

RÉPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE



Union-Discipline-Travail

MINISTÈRE DU PLAN ET DU DÉVELOPPEMENT

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DE
STATISTIQUE ET D'ÉCONOMIE APPLIQUÉE



MINISTÈRE DE L'HYDRAULIQUE,
DE L'ASSAINISSEMENT ET DE LA SALUBRITÉ

OFFICE NATIONAL DE L'ASSAINISSEMENT ET DU
DRAINAGE



MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Thème :

**ÉTUDE DE FAISABILITÉ DE LA VALORISATION
AGRONOMIQUE DES SOUS-PRODUITS DE VIDANGE DE
LA STATION DE TRAITEMENT DE BOUE DE VIDANGE DE
KORHOGO**

REDIGÉ PAR :

NANDY Kohou Charles Arnaud William

Elève en master statistique Agricole

SOUS LA DIRECTION DE :

M. KONIN Assémien

Chef de service Suivi-Evaluation

Décembre 2023

DECHARGE

L'ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DE STATISTIQUE ET D'ÉCONOMIE APPLIQUÉE (ENSEA) AINSI QUE L'OFFICE NATIONAL DE L'ASSAINISSEMENT ET DU DRAINAGE N'ENTENDENT DONNER AUCUNE APPROBATION, NI IMPROBATION AUX OPINIONS ÉMISES DANS CE DOCUMENT. CES OPINIONS DOIVENT ÊTRE CONSIDÉRÉES COMME PROPRES À LEUR AUTEUR.

DEDICACE

À mes parents, mes frères et ma sœur

REMERCIEMENTS

L'élaboration du présent travail a requis le soutien de certaines personnes sans lesquelles l'accès aux ressources nécessaires à sa réalisation n'aurait pas été possible. Nous tenons donc à remercier particulièrement :

- **M. SANOGO Amara**, le Directeur Général de l'ONAD qui a bien voulu accepter notre présence dans sa structure afin que nous puissions effectuer notre stage de fin d'études.
- **A M. KONIN Assémien**, Chef de service Suivi-Evaluation ; notre maître de stage

Aussi à toute l'équipe de la Sous-direction de la promotion de l'assainissement autonome pour leur soutien :

- M. YAO N'Guessan Norbert, Environnementaliste ;
- Mme SIE Palé Julienne, Ingénieur hydraulicienne ;
- M. KOFFI Joseph, Technicien supérieur assainissement ;
- Mme. COULIBALY Myriam, Environnementaliste.

Nous tenons à exprimer toute notre profonde gratitude à l'endroit de M. KOUADIO Hugues et de Mme Soro Nahoua respectivement Directeur de l'École Nationale Supérieure de Statistique et d'Économie Appliquée (ENSEA) d'Abidjan et responsable de la filière master statistique agricole à l'ENSEA. Également,

Nous exprimons nos remerciements à l'ensemble du corps professoral de l'ENSEA pour leur orientation et leur encadrement. Nous remercions particulièrement M Baffo, M. N'Zi pour leurs orientations, leurs remarques, leurs critiques constructives et leur disponibilité.

A tous nos parents, nos aînés, nos parrains, nos amis et nos collègues stagiaires nous disons un grand merci pour leur soutien, leur aide et leurs remarques pertinentes.

Nous ne saurons terminer sans témoigner notre reconnaissance à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

SOMMAIRE

DECHARGE	i
DEDICACE.....	ii
REMERCIEMENTS	iii
SOMMAIRE	iv
Liste des abréviations et acronymes	vi
TABLE DES ILLUSTRATIONS	vii
AVANT-PROPOS	viii
RESUME ET ABSTRACT	ix
Résumé	ix
Abstract	ix
PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL.....	x
1. Présentation de l'Office National de l'Assainissement et du Drainage	x
2. Fonctionnement de l'ONAD	xi
INTRODUCTION.....	1
Contexte et justification	1
Problématique de l'étude	2
Objectifs de l'étude	2
Hypothèses de recherche	2
Intérêt de l'étude	2
Méthodologie de recherche	3
Plan de travail	3
CHAPITRE I : CADRE CONCEPTUEL, REVUE DE LITTERATURE ET METHODOLOGIQUE	3
1. Cadre conceptuel	4
2. Revue de littérature	7

3. Données et méthodologie	13
CHAPITRE II : ETAT DES LIEUX DE LA GESTION DES BOUES DE VIDANGE	15
1. Chaîne de valeur de l’assainissement non collectif	15
2. Organisation de la filière de gestion des boues de vidange et de la chaîne de sa transformation	16
3. Description de la STBV de Korhogo	18
4. Etude technique pour le choix d’une filière de Transformation des boues séchées en engrais organique adaptée	20
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION	27
1. Étude de marché	27
2. Analyse économique de la filière	29
CONCLUSION	39
Limites de l’étude	40
Recommandations	40
BIBLIOGRAPHIE	xiii
TABLE DES MATIERES	xv

LISTE DES ABREVIATIONS ET ACRONYMES

APAA : l'Association Panafricaine des Acteurs de l'Assainissement Autonome

BAD : Banque Africaine de Développement

CIAPOL : Centre Ivoirien Antipollution

DBO : Demande biologique en oxygène

DCO : Demande chimique en oxygène

FIAA : Fédération Ivoirienne des acteurs de l'assainissement

GIE : Groupement d'Intérêt Economique

OMS : Organisation mondiale de la Santé

ONAD : Office National de l'Assainissement et du Drainage

ONG : Organisation Non Gouvernementale

PSA : Prestataire de Service d'Assainissement

SARL : Société à Responsabilité Limitée

SPANC : Service Public d'Assainissement Non Collectif

STBV : Station de Traitement des Boues de Vidange

TRI : Taux de Rentabilité Interne

VAN : Valeur Actuelle Nette

TABLE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des boues de vidanges séchées de la STBV de Korhogo, 2020	20
Tableau 2: Rémunération du personnel	29
Tableau 3: Charges de fonctionnement de la station	31
Tableau 4: Charges d'entretien et de maintenance de la station.....	32
Tableau 5: Charges de gestion et d'exploitation de la station	33
Tableau 6: Recette des ventes de composte par an.....	35
Tableau 7: Recettes de dépotages de la station par an.....	36
Tableau 8: Recettes totales de la station par an	37
Tableau 9: Compte d'exploitation la station par an	37

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 1: Répartition des charges	34
Graphique 2: Evolution de la quantité annuelle de composte potentiellement produites à la station de Korhogo de 2017-2022	35
Graphique 3: Evolution du nombre annuel de dépotages à la station de Korhogo de 2017-2022	36

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Organigramme de la structure d'accueil	xii
Figure 2: Chaîne de valeur de l'assainissement non collectif	16
Figure 3: Photos des infrastructures de traitement illustrant le procédé de fonctionnement de la STBV de Korhogo.....	19

LISTE DES ENCADRES

Encadré 1: Principales grandeurs économiques en d'exploitation.....	11
---	----

AVANT-PROPOS

Dans le cadre de notre formation, nous sommes amenés à effectuer un stage de fin de cycle qui a pour objectif ultime de donner l'occasion aux élèves de mettre en pratique les connaissances théoriques reçues en classe. C'est dans cette logique que ce document a été rédigé et porte sur le thème « Etude de faisabilité de la valorisation agronomique des sous-produits de vidange de la station de traitement de boue de vidange de Korhogo ».

Cette recherche est entreprise dans un but purement académique. La rédaction de cette présente étude s'est déroulée dans de très bonnes conditions avec le soutien de notre maître de stage. Aucune difficulté majeure n'est à noter à ce niveau. Par ailleurs, certaines étapes ont marqué la rédaction de ce document. Il s'agit principalement de la recherche bibliographique nécessaires pour le calcul des indicateurs voulus.

Ce thème, d'un intérêt socioéconomique, permettra aux pouvoirs publics, à l'ONAD et à tous les acteurs du domaine agricole de prendre des décisions dans leurs propres intérêts. Il pourra également servir de référence à d'autres pays désireux d'amorcer le cycle des produits de l'assainissement.

Malgré tous les efforts consentis pour analyser ce sujet, nous n'avons aucunement la prétention d'avoir fait un travail parfait. De ce fait, nous restons ouverts à toutes critiques et suggestions en vue de l'améliorer.

RESUME ET ABSTRACT

Résumé

Dans le but d'atteindre l'objectif qui est de contribuer à une gestion autonome et durable de la station de traitement des boues de vidange de Korhogo, une étude de faisabilité de la valorisation agronomique des sous-produits de vidange de la station a été réalisée.

Pour se faire, il a été effectué un état des lieux de la gestion de boue de vidange en Côte d'Ivoire, une analyse descriptive du fonctionnement de la station, une étude technique pour la transformation des sous-produits de vidange et une étude économique pour évaluer la rentabilité. Il ressort de l'étude que les sous-produits de vidange peuvent être transformés en compost organique en vue d'être utilisé comme fertilisant en agriculture. Et la vente potentielle du compost pourra participer à l'autonomisation de la station. En effet la station pourrait être autonome à partir de sa quatrième année de fonctionnement et pourrait continuer ainsi si les quantités de boues séchées transformés reste constant ou augmente dans le temps.

Mots-clés : station de traitement, boues de vidange, valorisation agronomique, gestion autonome

Abstract

The aim is to contribute to the autonomous and sustainable management of the Korhogo sewage sludge treatment plant. A feasibility study on the agronomic use of the plant's faecal sludge by-products was carried out. To do this, we carried out an inventory of faecal sludge management in Côte d'Ivoire, a descriptive analysis of the plant's operation, a technical study of the processing of faecal sludge by-products and an economic study to assess profitability. The study shows that the by-products of faecal dumping can be transformed into organic compost for use as fertilizer in agriculture. And the potential sale of the compost could help to make the plant self-sufficient. In fact, the plant could be self-sufficient from its fourth year of operation and could continue to be so if the quantities of dried sludge transformed remain constant or increase over time.

Keywords: treatment plant, faecal sludge, agronomic recovery, autonomous management

PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

1. Présentation de l'Office National de l'Assainissement et du Drainage

Crée par décret n°2011 – 482 du 28 décembre 2011. L'Office Nationale de l'Assainissement et du Drainage (ONAD) est une société d'Etat de Côte d'Ivoire régie par la loi n° 97-519 DU 04 septembre 1997, portant définition et organisation des sociétés d'Etat, au capital social d'un milliard de FCFA.

Placé sous la tutelle technique du Ministère de l'Hydraulique, de l'Assainissement et de la Salubrité, pour son fonctionnement, elle a pour mission d'assurer l'accès aux installations d'assainissement et de drainage, de manière durable et à des coûts compétitifs, à l'ensemble de la population nationale ; Notamment à travers :

- Le maîtrise d'ouvrage délégué
- Le maîtrise d'œuvre
- L'assistance à la maîtrise d'ouvrage délégué ou à la maîtrise d'œuvre aux collectivités territoriales
- La gestion par délégation du patrimoine de l'assainissement et du drainage
- L'appui à la recherche de financement au profil du secteur de l'assainissement et du drainage

Pour atteindre les objectifs qui lui sont assignés, l'ONAD s'appuie sur six (6) axes stratégiques que sont :

- Planifier et réglementer le développement de l'assainissement et du drainage
- Assurer un appui à la mobilisation des ressources financières du secteur
- Réhabiliter et développer les infrastructures d'assainissement collectif et de drainage
- Renforcer l'entretien et l'exploitation des infrastructures d'assainissement collectif et de drainage
- Améliorer la gestion de l'assainissement autonome

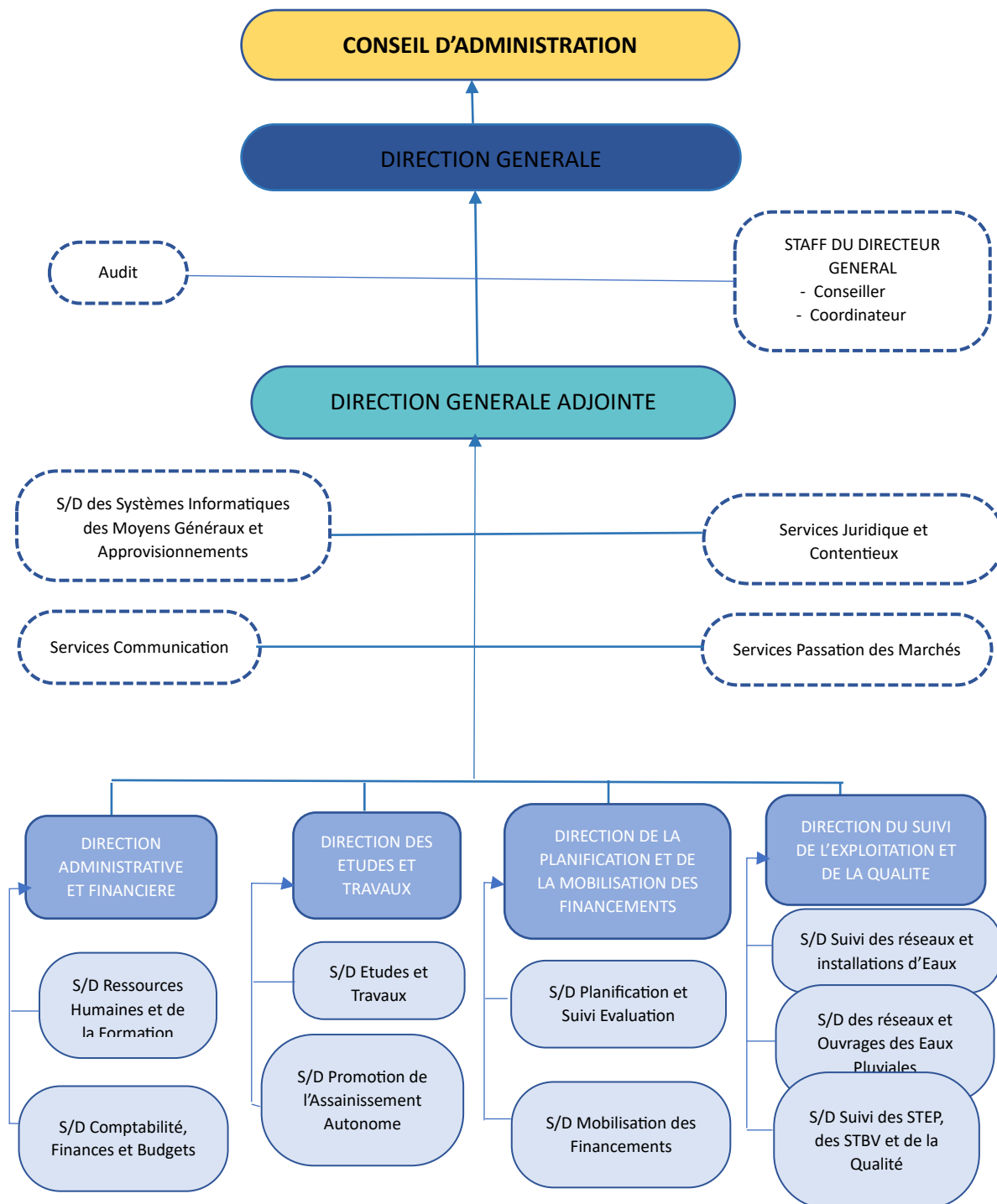
- Sensibiliser la population, renforcer les capacités des acteurs publics et privés et développer la coordination

Sa vision est d'être un modèle d'Entreprise Publique Nationale en Afrique dans le domaine de l'assainissement liquide engagé dans l'amélioration de la performance et au service de tous les bénéficiaires du secteur avec devise « Engagé pour l'assainissement ».

2. Fonctionnement de l'ONAD

Pour son fonctionnement, l'Office s'appuie sur les structures suivantes :

Figure 1: Organigramme de la structure d'accueil



INTRODUCTION

Contexte et justification

Dans la plupart des villes secondaires en Afrique subsaharienne, le réseau d'égout n'existe pas. Les excréta sont recueillis dans des systèmes d'assainissement individuels installés au niveau des habitations (Montangero et al., 2002). Les ouvrages d'assainissement autonome tels que les fosses septiques, les latrines, les toilettes publiques sont des dispositifs qui emmagasinent des boues de vidange qu'il importe d'évacuer régulièrement (Strauss et al., 2003). Si ces boues ne sont pas collectées régulièrement, transportées et traitées dans une station, elles peuvent causer de graves nuisances à l'environnement et à la santé publique. Cette pollution de l'environnement peut être causée par les émanations d'odeurs de fosses septiques, des latrines ou de toilettes publiques qui ne sont pas vidangées régulièrement. Aussi, les boues de vidange déversées de façon non contrôlée dans l'environnement suite au manque de systèmes d'élimination adéquats liés à la mauvaise gestion et au manque de ressources financières, peuvent polluer les eaux de surface et les eaux souterraines, les sols, l'air, détruire l'équilibre des écosystèmes et causer les maladies hydriques (Blunier et al., 2004).

Tous ces problèmes pourraient être évités grâce à un système adapté de gestion des boues de vidange impliquant un système adéquat de vidange des systèmes d'assainissement pourvoyant un risque minimum lors du maniement et du transport et prévoyant un système de traitement des boues aboutissant à une élimination ou une réutilisation sans danger en agriculture (Heinss et al., 1998).

En effet, c'est suite à une grave épidémie de choléra qui a sévi dans toute la Côte d'Ivoire vers la fin des années 1960 que l'assainissement et le drainage ont commencé à faire partie des priorités de l'Etat. Des dispositions ont été prises pour permettre au secteur de se développer et la période de 1970 à 1987 a été marquée par une forte activité à Abidjan et quelques interventions dans les villes de l'intérieur.

Ainsi dans le cadre de politique sectorielle d'assainissement et de drainage, le gouvernement a procédé à La construction de quatre (4) stations de traitement des boues de vidange dont celle de Korhogo qui fera l'objet de notre étude

Problématique de l'étude

Les boues présentent naturellement des teneurs intéressantes en azote, phosphore ou potasse. Et ce, qu'elles soient d'origine urbaine ou industrielle. En effet, les boues et assimilés (composts de boues, effluents de distillerie...), également connus sous le nom de Produits Résiduaux Organiques (PRO), sont issues du traitement des eaux usées en station de traitement. Elles sont de ce fait riches en matière organique et en éléments fertilisants, captés dans les eaux traitées. Elles peuvent donc constituer une alternative aux engrais chimiques pour la fertilisation des cultures et présenter un réel intérêt économique, eu égard à l'envolée du cours des engrais.

Eu égard de ces faits cités plus haut, et vu que la station de traitement des boues de vidange (STBV) fonctionne à partir de subvention qui dans la majorité des cas est insuffisante pour l'équilibre des charges de la station nous nous posons la question de savoir comment contribuer à une gestion autonome et durable de la STBV ?

Objectifs de l'étude

L'objectif général de cette étude est d'étudier la possibilité d'implémentation d'une unité pouvant valoriser les sous-produits de vidange pour la fabrication d'engrais organique.

De façon spécifique, il consistera à :

- Faire un état des lieux de la gestion des boues de vidange ;
- Mener une étude technique pour le choix d'une filière de transformation adaptée ;
- Réaliser une étude économique de la valorisation agronomique des boues de vidange ;

Hypothèses de recherche

H1 : Les sous-produits de vidange peuvent être transformés en boue séchée réutilisable en agriculture sous forme d'amendement de sol.

H2 : les STBV peuvent s'autofinancer grâce à la transformation des boues de vidange en engrais organique pour les cultures.

Intérêt de l'étude

Cette étude présente un intérêt pour les décideurs publics mais également pour les acteurs de l'assainissement et du drainage et pour les futurs utilisateurs.

De manière générale elle permettra aux stations de traitement de boue de vidange d'avoir du revenu et de fonctionner de façon autonome

Méthodologie de recherche

La présente étude souhaite analyser la rentabilité des STBV à travers la valorisation agronomique des boues séchées et des eaux traitées. Afin d'atteindre cet objectif, nous effectuerons un état des lieux de la gestion de boue de vidange en Côte d'Ivoire, une analyse descriptive, une étude technique pour la transformation des sous-produits de vidange et une étude économique pour évaluer la rentabilité.

Plan de travail

La suite de notre mémoire sera présentée sous forme de chapitres. Le premier chapitre sera dédié au cadre conceptuel à la revue de littérature et à la méthodologie. Dans le second chapitre, nous ferons un état des lieux de la gestion des boues de vidange. Nous présenterons en premier lieu la chaîne de valeur de l'assainissement non collectif. En second lieu, nous présenterons l'organisation de la filière de gestion des sous-produits de vidange et la chaîne de transformation. Dans le troisième chapitre nous ferons une analyse descriptive, et aborderons la méthodologie que nous comptons suivre pour analyser la rentabilité des STBV à travers la valorisation agronomique des boues séchées et eaux traitées en vue d'un autofinancement.

CHAPITRE I : CADRE CONCEPTUEL, REVUE DE LITTÉRATURE ET METHODOLOGIQUE

Avant d'entrer d'emblée dans le sujet, nous allons essayer de préciser certaines notions importantes qui nous seront utiles dans la compréhension de notre travail et évoquer les différents travaux menés sur notre thème par d'autres auteurs.

1. Cadre conceptuel

1.1 Valorisation agronomique

La valorisation agronomique des boues fait référence à l'utilisation des boues résiduelles provenant des stations de traitement dans l'agriculture. Cela implique l'application de ces boues sur les sols agricoles pour améliorer leur fertilité, en fournissant des éléments nutritifs et en favorisant la rétention d'eau. Cependant, cela doit être fait de manière contrôlée pour éviter des impacts négatifs sur l'environnement et la santé.

1.2 Boues de vidange

Les boues de vidange désignent des boues fraîches ou partiellement minéralisées liquides ou solides résultant du stockage des eaux vannes et des excréta (Tilley et al., 2008)

Lorsque les boues issues des stations de traitement subissent un processus de déshydratation, elles sont appelées boues séchées. Ce processus élimine une grande partie de l'eau présente dans les boues, réduisant ainsi leur volume et facilitant leur manipulation et leur élimination. Les boues séchées peuvent être utilisées à des fins diverses, notamment comme amendement du sol ou comme source d'énergie dans certains cas.

1.3 Eaux traitées

Les eaux traitées des stations de traitement sont des eaux résiduelles qui ont subi un processus de traitement pour éliminer, réduire ou neutraliser les contaminants et les polluants. Le traitement peut impliquer plusieurs étapes, telles que la filtration, la décantation, la désinfection, et d'autres processus visant à améliorer la qualité de l'eau.

1.4 L'industrie de transformation dans le secteur de l'assainissement

Les boues issues des fosses septiques sont acheminées vers des installations spécialisées dans le traitement des déchets solides appelé stations de traitement des boues de vidange (STBV). Ces stations utilisent divers procédés tels que la digestion anaérobie ou la déshydratation pour réduire le volume des boues et en faciliter la gestion agronomique ou l'élimination. L'objectif est de gérer de manière responsable les déchets issus des installations sanitaires.

1.4.1. Processus de transformation des boues

Le processus de transformation des boues de vidange en amendement du sol implique plusieurs étapes. Tout d'abord, les boues de vidange sont collectées, puis transportées vers une installation de traitement (STBV). Les principales étapes peuvent inclure :

- Réception et Prétraitement : Les boues sont reçues et soumises à un prétraitement pour éliminer les gros débris et les contaminants indésirables.
- Désinfection : Certains procédés peuvent inclure une étape de désinfection pour éliminer les pathogènes présents dans les boues.
- Digestion Anaérobie ou Aérobie : Les boues peuvent subir une digestion biologique anaérobie (en l'absence d'oxygène) ou aérobie (en présence d'oxygène) pour décomposer les matières organiques.
- Déshydratation : Les boues sont déshydratées pour réduire leur teneur en eau, ce qui facilite leur manipulation et leur transport.
- Maturation : Dans certains cas, les boues traitées peuvent passer par une phase de maturation pour permettre une stabilisation supplémentaire.
- Valorisation Agronomique : Les boues transformées, maintenant sous forme de biofertilisants, peuvent être utilisées comme amendement du sol pour enrichir la fertilité du sol en fournissant des nutriments essentiels.

Il est essentiel de suivre des normes strictes pour garantir que le produit final respecte les normes environnementales et sanitaires. La valorisation des boues de vidange doit être effectuée de manière responsable pour éviter tout impact négatif sur l'environnement et la santé publique.

1.5 Autofinancement d'une station de traitement de boue de vidange

L'autofinancement désigne la capacité d'une entreprise ou d'une organisation à financer ses activités, ses projets ou ses investissements à partir de ses propres ressources internes, sans recourir à des financements extérieurs tels que des prêts ou des capitaux externes. Cela peut inclure l'utilisation des bénéfices générés, la réaffectation des fonds internes ou d'autres moyens internes de génération de capitaux. L'autofinancement contribue à l'indépendance financière de l'entité concernée.

Dans le cas d'une station de traitement de boue de vidange, il s'agit du traitement des déchets solides provenant des fosses septiques, des toilettes portables ou d'autres installations similaires grâce aux revenus provenant des ventes de produits de transformation des boues de vidanges.

1.6 Marché

Echaudemaison (2009), définit le marché comme un lieu de rencontre entre l'offre et la demande qui aboutit à la formation d'un prix.

Ainsi, selon Jacquemin et al. (2001), « le marché d'un bien (produit, service ou facteur) est la rencontre d'un ensemble d'offres et de demandes de ce bien, donnant lieu à un échange sur la base d'un prix ».

De notre part, le marché est la rencontre entre l'offre et la demande d'un bien (ou d'un service), passant par des intermédiaires dans le but d'un échange, amenant à la fixation d'un prix (ou d'un tarif).

1.7 Offre et Demande

Dans une économie de marchés à l'état pur, il est bien connu que ces derniers fonctionnent selon la « loi de l'offre et de la demande ». Celle-ci se définit comme « le mécanisme par lequel le prix et les quantités échangées d'un bien économique (produit ou facteur) se forment sur son marché, lorsque seuls interviennent les offreurs et les demandeurs. », Jacquemin et al. (2001)

1.7.1. Offre

Sur un marché déterminé, « l'offre est la quantité maximale de biens ou de services qu'un agent économique ou un ensemble d'agents économiques souhaite vendre pour un prix donné », d'après Echaudemaison (2009).

1.7.2. Demande

La demande est la quantité d'un bien ou d'un service que, sur un marché donné les agents économiques sont disposés à acheter à un prix déterminé compte tenu de la moyenne générale des prix au moment considéré. Seule la demande solvable est prise en compte sur le marché.

2. Revue de littérature

2.1. Revue de littérature théorique

L'objectif de cette section est de mettre en évidence certaines théories relatives aux notions de base de notre étude, il s'agit notamment de la notion de l'investissement et celle de la viabilité d'un projet d'investissement.

2.1.1. Notions sur l'investissement

2.1.1.1. Définition

Simon et Trabelsi (2005), pensent que le terme investissement peut être appréhendé par deux éléments :

- L'acquisition des moyens de production ou de commercialisation dont la durée de vie est supérieure au cycle d'exploitation ;
- La recherche caractérisée par une dépense en vue de résultats futurs (maintien ou développement du chiffre d'affaires et/ou économies de moyens).

De leur côté, Barreau et De La Haye (2003), définissent « l'investissement comme étant l'engagement d'un capital dans une opération pour laquelle on attend des gains futurs, étalés dans le temps, avec un objectif de création de valeur ».

Ainsi, selon De La Villeguérin (2005), « l'investissement appliqué à l'entreprise, est un engagement de fonds, dont l'entreprise escompte, à terme et pendant une certaine période, une rentabilité mais avec un certain risque ».

En fin de compte, comme souligne Cohen (2001), « la définition la plus cohérente, susceptible d'être proposée consiste à caractériser l'investissement, comme une avance immédiate de ressources monétaires destinées à susciter des revenus ou des réductions de charges monétaires dans le futur ».

Dans le cadre du présent travail, nous allons définir l'investissement comme une dépense engagée aujourd'hui dans une activité en vue de répondre à un besoin non satisfait et/ou mal

satisfait existant sur un marché, dans le but d'obtenir des flux de revenus futurs d'une façon rentable, avec un certain risque.

2.1.1.2. Critères de choix pour les investissements

D'après De La Villeguérin (2005), « les investissements d'expansion ou de productivité doivent satisfaire aux normes de rentabilité économique et d'équilibre financier propres à l'entreprise concernée ».

Mesure de la rentabilité économique : elle se fait par la mise en rapport du montant de l'investissement avec les recettes futures entendues de l'investissement. La meilleure mesure de ces recettes est le cash-flow ou flux net de trésorerie après impôts :

Cash-flow = [(produits encaissables - charges décaissables - impôts sur les sociétés (calculé sur la totalité du résultat)]

L'actualisation des cash-flows sur la durée de vie de l'investissement permet de tenir compte :

-De la répartition des dépenses versées et des recettes encaissées sur la durée de vie de l'investissement ou sur la période d'observation choisie ;

-De la dépréciation des sommes dans le temps et du risque attaché au futur par rapport au présent.

Il est à préciser que le taux d'actualisation appliqué lors de l'évaluation est le coût du capital. En effet, selon Vernimmen (2002), le coût du capital est le taux de rentabilité minimum que doivent dégager les investissements de l'entreprise afin que celle-ci puisse satisfaire à la fois l'exigence de rentabilité des actionnaires (propriétaires) et de l'entreprise (qui est le coût des capitaux propres) et l'exigence de rentabilité des créanciers (qui est le coût de l'endettement net). Il faut préciser que lorsqu'une entreprise est totalement financée par les propriétaires (actionnaires), le coût du capital est égal au coût des capitaux propres.

Il faut noter que l'évaluation financière d'un projet d'investissement se fait selon que nous sommes dans un univers certain ou incertain, mais dans le cadre de la présente étude, nous allons nous focaliser au premier cas, c'est-à-dire à l'univers certain. En effet, selon Mbangala (2011), c'est une hypothèse de travail qui suppose que tous les flux sont connus avec certitude.

En d'autres mots, le raisonnement est construit en supposant que toutes les perspectives seront réalisées et que le risque lié aux flux futurs est nul.

2.1.1.3. Classification des investissements

De La Villeguérin (2005), classifie les investissements selon leur nature et selon leurs objectifs :

A) Selon leur nature

Dans cette classe, nous avons trois catégories d'investissements suivants :

- Investissements productifs (matériels ou quantitatifs) : l'investissement désigne à la fois la formation de capital (c'est-à-dire la création, l'acquisition des biens de production, les biens eux-mêmes et d'une façon générale, toutes les dépenses en capital susceptibles de maintenir ou d'accroître son potentiel en production.
- Investissements immatériels (intellectuels, sociaux ou qualitatifs) : les entreprises investissent de plus en plus en recherche (appliquée ou développement essentiellement), l'information, la formation et perfectionnement des hommes travaillant dans l'entreprise, investissements commerciaux destinés à améliorer les débouchés (publicité, développement des marques, ...).
- Investissements financiers : cette catégorie recouvre les prises de participation dans le capital d'une autre société ou les titres que l'entreprise a l'intention de conserver durablement. Il s'agit plus pour cette dernière catégorie, d'immobilisations que d'investissements.

B) Selon leurs objectifs

Dans ce rang, nous avons quatre catégories d'investissement ci-après :

- Investissements de remplacement ou de renouvellement : en ce qui concerne les investissements productifs, il s'agit d'équipements nouveaux destinés à se substituer à des équipements anciens mis au rebut (par la suite d'usure ou d'obsolescence), le remplacement pouvant se faire « à identique » ou avec un équipement plus moderne. Mais ce peut être également l'embauche d'un cadre à la suite d'un départ à la retraite ;

- Investissements d'expansion : destinés à accroître la capacité de production de l'entreprise, sa place sur le marché, la diversification de son activité, un changement de structure d'exploitation ;
- Investissements d'innovation : qui permettent de perfectionner les produits ou de créer des produits nouveaux, qui correspondent souvent à des investissements immatériels du groupe ;
- Investissements stratégiques : au niveau de l'entreprise ou du groupe, destinés à réduire le risque, à améliorer les conditions de travail dans l'entreprise, à accompagner les choix stratégiques à moyen ou long terme, à améliorer ou renforcer la position à terme de l'entreprise ou du groupe (amélioration de la productivité, création et/ou suppression de branches d'activités, création ou acquisition des filiales).

2.1.2. La viabilité d'un projet d'investissement

La survie d'une activité économique, dépend de sa capacité à générer des revenus, en rentabilisant ses investissements. C'est ainsi que Najib (2009), souligne que « l'évaluation des projets a pour objet d'apprécier leur viabilité économique et financière à travers leur rentabilité et le risque associé ».

Selon Vernimmen (2002), on peut parler de rentabilité qu'en rapportant à des capitaux investis, le résultat de ces capitaux. S'il n'y a pas de capitaux investis, il n'y a pas de rentabilité. Ainsi, l'étude de rentabilité d'un projet d'investissement productif se fait à partir des critères d'évaluation financière et économique d'un investissement productif, à savoir : la Valeur Actuelle Nette, le Taux de Rentabilité Interne, l'Indice de Profitabilité et le Délai de Récupération du Capital Investi.

La section suivante passera en revue les travaux empiriques antérieurs relatifs à l'étude de faisabilité et de viabilité d'un projet d'investissement pour ressortir leurs limites qu'il faut combler. Cela permettra de dégager un aspect du thème non résolu ou mal résolu.

2.2. Revue de littérature empirique

La revue théorique a été une étape de confrontation des débats et des idées sur notion de l'investissement et la viabilité d'un projet d'investissement. À présent, l'objectif de cette section est la même que la précédente mais avec la particularité d'insister sur les études empiriques

fondées sur des enquêtes ou des expériences déjà effectuées se rapportant à la rentabilité, faisabilité et la durabilité de projet.

L'étude de la rentabilité d'une exploitation nécessite une comptabilité analytique de l'exploitation. Les informations qu'elle requiert sont de type comptable et technique. Elle exige donc un chronogramme de gestion clair et précis. C'est pourquoi, avant de procéder à la mise en place du dispositif de suivi pour la collecte des données pour le calcul de la rentabilité, il est utile de cerner le fonctionnement global de l'exploitation.

Analyser le fonctionnement de l'exploitation revient alors à étudier les relations entre les différents sous-systèmes productifs. Cette analyse préalable permet de cerner les relations de complémentarité et/ou de concurrence dans l'affectation des ressources de l'exploitation, et plus tard, d'isoler l'activité de production de fertilisant. Traditionnellement, cette étude est basée sur trois ressources dont la combinaison détermine le système de production.

La comptabilité analytique d'exploitation est basée sur l'utilisation de cinq principales grandeurs économiques (encadré 1).

A l'échelle de l'exploitant, elles permettent d'évaluer les performances économiques d'ensemble de l'exploitation tandis qu'à l'échelle de la collectivité, elles permettent de mesurer la création de richesse de l'ensemble du secteur.

Produit brut = Valeur des productions finales (vendues et/ou auto-consommée).

Valeur ajoutée brute = Produit brut – Consommations intermédiaires (consommations de biens ou services de durée annuelle).

Valeur ajoutée nette = Valeur ajoutée brute – Amortissements économiques (consommation de biens et services de durée pluriannuelle).

Revenu agricole = Valeur ajoutée – Salaires versés à la main d'œuvre extérieure – Fermages et/ou Métayages–

Intérêts des emprunts – Impôts et taxes foncières + Subvention.

Revenu total = **Revenu agricole** + **Autres revenus**

Encadré 1: Principales grandeurs économiques en d'exploitation.

Source : Mae *et al.* (2002))

La rentabilité d'un projet est très souvent retenue comme indicateur pour l'évaluation de sa faisabilité ou de son autofinancement en vue de la durabilité de ce projet.

Certaines études se sont orientées dans ce sens afin de pouvoir identifier un projet rentable ou non après l'établissement d'un seuil de rentabilité.

Dans cette optique, Falashi Malala (2012) a travaillé sur un sujet portant sur « Etude de la faisabilité de la création d'une unité de pêche industrielle dans la commune de Maluku à Kinshasa ».

Pour la réalisation de son travail, il a recouru aux méthodes d'enquête, statistique et d'analyse financière, appuyées par les techniques d'observation, de questionnaire, documentaire, de fréquence et celles de la Valeur Actuelle Nette, de délai de récupération du capital investi et de l'indice de profitabilité.

Après investigation, traitement et analyse des données, il avait abouti au résultat largement positif, à savoir : le résultat net d'exploitation mensuel positif, la valeur actuelle nette largement supérieure à 0, l'indice de profitabilité satisfaisant et le délai de récupération du capital investi inférieur à la durée d'exploitation du projet.

Ndoniade Amaela (2012), a mené une « Etude d'un projet de création d'une alimentation de viande fraîche dans la commune de Ngaliema à Kinshasa ». Pour bien mener ses investigations, il a utilisé les méthodes d'enquête et statistique, accompagnées par les techniques de questionnaire, documentaire et du pourcentage.

Après enquête auprès de soixante sujets habitant la commune de Ngaliema, le résultat s'est présenté comme suit : d'une part, la majorité de sujets de l'échantillon sont favorables quant à l'implantation d'une alimentation de viande fraîche dans la commune de Ngaliema ; d'autre part, le projet a dégagé un bénéfice net mensuel positif et la valeur actuelle nette choisie comme mesure de la rentabilité était largement supérieure à 0, ce qui a démontré que le projet était rentable. Ce résultat, l'a amené à confirmer ses hypothèses de départ.

Nizeyimana (2009), a réalisé une étude sur « la faisabilité économique-financière d'un projet d'élevage des poules pondeuses à Mugina au Burundi ». Sa problématique était de savoir si Le projet d'investissement dans l'élevage des poules pondeuses à Mugina est techniquement et financièrement rentable ?

Pour réaliser cette étude, il a recouru aux méthodes analytique, statistique et synthétique, accompagnées par les techniques documentaires, d'entretien et d'observation participante.

Après avoir analysé les données, il a obtenu les résultats suivants : le délai de récupération du capital investi était largement inférieur à la durée d'exploitation du projet, la valeur actuelle nette était largement supérieure à 0 ($VAN > 0$), l'indice de profitabilité était très satisfaisant, le

TRI était supérieur au taux d'actualisation 10 % appliqué. Cela a démontré que le projet était rentable et le tableau de financement ou le plan de financement dégagait un solde de trésorerie positif, d'où, le projet était solvable. Ces résultats ont confirmé les hypothèses du départ.

HOUNDJO Gbèzonnoudé (2010), dans son étude sur la faisabilité de la valorisation des boues de vidanges séchées pour la fabrication des briquettes combustibles à Cotonou a travaillé sur la mise en place d'un projet et donc à l'évaluer la rentabilité du dit projet.

Selon lui, pour évaluer la capacité d'autofinancement de l'entreprise, il faut établir le compte de résultat prévisionnel, qui est un tableau financier, reflétant le niveau de l'activité économique sur une durée d'exercice. Ce tableau synthétise l'ensemble des produits et charges pour se solder par un résultat positif (bénéfice) ou négatif (perte).

3. Données et méthodologie

3.1. Source des données

Les principales données utilisées dans le cadre de ce mémoire proviennent d'une étude intitulée « Etude diagnostique générale des services publics d'assainissement non collectif » réalisée par l'office nationale de l'assainissement et du drainage (ONAD) avec la collaboration de la banque africaine de développement (BAD) lors du projet d'élaboration des outils de délégation des services publics d'assainissement non collectif en 2023.

3.2. Méthodologie

3.2.1 Etat des lieux de la gestion des boues de vidange

Pour faire un état des lieux de la gestion des boues de vidange, une recherche documentaire a été effectuée.

La recherche documentaire a été menée tout au long de cette étude, et a permis :

- De collecter les informations disponibles sur l'assainissement autonome en Afrique subsaharienne en général, et Côte d'Ivoire en particulier ;

- De comparer les résultats obtenus lors de cette étude avec ceux des travaux antérieurs sur la même thématique ;

Ainsi, plusieurs documents ont été consultés, notamment :

- Le rapport de l'étude diagnostique générale des services publics d'assainissement non collectif (SPANC) de Côte d'Ivoire ;
- Le rapport de la stratégie nationale de gestion des déchets du Cameroun ;
- Le manuel de planification gestion des boues de vidange dans les pays en développement

3.2.2 Etude technique pour le choix d'une filière de traitement adaptée

L'étude technique consiste notamment à effectuer une étude de marché pour le choix de l'option de valorisation agronomique adapté. À travers des documents nous avons pu avoir des informations du marché.

3.2.3 Étude économique de la valorisation agronomique des boues de vidange

Cette analyse a pour but d'évaluer les dépenses nécessaires pour le fonctionnement normal de la STBV, et d'estimer les bénéfices à attendre des ressources investies.

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 couverts par les recettes internes de la filière ; les investissements initiaux ont 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 l'accessibilité des entreprises de vidange au service de dépotage et les ventes des produits de valorisation agronomique ; ceci pour maintenir la filière durable.

L'analyse économique sera donc produite faisant ressortir

- Le coût de production par kg de compost, en intégrant les couts récurrents d'investissement et de fonctionnement ;
- L'analyse coût/bénéfice liée à la vente de composte et autre entrée d'argent.

CHAPITRE II : ETAT DES LIEUX DE LA GESTION DES BOUES DE VIDANGE

1. Chaîne de valeur de l'assainissement non collectif

La filière de gestion des boues de vidange peut être organisée en trois (3) grands maillons. Ce découpage de la filière reflète des constats observés et fait appel à des acteurs de compétences diverses. Les maillons sont :

1.1 Maillon en amont : accès à l'assainissement

Ce maillon regroupe toutes les préoccupations liées au recueil des déchets liquides produits par les habitants et leurs activités, qu'elles soient domestiques ou industrielles. Les déchets liquides concernés sont les eaux-vannes et les eaux usées domestiques, ainsi que les eaux usées issues des activités administratives, commerciales, artisanales et industrielles. Les objectifs de ce maillon sont à la fois sanitaires (isoler et maîtriser les risques de contamination), urbains (au sens de l'urbanité, c'est-à-dire l'apprentissage de la vie ensemble, notamment en termes de propreté visuelle et symbolique) et environnementaux (isoler et contrôler les risques de pollution sur place).

1.2 Maillon intermédiaire : évacuation hors des quartiers

Le maillon intermédiaire de l'assainissement consiste en l'évacuation des résidus recueillis et non traités sur place : eaux usées ou boues de vidange (issues des fosses de latrines ou de toilettes à chasse d'eau). Il s'agit de mettre de la distance entre l'utilisateur et les eaux usées ou boues de vidange. L'échelle de référence est donc celle du quartier.

1.3 Maillon aval : dépotage et traitement (plus réutilisation et valorisation éventuelle)

Le maillon aval regroupe le dépotage et le traitement des produits de l'assainissement (eaux usées, boues de vidange), avec ou sans réutilisation/valorisation.

Cette question est particulièrement sensible, car la plupart des villes souffrent d'une pénurie de ce type d'équipements et, lorsqu'ils existent, ils fonctionnent rarement. Les conséquences sont

potentiellement désastreuses et se traduisent notamment par le dépotage sauvage en périphérie des agglomérations. Ce maillon devrait donc attirer de manière conséquente l'attention et l'énergie des différents acteurs. (Figure 2)

Figure 2: Chaîne de valeur de l'assainissement non collectif



2. Organisation de la filière de gestion des boues de vidange et de la chaîne de sa transformation

La filière de gestion des boues de vidange est organisée autour de l'intervention de différents acteurs

2.1 Ménages

Ce sont les premiers bénéficiaires du système. Ils contribuent pour l'investissement en finançant la construction des ouvrages dans leurs habitations. En outre, ils contribuent au fonctionnement du système de plusieurs :

Manière Directe : Le ménage support les coûts périodiques nécessaires pour la vidange des fosses pleines effectuées par les entreprises de vidange ;

Manière indirecte : ces ménages contribuent au développement de l'assainissement en payant la taxe d'assainissement sur leurs factures d'eau.

Toutefois, il convient de noter que les coûts supportés par les ménages sont les plus importants du système, cela s'explique par le caractère individuel des ouvrages (chaque concession), le

coût des matériaux pour la réalisation des ouvrages (investissement), et les coûts liés au fonctionnement des entreprises de vidange (coût énergétique).

2.2 Les entreprises de vidange

Ce sont pour la plupart soit des SARL (société à responsabilité limitée), des individuels ou des GIE (groupement d'intérêt économique). Néanmoins nombreuses de ses entreprises interviennent dans l'informel (pas d'agrément, pas de déclaration de revenus, pas de comptabilité fiable etc.).

Les Prestataires de services d'assainissement (PSA) constituent un maillon important de la chaîne de l'assainissement autonome d'autant plus qu'ils sont chargés de la collecte et du transport de la matière dans les conditions et normes exigées. Cependant, ils supportent des charges considérables dues à l'importance de l'investissement (achat de camions) et d'exploitation des camions dont l'âge varie en moyenne de 10 ans à 35 ans).

Les PSA ont un mode de fonctionnement basé sur le développement du marché de vidange. L'équipement des entreprises varie en fonction de leurs domaines d'activités car certains arrivent à diversifier les interventions pour ne pas se limiter seulement aux services de vidange des fosses, moins rentable en particulier les livraisons d'eau de gâchage sur les chantiers de routes et de constructions.

Malgré le système informel de la majorité des entreprises intervenant dans ce domaine, il existe des points de convergences des acteurs tel que la mise en place d'Association des vidangeurs dans la ville d'Abidjan et celles de l'intérieur (Bouaké, Yamoussoukro) et la fédération ivoirienne des acteurs de la l'assainissement. La FIAA est en cours de fédération de ces membres sur le territoire national ivoirien.

Enfin, il est important de souligner que la Fédération Ivoirienne des acteurs de l'assainissement (FIAA) est membre de l'Association Panafricaine des Acteurs de l'Assainissement Autonome (APAA) dont la première assemblée générale de lancement des activités s'est tenue en 2019 à Abidjan sous l'initiative du secteur privé de l'assainissement des pays d'Afrique. La FIAA ambitionne de contribuer au développement du secteur privé avec une meilleure implication sur toute la chaîne de l'assainissement autonome.

2.3 L'exploitant (ONAD)

Depuis 2017, l'ONAD est en charge de l'exploitation des STBV en Côte d'Ivoire avec la construction et l'exploitation de la première station pilote ivoirienne, la STBV de Korhogo. A ce jour, quatre (4) autres stations ont été construites et sont gérés par l'ONAD.

L'Etat de Côte d'Ivoire a opté pour l'expérimentation propre de la gestion et l'exploitation des STBV. Le but était de comprendre leur fonctionnement et collecter des données pertinentes durant la période de gestion publique. Ce modèle de gestion actuelle devrait contribuer à l'amorce d'un système futur de délégation du service public qui sera basé sur le Partenariat Public Privé sous forme d'affermage ou de gestion en régie afin de permettre à des exploitants privés de s'approprier la gestion du parc des STBV et de s'inscrire dans une perspective de valorisation des sous-produits. Avec la délégation des STBV, l'ONAD joue son rôle de régulateur en faisant le suivi et l'évaluation du contrat de performance de l'exploitant.

Au-delà de ces acteurs, il y a les agriculteurs qui réutilisent les boues pour fertiliser leurs champs ; les entreprises de travaux qui s'investissent dans la construction des ouvrages autonome (fosses) ainsi que les ONG qui contribuent à la sensibilisation des populations.

2.4 Exploitants Agricoles

Les paysans sont les utilisateurs potentiels des boues de vidange traitées. L'analyse des pratiques actuelles de réutilisation nous apprendra beaucoup sur l'attitude générale et culturelle face à l'utilisation des excréta humains dans l'agriculture, sur les risques sanitaires actuels et sur le potentiel d'utilisation des boues traitées.

L'un des aspects les plus importants de l'analyse concerne l'acceptation par les paysans des produits issus du traitement des boues.

De ce fait une sorte d'étude de marché sera mené.

3. Description de la STBV de Korhogo

La STBV de la ville de Korhogo est la première infrastructure du genre en Côte d'Ivoire. Elle a été réalisée sous financement de l'Etat ivoirien pour servir de projet pilote à la gestion des boues de vidange. Mise en fonction depuis le 08 mars 2017, elle a été dimensionnée pour une capacité nominale de 100 m³/ jour.

Le système de traitement utilisé sur le site de Korhogo est composé de lits de séchage non plantés couplé aux bassins de lagunage.

3.1 Filière et traitement des boues

De manière générale, la STBV de Korhogo est constituée de deux (02) filières de traitement qui comprennent les ouvrages suivants :

- Des ouvrages de réception ;
- Des bassins d'observation ;
- Un canal d'amenée des boues vers les lits de séchage ;
- Des lits de séchage ;
- Des bassins anaérobies ;
- Des bassins facultatifs.



Figure 3: Photos des infrastructures de traitement illustrant le procédé de fonctionnement de la STBV de Korhogo

Source : ONAD,2022

3.2 Caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des boues de vidanges séchées de la STBV de Korhogo

Le tableau 1 présente les différentes caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des boues séchées de vidanges à l'entrée à la sortie des aires de séchage de la STBV

Tableau 1: Caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des boues de vidanges séchées de la STBV de Korhogo, 2020

Paramètres	Unités	Entrée	Sortie
PH	-	6,64	6,73
Taux d'Humidité	%	5,91	4,73
Azote total	Mg/kg	6850	5050
Phosphore total	Mg/kg	5435	5645
Carbone Organique total	Mg/kg	70500	69200
Potassium	Mg/kg	3894	3918
Calcium	Mg/kg	29559	28741
Magnésium	Mg/kg	3884	3903
Œuf d'helminthes	Nombre/g	5	10
Protozoaires	Nombre/g	30	30
Califormes totaux	UFC/g	2700000	880000
Streptocoques fécaux	UFC/g	21000	13000
Salmonella	-	Absence	Absence
Clostridium	UFC/g	3400	3400
Coliformes fécaux	UFC/g	14000	00

Source : ONAD, 2020

En effet, la valorisation de la filière des boues de vidange est au plan agronomique est une innovation prometteuse.

4. Etude technique pour le choix d'une filière de Transformation des boues séchées en engrais organique adaptée

4.1. Critères de décision dans les options de traitement

Les facteurs suivants doivent être pris en compte lors de l'évaluation des options de traitement : **Volume et caractéristiques des boues** : Leur quantité (actuelle et future), saisonnalité et composition : demande biologique et chimique en oxygène (DBO et DCO) ; matières totales en suspension (MES) ; viscosité ; présence de solides plus gros ; matières grasses, huiles et graisses ; gravillons. Il est essentiel de procéder à une évaluation détaillée afin de déterminer la quantité et la qualité attendues des boues de vidange à traiter. Les caractéristiques des boues ne varient

pas considérablement puis qu'elles proviennent de fosses septiques quel que soit l'entreprise de vidange.

Niveau de traitement requis : ceci est régi par des normes nationales, par exemple le CIAPOL, ainsi que par des normes internationales, telles que les directives de l'OMS. L'installation d'une station de traitement peut également nécessiter une évaluation de l'impact sur l'environnement.

Emplacement et espace disponible : une STBV peut occuper une grande surface de terrain et générer des odeurs désagréables, ce qui explique pourquoi les habitants y sont souvent opposés.

Mise à niveau modulaire : il peut être possible de commencer par des composants essentiels (comme les lits de séchage) et de procéder à une mise à niveau ultérieure, au fur et à mesure que la demande augmente et que les boues arrivent.

Coûts d'exploitation et d'entretien : certains procédés peuvent fonctionner par gravité tandis que d'autres nécessiteront un équipement mécanique, qui sera généralement plus coûteux à entretenir et nécessitera une source d'électricité fiable. Il faut parfois faire un compromis par exemple, la déshydratation mécanique réduira la taille des lits de séchage et la taille globale de la STBV, mais augmentera les coûts d'entretien.

Volonté politique : dans certains cas, le meilleur processus de traitement sera celui qui obtiendra une réelle approbation ! Cela peut être dû au fait que l'option choisie :

- créera des emplois ;
- sera innovante et apportera de la visibilité ;
- sera quasiment invisible et moins coûteuse à exploiter ;
- ne produira pas d'odeurs désagréables.

Demande en produits issus des boues de vidange : une évaluation du marché peut déterminer si les produits en valent la peine. Existe-t-il une demande et une volonté de payer, émanant par exemple de l'agriculture (pour le compost). Le produit aura-t-il de la concurrence (par exemple, un engrais chimique, engrais traditionnels) ?

Ressources humaines : les compétences disponibles et le personnel requis pour faire fonctionner et entretenir la STBV et le niveau de protection requis pour sa santé et sa sécurité.

Fonds disponibles : le financement est également important pour déterminer les options de traitement. La vente de produits ne couvre généralement qu'une petite partie des coûts opérationnels totaux. Les recettes doivent donc être comparées à l'investissement

4.2. Stabilisation chimique à la chaux

La stabilisation chimique peut se faire d'une part par le chaulage et d'autre part par la stabilisation aux nitrites.

Le **chaulage** sur des boues organiques (de 15 à 65% de siccité et minimum 25% de matière organique sur la MS) remplit deux fonctions principales :

- la stabilisation
- et des conditions plus poussées: l'hygiénisation de la boue.

Il permet aussi d'améliorer la siccité et la texture de la boue. La stabilisation se fait par élévation du pH au-delà de 12, détruisant ou inhibant la biomasse responsable à la dégradation.

L'hygiénisation se fait par augmentation du pH, et élévation momentanée de la température lorsque le traitement est réalisé à la chaux vive. L'augmentation de la siccité résulte de l'effet conjoint :

- Du mélange de la boue avec un produit sec et
- (en cas d'utilisation de chaux vive) de l'évaporation de l'eau et de sa transformation en eau de constitution de la chaux éteinte.

Il y a une amélioration de la tenue en tas, notamment en cas de stockage avant épandage. Cette propriété est particulièrement intéressante lorsque la boue déshydratée est pâteuse.

Apport d'un amendement calcique pour les terres arides.

La chaux utilisée peut se présenter sous deux formes différentes : chaux vive (CaO) ou chaux éteinte (Ca(OH)₂).

La chaux est une base forte. Elle permet d'atteindre et de maintenir un pH de 12, dont l'action est doublement stabilisatrice :

- Par inactivation des germes ;
- par déplacement de l'équilibre physico-chimique des molécules soufrées malodorantes (en pH basique, le dégagement de ces composés soufrés malodorants est inhibé).

Lorsque le traitement est réalisé à la chaux vive la réaction avec l'eau de la boue produit deux actions supplémentaires :

- Une action déshydratante poussée, par migration d'une partie de l'eau libre de la boue vers la chaux vive. Celle-ci réagit alors avec l'eau pour former une chaux éteinte.
- Une action germicide, par augmentation de la température et du pH.

La dose permettant d'obtenir un pH 12 dépend du pouvoir tampon de la boue (10 à 50 % de la matière sèche, en général 30 %). Elle doit être déterminée expérimentalement, puis faire l'objet

d'un suivi durant plusieurs jours, voire plusieurs semaines. En effet, le pH obtenu après mélange évolue avec le temps, et ce d'autant plus rapidement que sa valeur initiale est basse.

Pour l'hygiénisation, des taux de 200% de chaux par rapport à la MS doivent être obtenus.

Un cas particulier pour le chaulage est le procédé **Agroviro**. Ce procédé a pour but de produire un fertilisant contenant de la chaux. Ce procédé s'appelait **N-Viro**. Des produits contenant de la chaux sont rajoutés aux boues de vidange. Le poids des produits rajoutés est environ égal au poids de la MS de la boue. Les boues entrant dans ce procédé contiennent environ 20% de MS. Après une phase de maturation (12 heures) et une phase de compostage (4 jours) un produit final stabilisé est obtenu. Une MS jusqu'à 70% peut être obtenue et la boue chaulée est hygiénisée avec moins de chaux vive. Le procédé Agroviro nécessite le chauffage en plus. (RECORD, 2007).

4.2.1. Limitations / difficultés

La qualité du mélange boue déshydratée et chaux est très importante. Le mélange doit être le plus intime possible, et il est souhaitable d'éviter la production de grosses boulettes non chaulées au cœur.

Au contact du dioxyde de carbone de l'air ou de l'eau, la chaux (vive ou éteinte) produit des carbonates, chimiquement inactifs mais préjudiciables au stockage et à la manutention. Aussi est-il souhaitable de ne pas conserver la chaux vive plus de trois mois, et la chaux éteinte plus d'un an.

Ce blocage n'est que temporaire. En effet, un stockage prolongé, en particulier à ciel ouvert, impliquera un retour progressif du pH en dessous de 9, autorisant alors le redéveloppement des bactéries et la reprise de la fermentation.

Le procédé Agroviro peut accepter des boues qui contiennent des taux de métaux lourds équivalents aux taux de métaux lourds qui peuvent se trouver dans les boues qu'on peut épandre sur des terres agricoles.

Pour la stabilisation aux nitrites, le traitement nécessite la manipulation de réactifs chimiques, la gestion de la remontée du pH avant épandage (maîtrise de la remontée du pH après plusieurs mois de stockage). Il existe des risques de corrosion si un séchage thermique (voie non prise en compte après une stabilisation aux nitrites).

Les possibilités de compostage de boues stabilisées aux nitrites sont peu connues.

4.2.2. Coûts et pérennité des coûts

Le prix de la chaux vive (CaO) est estimé à 146,7 euros soit 96000 FCFA la tonne (INSEE,2023).

Le coût pour traiter des boues avec le procédé se situe entre 26 000 et 45 000 FCFA la tonne de boue séchée traitement. (OTV,1997).

4.3. Digestion aérobie : compostage

La digestion aérobie fait généralement référence au compostage : lorsque des boues séchées se décomposent en présence d'oxygène et deviennent semblables à de la terre. Le produit obtenu peut être utilisé comme amendement du sol (valeur inférieure) ou comme engrais (valeur supérieure), en fonction de la qualité du processus de traitement. Pour transformer de grandes quantités de boues en compost, il faut surveiller la température et l'humidité et assurer la ventilation en retournant régulièrement le tas de matières.

Les boues séchées peuvent également être mélangées à des déchets organiques, un procédé connu sous le nom de co-compostage. Pour y parvenir, les déchets solides devraient idéalement être triés à la source (ce qui nécessite un changement de comportement), car le tri des déchets mélangés est coûteux.

En effet, les coûts de tri et de transport de déchets s'échelonnent entre 74 000 et 109 000 F CFA par tonne de déchets triés. (Dictionnaire de l'environnement et développement durable, 2011)

Le processus nécessite un rapport correct entre les boues de vidange et les déchets organiques, ainsi qu'un matériau structurant tel que la sciure ou les balles de riz.

4.4. Traitement des liquides

La partie liquide ou effluent est toujours nocive et doit être traitée. Elle peut être traitée à l'aide des méthodes classiques de traitement des eaux usées, telles que les boues activées (utilisées par la plupart des stations de traitement) et les bassins de lagunage (qui ne nécessitent pas d'électricité, mais exigent de grandes surfaces de terrain).

4.4.1. Principes élémentaires

Les principaux objectifs sont de réduire la charge organique et la charge de solides en suspension, et éventuellement certains nutriments, tels que l'azote et le phosphore, qui peuvent être nocifs pour la vie dans les cours d'eau. La plupart des pays disposent de normes de rejet pour la concentration des effluents en matières organiques et en matières en suspension, exprimées en DBO, en DCO et/ou en MES. Il existe également des directives de l'OMS

concernant la réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation. La différence avec les eaux usées d'égout réside dans les concentrations de DBO, de DCO et d'ammoniac beaucoup plus élevées dans les boues de vidange.

Il existe une série d'options, généralement dans l'ordre suivant :

1. Le traitement anaérobie, qui n'a pas besoin d'électricité et fonctionne bien sur les effluents fortement concentrés provenant des boues de vidange. Il est utilisé pour réduire la demande de traitement aérobie par la suite. Il peut se faire avec des bassins anaérobies (bassins profonds) ou des réacteurs anaérobies compartimentés (réservoirs à plusieurs compartiments).

2. Le traitement aérobie, pour réduire le contenu organique et répondre aux normes de rejet requises. Il peut être réalisé avec des étangs facultatifs (étangs moins profonds), des zones humides construites (où les racines des plantes aident à la circulation de l'oxygène) ou des options d'aération mécanique, qui utilisent moins de terrain, mais nécessitent de l'énergie et plus d'entretien.

3. La réduction des agents pathogènes et le polissage si nécessaire, par exemple, pour l'irrigation, ou si le rejet a lieu dans un cours d'eau utilisé pour la baignade ou pour l'eau potable. Cela peut se faire à l'aide de bassins de maturation (qui nécessitent une grande surface de terrain) ou d'options plus complexes comme le traitement au chlore, à l'ozone ou aux rayons ultraviolets.

4.5 Choix de l'option optimale de transformation

Les facteurs pris en compte lors de l'évaluation de l'option de traitement sont entre autres le volume et caractéristiques des boues, le niveau de traitement requis, l'emplacement et l'espace disponible, les coûts d'exploitation et d'entretien, la demande en produits issus des boues de vidange, les ressources humaines et les fonds disponibles.

Ainsi le compostage est l'option de traitement choisie vu que le composte issu de boue de vidange suit les normes nationales et internationales. Concernant l'espace disponible, il est important de souligner que la STBV occupe une grande surface de terrain et cette transformation génère des odeurs désagréables et donc les habitants y sont très éloignés. Quant aux coûts d'exploitation et d'entretien, ils sont relativement faibles par rapport aux autres options de traitement. En effet certains procédés peuvent fonctionner par gravité et ajout d'additifs tel que

le compostage tandis que d'autres nécessiteront un équipement mécanique, qui sera généralement plus coûteux à entretenir et nécessitera une source d'électricité fiable.

S'agissant de la demande, contrairement aux autres options de traitement, le compostage est plus connu des utilisateurs et donc pourrait être plus acceptable.

Concernant les compétences disponibles et le personnel requis pour faire fonctionner et entretenir la STBV et le niveau de protection requis pour sa santé et sa sécurité. Certaines technologies exigent une expertise spécialisée contrairement au compostage qui a un protocole simple.

Le financement est également important pour déterminer les options de traitement. La vente de produits ne couvre généralement qu'une petite partie des coûts opérationnels totaux. Il faut donc minimiser les coûts de traitement des boues de vidanges, ainsi l'option optimale est le compostage.

4.6 Défis d'adoption du compost par les potentiels client

L'utilisation progressive de certains engrais minéraux et l'exploitation abusive des terres ont entraîné un mauvais rendement de la production. Face à l'appauvrissement continu des terres, les paysans sont obligés d'augmenter, d'année en année, les quantités d'engrais. Tenant compte du coût important de ces engrais, certains producteurs se rabattent sur les amendements organiques tels que les fumier et fientes de volailles disponibles dans les exploitations agricoles. Les prix restent assez accessibles selon la période et la zone de production. Les producteurs utilisent également les déchets ménagers et les résidus de cultures.

Dans le contexte actuel, la quantification demeure difficile car le reporting n'est pas systématique. Cependant les maraichers ont signalé une consommation moyenne de 200m³ par an de fumier pour un coût d'achat de 500 000 FCFA. Les prix sont très variables selon la nature du fumier. Les matières organiques agricoles sont achetées au prix de 2500 - 3000FCFA/charge de charrette pour les fumiers bovins et caprins, 600FCFA le sac de 50kg, pour les fientes des poulets de chair et à 1000 FCFA le sac de 50kg pour les fientes de poules pondeuses. Certains offrent souvent le fumier et les seules dépenses concernent, dans ce cas, le transport.

Du fait de leur valeur agronomique, le retour au sol constitue une voie logique de valorisation des déchets organiques. Le compostage est donc la première voie de valorisation des déchets organiques. Les procédés de compost notamment à base de déchets ménagers sont très peu maîtrisés Ce qui pousse les producteurs agricoles à recourir à ce type de produits de substitution, pour améliorer leur rendement ou pour renforcer le potentiel humique de leurs sols.

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

1. Étude de marché

1.1. Caractérisation de la demande

L'utilisation du compost est relativement faible des agriculteurs utilisent des produits assimilables tels que le fumier, les fientes etc. L'importance de la demande s'appréciera à travers la taille de certains acteurs. Le maraichage et l'horticulture connaissent bien l'utilisation du compost, semi industrielle, contrairement à l'agriculture saisonnière. Néanmoins il faut souligner que l'utilisation du fumier existe bel et bien en milieu rural et depuis très longtemps. Néanmoins, pour ces agriculteurs, le compost est meilleur que les autres types d'engrais. Les marchés actuellement connus pour le compost semble assez se limiter aux activités agricoles. Les utilisations du compost sont limitées et la clientèle doit encore être a été développée par la sensibilisation et l'identification de nouvelles utilisations

1.2. Type de clients

Les potentiels consommateurs de compost sont :

- Les maraichers ;
- Les industrielles/particuliers ;
- Les agriculteurs saisonniers ;
- Les agriculteurs fruitiers ;
- Les professionnels des espaces verts

1.3. Fréquence d'achat

Il faut souligner que la fréquence d'utilisation de l'engrais sur les sols cultivés s'explique par un niveau de paupérisation de plus en plus soutenu d'année en année. Alors que l'absence d'utilisation d'engrais, pourrait se justifier, malgré la pauvreté des sols, par la cherté de l'engrais (20,4 \$ le sac de 50kg soit 10250 F CFA).

Pour les maraichers, l'utilisation d'engrais est déterminée par le nombre de campagnes réalisées à l'année. La périodicité d'utilisation d'engrais, se résume à ceux qui utilisent les engrais tout au plus 2 mois. Les acteurs de la filière utilisant les engrais pendant 12 mois, sont dans la majorité des maraichers et des horticulteurs.

1.4. Fixation du prix

Selon Laré (2019) les agriculteurs/maraichers utilisent les engrais chimiques (NPK 15-15-15 et urée) dont le prix du sac de 50 Kg s'élève à 13 720 FCFA pendant la période des cultures, période de forte demande en engrais ; ce qui revient à 275 FCFA le Kg d'engrais (NPK + urée). En complément de ces engrais chimiques, les agriculteurs/maraichers utilisent également comme amendement organique, les fientes de poule vendues au prix de 1 000 FCFA le sac de 50 Kg ; ceci afin d'obtenir de bons rendements. Ainsi, le prix du Kg d'engrais utilisé par chaque agriculteur de maraicher peut être estimé à 295 FCFA.

Face à l'intérêt manifesté pour l'utilisation de ce produit local, riche en nutriments et ayant la capacité d'accroître les rendements agricoles, le prix du Kg de compost a été fixé à 150 FCFA en vue d'être compétitif (Yannick et al., 2013).

2. Analyse économique de la filière

2.1 Les charges de la station liées aux coûts d'exploitation

Les charges d'exploitation comprennent les charges du personnel, les charges de fonctionnement, les charges d'entretien et de maintenance et les autres charges liées à la gestion quotidienne de la STBV. Le bilan des charges d'exploitation est dressé dans le but de déterminer les besoins de financement nécessaires pour couvrir le fonctionnement de la STBV.

2.1.1 Les coûts fixes

Les couts fixes sont constitués de charges liées au personnel et au fonctionnement de la STBV.

➤ Le personnel

Selon les estimations, les charges annuelles du personnel préposé à l'exploitation de la STBV sont évaluées à 9 900 000 F CFA. La plus importante rubrique de ces charges est constituée par les frais liés à la sécurité. En effet l'ONAD a engagé une entreprise spécialisée en sécurité pour veiller sur les lieux.

En rapportant les charges annuelles du personnel à la quantité moyenne de boues reçue au niveau de la STBV pour traitement, il ressort que le personnel coûte environ 200 F CFA/m³. Toutefois ce ratio aura tendance à évoluer au fil des années en prenant en compte d'une part l'indice d'inflation qui influera sur l'accroissement des charges du personnel et d'autres part la montée en puissance du volume de boues qui représente aujourd'hui 130% par rapport à la capacité de la STBV.

Le tableau 2 met en exergue les charges du personnel au titre de l'exploitation de la STBV

Tableau 2: Rémunération du personnel

Personnel	Profil	Nombre	Rémunération annuelle (FCFA)
Gestionnaire	Administrateur/ Manager	1	3 000 000
Caissière	Assistante	1	1 500 000
Ouvriers	Manoeuvre	2	1 200 000
Gardien	Vigiles	2	4 200 000
Total		6	9 900 000

Source : ONAD, 2022

➤ Le fonctionnement de la STBV

Les charges de fonctionnement sont constituées par les rubriques ci-dessous :

- Eau : utilisée principalement pour les besoins du personnel, le nettoyage des locaux, le rinçage des outils du personnel et des ouvrages de réceptions et aire de dépotage : on considérera 50 l/j pour chacun des membres du personnel et 0,5 m³/j pour le rinçage des outils et ouvrages. Soit environ 1 m³ par jour. Même si l'eau est utilisée pour le fonctionnement, cette rubrique ne génère pas de charge car un système d'AEP est disponible sur place ;
- Electricité : pour son fonctionnement (local, éclairage du périmètre de la station), la station de STBV de Korhogo est raccordée au réseau électrique. Il n'existe pas de groupe électrogène prévu pour assurer la continuité du service en cas de panne d'électricité ;
- Téléphone et Internet : utilisé par le gérant pour lesquels des forfaits mensuels sont considérés.
- Petit matériel d'exploitation : brouettes, pelles, EPI, râteliers, charriot... tout le matériel nécessaire à l'exploitation. Un stock devra être prévu pour remplacer le matériel défectueux et un renouvellement de ce matériel chaque 6 mois ;
- Transport des déchets : la gestion des déchets solides de la station est très importante et l'évacuation est prévue chaque mois pour maintenir la propreté de l'environnement. Elle est réalisée périodiquement avec l'appui des opérateurs et de l'ANAGED ;
- Fourniture de consommables services : consommable informatique et bureautique utilisés quotidiennement dans la gestion de la station ;
- Produits d'entretien et d'hygiène : détergents, papiers toilettes, etc. ;
- Assurance et RC : couverture aux risques d'accident du local et mesures sécuritaires conformément au PGES ;
- Visite médicale du personnel : suivi et évaluation de la santé du personnel conformément au PGES ;
- Analyse des effluents et boues : Le suivi et évaluation du respect des normes de traitement et de rejet dans le milieu récepteur conformément au PGES. Les analyses des paramètres environnementale sont réalisées par le CIAPOL ;
- Charges diverses : prestations de services, comptabilité, divers ;

Les charges de fonctionnement de la structure de gestion sont présentées dans le tableau 3 pour chaque rubrique.

Tableau 3: Charges de fonctionnement de la station

Rubrique fonctionnement	Périodicité	Quantité(mois)	Cout unitaire (FCFA)	Charge annuelle (FCFA)
Eau	mensuelle	-	-	-
Electricité	mensuelle	12	50 000	600 000
Téléphone et Internet	mensuelle	12	10 000	120 000
Petit matériel d'exploitation	annuelle	1	300 000	300 000
Transport des déchets	mensuelle	12	10 000	120 000
Fourniture de consommables services	mensuelle	12	15 000	180 000
Produits d'entretien et d'hygiène	mensuelle	12	10 000	120 000
Assurance et RC	annuelle	1	1 500 000	1 500 000
Visite médicale du personnel	semestrielle	2	150 000	300 000
Analyse des effluents et labo	trimestrielle	4	75 000	300 000
Autres charges	mensuelle	12	20 000	240 000
Total				3 780 000

Source : ONAD, 2022

Les charges de fonctionnement des ouvrages de la STBV sont estimées à 3 780 000 F CFA/an, celles des rémunérations du personnel sont de 9 900 000 FCFA/an.

Ce qui donne au totale pour les couts fixes une valeur estimés à 13 680 000 FCFA/an.

2.1.2 Les coûts variables

Les couts variables sont constitués des couts d'entretiens et de maintenances qui eux-mêmes sont composés par les rubriques ci-dessous :

- Enlèvement des boues séchées : curage des lits de séchage et transport de la matière vers les hangars ;
- Régénération des lits : remplacement et remise en place du massif drainant des lits ;
- Curage/nettoyage du bassin anaérobie : lorsque la hauteur de boues atteint 30% de la hauteur d'eau, un curage du bassin est nécessaire. Cette opération est réalisée tous les 2-5 ans ;
- Curage/nettoyage du bassin facultatif : à l'instar du bassin anaérobie, les boues doivent également être soutirées lorsque leur hauteur atteint 30% de la hauteur du bassin. La fréquence de sous-tirage est cependant plus faible de l'ordre de 8-12 ans ;

Les charges prévisionnelles d'entretien et de maintenance de la STBV sont présentées dans le tableau 4.

L'enlèvement de l'humus se fait une fois par mois à hauteur de 10000 f par passage ce qui donne une somme de 120 000 f par années

L'entretien et la réparation des équipements se fait occasionnel et de façon générale une fois dans l'année avec un cout estime à 250 000 f.

Quant à la régénération d'un lit de séchage, il se fait par années avec un cout estime à 250 000 f.

Les charges d'entretien et de maintenance des ouvrages de la STBV sont donc évalués à 620 000 F CFA/an.

Tableau 4: Charges d'entretien et de maintenance de la station

Rubrique	Périodicité	Quantité	Cout unitaire (FCFA)	Charge annuelle (FCFA)
Enlèvement humus	Mois	12	10 000	120 000
Entretien et réparation équipements	Forfait	01	250 000	250 000
Régénération d'un lit de séchage	Forfait	01	250 000	250 000
Total				620 000

Source : ONAD, 2022

2.1.3 Cout de traitement

Pour transformer les boues de vidange en composte, il nous faudra comme intrant, des déchets organiques et de la chaux.

Pour 700 kg de MS, il nous faut 300 kg de chaux pour neutraliser les microorganismes et réduire les odeurs et ajouter a ce compose une tonne de déchets organique.

Les déchets organiques sont triés et transporte à 91 000 F CFA la tonne et la chaux est achetée à 96 000 F CFA.

2.1.3 Bilan des charges d'exploitation de la STBV

Le bilan des charges d'exploitation est la synthèse de l'ensemble des couts fixes et couts variables engendrées par l'exploitation et la gestion du site sur une durée appelée exercice comptable (année). Les grandes rubriques des charges prévisionnelles sont synthétisées dans le tableau 5.

L'analyse du tableau 5 révèle des informations importantes.

Au total, les charges de gestion et d'exploitation de la STBV sont évaluées à environ 14 300 000 F CFA l'année soit 1 192 000 F CFA/mois.

Par an ,13 680 000 F CFA doivent être alloué aux charges fixes et 620 000 F CFA aux charges variables.

Tableau 5: Charges de gestion et d'exploitation de la station

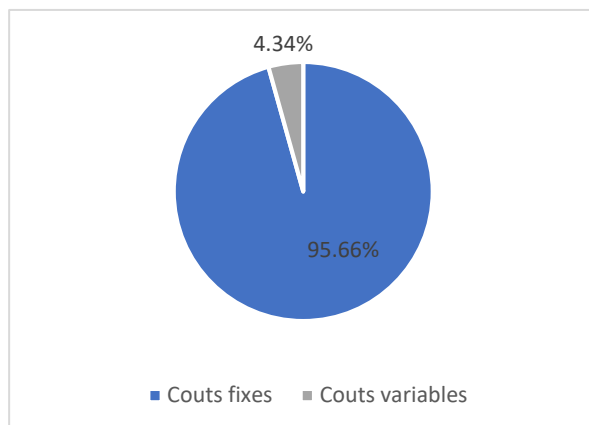
Rubriques	Cout annuelle
Couts fixes	13 680 000
Couts variables	620 000
TOTAL	14 300 000

Source : calcul de l'auteur à partir des données de l'ONAD

- Répartition des charges

Les couts fixes représentent environ 96% des charges de gestion et d'exploitation et les couts variables représentent un peu plus de 4 % des couts totales. (Graphique 1)

Graphique 1: Répartition des charges



Source : calcul de l'auteur à partir des données de l'ONAD

2.2 Les recettes

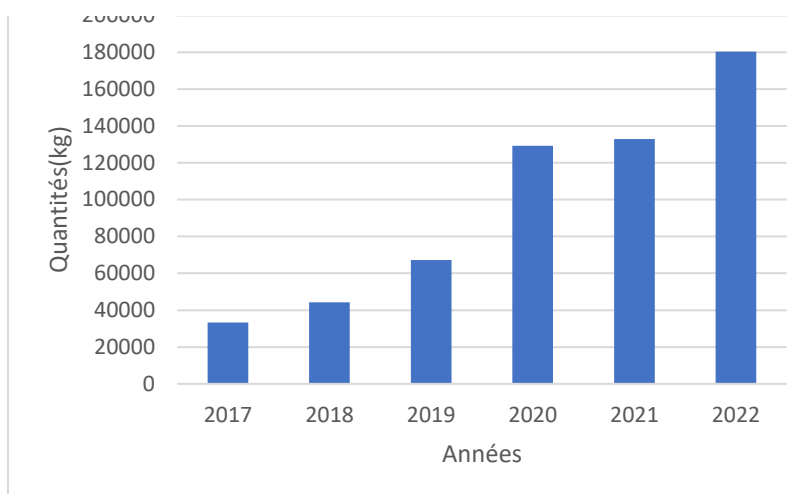
Les recettes sont constituées des bénéfices tirés de la vente prévisionnelles de compost comme engrais organiques, et les taxes de dépotages.

2.2.1 Les recettes issues de la vente du compost

- Evolution des boues séchées potentiellement transformé en compost

Depuis la création de la station, les quantités de boue n'ont cessé de s'accroître d'années en années. En 2017, la station a produit à peine plus de 11000 kg de boue séchée et avec l'ajout des intrants tels que la chaux et les déchets organique dans le processus de transformation de composte, nous obtenons une quantité de composte de 33 346 kg. Et cette quantité a augmenté jusqu'à atteindre une quantité de 180 286 kg en 2022 (graphique 2).

Graphique 2: Evolution de la quantité annuelle de composte potentiellement produites à la station de Korhogo de 2017-2022



Source : calcul de l'auteur à partir des données de l'ONAD

- Recette des ventes de composte

En considérant le prix du composte fixé à 150 FCFA, le kilogramme comme détaillé plus haut, nous aurons obtenu une recette de 5 001 857 F CFA en 2017, 6 631 286 F CFA en 2018, 10 074 429 F CFA en 2019, 19 380 857 F CFA en 2020, 19 921 714 F CFA en 2021 et 27 042 857 FCFA en 2022. (Tableau 6)

Tableau 6: Recette des ventes de composte par an

ANNEE	Boues séchée (Kg)	Composte(kg)	Prix de vente du composte /Kg	Recette des ventes de composte (F CFA)
2017	11671	33346	150	5 001 857
2018	15473	44209	150	6 631 286
2019	23507	67163	150	10 074 429
2020	45222	129206	150	19 380 857
2021	46484	132811	150	19 921 714
2022	63100	180286	150	27 042 857

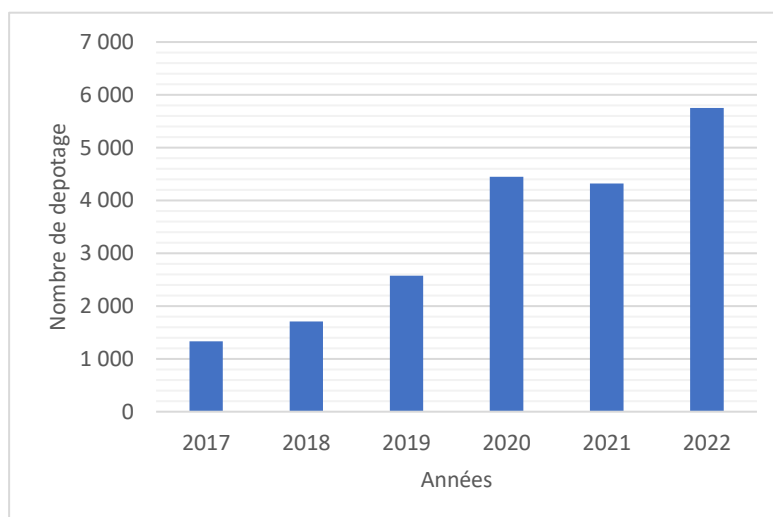
Source : calcul de l'auteur

2.2.2 Taxe de dépotage

- Nombre annuel de dépotage

La station de traitement de boues de vidange de Korhogo a reçu plus de 1000 dépotages en 2017 et cette quantité a augmenté jusqu'à atteindre près de 6000 dépotages en 2022 (graphique 3).

Graphique 3: Evolution du nombre annuel de dépotages à la station de Korhogo de 2017-2022



Source : ONAD, 2022

- Taxe de dépotage

La taxe de dépotage constitue également une source de revenus permettant de pérenniser le fonctionnement de la station. Cette taxe sera facturée proportionnellement au nombre de dépotage des entreprises de vidange, et donc de façon à impacter sur le chiffre d'affaires de la station. Ainsi, il est fixé un tarif de 2 000 F CFA par dépotages entre l'ONAD et les entreprises de vidanges.

De ce fait les recettes de dépotages sont estimées à 2 668 000 F CFA en 2017, 3 414 000 F CFA en 2018, 5 150 000 F CFA en 2019, 8 902 000 F CFA en 2020, 8 640 000 F CFA en 2021 et 11 508 000 F CFA en 2022. (Tableau 7)

Tableau 7: Recettes de dépotages de la station par an

ANNEE	Volume de boue entrant (m3)	Nombre annuel de dépotage	Taxe (F CFA) / Dépotage	Recette de dépotage (F CFA)
-------	-----------------------------	---------------------------	-------------------------	-----------------------------

2017	9 140	1 334	2 000	2 668 000
2018	12 117	1 707	2 000	3 414 000
2019	18 409	2 575	2 000	5 150 000
2020	35 414	4 451	2 000	8 902 000
2021	36 403	4 320	2 000	8 640 000
2022	49 415	5 754	2 000	11 508 000

Source : ONAD, 2022

2.2.3 Bilan des recettes de l'exploitation de la STBV

Au total, la somme de toutes les recettes est évaluée à 7 669 857 F CFA en 2017, 10 045 286 F CFA en 2018, 15 224 429 F CFA en 2019, 28 282 857 F CFA en 2020, 28 561 714 F CFA en 2021, et 38 550 857 F CFA en 2022. (Tableau 8)

Tableau 8: Recettes totales de la station par an

Années	Recette de dépotage (F CFA)	Recette des ventes de composte (F CFA)	Recette Totale (F CFA)
2017	2 668 000	5 001 857	7 669 857
2018	3 414 000	6 631 286	10 045 286
2019	5 150 000	10 074 429	15 224 429
2020	8 902 000	19 380 857	28 282 857
2021	8 640 000	19 921 714	28 561 714
2022	11 508 000	27 042 857	38 550 857

Source : calcul de l'auteur

2.3 Evaluation de la capacité d'autofinancement

Le compte d'exploitation de l'année 2017 dégage un résultat dont le solde est négatif. Il en est de même pour les années 2018 et 2019 mais avec des soldes en croissance. A partir de l'année 2020 le solde devient positif et croît jusqu'à atteindre en 2022 une valeur de 13 393 150 FCFA donc un bénéfice. (Tableau 9)

Tableau 9: Compte d'exploitation la station par an

Années	Revenus	Charges	Solde
2017	7 669 857	16 308 246	- 8 638 389
2018	10 045 286	16 962 461	- 6 917 176

2019	15 224 429	18 344 883	- 3 120 455
2020	28 282 857	22 081 414	6 201 443
2021	28 561 714	22 298 568	6 263 146
2022	38 550 857	25 157 707	13 393 150

Source : calcul de l'auteur

Ces résultats nous montrent que dès la quatrième année de l'exercice c'est à dire l'année 2020 où le solde devient positif et s'élève à 6 201 443 F CFA, la station aura pu financer ses différentes activités et donc être autonome. Ce qui signifie que la station pourra s'autofinancer dans les années à venir si elle conserve ou augmente cette capacité de traitement et de valorisation produits de boue de vidange.

2.4 Discussions des résultats

Les résultats obtenus lors de notre étude diffèrent quelque peu des résultats des travaux antérieurs sur l'étude de faisabilité.

Dans notre étude, nous n'avons pas pris en compte l'achat de terrain la construction de la STBV, l'achat de matériel y compris les amortissements, puisque la mise en place de la STBV a été faite par l'Etat. Contrairement à HOUNDJO Gbèzonnoudé Jaël Azarias dans son étude sur la faisabilité de la valorisation des boues de vidanges séchées pour la fabrication des briquettes combustibles à Cotonou, à utiliser les indicateurs cités plus haut et eu des résultats positifs.

Comme le dit HOUNDJO Gbèzonnoudé, le plan de trésorerie fait la différence entre des entrées et sorties (encaissements et décaissements) d'argent de l'entreprise afin de déterminer la disponibilité des fonds en fin d'exercice de chaque année.

En effet lors de cette étude, le chiffre d'affaires était fonction de la vente des briquettes produites à partir des boues séchées et d'autres services extérieurs. Ce chiffre d'affaires a augmenté de la première à la cinquième année.

Quant aux charges, ils ont augmenté également d'année en année et ont eu un impact sur le solde et donc sur la capacité d'autonomisation de la STBV, le même constat est fait dans la littérature.

Et enfin le chiffre d'affaires qui est dû aux ventes de composte et services de dépotage ressemble beaucoup aux entrées de HOUNDJO Gbèzonnoudé dans son étude qui est fonction

de la vente de briquettes combustibles et autre service divers. Ce chiffre d'affaires augmente au fil des années et permettra donc le fonctionnement autonome de la STBV.

CONCLUSION

La démographie croissante dans les villes africaines, accompagnée d'un étalement des zones d'habitation et de la multiplicité des habitats spontanés aggravent les problèmes de gestion urbaine, en particulier la gestion des boues de vidanges. La quantité énorme des déchets ainsi que les décharges non conformes à la réglementation incitent de nos jours le recours au traitement et à la valorisation des boues de vidanges.

Le but poursuivi dans ce mémoire était l'étude de la faisabilité de la valorisation agronomique des sous-produits de vidange de la station de traitement de boue de vidange de Korhogo.

Il s'agissait de faire une étude technique pour la transformation des sous-produits de vidange et d'étudier la possibilité d'autonomisation de la STBV. Pour l'atteinte de ces objectifs, nous avons procédé en trois grandes étapes. D'abord, une déclinaison des différentes filières de

transformation des boues séchées et le choix de la filière, la plus optimal. Ensuite, une étude de marché. Enfin la dernière étape a permis d'évaluer les charges de la STBV, les recettes générées éventuellement et la capacité d'autofinancement pour l'autonomisation de la STBV à travers un compte d'exploitation. Cette valorisation rentre dans le cadre de la gestion des boues de vidanges et participera à l'atténuation de la dépendance des agriculteurs aux engrais chimique importés. Ce composte peut se substituer aux engrais chimiques et est compatibles avec les cultures Les résultats auxquels nous sommes parvenus sont décrits ci-dessous. Globalement, l'étude technique révèle plusieurs mécanismes de traitement des boues séchées qui sont : la stabilisation alcaline, le traitement à l'ammoniaque, la coagulation-floculation et le compostage, ce dernier est celui retenu, pour ses couts de production qui reste relativement faibles. Quant à l'analyse économique, elle a montré de la station aurai pu fonctionner de façon autonome à partir de 2020.

Limites de l'étude

Nous sommes conscients que l'étude menée de 2017 à 2022 sur le fonctionnement de la station de traitement des boues de vidange de Korhogo aurait pu être affinée si plusieurs éléments avaient été pris en compte.

Premièrement, la principale limite fut au niveau des données. La valeur du capital et des amortissements qui n'était pas disponible. Ce qui nous a empêcher d'utiliser des indicateurs tels que le taux de rentabilité interne (TRI), la valeur actuelle nette (VAN).

Deuxièmement, le choix d'une variable pour mesurer la capacite d'autofinancement. Suite à cela, pouvons formuler quelques recommandations.

Recommandations

Au terme de notre travail, en vue d'optimisation de la filière valorisation des boues de vidanges séchées, nous recommandons ce qui suit :

- Multiplier les stations de traitement des boues de vidange et leurs capacités d'accueil en vus de mieux résoudre la question de l'assainissement dans les zones urbaine.
- Faire des campagnes de sensibilisation auprès des agriculteurs pour qu'ils se tournent vers l'utilisation de composte comme fertilisant.
- Penser à d'autres types de valorisations tels que la valorisation énergétique en transformant les boues de vidange séchées en gaz ou en brique comme combustible

de cuisson pouvant substituer le charbon dans les ménages et donc participer
parallèlement à la protection de l'environnement.

BIBLIOGRAPHIE

Adamtey N., Cofie O., Ofosu-Budu G.K., Danso S.K.A., Forster D. (2009). *Production and Storage of N-enriched Cocompost*. Waste Management 29, p. 2429-2436.

Andreasen P. (2001). *Chemical Stabilization*. In: Spinosa L. and Vesilind P.A. (eds), *Sludge into Biosolids – Processing, Disposal, Utilization*. IWA Publishing, United Kingdom.

Barreau, J., & De La Haye, J. (2003). *Gestion financière : manuel et applications* (12^e éd.). Paris : Dunod.

Blunier, P., H. Koanda, M. Strauss, A. Klutse et J. Tarradellas, 2004, Quantification des boues de vidange, Exemple de la ville d'Ouahigouya, Burkina Faso, EAWAG/SANDEC, Lausanne, 8 p.

Cahen, E. (2001). *Dictionnaire de gestion* (3^e éd. Augmentée). Paris : Découverte.

De La Villeguérin, I. (Dir.). (2005). *Dictionnaire comptable et financier* (8^e éd.). Paris : Groupe Revue Fiduciaire.

Echaudemaison, C.-D. (Dir.). (2009). *Dictionnaire d'économie et des sciences sociales* (8^e éd. Revue et Augmentée). Paris : Nathan.

Falashi Malala (2012). *Etude de faisabilité de création d'une unité de pêche industrielle dans la commune de Maluku*. Mémoire de licence en gestion des entreprises et organisation du travail non publié, Université de Kinshasa.

Heinss, U., S. A. Larmie et M. Strauss, 1998, Solids separation and pond systems for the treatment of faecal sludge in the tropics, Lessons learnt and recommendations for preliminary design, EAWAG/SANDEC, Dübendorf: Suisse, 79 p.

HOUNDJIO Gbèzonoudé Jaël Azarias (2021). *Étude la faisabilité de la valorisation des boues de vidanges séchées pour la fabrication des briquettes combustibles à Cotonou, Benin*. Mémoire pour l'obtention du diplôme d'ingénieur 2^{ie} avec grade de master

Jacquemin, A., Tulkens, H., & Mercier, P. (2001). *Fondements d'économie politique* (3^e éd.). Bruxelles : De Boeck.

LARE Ftimbé (2019). *Etude de faisabilité de la mise en place d'une station de traitement des boues de vidange dans la commune d'Aného au Togo*. Mémoire pour l'obtention du diplôme d'ingénieur 2^{ie} avec grade de master.

MONTANGERO, Kone D., Strauss M., et Klingel, 2002, Gestion des boues de vidange dans les pays en développement, SANDEC/EAWAG Dübendorf : Suisse, 63 p

Najib Ibn Abdeljalil (2009). *Evaluation et financement des investissements de l'entreprise : manuel & études de cas* (2éd.). Casablanca : Consulting.

Ndoniade Amaela (2012). *Etude d'un projet de création d'une alimentation de viande fraîche dans la commune de Ngaliema. Mémoire de licence en gestion des entreprises et organisation du travail* non publié, Université de Kinshasa.

Nizeyimana, F. (2009). *Faisabilité économique-financière d'un projet*.

Pecson B.M., Barrios J.A., Jimenez B.E., Nelson K.L. (2007). *The Effects of Temperature, pH, and Ammonia Concentration on the Inactivation of Ascaris Eggs in Sewage Sludge*. Water Research 41 (13), p. 2893-2902.

Rapport annuel d'exploitation de la Station de traitement des boues de vidange de Korhogo, ONAD 2022.

Rapport d'analyse des eaux usées et des boues de vidange de la STBV de Korhogo, CIAPOL 2021.

Simon, F.-X., & Trabelsi, M. (2005). *Préparer et défendre un projet d'investissement*. Paris : Dunod.

Sofo Magagi (2007). *Etude de faisabilité d'un projet d'installation de ferme avicole moderne dans la localité de Niamey au Niger*

Strauss, M., D. Kone et A. Montangero, 2003, Recherche appliquée dans le domaine de la gestion des boues de vidange dans les pays en voie de développement, EAWAG/SANDEC, Dübendorf : Suisse, 35 p.

Tilley, E., C. Lüthi, A. Morel, C. Zurbrügg, et R. Schertenleib, 2008, Compendium of sanitation systems and technologies, Dübendorf, Switzerland: Eawag.

Vernimmen, P. (2002). *Finance d'entreprise* (5è éd.). Paris: Dalloz.

Vinneras B., Nordin A., Niwagaba C., Nyberg K. (2008). *Inactivation of Bacteria and Viruses in Human Urine Depending on Temperature and Dilution Rate*. Water Research 42 (15), p. 4067-4074.

Vinneras B. (2013). *Sanitation and Hygiene in Manure Management*. In: Sommer S.G., Jensen L.S., Christensen M.L., Schmidt T. (eds), *Animal Waste – Recycling, Treatment and Management*. Wiley-Blackwell, Oxford, UK.

TABLE DES MATIERES

DECHARGE	i
DEDICACE.....	ii
REMERCIEMENTS	iii
SOMMAIRE	iv
LISTE DES ABREVIATIONS ET ACRONYMES.....	vi
TABLE DES ILLUSTRATIONS	vii
AVANT-PROPOS.....	viii
RESUME ET ABSTRACT	ix
Résumé	ix
Abstract	ix
PRESENTATION DE LA STRUCTURE D’ACCUEIL.....	x
1. Présentation de l’Office National de l’Assainissement et du Drainage	x
2. Fonctionnement de l’ONAD	xi
INTRODUCTION.....	1
Contexte et justification	1
Problématique de l’étude	2
Objectifs de l’étude	2
Hypothèses de recherche	2
Intérêt de l’étude	2
Méthodologie de recherche	3
Plan de travail	3
CHAPITRE I : CADRE CONCEPTUEL, REVUE DE LITTERATURE ET METHODOLOGIQUE	3
1. Cadre conceptuel	4
1.1 Valorisation agronomique	4

1.2	Boues de vidange	4
1.3	Eaux traitées	4
1.4	L'industrie de transformation dans le secteur de l'assainissement	4
1.4.1.	Processus de transformation des boues	5
1.5	Autofinancement d'une station de traitement de boue de vidange	5
1.6	Marché	6
1.7	Offre et Demande	6
1.7.1.	Offre	6
1.7.2.	Demande	6
2.	Revue de littérature	7
2.1.	Revue de littérature théorique	7
2.1.1.	Notions sur l'investissement	7
2.1.1.1.	Définition	7
2.1.1.2.	Critères de choix pour les investissements	8
2.1.1.3.	Classification des investissements	9
2.1.2.	La viabilité d'un projet d'investissement	10
2.2.	Revue de littérature empirique	10
3.	Données et méthodologie	13
3.1.	Source des données	13
3.2.	Méthodologie	13
3.2.1	Etat des lieux de la gestion des boues de vidange	13
3.2.2	Etude technique pour le choix d'une filière de traitement adaptée	14
3.2.3	Étude économique de la valorisation agronomique des boues de vidange	
	14	
CHAPITRE II : ETAT DES LIEUX DE LA GESTION DES BOUES DE VIDANGE		15
1.	Chaine de valeur de l'assainissement non collectif	15
1.1	Maillon en amont : accès à l'assainissement	15

1.2	Maillon intermédiaire : évacuation hors des quartiers	15
1.3	Maillon aval : dépotage et traitement (plus réutilisation et valorisation éventuelle)	15
2.	Organisation de la filière de gestion des boues de vidange et de la chaîne de sa transformation	16
2.1	Ménages	16
2.2	Les entreprises de vidange	17
2.3	L'exploitant (ONAD)	18
2.4	Exploitants Agricoles	18
3.	Description de la STBV de Korhogo.....	18
3.1	Filière et traitement des boues	19
3.2	Caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des boues de vidanges séchées de la STBV de Korhogo.....	19
4.	Etude technique pour le choix d'une filière de Transformation des boues séchées en engrais organique adaptée	20
4.1.	Critères de décision dans les options de traitement	20
4.2.	Stabilisation chimique à la chaux	22
4.2.1.	Limitations / difficultés	23
4.2.2.	Coûts et pérennité des coûts.....	24
4.3.	Digestion aérobie : compostage.....	24
4.4.	Traitement des liquides.....	24
4.4.1.	Principes élémentaires.....	24
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION		27
1.	Étude de marché.....	27
1.1.	Caractérisation de la demande	27
1.2.	Type de clients	28
1.3.	Fréquence d'achat.....	28

1.4. Fixation du prix.....	28
2. Analyse économique de la filière.....	29
2.1 Les charges de la station liées aux coûts d'exploitation.....	29
2.1.1 Les coûts fixes.....	29
2.1.2 Les coûts variables.....	31
2.1.3 Cout de traitement.....	33
2.1.3 Bilan des charges d'exploitation de la STBV	33
2.2 Les recettes.....	34
2.2.1 Les recettes issues de la vente du compost.....	34
2.2.2 Taxe de dépotage.....	35
2.2.3 Bilan des recettes de l'exploitation de la STBV	37
2.3 Evaluation de la capacité d'autofinancement.....	37
2.4 Discussions des résultats.....	38
CONCLUSION	39
Limites de l'étude.....	40
Recommandations	40
BIBLIOGRAPHIE	xiii
TABLE DES MATIERES	xv