du BM (Ns) pour un bassin de maturation	20 914,68	
Coliformes fécaux à la sortie du BM (Ns) pour deux bassins de maturation en série	653,12	Ulog/100ml
Nombre de bassins de maturation en serie	2	Ulog/100ml

Rapport longueur/largeur	2	
Largeur (l)	5,84	m
Longueur (L)	11,69	m
Fruit de berge m	1	m
Longueur au fond Lof	10,7	m
Largeur au fond lf	4,8	m
Revanche R	0,5	m
Lsup	13,67	m
lsup	7,84	m
Surface supérieure du BM1 (m <sup>2</sup> )	107,5	

#### ➤ Post-traitement des boues séchées

Les boues déshydratées seront quant à elles soumises à un traitement d'hygiénisation pour une valorisation agricole. Elles seront ainsi Co-compostées avec la fraction organique des ordures ménagères sur une aire de compostage d'environ 1300 m<sup>2</sup>

Au regard des dimensions des ouvrages retenus, à savoir les bassins de réception, de stockage, les lits de séchage, les bassins anaérobies, facultatif et de maturation, aire de stockage et de Co-compostage, l'emprise est de 1,8 hectare environ et une plateforme pour un local technique. La surface totale sera donc de 2 hectares.



**Plan d'aménagement STBV par lit de séchage**

Figure 20: Schéma d'aménagement global de la station de traitement des boues de vidange

### III.10.3 Analyse financière de la filière de traitement/valorisation des BV

Ce point présente une estimation globale du coût du projet ainsi qu'une analyse des flux financiers.

#### III.10.3.1 Les dépenses

##### ➤ Charges d'investissement

Les charges d'investissement couvrent toutes les dépenses rentrantes dans la réalisation des ouvrages de traitement, l'équipement et l'aménagement du site ainsi que l'achat du camion vidangeur qui se chargera de transporter les BV du site de transfert au site de traitement. Le coût d'investissement sommaire s'élève à : **215 385 980F CFA** (Annexe V).

##### ➤ Charges d'exploitation

Les charges d'exploitation comprennent les charges du personnel et les charges de fonctionnement. Le personnel du site sera constitué d'un gérant, de deux ouvriers qualifiés et d'un gardien. La rémunération de la main-d'œuvre pour le raclage des boues séchées a aussi été incluse dans les charges de personnels. Les charges de fonctionnement intègrent le coût d'entretien des installations, l'électricité, le coût des fournitures de bureau et de remplacement

des petits matériels. Les charges d'exploitations à la première année s'élèvent à **6 835 000 F CFA** (Annexe VII).

➤ **Les recettes**

Les recettes sont constituées du bénéfice tiré de la vente de compost comme engrais biologiques, les taxes d'assainissement et les taxes de dépotages.

Le compost sera produit avec les boues de vidange séchées, mélangées à des déchets solides organiques. La vente du compost auprès des agriculteurs permettra l'établissement d'un flux financier vers la STBV. Dans le cas d'une utilisation optimale de l'infrastructure en admettant une production de compost similaire à Kumasi au Ghana, les quantités de compost que la station sera capable de produire est de 994,08 T (Annexe IX), nous espérons une recette de 50 692 500/an à partir de l'année IX.

➤ **Les taxes de dépotage et d'assainissement**

En ce qui concerne les taxes de dépotage, elles seront la contribution des vidangeurs pour la pérennisation de la STBV. Elles doivent être fixées de façon à ne pas impacter sur leur chiffre d'affaires. En effet selon la conclusion de l'atelier de l'ONEA (2017) sur les modalités de paiement et d'application du tarif de dépotage des boues de vidange dans les stations de traitement des boues de vidange à Bobo-Dioulasso, le tarif de dépotage sera fixé entre 300-477 FCFA/m<sup>3</sup>. Ainsi, sur cette base et en prenant en compte l'expérience vécue dans d'autres pays tels que le Sénégal, nous proposons de fixer le tarif à 300 FCA par m<sup>3</sup>

### **III.10.3.2 Programmes des investissements pour une meilleure gestion des boues à Boromo et Siby**

L'investissement pour la réalisation d'une station de traitement y compris les équipements, les frais de fonctionnement et du personnel est une grande charge pour les communes, dans ce sens nous proposons un investissement à court, moyen et long terme.

- **Court terme**

À court terme c'est-à-dire d'ici la fin de l'année 2023 comme investissement on peut noter entre autres :

Désignation	Quantité	Prix
Achat de tricycle pour les vidangeurs	2	3 000 000
Clôture en grillage de 3 mètres de haut	400	2 000 000
Achat EPI	10	400 000
Aménagement de site de dépotage naturel des boues	2	6 000 000
Formation et sensibilisation des acteurs (Vidangeurs, ménages, agriculteurs)		1 000 000
<b>Total</b>		<b>12 400 000</b>

- **Moyen terme**

À moyen terme c'est-à-dire dans 5 ans on aura comme investissement :

Désignation	Quantité	Prix
Camion	1	8 000 000
Clôture en grillage de 3 mètres de haut	400	2 000 000
Bassin de réception	1	8 139 720
Canal de dégrillage	1	1 000 000
Aménagement-lit de séchage	25	59 200 000
Local personnel et magasin	1	1 500 000
Salaire chauffeur de camion	1	70 000
Salaire gérant	1	120 000
Salaire du gardien	1	40 000
Eau et électricité		50 000
Main d'œuvre pour curage des lits	<b>5</b>	50 000
Entretien camion, Carburant, consommable		1 000 000
<b>Total</b>		<b>81 169 720</b>

- **Long terme**

À moyen terme c'est-à-dire dans 5 ans on aura comme investissement :

<b>Désignation</b>	<b>Quantité</b>	<b>Prix</b>
Clôture en grillage de 3 mètres de haut	380	1 900 000
Aménagement-lit de séchage	43	101 824 000
Bassin Anaérobie	1	1 794 315
Bassin Facultative	1	7 140 445
Bassin maturation	1	3 977 500
Puits d'infiltration	1	10 000 000
Eau et électricité		120 000
Aménagement aire de compostage	1	5 000 000
Main d'œuvre pour curage des lits	10	100 000
<b>Total</b>		<b>131 856 260</b>

### **III.10.4 Gestion de la station de traitement des boues de vidange**

La gestion d'une STBV a pour objectif de fournir un service fonctionnel et durable impliquant plusieurs acteurs comme les collectivités, les structures bénéficiaires et les vidangeurs. Il est donc important d'envisager des stratégies à même de prendre en compte tous ces acteurs pour une bonne gestion. Toute gestion implique aussi des coûts, et comme le secteur de l'assainissement ne génère pas encore suffisamment de revenus, une bonne organisation s'impose pour un entretien et une gestion durable. Le mode de gestion qui sera proposé pour la future station de traitement est la gestion déléguée qui est un procédé par lequel les collectivités publiques confient à un tiers, le plus souvent un privé, l'exécution d'un service public. La gestion des STBV recouvre plusieurs activités :

- Approvisionnement en consommables ;
- Nettoyage, maintenance, réparations, vidange, renouvellement ou réhabilitation des ouvrages et des équipements ;

- Répartition des rôles et responsabilités entre tous les acteurs impliqués, et collaboration avec les pouvoirs publics ;
- Gestion financière.

Le personnel de la future station sera constitué de :

- Un Gérant ;
- Deux ouvriers qualifiés ;
- Un gardien,
- Un chauffeur de camion
- Quinze ouvriers pour curage des lits

L'organigramme de la future STBV se présenterait ainsi :

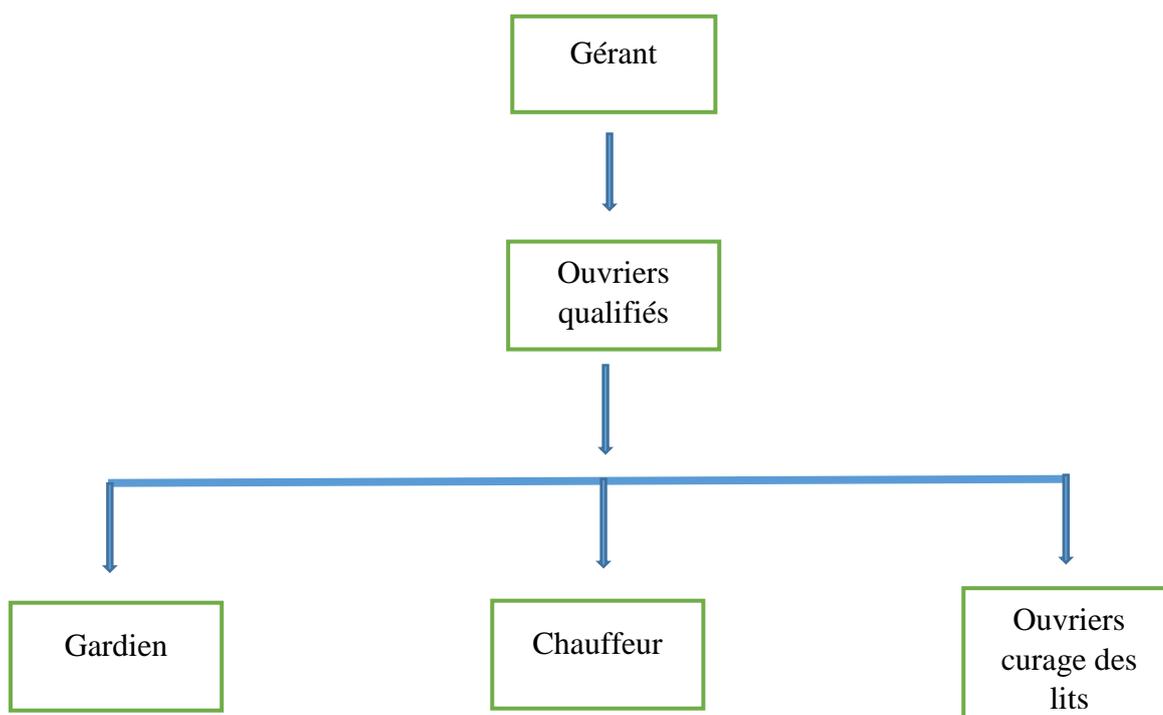


Figure 21: Organigramme de la STBV

Pour obtenir un équilibre financier, l'ensemble des dépenses (investissement et exploitation) ne doivent pas dépasser les recettes. Pour assurer la durabilité économique de l'activité, les critères suivants devaient être remplis : couverture des charges de la STBV (investissement, fonctionnement) par les recettes internes de la filière.

L'analyse des flux de trésorerie pour le compte du projet (Annexe XI) indique une Valeur actuelle nette (VAN) positive à partir de la treizième année avec une valeur de 27 348 936

FCFA pour un taux d'actualisation de 5 % ; l'investissement serait donc rentable sur une période de 13 ans.

L'investissement pour la réalisation d'une station de traitement, équipement collectif par définition, est généralement financé par le budget de la collectivité. En cas d'insuffisance de capacité de la commune, elle a la possibilité de mobiliser des subventions publiques auprès de l'Etat, de l'aide publique au développement, des ambassadeurs de bonne volonté, ou via des emprunts contractés auprès d'institutions bancaires. Elle pourrait également s'associer à une autre commune sur la base de l'intercommunalité pour la réalisation des ouvrages, ce qui est le cas de cette étude. Pour cela, les charges sont à frais communes. Une convention sera donc signée par les deux communes qui partageront les charges ainsi que les recettes. Ainsi, chaque commune devra voter un budget et faire des cotisations régulières qui serviront à cet effet. Les différents flux financiers sont représentés sur la figure 22.

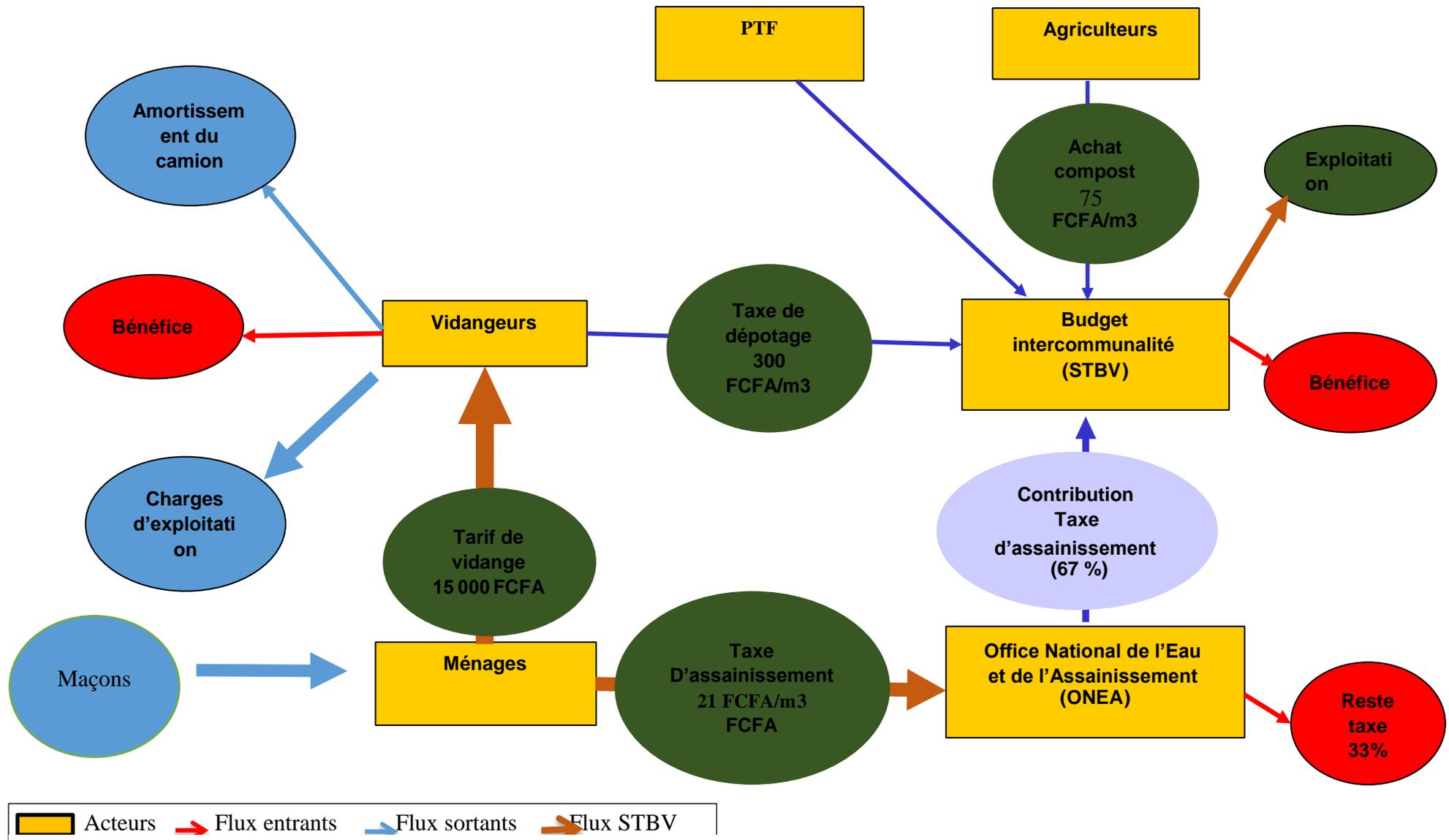


Figure 22 : Modèle de flux financiers proposé

## CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

L'objectif général de la présente étude est d'évaluer la faisabilité institutionnelle, technique et économique de la mise en place d'un service intercommunal de gestion des boues de vidange dans les villes de Boromo et de Siby au Burkina Faso. Cette étude a révélé que l'assainissement dans les communes repose essentiellement sur l'assainissement autonome, et les ouvrages d'assainissement rencontrés sont majoritairement les latrines traditionnelles à fosses maçonnées, les latrines traditionnelles à fosses non maçonnées et les latrines VIP. En moyenne environ 27,25 m<sup>3</sup> de boues de vidange sont produits par jour au niveau des communes. Les résultats d'analyse physico-chimique et microbiologique des boues ont relevé que les charges polluantes sont très élevées par rapport aux normes de rejet prescrites par le Burkina Faso sauf le pH et la concentration en nitrites. Ces polluants constituent ainsi un risque pour la santé publique et pour l'environnement lorsqu'elles sont déversées sans traitement dans la nature. Afin de réduire ces risques et satisfaire aux normes nationales sur la réutilisation des boues séchées en agriculture, et sur le rejet des effluents traités dans le milieu naturel, une filière de traitement a été proposée. Cette filière sera composée de lits de séchage non plantés suivis des bassins de lagunage pour le traitement du percolât, et d'une aire de Co-compostage des boues séchées. Le coût de réalisation de cette station de traitement a été évalué à **215 385 980F CFA** FCFA, avec un retour d'investissement prévu sur une période de 16 ans ; toutefois une subvention de 50 % des investissements de la part de l'État et/ou des PTF, permettra de ramener cette durée à 10 ans. Cette étude constitue ainsi une contribution pour la mise en place d'une filière complète de gestion des boues de vidange dans la commune sans risque pour la santé humaine et l'environnement. Pour parvenir à l'amélioration effective de la GBV dans les communes, nous recommandons de :

- Faire une étude géotechnique des sols qui permettront de confirmer ou d'infirmer l'aptitude du site retenu à abriter la STBV ;
- Faire l'étude des impacts environnementaux de la mise en place de la station ; afin d'évaluer les impacts que pourrait engendrer l'installation d'une telle infrastructure pour identifier les mesures d'atténuation des impacts négatifs.

Pour la gestion durable de la future station, nous recommandons aux communes de :

- Identifier les différents acteurs qui seront impliqués dans la gestion de la station et mettre en place une fédération pour assurer la bonne gestion de la station .

- Mettre en place des actions garantissant la bonne utilisation de toutes les installations de la station ainsi que leur entretien sur le long terme

Nous recommandons également aux communes de :

- Faire une étude de faisabilité de la mise en place d'un site maraîcher en aval de la STBV
- Faire une étude plus détaillée sur l'étude du marché pour la commercialisation du compost et une étude sur les "tests" agronomiques avec les maraîchers.

## BIBLIOGRAPHIE

- Berteigne, B. 2012.** *Projet MAFADY : Quantification et caractérisation des boues de vidange issues des villes de Douala et Yaoundé (Cameroun) et proposition de traitement.* 2012.
- Berthe. 2007.** *Étude de faisabilité de la mise en place d'une station de traitement.* Koudougou : s.n., 2007.
- Berthe, NJETNKEU NTCHATCHOU Mireille. 2007.** *Faisabilité institutionnelle et financière d'un service municipal de collecte et d'évacuation des boues de vidanges.* Koudougou : MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES – MASTER 2ème ANNÉE , 2007.
- Bigumandondera, P. 2014.** *Étude de l'assainissement non collectif en Afrique Subsaharienne : Application à la ville de Bujumbura.* 276 p. 2014.
- Blunier, P., et al. 2004.** *Quantification des boues de vidange. Exemple de la ville de Ouahigouya,, Burkina Faso.* In *Forum de Recherche En Eau et Assainissement*, p. 8. 2004.
- Cofie, Olufunke O., et al. 2006.** « *Solid-liquid separation of faecal sludge using to dry beds in Ghana: Implications for nutrients recycling in urban agriculture .* » *Water research* 40 (1) :75-. 2006.
- Defo, et al. 2015.** *Collecte et évacuation des boues de vidange dans la ville de Bafoussam, Cameroun (Afrique centrale).* Univ. . 2015.
- Derabe, Hina Maobe. 2009.** « *Contribution à la gestion durable et de valorisation des boues de vidange dans la ville de Fada a N'Gourma au Burkina Faso : Analyse critique du potentiel de l'offre et de la demande et proposition des stratégies de valorisation* ». s.l. : Memoire. Fada N'gourma, Burkina Faso : 2ie., 2009.
- Diagne, E. 2005.** *Implantation et dimensionnement d'une station de traitement de boues de vidange dans la commune de Ouahigouya.* 2005.
- Dinepa. 2012.** *Fiche technique : estimation, échantillonnage et analyse sommaire des boues* ». 2012.
- Dodane, P. et and Ronteltap, M. 2014.** *Faecal Sludge Management : Treatment Mechanisms.* IWA Publ. 141R154. 2014.
- Dodane, P.-H. 2013.** *en place d'un système intégré de gestion des boues de vidange pour la commune urbaine de Tamatave : Analyse du séchage des boues en conditions locales.* 2013.
- Gbedo, J., Aicheou, A. et Aboudou, R. 2015.** *Caractérisation des boues de vidange brutes et de leurs sous-produits dans la ville de Parakou-Université d'Abomey-Calavi.* 2015.
- Gning, Jean Birane, Cheikh Diop, Kouassi Dongo, et Doulaye Koné. 2017.** « *Facteurs déterminants le tarif de la vidange mécanique des matières de boues d'assainissement* ». *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 11 (1): 313. 2017.

- H., Jönsson, A., Baky et Jeppsoon U., Hellström D., Kärrman E. 2005.** *Composition of Urine, Faeces, Greywater and Biowaste for Utilization in the URWARE Model. Urban water Programme, Report 2005:6 Chalmers University of Technology, . 2005.*
- Heinss U., Larmie S.A., Strauss M. 1999.** *Solids Separation and Pond Systems for the Treatment of Faecal Sludges in the Tropics – Lessons Learnt and Recommendations for Preliminary Design, Eawag Sandec, Report No. 05/98. 1999.*
- Klingel, F., et al. 2002.** *Gestion des boues de vidange dans les pays en développement: Manuel de planification. 2002.*
- Koanda, H. 2006.** *Vers un assainissement urbain durable en Afrique subsaharienne: Approche innovante de planification de la gestion des boues de vidange. s.l. : École Polytechnique Fédérale de Lausanne., 2006.*
- Koffi, S. 2016.** *Étude d'avant-projet détaillé d'une station de traitement des boues de . 2016.*
- Kone, M., Service, E. et Ouattara, Y., Ouattara, P., Bonou, L., and Joly, P. 2016.** *Caractérisation des boues de vidange dépotées sur les lits de séchage de zagtoul (Ouagadougou). 2016.*
- Kouawa, Tadjouwa. 2016.** « *Traitement des boues de vidange par lits de séchage sous climat soudano-sahélien* ». PhD Thesis, Université de Strasbourg. 2016.
- Mbéguéré, Mbaye, Pierre-Henri Dodane, et Doulaye Koné. 2011.** « *Actes du symposium international sur la Gestion des Boues de Vidange* ». 2011.
- Mindele, U., Leonard. 2016.** *Caractérisation et tests de traitement des déchets ménagers et boues de vidange par voie anaérobie et compostage pour la ville de Kinshas. Liège, Belgique : Université de Liège, 2016.*
- Montangero, A., et al. 2002.** *Gestion des boues de vidange : Parent pauvre de l'assainissement et défi à relever. Eawag. 2002.*
- Montangero, A., et al. 2002.** *Gestion des boues de vidange : parent pauvre de l'assainissement et défi à relever. Eawag. 2002.*
- ONEA. 2012.** « *Études détaillées d'exécution, élaboration des Dossiers d'Appel d'Offres, supervision et contrôle des travaux, suivis et surveillances environnementales de la construction de deux stations de traitement des boues de vidange dans les villes de Ouagadougou . 2012.*
- Rochery, F., and Gabert, J. 2014.** *La filière de gestion des boues de vidange : de l'analyse aux actions – Actes de l'atelier du 1er mars 2012. 2014.*
- Strande L., Ronteltap M., Brdjanovic D. (Eds.). 2014.** *Faecal Sludge Management: Systems Approach for Implementation and Operation. IWA Publishing. Édition française. 2014.*
- STRAU, M., et al. 2006.** *Gestion des matières fécales urbaines. Situation, défis, et solution prometteuse. Dakar, Sénégal : s.n., 2006.*
- Strauss, M., et al. 2006.** *Gestion des matières fécales urbaines-situation, défis et solutions prometteuses. 2006.*

**Strauss, M., Koné, D. et Koanda, H. and Steiner, M. 2002.** *Gestion des matières fécales urbaines-situation, défis et solutions prometteuses.* 2002.

**Strauss. M, Koné. D, Koanda. H. and Steiner. M. 2006.** *Gestion des matières fécales urbaines-situation, défis et solutions prometteuses.* 2006.

**Tarradellas, J., et al. 2004.** *La collecte et le transport mécanisés des boues de vidange dans la ville de Ouahigouya a (Burkina Faso) .* 2004.

**Yahaya Miko, S. 2014.** *Étude contributive à l'amélioration du système de gestion des boues de vidange dans la ville de Niamey (Niger) : Bilan de la situation et proposition d'une filière .* 2014.

## **ANNEXES**

<u>ANNEXES I : Formulaire d'enquête au niveau des ménages</u> .....	90
<u>ANNEXE II : Formulaire guide d'entretien au niveau de la mairie</u> .....	93
<u>ANNEXE III : Formulaire d'enquête au niveau des vidangeurs</u> .....	95
<u>ANNEXE IV : Formulaire d'enquête au niveau des agriculteurs</u> .....	98
<u>ANNEXE V : Tableau de notation des systèmes de traitement des boues de vidange</u> .....	101
<u>ANNEXE V : Coût d'investissement</u> .....	103
<u>ANNEXE VI : Charges de personnels</u> .....	104
<u>ANNEXE VII Charges de fonctionnement</u> .....	105
<u>ANNEXE VIII : Quantité de compost produit</u> .....	106
<u>ANNEXE IX : Recettes</u> .....	107
<u>ANNEXE X : Amortissements</u> .....	107
<u>ANNEXE XI : Trésorerie et retour d'investissement</u> .....	109
<u>ANNEXE XII : Points de prélèvement des échantillons</u> .....	113

## ANNEXES I : Formulaire d'enquête au niveau des ménages

<b>Identifier</b>			
<b>Repeat no.</b>			
<b>Display Name</b>			
<b>Device identifiée</b>			
<b>Submission Date</b>			
<b>Submitter</b>			
<b>Duration</b>			
<b>1170010 Localité</b>			
<b>3 100 465 Quartier</b>			
<b>3 040 003 Latitude</b>			
<b>--GEOLON-- Longitude</b>			
<b>--GEOELE-- Elevation</b>			
<b>--GEOCODE-- Géo Code</b>			
<b>5 090 001 Zone de résidence (cas du milieu urbain)</b>			
<b>60 001 Nom du répondant</b>			
<b>6 040 001 Statut du répondant</b>			
<b>50 003 Nom du chef de ménage</b>			
<b>5 050 002 Sexe du chef de ménage</b>			
<b>6 040 003 Age du chef de ménage</b>			
<b>60 004 Quelle est la situation matrimoniale de CHEF DE MÉNAGE ?</b>			
<b>4 040 002 Quel est le niveau d'instruction le plus élevé que l'enquêté a atteint ?</b>			
<b>5 050 003 Quelle est la branche d'activité principale de l'enquêter</b>			
<b>2 040 005 Combien le ménage de [Nom] compte de personnes au total ?</b>			
<b>2 050 002 Combien le ménage de [Nom] compte d'hommes ?</b>			
<b>3 060 001 Combien le ménage de [Nom] compte de Femmes ?</b>			
<b>4 050 002 Combien le ménage compte d'enfants de 0 à 6 ans ?</b>			
<b>7 030 003 Combien le ménage de compte d'enfants de 7 à 14 ?</b>			

<b>4 040 004</b>  Quel est le statut d'occupation du logement ?			
<b>1 030 011</b>  Le ménage dispose -t-il de latrines/toilettes pour la gestion des excréta ?	Oui	Non	
<b>5 070 013</b>  Si non, où vont-ils pour uriner ?			
<b>90 009</b>  Si non, où vont-ils déféquer ?			
<b>50 016</b>  Si oui, quel type de latrines ?			
<b>60 011</b>  Si oui, quand les latrines ont-elles été construites ?			

<b>6 050 013</b>  Les latrines sont –elle fonctionnelles (utilisées) ?	Oui	Non	
<b>70 012</b>  Tous les membres du ménage utilisent –ils les latrines/toilettes à tout moment pour la défécation ?	Oui	Non	
<b>1 020 017</b>  Pourquoi certains membres de la famille n'utilisent pas les latrines pour la défécation ?			
<b>6 060 016</b>  Si non, quelles personnes n'utilisent jamais les latrines pour la défécation ?			
<b>6 050 015</b>  Les latrines vous servent à recueillir quoi d'autres en dehors des excréta ? (Quels autres usages le ménage fait-il des latrines ?)			
<b>7 020 017</b>  Avez-vous déjà vidangé vos latrines ?	Oui	Non	
<b>1 030 015</b>  Si oui, quelle est la fréquence de vidange.			
<b>3 060 013</b>  Comment la vidange a-t-elle été faite ?			
<b>70 018</b>  Qui a assuré la vidange des latrines ?			
<b>4 030 014</b>  Où les boues ont-elles été dépotées ?			
<b>70 019</b>  Combien a coûté la vidange ?			
<b>5 060 018</b>  Comment appréciez-vous ce coût ?			
<b>31 170 003</b>  Nouvelle question - Veuillez changer le nom			
<b>8 030 015</b>  Avez-vous déjà réutilisé les boues de vidange dans l'agriculture ?	Oui	Non	
<b>3 050 013</b>  Les latrines sont –elles partagées avec d'autres ménages/autres personnes ?	Oui	Non	
<b>7 020 022</b>  Êtes-vous satisfait de vos latrines ?	Oui	Non	

Étude de faisabilité pour la mise en place d'un service intercommunal de gestion des boues de vidange au profit  
des communes de Boromo et Siby

<b>5 060 019</b>  Si non, quels sont les problèmes que vous rencontrez avec vos latrines.			
<b>1 020 022</b>  Que faites-vous pour résoudre ces problèmes ? Contre les odeurs et les mouches			
<b>4 050 013</b>  Que faites-vous pour résoudre ces problèmes ? Contre les remontées d'eau			
<b>3 060 017</b>  À quelle fréquence nettoyez-vous vos latrines ?			
<b>6 050 019</b>  Comment faites-vous le nettoyage des latrines ?			
<b>7 030 013</b>  Le ménage utilise t- il un ouvrage pour la collecte des eaux usées ?	Oui	Non	
<b>9 030 023</b>  Si oui quel type d'ouvrage ?			
<b>60 024</b>  Où sont situés les ouvrages de collecte des eaux usées ?			
<b>8 020 013</b>  Sinon, où sont déversées les eaux usées ?			
<b>6 050 025</b>  Les latrines sont-elles propres ?	Oui	Non	
<b>4 030 029</b>  Existence de savon à côté des latrines/toilettes	Oui	Non	
<b>90 019</b>  Existence d'eau à côté des latrines/toilettes	Oui	Non	
<b>60 029</b>  Présence d'excréta dans la cour	Oui	Non	

## **ANNEXE II : Formulaire guide d'entretien au niveau de la mairie**

### I généralités

Personnes interviewées.....

Nom.....

Direction/service..... Fonction...

### II données générales

2.1 Cadre institutionnel, juridique et règlementaire des boues de vidange (arrêtés municipaux réglementant la GBV, lois.....)

### III Activités de vidange des boues dans la commune

3.1 Quels sont les acteurs intervenants dans la GBV de la commune ? (Statut juridique et rôles)

3.2 Quelles sont les relations entre les différents acteurs ?

3.3 Quelles sont les ressources que la mairie alloue à la GBV : recettes, dépenses, taxes perçues auprès des privés

3.4 Comment sont gérées les boues de vidange dans votre commune ? (Collecte, transport, évacuation et

Traitement)

3.5 Quelles sont les entreprises ou ONG qui font la vidange des boues à Koudougou ?

3.6 Quels sont les lois et règlements auxquels ils sont assujettis ?

3.7 Ces entreprises reversent elles des taxes à la mairie ?

3.8 Quelles sont les taxes que ces entreprises sont tenues de reverser à la mairie ?

3.9 Quels sont les lieux de dépôt des boues ?

3.9 Quels sont les atouts de la mairie pour mener à bien ses activités en matière de GBV ?

3.10 Quelles sont les faiblesses ou contraintes que rencontre la commune dans la GBV ? (Au niveau

Institutionnel, technique, financier, logistique, humain, environnemental)

3.11 Que prévoit la mairie en vue d'une gestion efficiente des boues dans sa commune ?

3.12 Quels types de traitement ou de valorisation appliquent-ils aux boues de vidange ?

IV Perspectives

4.1 Quels sont les projets de la commune en vue de renforcer les capacités existantes ?

Quelles seront les taxes ou redevances reversées à la mairie ?

14-le nombre d'écoles existant

15 Type d'école primaire secondaire

16 –nombre de latrines par école

17 –type de latrine

4.6 La mairie sera-t-elle prête à subventionner la vidange au cas où les populations la trouveraient chère ?

### ANNEXE III : Formulaire d'enquête au niveau des vidangeurs

<b>Identification de l'enquêteur</b>	
1.Code enquêteur.	<input type="text"/>
<b>Identification des vidangeurs</b>	6.Dans quel secteur résidez-vous ? <input type="text"/>
2.Quel est votre nom(s) ?	7.Quel type de vidange pratiquez-vous ? <input type="text"/>
3.Quel est votre prénom(s) ?	
4.Quel âge avez-vous ?	
5.Quel est votre ethnie ?	
<b>Informations sur le vidangeur</b>	

<p>8. Quelle est la zone que couvre Vos activités de vidange ? <input type="text"/></p> <p>9. Quelle est le nombre d'années D'exercice de votre métier ? <input type="text"/></p> <p>10. Qu'est-ce qui vous a motivé à choisir Ce métier par secteur d'activité <input type="text"/></p>	<p>11. Avez-vous autre activité En dehors de la vidange ? <input type="text"/></p> <p>12. Si oui (question 10) Laquelle/lesquelles ? <input type="text"/></p>
<p><b>Information sur l'activité de vidange</b></p>	
<p>13. Combien de vidange faite vous En moyenne par mois en saison sèche ? <input type="text"/></p> <p>14. Combien de vidange faite-vous En moyenne par mois en saison pluvieuse ? <input type="text"/></p>	<p>15. Quel est le tarif moyen (FCFA) Appliqué par vidange pendant La saison sèche ? <input type="text"/></p> <p>16. Quel est le tarif moyen (FCFA) Appliqué par vidange pendant <input type="text"/> La saison pluvieuse ?</p>
<p><b>Conditions de travail</b></p>	
<p>17. Quels sont les équipements <input type="text"/></p>	<p>25. Ou déversez-vous les boues <input type="text"/></p>

<p>De protection que vous utilisez ?</p> <p>18.Si autres, précisez :</p> <p>19.Quels produits utilisez-vous Au cours de vidange ?</p> <p>20.Si autre, précisez :</p> <p>21.Quels sont les matériels de Travail que vous utilisez ?</p> <p>22.Si autre, précisez</p> <p>23.Quels sont les moyens que vous utilisez pour transporter les boues ?</p> <p>24.Si autre, précisez :</p>	<p>De vidanges ?</p> <p>26.Si autre, précisez :</p> <p>27.Rencontrez-vous des difficultés Lors du dépotage des boues sur Les sites non autorisés ?</p> <p>28.Si oui (question 24) les quelles ?</p> <p>29.Etes-vous organisés en association ou groupe de vidangeurs ?</p> <p>30.Si oui(question 26) quel est le nom de l'association ?</p> <p>31. Quels sont les avantages que vous tirez de l'exercice de cette profession ?</p> <p>32.Si autre, précisez :</p>
---	---

## ANNEXE IV : Formulaires d'enquête au niveau des agriculteurs

<b>Identification de l'enquêteur</b>	
1.Code enquêté ----- -----	
<b>Identification de l'enquêté</b>	
2.Quel est votre nom ? ----- -----  3.Quel(s)est(sont)votre(vos)prénom(s) ? ----- -----  4.Quel âge avez-vous ? ----- -----  5.Quel est votre ethnie ?	15.Si achat(question13) à quel prix achetez-vous ces boues ? -----  16.le prix vous convient-il ? 1.Oui                      2. Non  17.Apliquez-vous un traitement avant l'utilisation des boues dans vos champs ? 1.Oui                      2. Non  18.Si oui(question17) quel type de traitement appliquez-vous -----  19.Utilisez-vous des équipements de protection ? 1.Oui                      2. Non  20.Obtenez-vous un meilleur rendement avec l'utilisation de ces boues ?



	1.Oui	2. Non
----- ----- 11.Si non(question9) pourquoi ? ----- -----		
----- ----- 12.Si non(question9) êtes-vous prêt à les utiliser ? ----- -----		
----- ----- 13.Comment obtenez-vous ces boues de vidange ? 1. Achat    2. Don    3. Négociation 4. Autre		
----- ----- 14.Si autre, précisez : ----- -----		

## ANNEXE V : Tableau de notation des systèmes de traitement des boues de vidange

	Critères d'évaluation	Pondération		Note affectée
1	Qualité de l'effluent et des boues selon les normes nationales.	5	La qualité de l'effluent est très bonne	3
			La qualité de l'effluent est moyenne	2
			La qualité de l'effluent est mauvaise	1
2	Caractéristiques des boues (Dés hydratabilité, concentration, degré de digestion, capacité d'étalement).	4	Système adapté aux caractéristiques des boues de la zone	3
			Système limité aux caractéristiques boues de la zone	2
			Système non adapté aux caractéristiques des boues de la zone	1
3	Quantités et fréquence des dépotages de boues à la station.	2	Système adapté aux dépôts fréquents des boues	3
			Système moyennement adapté aux dépôts fréquents des boues	2
			Système non adapté aux dépôts fréquents des boues	1
4	Climat	3	Système adapté au climat local	3
			Système moyennement adapté au climat local	2
			Système non adapté au climat local	1
5	Disponibilités foncières et coût	1	Grande surface	1
			Moyenne surface	2
			Petite surface	3
6	Intérêts pour la réutilisation (fertilisant, fourrage, biogaz, compost, fuel)	3	Réutilisation matière et énergétique	3
			Réutilisation matière ou énergétique	2
			Pas de réutilisation	1
7		4	Très bonne compétences	1

	Compétences requises pour l'exploitation, la maintenance et le suivi évaluation disponible localement.		Compétences moyenne	2
			Pas de compétences	3
8	Pièces détachées disponibles localement.	2	Pièces disponibles localement	3
			Pièces disponibles au niveau du pays	2
			Pièces disponibles à l'étranger	1
9	Coûts d'investissement couverts (terrain, infrastructure, ressources humaines, renforcement des capacités)	5	Coûts très élevés	1
			Coûts moyennement élevés	2
			Coûts abordables	3
10	Coûts d'exploitation maintenance couverts	4	Coûts d'exploitation très élevés	1
			Coûts d'exploitation élevés	2
			Coûts d'exploitation faibles	3

## ANNEXE V : Coût d'investissement

<b>Coût d'investissement</b>				
Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Total
Clôture en grillage de 3 mètres de haut	Ml	788	5 000	3 940 000
Bassin de stockage	ml	332	35 000	11 620 000
Bassin de réception	u	1	8 139 720	81 39 720
Canal de dégrillage	u	1	1 000 000	1 000 000
Aménagement lits de séchage	m <sup>2</sup>	8704	18 500	161 024 000
Bassin Anaérobie	m <sup>2</sup>	96,99	18 500	1 794 315
Bassin facultatif	m <sup>2</sup>	385,97	18 500	7 140 445
Bassin de maturation	m <sup>2</sup>	215	18 500	3 977 500
Aménagement aire de hygiénisation	m <sup>2</sup>	5000	1 000	5 000 000
Local personnel et magasin	u	1	1 500 000	1 500 000
Hangar	m <sup>2</sup>	150	15 000	22 50 000
Camion vidangeur	u	1	8 000 000	8 000 000
Total investissement				215 385 980

## ANNEXE VI : Charges de personnels

<b>Charges de personnels</b>				
Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Total
Salaire chauffeur de camion	Mois	12	70 000	840 000
Salaire gérant	Mois	12	120 000	1 440 000
Salaires ouvriers (2)	Mois	12	100 000	1 200 000
Salaire du gardien	Mois	12	40 000	540 000
Main d'ouvre pour curage des lits	U	15	3000	45 000
Totales charges de personnel				4 065 000

## ANNEXE VII Charges de fonctionnement

Charges de fonctionnement				Total
Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	
Entretien camion	Année	1	500 000	500 000
Carburant	Litre	3 000	550	1 650 000
Eau et Électricité			120 000	120 000
Consommable	Forfait		200 000	200 000
Remplacement petit matériel	Forfait		300 000	300 000
Totales charges de fonctionnement				2 770 000
Coût investissement et fonctionnement				218 155 980

**ANNEXE VIII : Quantité de compost produit**

Quantité de compost produit	Valeurs	Unité	Observation
Volume de boues traitées par an	9940	m <sup>3</sup> /an	Calculé
Volume de boues séchées par an	994	m <sup>3</sup> /an	(Cofie et Koné, 2009)
Ration déchets solides/boues séchées = 3 :1			
Durée de Co-compostage	3	Mois	
Cycle de Co-compostage	1	Cycle/mois	
Volume de déchets solides requis	2982,32	m <sup>3</sup> /an	
Volume de compost brut produit	3976,32	m <sup>3</sup> /an	
Taux de réduction volumique	50 %		(Cofie et Koné, 2009)
Volume de compost obtenu	1988,16	m <sup>3</sup> /an	
Densité du compost	0,5	T/m <sup>3</sup>	(Cofie et Koné, 2009)
Masse de compost obtenu	994,08	T/an	

### ANNEXE IX : Recettes

Recettes	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	Total
Contribution Taxes d'assainissement				4 308 344
Taxes de dépotage/an	m <sup>3</sup>	9940	300	2 982 000
Subvention	m <sup>3</sup>	9940	575	5 715 500
Recette boue	Kg	994 080	75	50 692 500
Total recette		74 556 000		87 561 844

### ANNEXE X : Amortissements

Désignation	Durée prévue d'Utilisation (ans)	Amortissement actuariel (FCFA/an)	Taux d'intérêt
Camion	50	400 000	5 %
Local personnel et magasin	50	75 000	
Lit de séchage	50	8 050 000	
Ouvrage de Traitement de la Fraction solide (Co- compostage)	50	250 000	
Ouvrage de Réception	50	406 986	
Canal de dégrillage et de distribution	50	50 000	
Ouvrage de Traitement de la Fraction liquide	30	645 613	
Annuité totale		9 877 599	



## **ANNEXE XI : Trésorerie et retour d'investissement**

Étude de faisabilité pour la mise en place d'un service intercommunal de gestion des boues de vidange au profit des communes de Boromo et Siby

Années	Investissement	Charges de personnel	Charges de fonctionnement	Charges d'exploitation	Total des charges d'investissement et d'exploitation	Recettes	Flux net de trésorerie	Flux de trésorerie cumulé	Valeur
									Actuelle
									Nette (VAN)
Année 0	215 385 980	0	0	0			- 215 385 980	- 215 385 980	- 215 385 980
Année 1	9 877 599	4 065 000	2 770 000	6 835 000	16 712 599	87 561 844	70 849 245	- 194 536 735	- 203 446 892
Année 2	9 877 599	4 065 000	2 770 001	6 835 001	16 712 600	87 561 845	70 849 245	- 184 418 463	- 200 189 082
Année 3	9 877 599	4 065 000	2 770 002	6 835 002	16 712 601	87 561 846	70 849 245	- 161 356 513	- 191 037 413
Année 4	9 877 599	4 065 000	2 770 003	6 835 003	16 712 602	87 561 847	70 849 245	- 143 654 342	- 160 019 744
Année 5	9 877 599	4 065 000	2 770 004	6 835 004	16 712 603	87 561 848	70 849 245	- 140 270 945	- 129 161 822
Année 6	9 877 599	4 065 000	2 770 005	6 835 005	16 712 604	87 561 849	70 849 245	- 130 164 293	- 108 487 405
Année 7	9 877 599	4 065 000	2 770 006	6 835 006	16 712 605	87 561 850	70 849 245	- 120 291 302	- 105 018 371

Année 8	9 877 599	4 065 000	2 770 007	6 835 007	16 712 606	87 561 851	70 849 245	-75 607 815	-
									100 774 828
Année 9	9 877 599	4 065 000	2 770 008	6 835 008	16 712 607	87 561 852	70 849 245	-29 068 570	-97 775 216
Année 10	9 877 599	4 065 000	2 770 009	6 835 009	16 712 608	87 561 853	70 849 245	19 372 828	-78 036 399
Année 11	9 877 599	4 065 000	2 770 010	6 835 010	16 712 609	87 561 854	70 849 245	82 408 440	-41 180 782
Année 12	9 877 599	4 065 000	2 770 011	6 835 011	16 712 610	87 561 855	70 849 245	145 444 053	-6 080 195
Année 13	9 877 599	4 065 000	2 770 012	6 835 012	16 712 611	87 561 856	70 849 245	208 479 665	27 348 936
Année 14	9 877 599	4 065 000	2 770 013	6 835 013	16 712 612	87 561 857	70 849 245	271 515 277	59 186 204
Année 15	9 877 599	40 650	2 770 014	6 835 014	16 712 613	87 561 858	70 849 245	334 550 889	89 507 411
Année 16	9 877 599	4 065 000	2 770 015	6 835 015	16 712 614	87 561 859	70 849 245	397 586 502	118 384 751
Année 17	9 877 599	4 065 000	2 770 016	6 835 016	16 712 615	87 561 860	70 849 245	460 622 114	145 886 980
Année 18	9 877 599	4 065 000	2 770 017	6 835 017	16 712 616	87 561 861	70 849 245	523 657 726	172 079 579
Année 19	9 877 599	4 065 000	2 770 018	6 835 018	16 712 617	87 561 862	70 849 245	586 693 339	197 024 911
Année 20	9 877 599	4 065 000	2 770 019	6 835 019	16 712 618	87 561 863	70 849 245	649 728 951	220 782 371
Année 21	9 877 599	4 065 000	2 770 020	6 835 020	16 712 619	87 561 864	70 849 245	712 764 563	243 408 523
Année 22	9 877 599	4 065 000	2 770 021	6 835 021	16 712 620	87 561 865	70 849 245	775 800 176	264 957 238
Année 23	9 877 599	4 065 000	2 770 022	6 835 022	16 712 621	87 561 866	70 849 245	838 835 788	285 479 825
Année 24	9 877 599	4 065 000	2 770 023	6 835 023	16 712 622	87 561 867	70 849 245	901 871 400	305 025 146
Année 25	9 877 599	4 065 000	2 770 024	6 835 024	16 712 623	87 561 868	70 849 245	964 907 012	323 639 737
Année 26	9 877 599	4 065 000	2 770 025	6 835 025	16 712 624	87 561 869	70 849 245	1 027 942 625	341 367 919

Année 27	9 877 599	4 065 000	2 770 026	6 835 026	16 712 625	87 561 870	70 849 245	1 090 978 237	358 251 901
Année 28	9 877 599	4 065 000	2 770 027	6 835 027	16 712 626	87 561 871	70 849 245	1 154 013 849	374 331 885
Année 29	9 877 599	4 065 000	2 770 028	6 835 028	16 712 627	87 561 872	70 849 245	1 217 049 462	389 646 155
Année 30	9 877 599	4 065 000	2 770 029	6 835 029	16 712 628	87 561 873	70 849 245	1 280 085 074	404 231 174

### ANNEXE XII : Points de prélèvement des échantillons

Date de prélèvement	échantillon	Nom et prénom du propriétaire	Sect.	Coordonnées géographiques		Type de l'ouvrage autonome	Utilisateurs	Dimensions de l'ouvrage			Type de zone	État des boues
				Longitude	Latitude			L/D (m)	l (m)	H (m)		
27/09/2021	1	École Boromo	1	-29 229	7 514 167	LTAFM	ND	1,35	1,1	3	Lotie	Liquide
27/09/2021	2	Botoni Lamoussa	1	-29 262	7 439 797	LTSFM	14	1,5	1,14	2,5	Lotie	Solide
27/09/2021	3	Marché Boromo	2	-29 307	7 461 896	VIP multi fosses	ND	2,92	1,32	2	Lotie	Liquide

27/09/2021	4	Bognana Panga Bomi	2	-29 250	7 623 647	VIP double fosse	8	2,17	0,9	2	Lotie	Solide
27/09/2021	5	Nacoulma Mathias	2	-29 286	7 508 479	VIP double fosse	10	3,9	0,9	2	Lotie	Liquide
27/09/2021	6	Gnoumou Ousmane	2	-29 289	7 620 511	LTA FM	10	1,52	1,52	3	Lotie	Solide
27/09/2021	7	CSPS Boromo	2	- 29 404	7 666 265	VIP multi fosses	7	1,58	1,46	3	Lotie	Solide
27/09/2021	8	Gare routière	4	- 29 358	761 435	VIP multi fosses	ND	2,8	1,35		Lotie	Liquide
27/09/2021	9	Bohoun Pierre	5	-29 801	7 461 345	LTA FM	16	1,2	1,1	3	Lotie	Solide
27/09/2021	10	Bohoun Jean	5	-29 797	7 466 578	VIP 1 fosse	21	1,3	1,2	3	lotie	Solide
27/09/2021	11	Kohoun Marcaire	5	-29 732	7 471 628	LTSFM	5	1,2	1,1	3	Lotie	Liquide
27/09/2021	12	Yamboue Syndria	5	-29 736	7 524 755	LTA FM	25	1,5	1,5	4	Lotie	Solide
27/09/2021	13	Kindo Moustapha	3	-2.9736865	7612079	VIP 1 fosse	15	1,5		3	Lotie	Solide
27/09/2021	14	Sawadogo Moustapha	3	-2.9736005	755334	LSFM	10	1,4		6	Lotie	Solide
27/09/2021	15	Kini Justin	3	-29 732	7 464 361	LTA FM	16	1,2	1,2	3	Lotie	Solide
27/09/2021	16	Bani Hazouma	3	-29 731	7 500 932	VIP 1 fosse	6	1		4	Lotie	Solide

Étude de faisabilité pour la mise en place d'un service intercommunal de gestion des boues de vidange au profit des communes de Boromo et Siby

27/09/2021	17	Gare routière Boromo	4	-29 731	7 515 956	VIP multi fosses	ND	3	1,4	3	Lotie	Solide
27/09/2021	18	Ecole Siby	5	-29 686	7 642 138	VIP multi fosses	ND	2,7	1,1	3	Lotie	Liquide
27/09/2021	19	Sawadogo Zakaria	3	-29 664	8 565 733	LTSFM	12	1,3		4	Lotie	Solide
28/09/2021	20	Tiao Dababa	3	-29 760	8 565 081	VIP double fosse	4	2	0,9	2	Lotie	Liquide
28/09/2021	21	Coulibaly Enerst	3	-29 782	8 560 669	VIP double fosse	9	2,05	0,9	2	Lotie	Solide
28/09/2021	22	Bani Louba	4	-29 782	8 556 318	LTA FM	10	1,5		3	Lotie	Solide
28/09/2021	23	CSPS Siby	4	-29 760	8 617 192	VIP double fosse	ND	2,23	0,9	3	Lotie	Solide
28/09/2021	24	Kani Prosper	4	29 716	8 441 256	LTA VD	14	1,3	1,2		Lotie	Solide
28/09/2021	25	Barry yohi	4	-29 280	7 608 436	LSPA	7	1,2		1,5	Non lotie	Liquide
28/09/2021	26	Marché Siby	4	-29 267	760 549	VIP multi fosses	7	1,6			Non lotie	Solide

28/09/2021	27	Ouedraogo Mahamadi	4	-29 261	7 606 806	VIP	6	2,1	0,9	2	Lotie	Solide
28/09/2021	28	Sankara Pousga	4	-29 253	7 571 717	LTSD	7	1,3	1,2	3	Non lotie	Solide
28/09/2021	29	Bognana Mayou	2	-2.9277609	7616917	LTAVD	13	1,3	1,3	3	Lotie	Solide
28/09/2021	30	Mosquée	2	-29 280	7 627 884	LTAVD/S	15	1,2	1,2		Non lotie	Solide