



ETUDE CONTRIBUTIVE A L'AMELIORATION DU SYSTEME DE GESTION DES BOUES DE VIDANGE DANS LA VILLE DE NIAMEY (NIGER) : BILAN DE LA SITUATION ET PROPOSITION D'UNE FILIERE DE TRAITEMENT

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER D'INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT
OPTION : EAU ET ASSAINISSEMENT

Présenté et soutenu publiquement le 23 Juin 2014 par

Sabila YAHAYA MIKO

Travaux dirigés par : Zibo ZAKARA

Coordinateur du PEAMU
Ministère de l'Hydraulique et Assainissement

TADJOUWA KOUAWA

Doctorant LEDES (2iE)

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr. Maimouna BOLOGO / TRAORE

Membres et correcteurs : Dr Mariam SOU / DAKOURE

M. Drissa SANGARE

M. KOUAWA TADJOUWA

Promotion [2013/2014]

Remerciements

Je tiens à remercier tout d'abord le tout puissant Allah, le très miséricordieux, pour ces bienfaits dont il me comble.

Mes sincères remerciements vont à l'égard de mes encadreurs :

- Monsieur TADJOUWA KOUAWA pour sa disponibilité, ses orientations et la documentation,
- Monsieur Zibo ZAKARA pour m'avoir donné l'opportunité d'effectuer ce travail,
- Monsieur Mahamadou KELESSI pour sa disponibilité et son judicieux concours dans la collecte de donnée,
- Monsieur Saley OUMAROU pour la documentation et ses conseils enrichissants

Mes remerciements s'adressent également au cabinet d'étude et de contrôle CEH-SIDI pour son accueil chaleureux pendant le déroulement des activités.

J'associe volontiers, mes remerciements à la famille Garba ALHOU qui m'a soutenu tout le long de ce travail.

Je témoigne ma reconnaissance à mes amis, mes collègues et tous ce qui ont de près ou de loin contribués à l'élaboration de ce mémoire.

Dédicaces

A

Ma regrettée mère Fatima BOUEYE, que ton âme repose en paix ameen,

Mon très cher père Yahaya MIKO, qui a toujours cru en moi,

Ma belle-mère Mariama MAREINI, qui n'a jamais cessé de me guider,

Mes frères, sœurs et nièces pour le soutien moral apporté.

Ce document vous appartient

Résumé

Des études antérieures ont montré qu'une mauvaise gestion des excréta peut être une source des maladies du péril fécal. C'est dans ce cadre que le Gouvernement de la République du Niger par son engagement dans l'atteinte des Objectifs du Millénaire pour le Développement, dispose d'une allocation pour la mise en place d'une station de traitement des boues de vidange dans la ville de Niamey (Niger). Une étude contributive à l'amélioration du système de gestion des boues de vidanges a été proposée à cet effet.

Cette étude vise à faire un diagnostic de la filière de gestion actuelle en vue d'identifier les bonnes et les mauvaises pratiques relatives et à apporter des propositions d'amélioration permettant de mettre une station de traitement économiquement et socialement viable. Il a été effectué dans l'exécution de ce travail des entretiens directifs et semi directifs avec les acteurs de la filière et aussi des observations directes sur les lieux.

Les propositions d'amélioration ont visé uniquement la filière de vidange mécanique alors, les enquêtes ont porté sur les zones définies susceptibles d'utiliser la vidange motorisée.

Les résultats ont montré une utilisation stricte du système d'assainissement autonome et une typologie d'ouvrages d'assainissement classés en trois catégories avec une prédominance des toilettes à chasse d'eau, suivi des latrines traditionnelles et quelques latrines améliorées qui permettent de collecter un volume considérable par une vingtaine de camions. Les boues sont déversées à la périphérie de la ville, sur des sites non aménagés dont certains sont autorisés par la mairie et d'autres pas. En vue de limiter la pollution du milieu environnement, un traitement primaire des boues sur des lits de séchage plantés d'*Echinochloa Pyramidalis* a été proposé suivi d'un traitement secondaire du percolât dans des bassins d'évaporation. Afin, d'apporter une valeur ajoutée aux sous-produits, les boues séchées recevront un traitement adéquat leur permettant d'être proposées comme engrais aux agriculteurs et maraichers et les fourrages seront vendus aux éleveurs. Une analyse financière de la filière de gestion proposée a permis d'établir un équilibre entre les charges d'exploitation de la station et les recettes générées par les activités de celle-ci en proposant des taxes d'une part et d'autre part une subvention de l'Etat.

Mots clés : Assainissement autonome, boues de vidange, lits de séchage plantés, bassin d'évaporation, latrine

Abstract

It has been shown by studies that poor management of excreta can be a source of faecal peril diseases. It is this concern that the Government of Niger through its commitment to achieving the Millennium Development Goals has an allocation for the establishment of a faecal sludge treatment station in the city of Niamey (Niger). It is in this context that a study contribution to the improvement of the management system of sludge was proposed.

This study aims to make a diagnosis of the current chain of management to identify good and bad practices related and make proposals for the establishment of a treatment station economically and socially viable. It was made in the execution of this work, semi-structured and structured interviews with players of the chain of management of faecal sludge as well as direct observations at the scene.

Improvement proposals have aimed only on mechanical drain then the investigations have carried on defined areas likely to use motorized drain.

The results showed a strict use of on-site sanitation system and three categories of on-site sanitation with a predominance of toilet flush, followed by some traditional latrines and improved latrines that collect a considerable by twenty camions. Les sludge volume is spilled on the outskirts of the city, on undeveloped sites, some of which are authorized by the mayor and others do not. To limit environmental pollution, a first treatment of sludge on drying beds planted with *Echinochloa pyramidalis* was proposed followed by a secondary treatment of leachate in evaporation ponds. In order to provide value-added by-products, dried sludge receives adequate treatment allowing them to be offered as fertilizer to farmers and market gardeners and fodder will be sold to breeders. A financial analysis of the proposed chain of management has strike a balance between the operating expenses of the station and the revenue generated by the activities of the latter by proposing taxes on the one hand and on the other hand a State subsidy.

Keywords: On-site sanitation system, faecal sludge, evaporation ponds, planted drying bed, pit

Liste des abréviations et acronymes

AEPHA : Approvisionnement en Eau Potable, Hygiène et Assainissement

AR : Arrondissement

BEEI : Bureau d'Evaluation Environnementale et des Etudes d'Impact

BV : Boues de Vidange

CUN : Communauté Urbaine de Niamey

DMN : Direction Nationale de Météorologie

EAWAG: Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz

EDSN-MICS: Enquête Démographique et de Santé

EIES : Etude d'Impact Environnemental et Social

F CFA: Franc de la Communauté Française d'Afrique

FAN: Force de l'Armée Nationale

INS: Institut Nationale de Statistique

JICA: Agence Japonaise de Coopération Internationale

LS: Latrine Sanplat

LSP: Lit de Séchage Planté

LT: Latrine Traditionnelle

OMD: Objectifs du Millénaire pour le Développement

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

ORTN : Office de Radiodiffusion Télévision du Niger

PAR/SDR : Plan d'Action Régionale

PDC : Plan de Développement Communal

PEAMU : Projet Eau et Assainissement en Milieu Urbain

PN-AEPA : Programme National d'Alimentation en Eau Potable et d'Assainissement

PRUI : Projet de Réhabilitation des Infrastructures Urbaines

PUR : Plan Urbain de Référence

PVC : Poly Vinyle Chloré

RGAC : Recensement Général sur l'Agriculture et le Cheptel

RGP : Recensement Général de la Population

RGPH: Recensement Général de la Population et de l'Habitat

SANDEC: department of water and SANitation in DEvelopping Countries

SDR: Stratégie de Développement Rural

SEEN: Société d'Exploitation des Eaux du Niger

SONITEL: Société Nigérienne de Télécommunication

SPEN : Société du Patrimoine des Eaux du Niger

STBV : Station de Traitement des Boues de Vidange

STEP : Station de Traitement des Boues de Vidange

TCM : Toilette à Chasse Manuelle

VIP : Ventilated Improved Pit

Table des matières

Remerciements	i
Dédicaces	ii
Résumé	iii
Abstract	iv
Liste des abréviations et acronymes	iv
Liste des figures	ix
Introduction	1
1. Généralités sur la zone d'étude	3
1.1. Milieu physique	3
1.1.1. Situation géographique	3
1.1.2. Climat	3
1.1.3. Hydrologie et hydrogéologie	4
1.2. Milieu humain et social	5
1.2.1. Démographie	5
1.2.2. Habitat	5
1.2.3. Activité socio-économique	6
1.2.4. Situation sanitaire	8
1.2.5. Eau et assainissement	8
2. Etat des lieux de la gestion des boues de vidange	9
2.1. Travaux de terrain	9
2.1.1. Enquêtes par questionnaires auprès des ménages	9
2.1.2. Entretiens semi-directs	11
2.1.3. Observations directes	12
2.2. Cadre institutionnel, législatif et réglementaire du secteur de l'assainissement	12
2.2.1. Cadre institutionnel	12
2.2.2. Cadre législatif et réglementaire	13
2.3. Pratiques actuelles dans la gestion des boues de vidange	14

2.3.1.	Ouvrages d'assainissement	14
2.3.2.	Mode d'évacuation des boues de vidange.....	19
2.3.3.	Sites de dépotage	20
2.3.4.	Problèmes identifiés	23
2.3.5.	Organisation actuelle de la filière de gestion	24
3.	Proposition d'amélioration sur la filière de gestion actuelle.....	26
4.	Données de base pour le dimensionnement de la STBV	28
4.1.	Site retenu	28
4.2.	Production des boues de vidange.....	28
4.3.	Caractéristiques des boues de vidange	31
4.4.	Traitement des boues de vidange.....	32
4.4.1.	Objectifs du traitement	32
4.4.2.	Procédés envisageables	32
4.4.3.	Choix d'une technique de traitement	33
5.	Conception et dimensionnement de la STBV	35
5.1.	Détermination du débit de traitement	35
5.2.	Filière de traitement.....	36
5.3.	Dimensionnement des ouvrages	36
5.3.1.	Ouvrages de réception.....	36
5.3.2.	Bâche de relevage.....	39
5.3.3.	Lits de séchage plantés	40
5.3.4.	Bassins d'évaporation	42
5.3.5.	Aire de stockage	43
6.	Analyse financière de la filière.....	44
6.1.	Coût d'investissement.....	44
6.2.	Coût d'exploitation.....	44
6.3.	Prix de revient du mètre cube traité.....	44
6.4.	Analyse des flux financiers.....	46

Conclusion.....	49
Bibliographie	51
Annexe	54

Liste des tableaux

Tableau 1: Répartition des quartiers par type de zone d'habitation	6
Tableau 2 : Nombre de ménages sur la zone à enquêter	10
Tableau 3 : Répartition de l'échantillon par type de quartier.....	10
Tableau 4 : Répartition de l'échantillon par quartier en fonction du nombre de ménages	11
Tableau 5 : Observations sur les sites de dépotage officiels	22
Tableau 6 : Caractéristiques des boues considérées	31
Tableau 7 : Résultat de l'analyse multicritères :	33
Tableau 8 : Performances épuratoires des LPS expérimentés.....	34
Tableau 9 : Détermination de la production spécifique par ménage.....	35
Tableau 10 : Détermination du débit moyen journalier en 2024.....	35
Tableau 11 : Dimensionnement des ouvrages de réception	37
Tableau 12 : Dimensionnement de la bache de relevage et caractéristiques de l'équipement.....	39
Tableau 13 : Dimensionnement des LSP	41
Tableau 14 : Dimensionnement des bassins d'évaporation	42
Tableau 15 : Dimensionnement de l'aire de stockage.....	43
Tableau 16 : Calcul du prix de revient du mètre cube traité	45

Liste des figures

Figure 1: Découpage communale de la ville (JICA, 2001).....	3
Figure 2 : Répartition des types d'ouvrages d'assainissement.....	16
Figure 4 : Fréquence de vidange des ouvrages	17
Figure 5 : fréquence de vidange des ouvrages par mode de vidange	17
Figure 6 : Prix de vidange par mode de vidange.....	18
Figure 7 : Position des sites officiels et non officiels de dépotage des boues.....	21
Figure 8 Organisation actuelle de la filière de gestion.....	25
Figure 9 : Nouvelle organisation de la filière de gestion	27
Figure 10 : schéma de la coupe d'une cuve d'un camion vidangeur	30

Figure 11: Zone enquêtes et zone d'influence de la STBV (source : CUN, 2007).....**Error!**

Bookmark not defined.

Figure 12 : Schéma de la filière de traitement 36

Figure 13 : Flux financiers 48

Liste des photos

Photo 1 : Latrine traditionnelle..... 14

Photo 2 : Latrine sanplat..... 15

Photo 3 : Latrine VIP 15

Photo 4 : Toilettes à chasse manuel 16

Photo 5 : Latrine mal nettoyées..... 24

Photo 6 : Fosse non couverte et envahie d'ordure 24

Photo 7: Absence d'équipements de protection 24

Photo 8 : Déversement dans un champ 24

Introduction

Le Niger, à l'instar des pays de la sous-région, et dans l'optique de l'atteinte des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD), œuvre afin de réduire la proportion de la population n'ayant pas accès aux services publics d'eau potable et de l'assainissement. C'est dans ce cadre que le gouvernement du Niger a élaboré en 2009 un Programme National d'Alimentation en Eau Potable et d'Assainissement (PN-AEPA) qui définit les objectifs que se fixe le pays et décline les principales activités sur dix années (2010- 2020).

Les objectifs fixés visent l'atteinte en 2015 d'un taux d'accès à l'eau potable de 82,5 % en milieu urbain et 80% en milieu rural et un taux d'accès à des services d'assainissement améliorés de 51%. Ce programme a bénéficié d'un financement de la Banque Mondiale dans son Projet Eau et Assainissement en Milieu Urbain (PEAMU) qui a pour objectif général d'accroître l'accès à des services durables d'eau potable et d'assainissement en milieu urbain et de contribuer ainsi aux efforts de l'Etat du Niger vers l'atteinte des OMD.

Le PEAMU, dans sa composante assainissement prévoit la construction de latrines scolaires, de bacs à laver avec puisard, d'édicules publics, des activités de renforcement des capacités des enseignants, des maçons et des relais féminins et d'une station de traitement de boues de vidange à Niamey.

Dans la ville de Niamey, il n'existe pas de système d'assainissement collectif qui réponde aux besoins de la population. On ne dénombre que quelques systèmes de traitement d'eau usées qui sont d'ailleurs pour l'essentiel pas fonctionnels dans certaines institutions, sociétés et industries (hôpitaux, université,..)

Le système d'assainissement autonome prédomine et les ouvrages sont majoritairement des latrines. Ces ouvrages, qu'ils soient dans les ménages ou des édicules publics, génèrent des boues qu'il importe d'évacuer régulièrement, car elles peuvent générer des nuisances dans le milieu environnant et porter atteinte à la santé publique (Klingel et al. 2002).

L'évacuation de la matière de vidange à Niamey se fait de manière mécanique ou manuelle selon les préférences et les moyens financiers des ménages. Les boues sont anarchiquement dépotées à la périphérie de la ville dans des anciennes carrières ou des champs par les vidangeurs mécaniques et dans les cours ou à la devanture des maisons, dans la rue ou les caniveaux à l'issue de la vidange manuelle. Ce contact direct de la matière de vidange avec l'environnement présente des risques de contamination des aliments par le canal des mouches et autres vecteurs, la pollution des eaux souterraines par infiltration et celle des eaux de surface par le déversement dans le fleuve qui est la principale source d'alimentation en eau potable de la ville et dont les eaux servent au maraîchage et à la riziculture.

Pourtant, ces problèmes pourraient être évités grâce à un système adéquat de gestion qui prend en compte les sources de productions, les modes de vidange, le transport et l'élimination ou la réutilisation sans danger de ces boues (Klingel et al. 2002).

Au vu des impacts négatifs sur l'environnement, des risques sanitaires auxquels sont exposées les populations et des possibilités de valorisation de cette matière, une amélioration du système de gestion des boues de vidange s'impose.

C'est dans cette perspective que nous proposons une étude contributive sur la filière de vidange mécanique à la cellule de coordination du PEAMU.

L'objectif général de l'étude est de contribuer à l'amélioration du système de gestion des boues de vidange de la ville de Niamey.

Grâce à des approches techniques et participatives, il s'est agi de relever les pratiques de gestion des boues de vidange de la ville, d'identifier les pratiques actuelles et les problèmes liés à la gestion des boues de vidange de la ville afin de proposer une filière de traitement économiquement viable et socialement acceptable.

Plus spécifiquement, nous nous sommes attelés à :

- Faire l'état des lieux de la gestion des boues de vidange de Niamey;
- Proposer des améliorations sur la filière de gestion actuelle;
- Choisir et dimensionner la filière de traitement ;
- Faire une analyse économique de la filière retenue

1. Généralités sur la zone d'étude

1.1. Milieu physique

1.1.1. Situation géographique

Pays sahélien, le Niger est situé en Afrique de l'Ouest et couvre une superficie de 1 267 000 km². Il est limité au Nord par l'Algérie et la Libye, à l'Est par le Tchad, au Sud par le Nigéria et le Bénin et à l'Ouest par Burkina Faso et le Mali. Le Niger est administrativement divisé en 8 régions, comptant 63 départements.

Niamey la capitale est le centre de notre étude. Elle est située entre 13°28 et 13°35 de latitude Nord et 2°03 et 2°10 de longitude Est et couvre une superficie d'environ 240 Km². La ville est bâtie sur les deux rives du fleuve Niger qui la traverse sur quelques 15 km, constituant ainsi l'élément structurant de son paysage (JICA, 2001).

La ville de Niamey a été érigée en Communauté Urbaine par décret N°88-393/PCMC/MI du 24 Novembre 1988. Elle est subdivisée en 2002 par la loi sur la décentralisation en cinq (5) arrondissements communaux composées de cinquante (50) quartiers et villages environnants ce qui donne à la ville des aspects tantôt urbain, tantôt rural.

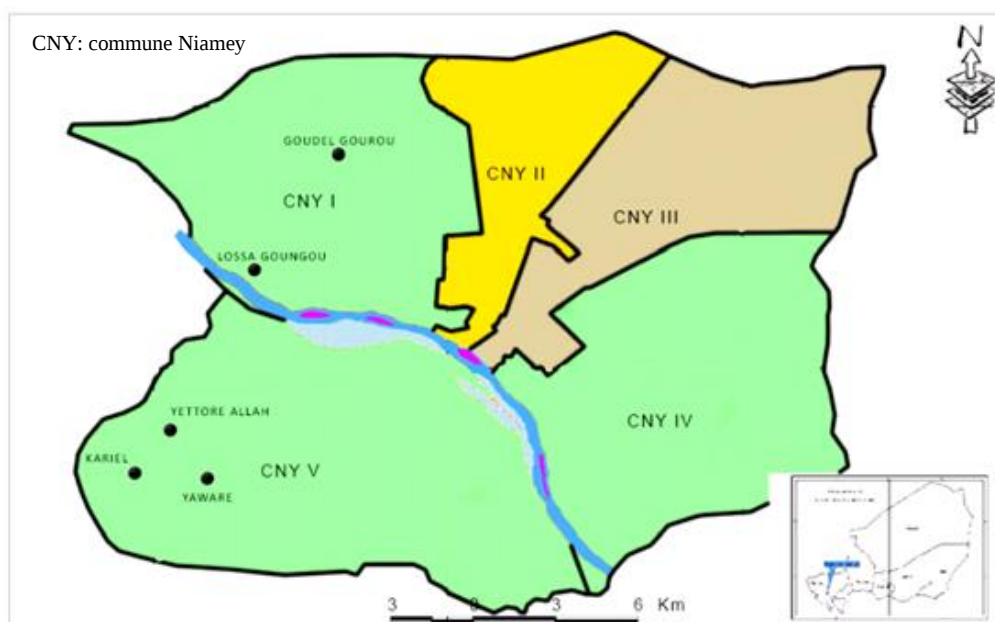


Figure 1: Découpage communale de la ville (source : JICA, 2001)

1.1.2. Climat

Le climat de la région de Niamey est de type sahélo-soudanien, caractérisé par une longue saison sèche et une courte saison pluvieuse.

La saison sèche s'étend d'Octobre en Mai et est caractérisée par une insolation, une forte évaporation et un vent sec appelé l'harmattan soufflant du Nord-Est vers Sud-Ouest. Elle est subdivisée en deux périodes distinctes :

- Une période sèche et froide d'Octobre à Février où les températures moyennes minimales varient entre 20°C et 25 °C
- Une période sèche et chaude de Mars à Mai, caractérisée par des températures très élevées avec une moyenne maximale de 40°C.

Il a été enregistré une évaporation moyenne de 3848 mm/an soit une moyenne mensuelle de 320,7 mm (DMN, 2013).

La saison pluvieuse s'étale de Juin à Septembre et est caractérisée par un vent humide et régulier, la mousson, soufflant du Sud-Ouest vers le Nord-Est avec des précipitations irrégulières et mal réparties dans le temps et dans l'espace. La moyenne interannuelle sur 20 ans d'observation (1991 – 2010) est de 548 mm par an, marquée par une irrégularité.

Les vitesses moyennes des vents mesurées à 10 m au-dessus du sol, varient entre 1.5 m/s en septembre et 3,3 m/s en janvier et février (DMN, 2013).

1.1.3. Hydrologie et hydrogéologie

➤ Eaux de surface

Le réseau Hydrographique de Niamey est constitué de cours d'eaux temporaires et permanents. Le fleuve Niger est le seul cours d'eau permanent, avec un débit maximal de 2340 m³/s et les cours d'eau saisonniers sont les koris et les rivières qui sont tributaires de la pluie et débouchent sur les mares et le fleuve (BOA, 2013).

➤ Eaux souterraines

Les eaux souterraines sont contenues dans les formations altérées ou fissurées du socle précambrien. Elles sont localisées dans les roches sédimentaires et le socle. Les nappes phréatiques des roches sédimentaires sont peu profondes, situées en moyenne à une vingtaine de mètres au-dessus du niveau du fleuve, ce qui les rend particulièrement vulnérables aux risques de pollution. Les nappes profondes dans les formations semi-imperméables du socle ont une profondeur moyenne de 65 m et un débit moyen de 4,6m³/heure.

➤ Sols

On distingue 3 types de sols dans la région de Niamey :

- les sols indurés des plateaux latéritiques cuirassés qui sont peu évolués, très dégradés et n'offrant aucune possibilité agricole du fait de leur faible profondeur, de leur imperméabilité et surtout de leur extrême aridité.
- les sols sableux incluant les sols ferrugineux tropicaux des vallées sablonneuses.
- les sols hydromorphes de la vallée du fleuve qui font partie d'une vaste plaine inondable de long en large et sont relativement fertiles.

1.2. Milieu humain et social

1.2.1. Démographie

La ville de Niamey a connu un accroissement rapide de sa population depuis sa création. Celle-ci qui était de 1730 habitants en 1931, elle est vite passée à 242 973 habitants en 1973. Cette évolution rapide est due entre autres à l'exode massif des populations suite à la période de sécheresse observée dans les années soixante-dix (PAR/SDR, 2011).

Enfin, au recensement de 1988 on dénombre 397 437 habitants dans la CUN avec l'un des plus fort taux d'accroissement du pays 4,54%. Au troisième recensement en 2001 la population était de 707 951 habitants avec une densité moyenne de 1312 hbts/km² (INS, 2012). Au dernier recensement en 2012 la ville de Niamey compte 1 026 848 habitants (RGPH, 2012) avec un taux d'accroissement de 3,44%.

Cette population se caractérise par sa jeunesse avec environ 61% de moins de 25 ans. La répartition par sexe donne un rapport de masculinité de 49,78 % (RGPH, 2012). La religion dominante dans la zone d'étude est l'Islam.

1.2.2. Habitat

Dans la zone d'études, plusieurs types d'habitats définissant des zones d'habitations sont distingués. Suivant la disponibilité et la répartition des équipements AEPHA on a six (6) types de zones d'habitation (PUR, 2007) :

- **Quartiers résidentiels** : il s'agit des zones d'habitations de haut et très haut standing caractérisées par des maisons en dur, clôturées, avec un bon niveau d'hygiène, une bonne desserte en eau et une faible densité de la population.
- **Quartiers résidentiels périphériques** : les habitations présentent les mêmes caractéristiques que dans les quartiers résidentiels, mais les constructions sont moins luxueuses et les équipements et infrastructures ne sont pas aussi présents (habitations haut standing);

- **Quartiers mixtes** : la mixité des quartiers peut correspondre à différents cas de figure, il peut s'agir d'une mixité des constructions (dur ou en banco traditionnel) au sein d'un même quartier ou de tissu urbain. Il correspond au cas le plus fréquemment rencontré dans la zone d'étude (habitations de bas et moyen standing);
- **Quartiers traditionnels** : ils sont caractérisés par des habitations de bas standing, avec un très faible niveau d'équipement en terme d'eau, de voirie, d'électrification, etc. Dans cette zone, l'habitat est généralement collectif, les voies d'accès sont dégradées et la concentration de la population très élevée posant beaucoup plus de problèmes d'hygiène;
- **Quartiers spontanés** : Ils correspondent à tous les quartiers ne disposant pas de plan de lotissement et demeurant dans un statut d'irrégularité foncière. Les constructions sont des logements provisoires, en banco ou paillotes et abritent les ménages les plus pauvres de la ville.
- **Villages urbains** : ce sont des villages qui étaient anciennement implantés en périphérie de la ville ; ils ont progressivement été intégrés dans le tissu urbain et se caractérisent par de très fortes densités (de 200 à 400 hab/ha), par l'absence de trame régulière et un très faible niveau d'accès aux services urbains : eau, électricité, caniveaux, voies d'accès, etc. (habitations de bas standing).

Tableau 1: Répartition des quartiers par type de zone d'habitation

Zones d'habitation	Résidentielles	Périphériques résidentielles	Mixtes	Traditionnelles	Spontanées	Villages urbains
Nombre de quartiers	5	11	20	7	2	5

Une description des différents types de standing est donnée à l'annexe 1 conformément à la description faite dans le PUR (2007).

1.2.3. Activité socio-économique

Plusieurs activités socio-économiques sont pratiquées dans la ville de Niamey et concernent tous les secteurs. Les principales par ordre d'importance sont : le commerce, l'industrie, l'artisanat, l'agriculture, l'élevage, la pêche.

➤ L'agriculture

L'agriculture est l'une des principales sources de revenus de la population (15%) de la ville de Niamey. Elle se fait sous forme de cultures pluviales, maraîchères et de riziculture sur 16 426 ha de terres cultivables (PRUI, 2009). Les cultures pluviales sont celles de

céréales (mil, sorgho) dont la récolte est essentiellement destinée à la consommation familiale. La riziculture se fait en culture intensive en bordure du fleuve sur environ 700 ha dans des aménagements modernes ou traditionnels. Le maraîchage est aussi pratiqué le long du fleuve, associé à la culture de fruits et dans les bas-fonds du Gounti Yéna en pleine ville pour le besoin des citoyens. Les jardins sont irrigués avec l'eau du fleuve ou des puits au bord du fleuve et avec les eaux de l'émissaire du Gounti Yéna.

➤ **L'élevage et la pêche**

L'élevage est pratiqué par les populations périurbaines et concerne les bovins, les ovins, les caprins, les ânes, les équins et très peu les camelins. Le cheptel a été estimé à 296 500 têtes en 2009 (INS, 2010). L'élevage domestique est surtout pratiqué pour les animaux de basse cours dont le nombre est difficile à chiffrer ; cependant il existe quelques fermes avicoles fonctionnelles dont l'effectif est estimé à 219 437 têtes toutes volailles confondue (RGAC, 2006).

La pêche est pratiquée sur les deux rives du fleuve Niger à des fins commerciales mais aussi comme loisir pour certains habitants de la ville. Elle se fait également sur des mares permanentes et semi-permanentes ; la pisciculture est pratiquée dans des stations piscicoles privées. Cependant, cette activité qui représente une grande source de revenu pour la population est menacée par l'invasion du fleuve par la jacinthe d'eau et la pollution continue car il est le réceptacle final des déchets liquides générés par la ville.

➤ **Commerce, artisanat et industrie**

La ville abrite 33% des établissements commerciaux du Niger et 60,45% du commerce urbain (CUN, 2006). On distingue deux types de commerce à savoir le commerce structuré, moderne ou formel et le commerce non structuré, traditionnel ou informel qui représente près de 41 % du secteur. En matière d'industrie, la ville compte une trentaine d'unités œuvrant dans la transformation agro-alimentaire, la production des produits laitiers et de boissons gazeuses, le textile, la chimie, le papier, l'abattage d'animaux, la tannerie et les hydrocarbures. A cela il faut ajouter les potentialités hôtelières et touristiques.

L'artisanat est une activité pratiquée traditionnellement ; elle est l'apanage d'une classe socioprofessionnelle : forgerons, cordonniers, tisserands, potiers, etc. Les activités artisanales se font dans les ateliers ou des structures spécialisées (village artisanal de

Wadata, musée national, centre des métiers du cuir et d'art). Les produits sont issus de la transformation du métal, du bois, du tissu, du cuir, etc. (PRUI, 2006).

1.2.4. Situation sanitaire

La Communauté Urbaine de Niamey possède de nombreux centres de santé publics et privés. Ces centres sont des hôpitaux nationaux ou communaux, des polycliniques, des cliniques, des maternités, des cabinets de soins généraux ou spécialisé (dentaires, ophtalmologiques etc...).

Les maladies les plus fréquentes sont le paludisme et les affections respiratoires et digestives faute de bonnes pratiques d'hygiène et de salubrité dans la ville.

1.2.5. Eau et assainissement

La ville de Niamey est alimentée en eau potable par la Société d'Exploitation des Eaux du Niger (SEEN). La ressource en eau potentielle est le fleuve et la gestion est assurée par la Société du Patrimoine des Eaux du Niger (SPEN). La SPEN possède les infrastructures, la SEEN exploite les installations et assure la distribution.

Les maisons sont connectées au réseau par des branchements privés, cependant quelques bornes fontaines pourvoient à l'approvisionnement des ménages ne disposant pas de branchements privés particuliers. Il existe aussi des forages et puits d'eau dans les quartiers périphériques et villages urbains qui ne sont pas encore desservies par la SEEN.

Les eaux pluviales de la ville sont drainées par un réseau de drainage couvrant partiellement la ville, les anciens quartiers qui sont le plus souvent obstrués par les déchets solides, ce qui entraîne des problèmes de stagnation d'eaux résiduelles et d'inondation dans certains quartiers. Ces collecteurs ont leur exutoire dans les émissaires naturels en ville ou dans les cours d'eau à la périphérie rejoignant le fleuve.

La totalité de la ville utilise le système d'assainissement autonome et les ouvrages de base sont les latrines. Selon les études de la JICA (2001), 67 % de la population utilisent les latrines, 25% utilisent les toilettes modernes et le reste font leur besoin dans la nature.

Les ordures ménagères sont collectées au niveau des ménages puis déchargées dans les bacs à ordures déposés dans les quartiers par la mairie, avant d'être transférées vers les décharges localisées à la périphérie. Les consignes d'utilisation des bacs ne sont pas respectés ce qui entraîne des dépotages sauvages dans les quartiers et l'enfuis des déchets dans les rues.

2. Etat des lieux de la gestion des boues de vidange

Cette partie traitera sur

2.1. Travaux de terrain

Afin d'effectuer l'état des lieux de la gestion des boues de vidange il a été effectué des travaux de terrain qui ont consisté à des enquêtes par questionnaires auprès des ménages et des entretiens semi-directs. Ils ont permis de situer la gestion des boues de vidange dans la zone, de porter une amélioration sur la filière de gestion actuelle et d'établir des hypothèses sur les paramètres permettant le dimensionnement de la station de traitement.

2.1.1. Enquêtes par questionnaires auprès des ménages

Les questionnaires ont visé les chefs de famille des ménages et l'outil utilisé est une fiche d'enquête et observation (annexe 2).

Il a été effectué un échantillonnage de la zone d'étude pour obtenir les informations cherchées. La méthode utilisée est celle du choix raisonné à deux degrés en utilisant le sondage stratifié (Wethe, 2009).

La première stratification a permis de répartir les cinquante (50) quartiers en zones homogènes selon la caractérisation des zones d'habitation faite par la PUR (2007). Ils sont regroupés en cinq (5) groupes définissant les tissus urbains à savoir les zones d'habitation résidentielles, périphériques résidentielles, mixtes, traditionnelles, les villages urbains et les quartiers spontanés. L'extraction de l'échantillon primaire représente le premier niveau de stratification. Elle a permis de regrouper les tissus urbains en deux catégories :

- les quartiers traditionnels, les quartiers spontanés et les villages urbains où sont rencontrés les ménages les plus défavorisés et dont les conditions d'assainissement sont déplorables. Quatorze (14) quartiers sont comptés dans cette catégorie. La description faite de ces type et quartiers par le CUN et la bonne connaissance de la zone d'étude (ville d'origine), exclue ces quartiers au premier niveau de la démarche.
- les zones d'habitations mixtes, périphériques résidentielles et résidentielles dont le niveau de vie est nettement supérieur. On identifie trente-six (36) quartiers dans cette catégorie.

Cette deuxième catégorie est définie zone susceptible d'utiliser la vidange mécanique et constitue notre échantillon primaire.

Les unités secondaires sont extraites de l'échantillon primaire. Le sondage à choix raisonné nous permet de limiter l'échantillon secondaire (Wéthé, 2009). Ainsi nous avons fixé à 1/5^{ème}

de l'échantillon primaire le nombre d'unités constituant l'échantillon secondaire soit sept (7) quartiers. Il a été retenu après sélection, les quartiers Plateau, Yantala haut, Kouara Kano, Foulani Kouara, ORTN, Koubia et Route Tillabéry.

Ce choix satisfait aux critères de représentativité de l'échantillon primaire (respect des tissus urbains) et ceux techniques portant sur le thème par rapport au voisinage de ces quartiers avec le site choisi à priori nous permettant d'avoir une appréciation directe par les riverains.

La répartition de la population dans les quartiers est obtenue à partir de celle donnée par le RGP et le taux d'accroissement de la population 3,44% en 2012. La taille moyenne d'un ménage dans la ville de Niamey est fixée à 6,7 personnes (EDSN-MICS III, 2006). On obtient ainsi un totale de 17582 ménages repartis dans les sept (7) quartiers.

Tableau 2 : Nombre de ménages sur la zone à enquêter

Quartiers à enquêter	Type de quartiers	Population 2001	Population 2014	Nombre de ménages
Kouara kano	périphérique Résidentiel	10843	16831	2512
Plateau	résidentiel	8637	13407	2001
Yantala haut	mixte	47550	73807	11016
Foulani kouara	périphérique Résidentiel	2161	3354	501
ORTN	mixte	3750	5821	869
Route tillabéry	périphérique Résidentiel	2319	3599	537
Koubia	périphérique Résidentiel	630	978	146
total		75890	117797	17582

La détermination de nombre de ménages à enquêter est faite en considérant que les 7 quartiers ont une probabilité de 1/36 de faire partir de l'échantillon final. Nous avons pris un taux de sondage de 1/36. Avec 17 582 ménages dans la zone, le nombre de ménages à enquêter est de 488.

Les contraintes financières et temporelles nous ont conduits à réduire ce nombre à 18% de l'effectif soit 89 ménages.

La répartition de l'échantillon sur les différents quartiers est faite proportionnellement au nombre de ménages qu'ils possèdent.

Tableau 3 : Répartition de l'échantillon par type de quartier

	Résidentiel	Périphérique résidentiel	Mixte	Total
Nombre de ménages	2001	3696	11885	17522
Nombre de ménages (%)	11%	21%	68%	100%
Echantillon ménages	10	19	60	89

Tableau 4 : Répartition de l'échantillon par quartier en fonction du nombre de ménages

Type de quartier	Echantillon / type de quartiers	Nombre ménages	Quartiers	Nombre ménages	Pourcentage ménages / type quartier	Echantillon / quartier
Résidentiel	10	2001	Plateau	2001	100%	10
Périphérique résidentiel	19	3696	Kouara kano	2512	68%	13
			Foulan kouara	501	14%	3
			Route tillabery	537	15%	3
			AR	146	4%	1
Mixte	60	11885	Yantala haut	11016	93%	55
			ORTN C1	869	7%	4
Total						89

Le site retenu étant situé dans le quartier AR Koubia, nous avons ramené le nombre de ménages à enquêter dans ce quartier à cinq (5) afin d'obtenir une meilleure appréciation de l'emplacement de ce dernier par la population riveraine. Cela nous a donné un total de 94 ménages à enquêter.

2.1.2. Entretiens semi-directs

Dans le cadre de cette étude, des entretiens semi directs ont été engagés avec les représentants du service d'hygiène et d'assainissement, les entreprises de vidange et vidangeurs manuels de la localité, les gérants des toilettes publiques et les agriculteurs intéressés par l'engrais naturel.

L'entretien avec les représentants des services d'assainissement a concerné ceux de la ville Niamey et de l'arrondissement communal 1. Ils ont été abordés sur les aspects portant sur les réglementations dans la gestion des boues de vidange et les pratiques bonnes ou mauvaises de la population en matière d'assainissement.

Les entretiens avec les vidangeurs mécaniques et manuels ont porté sur leurs moyens matériels (type, nombre, état...) et l'organisation de leur travail.

Ils ont visé toutes les entreprises de vidange, le Directeur du garage (parc, matériels) de la mairie, les gérants des camions vidangeurs des institutions qui en possédant telles que la Société Nigérienne de Téléphonie (SONITEL) et les Forces de l'Armée Nigérienne (FAN) ainsi que quelques vidangeurs manuels.

L'entretien avec les gérants des toilettes publiques a concerné cinq (5) édifices parmi les soixante-six (66) recensés dans la zone d'étude. La taille de l'échantillon a été calculée avec

la même méthode stratifiée appliquée pour les enquêtes ménages donnant un taux de sondage de 1/15. Les unités de sondage considérées sont les cinq (5) arrondissements communaux et les trois (3) types d'ouvrages d'assainissement existant dans la CUN dans les édifices publics. Les cinq (5) toilettes ont été sélectionnées selon qu'elles soient dans une zone de forte concentration humaine, à gérance individuelle ou privée et le montant de la redevance.

Les agriculteurs ont été approchés pour appréhender leur intérêt vis-à-vis des boues de vidanges et leur demande/besoin en engrais biologique.

2.1.3. Observations directes

Cette partie a consisté en une appréciation visuelle des sites de dépotage des boues de vidanges autorisés et non autorisés de la ville. Elle a permis de relever l'état des sites et faire une notation sur les milieux récepteurs (sol, air, végétation et faune) par rapport aux différentes activités qui sont menées sur le site.

Elle a aussi concerné les ouvrages d'assainissement autonomes des habitations lors des enquêtes auprès des ménages.

2.2. Cadre institutionnel, législatif et réglementaire du secteur de l'assainissement

2.2.1. Cadre institutionnel

Le sous-secteur de l'assainissement au Niger fait intervenir plusieurs acteurs :

- **Les services de l'Etat** chargés d'élaborer les textes législatifs et réglementaires, de définir les normes et d'assurer le suivi de leur application. Il s'agit :
 - Du Ministère de l'Hydraulique et de l'assainissement ;
 - Du Ministère de la Santé Publique ;
 - Du Ministère de l'Environnement de la salubrité urbaine et du développement durable;
 - Du Ministère de l'Urbanisme et de l'habitat ;
 - Du Ministère de l'enseignement de base, de l'alphabétisation, de la promotion des langues nationales et l'éducation civique ;
 - Du Ministère de l'agriculture.
- **Les communes** à travers les Plans de Développement Communaux (PDC) interviennent généralement pour la construction des latrines, la gestion des déchets solides et des eaux pluviales.

- **Les habitants** : ce sont les bénéficiaires des ouvrages d'assainissement autonome, les habitants sont les producteurs boues de vidange et constituent les clients des opérateurs. La connaissance de leurs caractéristiques et des profils sociaux renseigne sur leurs capacités contributives et leur volonté à payer les services de vidange.
- **les vidangeurs** : on en distingue deux catégories à l'instar des villes africaine ; il s'agit des vidangeurs manuels et les vidangeurs mécaniques. La différence entre les deux se situe au niveau de technique de vidange utilisant respectivement des moyens rudimentaires et modernes.
- **Les agriculteurs** : ce sont les principaux intéressés de la matière de vidange. Les agriculteurs utilisent les boues de vidange dans leurs champs par épandage afin de fertiliser le sol et avoir une meilleur production.
- **Le secteur privé** : il s'agit des bureaux d'études et entreprises d'exécution des travaux pour la réalisation des infrastructures d'assainissement, mais aussi de prestataires de service de désinfection et d'enlèvement manuel ou mécanique des déchets solides et des eaux usées ;
- **La société civile** : il s'agit d'Organisations Non Gouvernementales (ONG) nationales qui réalisent des infrastructures familiales ou scolaires d'assainissement et sont parfois chargées de l'intermédiation sociale sur les projets AEPHA ;
- **Les Partenaires Techniques et Financiers (PTF)** : ce sont les pays, organismes de coopération et institutions financières qui appuient l'Etat, les communes et les ONG dans la réalisation des projets d'assainissement.

2.2.2. Cadre législatif et réglementaire

En matière de législation et réglementations dans le secteur de l'assainissement au Niger, on peut se référer aux lois et ordonnances ainsi qu'aux différents codes qui régissent le domaine. Il s'agit notamment :

- De la loi n°98-56 du 29 décembre 1998 portant loi cadre relative à la gestion de l'environnement ;
- De la constitution du 16/7/99 et à son article 27, alinéa 1 ;
- De la loi portant composition, organisation et fonctionnement du Bureau d'Evaluation Environnementale et des Etudes d'Impact (BEEEI) ;
- Le code de l'Environnement ;
- Le code de l'hygiène.

2.3. Pratiques actuelles dans la gestion des boues de vidange

Les pratiques actuelles en matière de gestion des boues de vidange ont été sérieées à partir des enquêtes menées dans le cadre de cette étude.

2.3.1. Ouvrages d'assainissement

Les ouvrages d'assainissement sont classés respectivement selon leur catégorie d'usage en ouvrages individuels (familiaux) et ouvrages communautaires (édicules publics).

2.3.1.1. Ouvrages individuels

Les ouvrages individuels sont ceux rencontrés dans les ménages et destinés à une utilisation propre aux membres de la famille. L'enquête menée a relevé quatre (4) types d'ouvrages :

- Les latrines traditionnelles (LT) : elles comprennent une fosse surmontée d'une dalle en béton dans laquelle est ouvert un trou de défécation. La fosse est souvent renforcée sur la partie supérieure par deux ou trois rangées de maçonneries en mortier de ciment ou en briques de terre. La superstructure est en matériau locaux le plus souvent identique à ceux du reste de la maison.



Photo 1 : Latrine traditionnelle

- Les latrines sanplat (LS) : ce sont des latrines traditionnelles améliorées qui se différencient des LT par leur dalle sanplat à la surface dure et sans fissures orientée vers le trou pour faciliter le nettoyage. Elle dispose aussi de deux pose-pieds surélevés et d'un couvercle fermant le trou et permettant de lutter contre la prolifération des mouches et des cafards et réduire le dégagement d'odeurs.



Photo 2 : Latrine sanplat

- Les latrines VIP : c'est une latrine améliorée munie d'une fosse dont les parois intérieures sont renforcées de mortier de ciment ou de maçonneries, d'une dalle percée d'un trou de défécation, d'un tuyau de ventilation en PVC disposant à son sommet une grille anti-insectes.



Photo 3 : Latrine VIP

- Les toilettes à chasse manuelle (TCM) : elles comprennent une superstructure, une cuvette à siphon hydraulique connectée à deux fosses utilisées en alternance. Pour ce genre d'ouvrage les excréta sont déposés dans une cuvette puis évacués par un faible volume d'eau (5L à 10L) versé à la main à travers une conduite de liaison ou à l'aide d'un seau d'eau. Une réserve d'eau reste au fond de la cuvette créant ainsi un siphon hydraulique contre les odeurs et les insectes. Ces fosses sont souvent utilisées pour l'évacuation des eaux usées ménagères à travers le trou de vidange ou des ouvrages aménagés pour recevoir les eaux.



Photo 4 : Toilettes à chasse manuel

Les résultats de l'enquête donnent un taux d'accès aux ouvrages d'assainissement de 98% et une prédominance des toilettes à chasse manuelle dans la répartition de ces ouvrages (40%). Les latrines traditionnelles sont présentes dans 22% des ménages, les LS à 14% et les VIP à 7%. Il a été identifié aussi que certains ménages disposent de deux types d'ouvrages dans leur cour de maison à savoir un toilette moderne (TCM) et une latrine améliorée (figure 2). La répartition des ouvrages d'assainissement en fonction du type de standing présente que 100% des habitations de bas standing utilisent les latrines traditionnelles, 100% du très haut standing disposent de TCM et 100% des provisoires n'ont pas de latrine

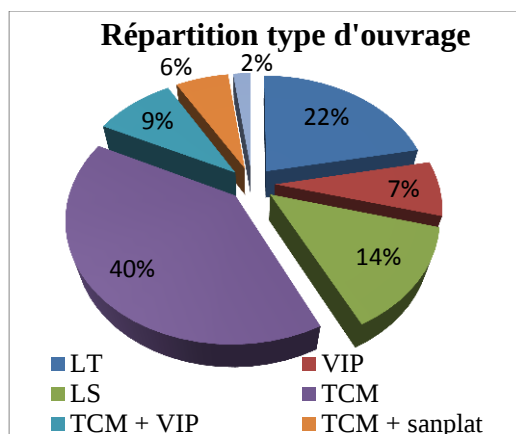


Figure 2 : Répartition des types d'ouvrages d'assainissement

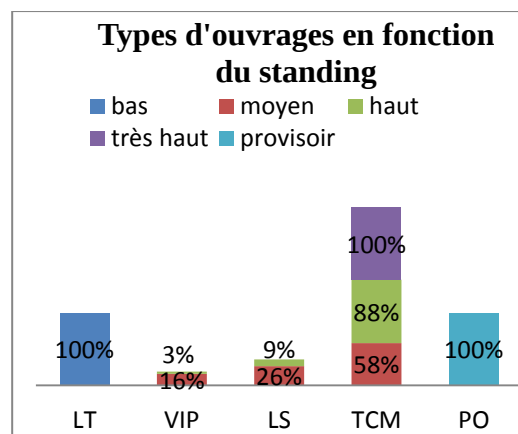


Figure 3 : Répartition des types d'ouvrage en fonction du standing

La prédominance des TCM peut s'expliquer par le type des tissus urbains enquêtés et cela peut informer sur la dilution des boues car ces ouvrages utilisent un volume d'eau considérable. Aussi, on peut prévoir à partir de cette analyse d'importante quantité de boues produite dans la zone étudiée.

Cependant, nous remarquons également la présence des LT jusqu'à 22% dans ces catégories de zones d'habitations. Ainsi, la prise en compte de ces dernières dans les plans de construction d'ouvrages d'assainissement améliorés est nécessaire.

Ces différents chiffres contribueront à cibler les ménages ayant besoin d'un ouvrage d'assainissement amélioré.

La fréquence de vidange de ces ouvrages est représentée par les figures 4 et 5 ci-dessous :

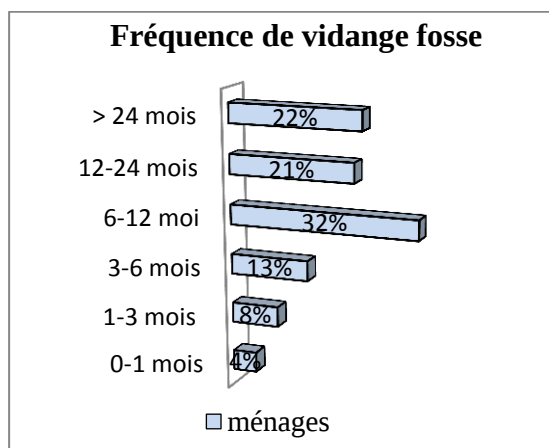


Figure 4 : Fréquence de vidange des ouvrages

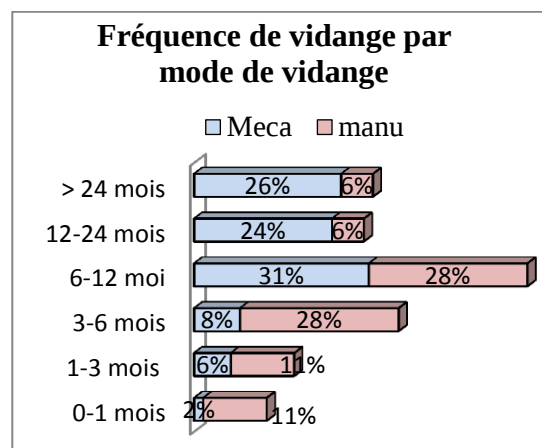


Figure 5 : fréquence de vidange des ouvrages par mode de vidange

La figure 4 montre que 78 % des ménages vidangent leur fosse avant deux ans et 32 % de ménages ont une fréquence comprise entre 6 et 12 mois. Sur la Figure 5, nous constatons que les plus basses fréquences de vidange sont rencontrées en vidange manuelle. 88% des ménages qui utilisent la vidange manuelle vident leur fosse en moins d'une année contre seulement 49 % pour la vidange mécanique. Cela indique que la vidange mécanique offre de plus grandes fréquences de vidange. Ces résultats peuvent contribuer dans la sensibilisation de la population sur l'incitation à la vidange mécanique par rapport à la réduction du coût d'entretien de leurs ouvrages.

Les tarifs de vidange dans la moitié des ménages sont compris entre 10 000 F CFA et 15 000 F CFA l'essentiel de la vidange mécanique (94%) est faite à partir de 10 000 F CFA tandis que le prix de la vidange manuelle ne dépasse pas 10 000 F CFA.

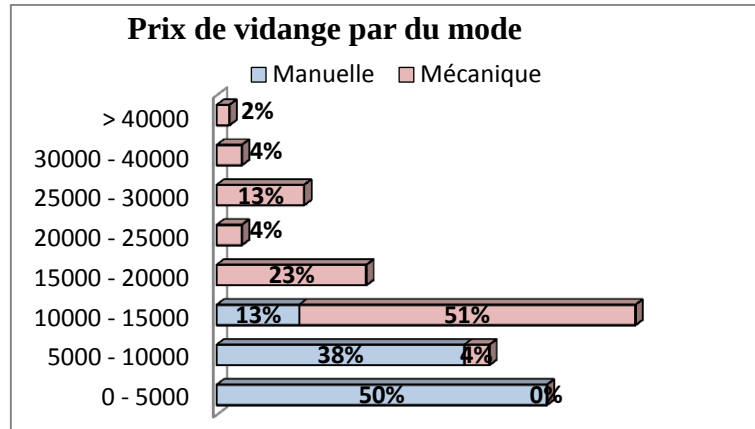


Figure 6 : Prix de vidange par mode de vidange

Cette analyse peut permettre de comparer ces tarifs avec les informations données par les vidangeurs. Elle montre également la différence de tarifs de vidange pour les deux types de mode de vidange qui peut expliquer la persistance de la pratique utilisant des moyens rudimentaires (vidange manuelle).

2.3.1.2. Ouvrages communautaires

Les ouvrages communautaires identifiés dans la zone d'étude lors de nos enquêtes sont essentiellement les toilettes publiques et les blocs de latrines scolaires.

Les toilettes publiques dans la zone d'étude sont au nombre de soixante-six (66) localisés dans les zones de concentration de commerces, les marchés, les gares d'automobiles et les mosquées.

Elles sont construites soit par des privés, par la CUN et les arrondissements communaux sur fonds propres ou à travers des projets financés par les partenaires de l'Etat et, dans une certaine mesure, par les services étatiques.

La gestion de ces édifices est assurée par les propriétaires ou les communes qui les mettent en gérance déléguée moyennant une redevance mensuelle qui est comprise entre 5000 et 90000 F CFA. Les latrines dans ces lieux sont de type traditionnel, sanplat et à chasse manuelle.

Les établissements scolaires sont équipés des blocs de latrines sèches dont la plus part sont déclarés non fonctionnelles. Il a été rapporté lors des entretiens, un nombre de 1594 latrines dans les écoles d'enseignement de base et elles sont vidangées manuellement à la demande des directeurs d'écoles au près des inspections. Les établissements d'enseignement secondaire

comptent 1536 latrines sèches vidangées mécaniquement par CUN à la demande des directeurs d'écoles.

La prise en compte de ces types ouvrages est alors nécessaire pour le choix de la technique de traitement car utilisent la vidange mécanique donc leur produit de vidange est susceptible d'être reçu par la STBV. Les boues produites dans ces genres de locaux sont plus fraîches que celles des ouvrages individuels. En effet, les boues provenant des lieux publics sont vidangé à des fréquences plus élevées ce qui demande plus de temps pour leur stabilisation lors des traitements.

2.3.2. Mode d'évacuation des boues de vidange

Les deux modes d'évacuation des boues de vidange relevés dans la zone d'étude sont la vidange mécanique et la vidange manuelle. Elles sont pratiquées à des proportions de 66 % pour la vidange mécanique, 19 % pour la vidange manuelle et 15% des ménages n'ont pas encore vidangé leur fosse. Cette prédominance de la vidange mécanique représente un potentiel pour notre projet qui ne concerne que cette filière.

2.3.2.1. Vidange mécanique

La vidange mécanique est pratiquée à Niamey par huit (8) entreprises et des institutions telles la SONITEL, l'armée et la CUN détenant au total 20 camions vidangeurs.

Les structures formelles pratiquant la vidange mécanique sont en général des entreprises de familles ou unipersonnelles auxquelles viennent s'ajouter des particuliers exerçant dans l'informel.

Deux entreprises seulement disposent d'un siège et les autres vidangeurs stationnent sur les places publiques de la ville. Le contact avec les clients qui sont en majorité des privés, se fait à l'aide d'un numéro de téléphone qui s'affiche sur les camions ou à la leurs lieux de stationnement (rond-point Gadafawa, ront point Haro banda, Place Toumo, Fada Loubatou) ou encore via des démarcheurs qui sont récompensés en moyenne à raison de 1 000 F CFA par client « rapporté ».

Des institutions telles que la SONITEL, l'armée et la CUN disposent chacune de camions vidangeurs pour la vidange des fosses de leurs locaux et celles des domiciles de leur personnel. Les camions vidangeurs de la CUN interviennent pour le curage des caniveaux, des fosses d'établissements publics (écoles, formations sanitaires, etc) à la demande des

arrondissements communaux, ainsi que chez leur personnel (contre paiement de 10 000 CFA) et, en cas de disponibilité, ils sont mis à disposition de particuliers qui paient le service à 20 000 F CFA.

La moyenne journalière de rotation des camions se situe autour de 3 et 4. Le coût de la prestation du service de vidange est fixé en moyenne à 15 000 F CFA pour un volume inférieur 6 m³. Pour les volumes supérieurs, le prix varie en fonction de la capacité de la citerne. L'équipe de vidange est constituée de trois (3) personnes en général.

Les difficultés énoncées par les vidangeurs lors des entretiens sont pour la plus part l'éloignement des sites de déversement, l'impraticabilité des voies d'accès, la vétusté des camions (moyenne d'âge 15 ans), l'inexistence d'un cadre organisationnel de la profession, la concurrence « déloyale » des institutions et la redevance qu'ils doivent aux propriétaires fonciers de certains sites.

2.3.2.2. Vidange manuelle

Elle consiste à vider et curer les fosses au moyen d'un seau attaché à une corde sous forme de puisette. Les déchets sont déversés dans un trou creusé au préalable dans la cour ou à la devanture de la maison ou encore acheminés et déversés dans les caniveaux au moyen d'un fût de 200 litres installé sur un chariot à deux roues. Les prix pratiqués sont de l'ordre de 5000 FCFA. Les vidangeurs manuels sont contactés par leurs clients à leur domicile ou à leurs lieux de regroupement. L'équipe de vidange est constituée de deux à trois personnes.

2.3.3. Sites de dépotage

Pour le dépotage des boues, il n'existe pas de site aménagé, clôturé et surveillé. Les vidangeurs sont tenus d'aller déverser les déchets en dehors de la ville. Il a été défini officiellement un site dégagé, des anciennes carrières, après chaque poste de police au niveau des cinq (5) sorties de la ville (Niamey – Dosso, Niamey – Tillabéry, Niamey – Filingué, Niamey – Ouallam et Niamey – Torodi).

Ces sites sont situés dans les cinq (5) communes de la ville (Figure N° 7) et chacune d'elle est responsable de son site. Cependant, les entretiens avec les vidangeurs nous ont permis d'identifier des sites non autorisés dont la localisation a été difficile.

Ces dépotages clandestins ont lieu pour des raisons de distance (plus proches de la ville), ou d'accessibilité (les voies d'accès à certains sites autorisés sont difficilement praticables

pendant la saison hivernale) ou encore à la demande des agriculteurs (fertilisation des champs). Une somme de 500 F CFA est versée par chaque entreprise pour ses rotations de la journée aux propriétaires fonciers ou à un agent de la mairie selon le site.

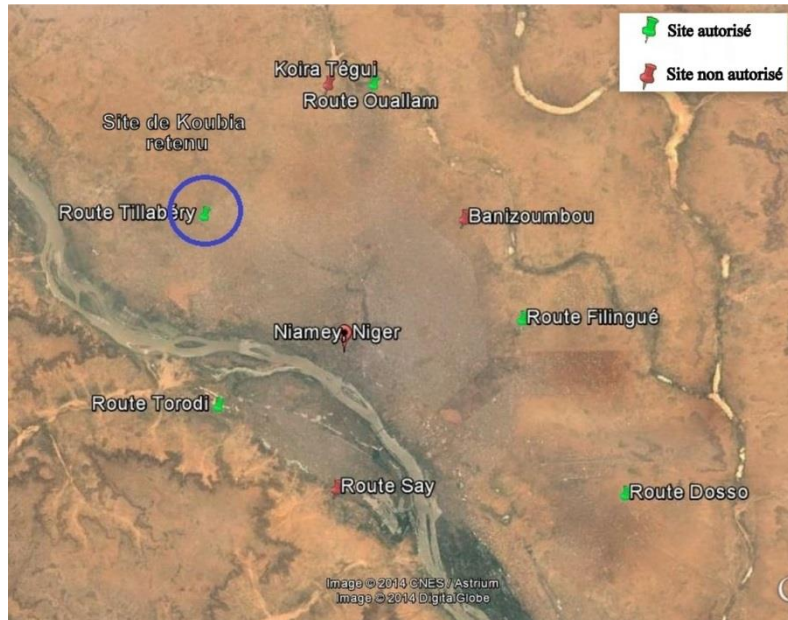


Figure 7 : Position des sites officiels et non officiels de dépotage des boues

Les observations sur le terrain ont permis de faire un état des lieux des sites autorisés sur l'occupation du terrain et le milieu récepteur (sol, faune, végétation, air). Les résultats sont présentés dans le tableau 5 suivant :

Etude contributive à l'amélioration du système de gestion des boues de vidange dans la ville de Niamey : bilan de la situation et proposition d'une filière de traitement

Tableau 5 : Observations sur les sites de dépotage officiels

Site	Occupation	Activités	Distance 1ère habitations	Observations			Faune
				Sol	Végétation	Air	
Koubia (route Tillabery)	centre de recyclage de sachets plastique et déchets verts, clôturé et possédant un incinérateur traditionnel	dépôt des déchets solides par la mairie, dépotage des boues de vidange par les entreprises, fouille des déchets par les riverains (enfants), incinération des déchets par les riverains (enfants)	quelques 30 m	terrain accidenté (ancienne carrière), latéritique	arbustes dispersés sur le site	dégagement de fumée issue de l'incinération des ordures par les enfants et celles issues des activités du centre de recyclage, dégagement de gaz d'échappement des camions vidangeur et poly benne, odeurs	abréviation du bétail sur le site
Route Filingué	site en phase de remblayage (réhabilitation du site)	dépôt des déchets solides par la mairie, dépotage des boues de vidange par	très loin des habitations	sol latéritiques, accidenté (ancienne carrière), présentant des traces de	Végétation absente	-	-
Aéroport (route Dosso)	-	dépôt des déchets solides par la mairie, dépotage des boues de vidange par les entreprises, fouille des déchets par les riverains (enfants)	-	terrain accidenté (ancienne carrière), latéritique	arbustes dispersés sur le site	-	-
Route Torodi	-	dépotage des boues de vidange	-	bas fond	couverture végétale dense	odeurs	reptiles
Route Ouallam	-	dépotage des boues de vidange	-	terrain plat	arbustes dispersés sur le site	-	-

2.3.4. Problèmes identifiés

Il a été identifié quelques mauvaises pratiques dans la gestion des BV :

- Concernant les ouvrages : il a été remarqué lors des enquêtes une mauvaise utilisation et gestion des ouvrages sanitaires marquées par :
 - la présence de déchets solides (bidons vides, sachets, chaussures...) dans les ouvrages encombrant les fosses ;
 - l'absence de couvercle chez les ménages utilisant les latrines sanplat laissant ainsi les eaux des pluies augmenter le volume des boues ;
 - le mauvais nettoyage des ouvrages après utilisation attire les insectes, causant des nuisances olfactives et favorisant la contamination fécale (photo 5) ;
 - L'utilisation des lieux d'aisance comme douches augmentant considérablement le volume des boues et les fréquences de vidange ;
 - la non étanchéité des fosses provoque des remontées après vidange ;
 - les fosses non couvertes accueillent les ordures ménagères ;
 - le débordement des eaux usées avant vidange des fosses sources de pollution des cours ;
 - la construction des fosses dans les rues, pratique strictement interdite par le code de l'hygiène cause d'insalubrité ;
- Au niveau de la collecte et de l'évacuation des boues tant au niveau de la vidange mécanique que manuelle il est relevé :
 - le manque d'équipements de sécurité (gants, bottes, combinaison, cache-nez) chez les vidangeurs ce qui les expose aux risques de contraction de maladies liées au contact avec la matière fécale ;
 - l'éclaboussement des boues dans la cour pendant la vidange ;
 - la fuite des boues de la cuve pendant le transport.
- Au stade du dépotage il a été remarqué des mauvaises pratiques portant sur :
 - le dépotage des boues dans la cour ou dans la rue après vidange manuelle causant des désagréments et diverses pollutions (lessivage après les pluies) ou retour des boues dans les fosses ;
 - le déversement des boues dans les canaux d'évacuation des eaux de pluies ;
 - le déversement des boues dans les champs de cultures ;
 - le dépotage sur des sites non autorisés.



Photo 5 : Latrine mal nettoyées



Photo 6 : Fosse non couverte et envahie d'ordure



Photo 7: Absence d'équipements de protection



Photo 8 : Déversement dans un champ (SANI, 2009)

2.3.5. Organisation actuelle de la filière de gestion

Les enquêtes réalisées ont permis de décrire l'organisation actuelle de la filière de gestion. Cependant malgré les lois et textes existants dans le sous-secteur de l'assainissement, cette filière présente de nombreuses anomalies. Les différentes interactions entre les acteurs de la gestion des excréta sont représentées sur la figure 8 ci-dessous :

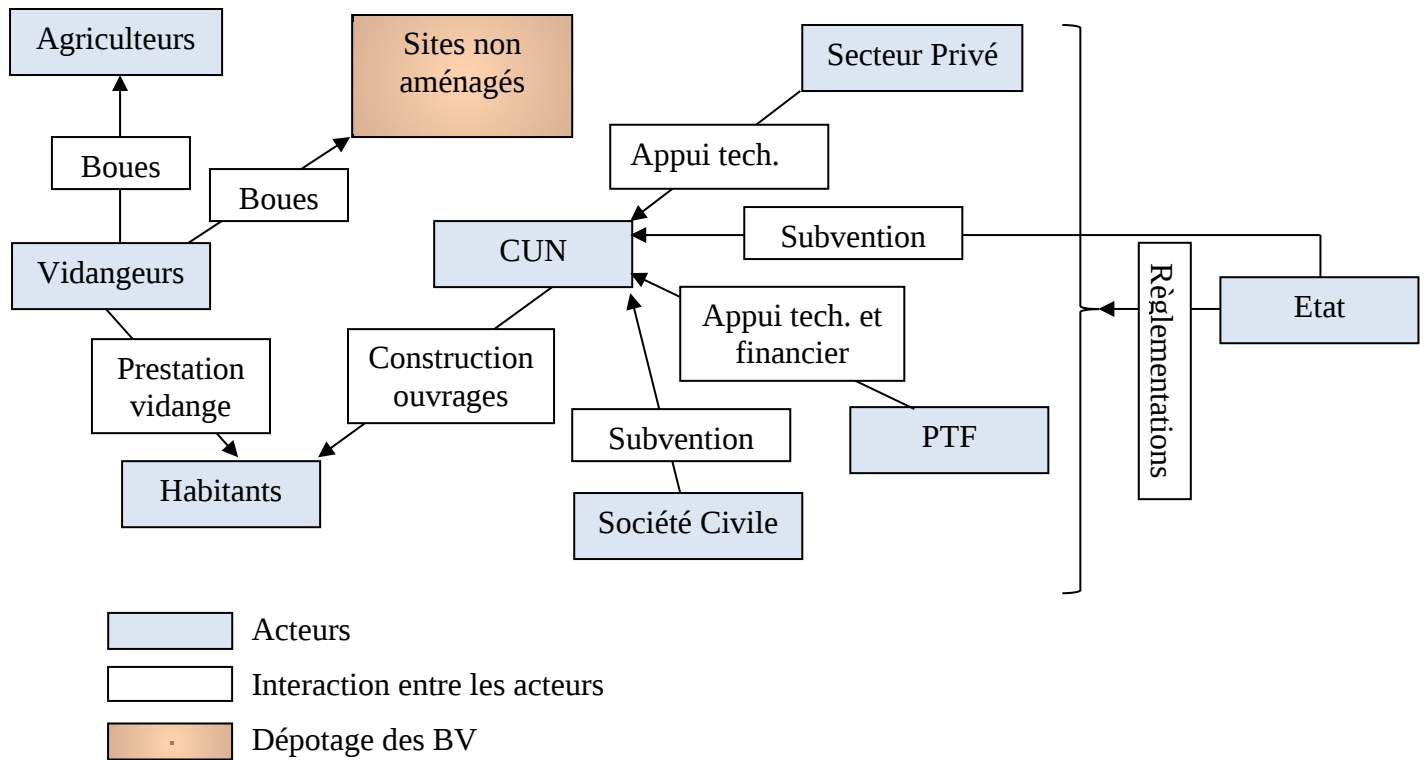


Figure 8 Organisation actuelle de la filière de gestion

3. Proposition d'amélioration sur la filière de gestion actuelle

En nous inspirant des travaux réalisés dans la sous-région (Sénégal, Burkina Faso, Mali, ...) dans le cadre de l'amélioration du système de gestion des boues de vidange, nous suggérons quelques stratégies et actions à mener au niveau de chaque maillon de la filière.

➤ *En ce qui concerne les ouvrages :*

- intégrer la construction et la réhabilitation des latrines dans les ménages des zones défavorisées dans les activités du PEAMU ;
- promouvoir les latrines améliorées subventionnées dans les ménages défavorisés ;
- informer/sensibiliser la population des risques sanitaires liés à la contamination fécale ;
- sensibiliser la population sur les règles d'hygiène, l'utilisation des ouvrages d'assainissement et leur gestion ;
- prendre en compte la gestion des boues lors de l'implantation des ouvrages d'assainissement sur les plans de construction et de lotissement ;
- construire avec des matériaux adéquats suivant le type d'ouvrage et de matériels de vidange.

➤ *En matière d'évacuation des boues :*

- créer une association de vidangeurs mécaniques ;
- instaurer des réglementations dans l'activité de vidange domestique (licence de vidange, taxe) ;
- étudier dans le cadre du PEAMU, la possibilité de dégager une ligne de crédit à l'intention des vidangeurs mécaniques formels pour l'acquisition de moyens de travail (camions 2ème main, équipements des éboueurs, etc.) ;
- aménager les voies d'accès aux sites de dépotage ;
- fixer avec les acteurs concernés les tarifs de la vidange mécanique en fonction du volume vidangé ;
- sensibiliser et informer les vidangeurs sur les risques sanitaires liés à la vidange des boues.

➤ *Concernant le dépotage des boues :*

- réaliser une station de traitement des boues de vidange ;
- supprimer les sites non contrôlés de dépôts de boues ;
- définir une loi sur l'obligation de dépoter sur les sites agréés ;

- prévoir des mesures d'incitation des vidangeurs à utiliser les sites agréés ;
- donner une valeur ajoutée aux sous-produits de traitement des boues (utilisation agricole) ;
- instaurer une taxe d'assainissement que les ménages doivent payer à la CUN pour le traitement de leurs boues de vidange sur la facture d'eau ;
- instaurer une taxe de dépotage que les vidangeurs doivent verser à la CUN pour dépoter les boues de vidange. Celles-ci doivent être fixées de façon à ne pas impacter le revenu des vidangeurs ;
- intégrer la population riveraine dans la gestion de la station future.

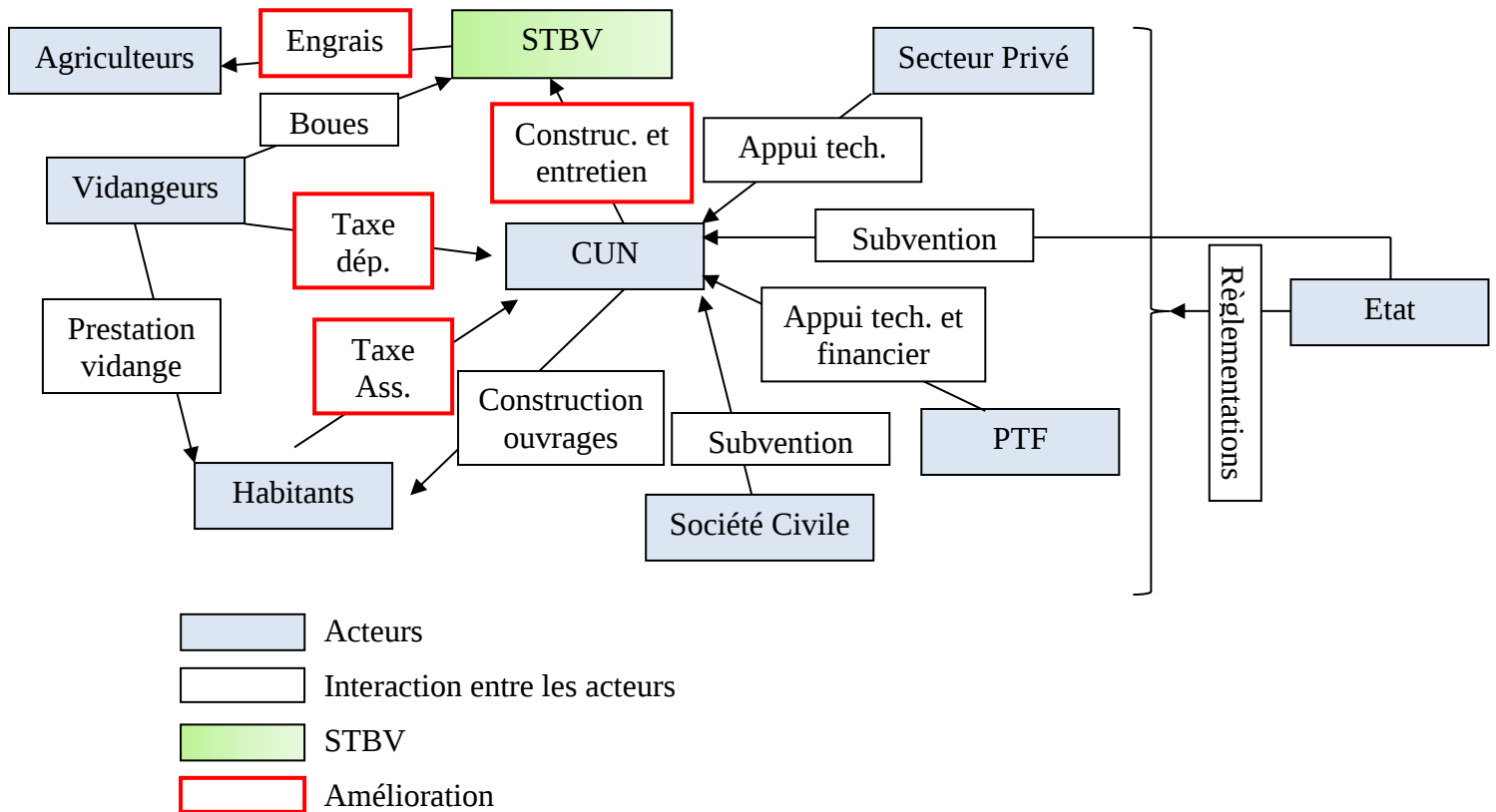


Figure 9 : Nouvelle organisation de la filière de gestion

4. Données de base pour le dimensionnement de la STBV

4.1. Site retenu

Le site choisi pour la construction de la station de traitement est le celui de Koubia sur la route de Tillabéry. Deux sites (Benguel Torombé et Koubia) étaient proposés par le schéma directeur de la JICA (2001) pour la gestion des déchets solides de la ville. Les études de faisabilités de sites de dépotage des boues de vidange pour 5 quartiers pilotes de la ville de Niamey (2003) ont retenu celui de Koubia. Ce choix était présidé par le fait que des études préalables ont été effectuées sur ce site pour le dépotage des déchets (études hydrogéologiques et géophysiques, position). Situé sur un espace public, ce site reçoit actuellement les boues de vidange et les déchets solides.

Cependant, lors de nos enquêtes auprès des ménages il a été relevé plusieurs aspects sur la perception de ce site par les riverains. En effet 42% des enquêtés ont répondu « non » à la question sur la convenance de ce dernier. Les différentes raisons qui ont été données sont relatives au voisinage du site avec les habitations. Les riverains du site ont noté des pollutions auxquelles ils sont exposés notamment les odeurs, les insectes, les bruits et les inondations lors de la saison pluvieuses.

En conséquence, des campagnes de sensibilisation sur le fonctionnement de la station doivent être programmées afin d'amener la population riveraines à accepter le projet dans leur quartier.

4.2. Production des boues de vidange

Les données utilisées par les méthodes proposées dans la littérature ne sont accessibles, les quantités de boues ont été déterminées à l'aide d'une approche utilisant comme paramètres de calcul :

- la capacité du parc camion, correspondant au volume net de l'ensemble des camions vidangeurs de la zone
- la moyenne des rotations en période de faible production (saison sèche) par camion et par semaine
- la moyenne des rotations en période de forte production (saison de pluie) par camion et par semaine
- la fréquence moyenne de curage de sable au fond des cuves
- la quantité de sable accumulés au fond des cuves avant curage

Il a été émis des hypothèses de calcul à partir des données recueillies lors des entretiens avec les vidangeurs et des généralités sur la zone d'étude. Ceux sont :

- ❖ la durée de la saison de fortes activités : 13 semaines
- ❖ la durée de la saison de faibles activités : 39 semaines
- ❖ la hauteur du sable dans la cuve avant curage égale au dixième de la hauteur de la cuve correspondant au niveau du tuyau de sorti des boues (mesurée sur un camion)
- ❖ le volume de sable dans la cuve augmente linéairement à chaque rotation

La quantité annuelle de boues produite est obtenue par :

$$Q = \sum_{i=1}^n (Q_{fi} + Q_{Fi})$$

Avec :

Q : la quantité de boues annuelle

Q_{fi} : la quantité de boues pendant la saison de faibles activités pour un camion donné « i »

Q_{Fi} : la quantité de boues pendant la saison de fortes activités pour un camion donné « i »

n : le nombre de camions vidangeurs de la zone d'étude

Les quantités de boues Q_f / Q_F s'obtiennent par :

$$Q_{f/F} = V_{BV} \times R_{f/F} \times N_{f/F}$$

Avec :

$Q_{f/F}$: la quantité de boues pendant la saison faibles ou fortes activités pour un camion donné

V_{BV} : le volume des boues transporté dans la cuve pour un camion donné

$R_{f/F}$: le nombre moyen de rotations par semaine en saison de faibles ou fortes activités pour un camion donné

$N_{f/F}$: le nombre de semaines dans la saison de faibles ou fortes activités

➤ **Détermination du volume de sable dans la cuve**

Posons : une cuve de forme ellipsoïdale et de volume 6 m^3 a pour dimensions longueur, largeur et hauteur respectives de 3,75 m, 1,9 m et 1,05 m. Les vidangeurs cure le sabla au fond de la cuve lorsque celui-ci atteint l'ouverture de vidange. Nous estimons que cette ouverture est au dixième de la hauteur de la cuve (mesurée sur un camion).

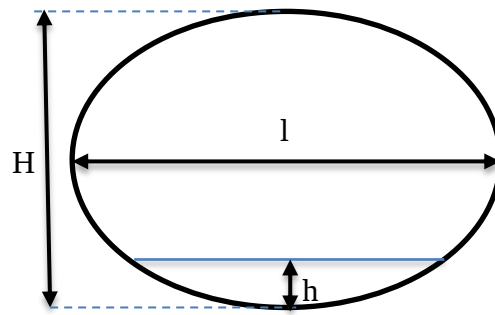


Figure 10 : schéma de la coupe d'une cuve d'un camion vidangeur

Le volume net de la cuve est $5,88 \text{ m}^3$

Le volume de sable accumulé est $V_s = 0,31 \text{ m}^3$

Le rapport entre le volume du sable dans la cuve et le volume net est $R1 = 0,052$

Le rapport entre le volume net de la cuve et celui indiqué par le constructeur est $R2 = 0,98$

➤ **Détermination du volume moyen des boues dans la cuve**

Soient V , V_{BV} et V_s respectivement le volume net de la cuve, le volume des boues de vidange dans le camion et le volume de sable dans le camion pour une rotation donnée. Alors pour toutes les rotations k , on a la relation $V = V_{BV-k} + V_{s-k}$.

Soit N le nombre moyen de rotations avant le curage alors $V_{s-N} = V_{sable}$. En émettant l'hypothèse que le volume de sable augmente linéairement à chaque rotation, nous avons alors : $V_{s-k} = \frac{k}{N} V_{sable}$ d'où

$$V_{BV} = V - \frac{N+1}{2N} \times V_s$$

Avec :

V_{BV} : le volume des boues collectées dans la cuve pour un camion donné

V : le volume de la cuve indiqué par le constructeur

N : le nombre moyen de rotation entre deux curages de sable

V_s : le volume de sable accumulé avant curage

Pour les 20 camions vidangeurs de la ville, nous posons les hypothèses suivantes :

- la durée de la saison sèche est de 39 semaines
- la durée de la saison pluvieuse est de 13 semaines
- le nombre de jour de travail est 6 jours selon les entretiens avec les vidangeurs
- tous les camions vidangeurs ont été pris en compte
- le volume net de la cuve s'obtient en multipliant le ratio $R2$ par le volume indiqué par le constructeur

- le volume de sable avant curage est égal au ratio R1 qui multiplie le volume net de la cuve
- le nombre moyen de rotations par semaines et la fréquence moyenne de curage de sable sont donnés par les vidangeurs lors des entretiens.

Une quantité annuelle de boues produites dans la zone d'étude de 181 089 m³ a été obtenue (voir annexe 3).

Cette quantité paraît raisonnable comparée à celle déterminée par les travaux de Sani (2009) qui était estimée à 154 149 m³ de BV pour la ville Niamey. Considérant l'évolution de la population sur 5 ans (2009 à 2014) avec un taux d'accroissement de la population de 3,44%, et une évolution probable de l'utilisation de la vidange mécanique, ce volume évalué par les études antérieures projeté en 2014 est nettement supérieur à celui de cette étude.

4.3. Caractéristiques des boues de vidange

Faute de temps et de moyens, la caractérisation des boues de vidange de la zone d'étude n'a pas pu être effectuée. Cependant la nécessité de cette donnée étant primordiale pour ce travail, nous allons assimiler les boues de vidange de Niamey à celles d'une ville située dans le même contexte. Le choix de cette ville portera sur des critères tels que le même type de système d'assainissement, d'ouvrages d'assainissement autonome, du mode de vidange et aussi du climat.

La ville de Ouagadougou a été retenue pour l'assimilation des caractéristiques des BV. En effet les mêmes types d'ouvrages d'assainissement, le même mode de vidange a été présenté par Cissé (2011) pour la ville de Ouagadougou. Aussi, la répartition saisonnière est similaire (caractérisée par une longue saison sèche) et les températures moyennes sont comparables ($\approx 30^{\circ}\text{C}$ à Ouagadougou selon Cissé en 2011). Dans la suite les données de la caractérisation des BV déterminées par Bassan et al. (2013) seront considérées.

Tableau 6 : Caractéristiques des boues considérées (Bassan et al., 2013)

	Climat	MS (mg/L)	MES (mg/L)	MVS (mg/L)	DCO (mgO ₂ /L)	DBO (mgO ₂ /L)	NH ₄ (mg/L)
Ouaga ²	tropical sec	11820	9014	6856	10725	1902	1230

4.4. Traitement des boues de vidange

4.4.1. Objectifs du traitement

L'objectif de traitement des boues est de stopper la propagation des risques sanitaires dans l'environnement en offrant aux différents vidangeurs un dépôt contrôlé et dont les résidus après traitement seront au moins compatibles :

- avec les conditions de rejet ou de réutilisation pour la fraction liquide;
- avec les dépôts de déchets solides pour la fraction solide.

4.4.2. Procédés envisageables

Les techniques de séparation solide-liquide sont envisageables pour le traitement des BV dans la ville de Niamey. Elles sont peu coûteuses et permettent d'atteindre les objectifs fixés pour le traitement. Il s'agit de :

➤ Bassin de sédimentation – épaissement

Cette technologie consiste en une séparation solide-liquide de l'effluent par stabilisation des boues. Ce sont des bassins de décantation simple qui permettent aux boues de se décanter et se déshydrater. Cette technique résout le problème de différence entre les boues faiblement chargées provenant des fosses septiques qui sont stables et celles provenant des toilettes publiques et latrines qui sont fortement chargées en leurs permettant de se dégrader en condition anaérobie dans les bassins. Après sédimentation, les deux phases liquide et solide sont traitées séparément avec des technologies adéquates.

➤ Lits de séchage non plantés

Les lits de séchage est un dispositif de drainage de la partie liquide des boues qu'il reçoit afin de leur permettre de se déshydrater et sécher facilement par évaporation. Le lit est constitué d'une couche de matériaux drainant (sable et gravier) garnis au fond de conduites perforées recueillant le lixiviat percolé. Une fois les boues séchées, elles sont séparées du sable avant chaque nouvel apport d'effluent pour être traitées. Le lixiviat collecté également doit être traité correctement.

➤ Lits de séchage planté

Ce procédé de traitement des boues de vidange est semblable aux lits de séchage avec l'avantage d'une évapotranspiration accrue grâce aux plantes (Pyramidalis, Typha ou Phragmites Echinochloa) qui sont fixées sur le lit. Les boues sont déversées sans curage de la couche précédente et le liquide percole à l'aide du système racinaire des plantes. Les boues

sèches sont curées et destinées à un traitement. Le lixiviat collecté également doit être traité correctement.

➤ La digestion anaérobie des boues non stabilisées

Il s'agit de d'une digestion anaérobie de boues non stabilisées ou partiellement stabilisées dans une fosse appelée réacteur ou digesteur. Cette opération produit du biogaz et des boues digérées pouvant être utilisées comme amendement.

4.4.3. Choix d'une technique de traitement

Le choix d'une technique dépend des caractéristiques et du volume des boues à traiter mais aussi d'un certain nombre de critères à prendre en compte par le concepteur. Il s'agit de la simplicité de la technique, son efficacité, son acceptation sociale, son coût de mise en œuvre et de fonctionnement, la technologie utilisée, l'espace qui peut être occupé et les risques de contamination liés à la technique.

Afin de choisir la technique la mieux adaptée, une analyse multicritères des techniques envisageables a été faite (annexe 4).

A l'issus de cette analyse il a été obtenu les résultats suivants :

Tableau 7 : Résultat de l'analyse multicritères :

Critères	Bassin épaississement /sédimentation	Lits de séchage plantés	Lits de séchage	Digestion anaérobie
total (+)	3	9	4	4
total (-)	5	9	7	6

Il ressort de cette analyse que le séchage des boues sur des lits plantés est la technologie qui convient le plus avec aucune différence entre les points négatifs et positifs contrairement au bassins de sédimentation/épaississement et les digesteurs anaérobies qui montre une différence de deux (2) points et les lits de séchages non plantés qui en ont jusqu'à trois (3) points. En effet, les lits de séchage plantés (LSP) ont fait preuves de bonnes performances épuratoires sur les expériences réalisées dans les pays d'Afrique (Cameroun, Sénégal) et d'ailleurs (France, Pologne, Danemark, USA, Thaïlande). Ces lits ont la capacité de filtrer des effluents fortement chargés jusqu'à 300 kg MS/m²/an (Kengne ; 2006) et offre une possibilité de réutiliser les boues déshydratées sans risque (Koottattep et al., 2005). Aussi, les plantes épuratoires utilisées peuvent être valorisées. Les plantes rencontrées dans ce type de procédé sont les roseaux (*Phragmites* sp) et les quenouilles (*Typha* sp.) (Kadlec et Chevalier, 1996; Brix, 1997; Nielson, 2003; Koottattep et al, 2002). Les macrophytes choisis doivent répondre à des critères tels la disponibilité, la croissance rapide dans des conditions de stress, la capacité

de transpiration élevé, rhizome de plus en plus profond et le système racinaire, la plantation facile, la tolérance à différents niveaux d'eau et la sécheresse, la tolérance à pH faible et élevé, la salinité (De Maeseneer 1997). Dans le cadre de cette étude, nous proposons l'*Echinochloa pyramidalis* compte tenu de sa disponibilité dans la région et selon Kengne Noumsa (données non publiées) ce macrophyte semble répondre à la plus part des critères cités ci-dessus. Les expériences réalisées sur les LSP d'*E. Pyramidalis* à la station pilote de Yaoundé et à grandeur réelle à Cambérène, ont donné de bons rendements épuratoires, présentés dans le tableau 8 suivant :

Tableau 8 : Performances épuratoires des LPS expérimentés (Kengne, 2006 et Abiola, 2006)

Paramètres	Performances épuratoires	
	LSP Yaoundé	LSP Cambérène
MES (mg/L)	92%	99%
MS (mg/L)	88%	97%
MVS (mg/L)	-	100%
DCO (mgO/L)	98%	99%
NH4 (mg/L)	78%	91%
PO4 (mg/L)	-	97%

De plus, cette plante présente un potentiel de fourrage important pouvant servir à l'alimentation du bétail.

Cependant, malgré les performances épuratoires de ce procédé, un traitement secondaire des boues déshydratées et du percolât est nécessaire (Kengne, 2006).

Pour le traitement secondaire de la fraction solide, nous proposons des aires de séchage naturel au soleil afin de d'assécher les boues complètement et d'assurer une désinfection totale des celles-ci. Les boues traitées seront proposées comme amendement aux agriculteurs afin de résoudre d'une part le problème de stockage de déchets et d'autre part la réduction des pratiques d'épandage de la matière de vidange dans les champs.

Pour le traitement de la fraction liquide, nous prévoyons des bassins d'évaporation. Ce choix se justifie par le fait que la zone d'étude ne dispose de STEP qui peut prendre en charge le traitement du percolât et de fortes évaporations sont enregistrées dans la zone d'étude. Aussi, la réutilisation agricole de ces eaux n'est pas envisageable compte tenu des caractéristiques du sol (pas de jardinage aux alentours) qui a été défini argileux et latéritiques sur 5m par les études géologiques réalisées sur le site (Hydro-conseil et CEH-SIDI, 2004). De plus, la position géographique du site ne permettra pas un écoulement des effluents traités vers les eaux de surface, il n'a pas été identifié d'exutoire à proximité.

5. Conception et dimensionnement de la STBV

5.1. Détermination du débit de traitement

Par hypothèse, les boues vidangées mécaniquement proviennent essentiellement des 36 quartiers de types résidentiels, périphériques résidentiels et mixtes. En 2001, ces 36 quartiers comptent 480 589 habitants. En considérant que :

- la taille moyenne d'un ménage dans la zone d'étude est de 6,7 habitants
- le taux d'accroissement est de 3,44%
- le taux d'accès à l'assainissement dans la zone est de 98% selon les résultats des enquêtes
- la proportion de ménages qui utilisent la vidange mécanique dans la zone est de 66% selon les résultats des enquêtes

Nous obtenons une production spécifique de 2,238 m³/ménage/an.

Tableau 9 : Détermination de la production spécifique par ménage

Population zone d'étude (2001)	Population zone d'étude (2014)	Production moyenne annuelle par ouvrage (m3)
539893	838028	2,238

La zone d'influence de la STBV est limitée aux quartiers de la commune 1 et 2 susceptibles de vidanger mécaniquement selon les entretiens avec les vidangeurs, il sera considéré seulement la production de 17 quartiers correspondant à 180295 habitants en 2001.

N'ayant pas de chiffre sur l'évolution des différents taux, nous posons en hypothèses que les populations de la zone d'étude auront les mêmes habitudes en matière d'assainissement et le taux de croissance de la population de 2012 restent constants à l'horizon du projet qui est de 10 ans (en 2024). Une quantité de boues égale à 84 804 m³ par an sera admise à la station soit 272 m³/j en moyenne.

Tableau 10 : Détermination du débit moyen journalier en 2024

Population zone STBV (2001)	Population zone STBV (2024)	Production annuelle STBV (m3/an)	Débit moyen journalier (m3/j)
180295	392451	84804	272

Une quantité de boues égale à 84 804 m³ par an sera admise à la station soit 272 m³/j en moyenne.

5.2. Filière de traitement

La filière de traitement comprendra les éléments représentés sur la figure 11 ci-dessous :

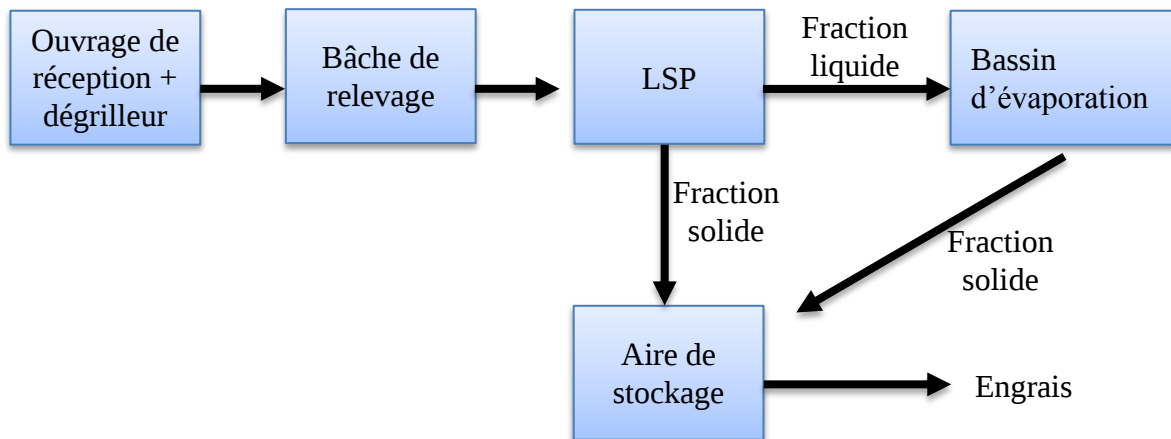


Figure 11 : Schéma de la filière de traitement

- Ouvrages de réception : les ouvrages sont aménagés pour faciliter le déversement des boues et leur évacuation jusqu'à la bâche de relevage. Ils consistent à un bassin de forme rectangulaire en béton convergeant vers un canal muni d'un système de dégrillage (voir annexe 7).
- Bâche de relevage : elle est conçue pour recevoir les effluents avant leur épandage sur les lits de séchage plantés. La bâche sera munie d'une pompe immergée puissante capable de la vider et un agitateur immergé pour homogénéiser les boues avant l'aspiration.
- Lits de séchage plantés : les lits de séchage permettent une séparation solide liquide des BV à l'aide d'un massif filtrant dans lequel sont repiquées des plantes semi-aquatiques, l'*echinochloa pyramidalis*.
- Bassin d'évaporation : cet ouvrage doit recueillir le percolât issu des LSP en vue de son évacuation.
- Aire de stockage : les boues déshydratées seront retirées après une durée de fonctionnement de 13 mois. Le curage des lits doit se faire après une période de repos prolongé de 3 mois afin d'optimiser la déshydratation et la minéralisation des boues.

5.3. Dimensionnement des ouvrages

5.3.1. Ouvrages de réception

Le dimensionnement des ouvrages tiendra compte de la vidange simultanée de deux camions afin d'éviter l'attente.

Le bassin est chargé de recevoir les boues déversées directement par camions. Son fond sera en pente pour qu'il n'y ait pas de dépôt de matières solides et le béton utilisé doit être bien dosé en vue d'une durabilité de l'ouvrage. Une dalle en béton perforée (deux trous) est prévue pour son recouvrement sur un mètre pour éviter les risques d'éclaboussure. La taille du bassin doit prendre en compte des paramètres de refoulement de l'effluent déversé avec un fort débit. Nous considérons un jet d'une longueur de 1,8 m, une hauteur de 0,8 m et une vitesse de 4 m/s (ONEA, 2012).

Le dégrillage a pour objectif d'éliminer les éléments les plus grossiers. La grille sera en acier galvanisé, placée à 2,5 m du bassin avec une pente de 60° par rapport à l'horizontale. Les solides issus du dégrillage seront gérés par la filière de traitement des ordures ménagères après séchage au soleil.

Le canal sera en béton ancré dans le sol sur 10 cm et a une longueur de 5 m. Au niveau du dégrilleur, il sera élargi sur un mètre afin d'éviter le débordement des boues dû au freinage causé par la grille.

Le dimensionnement des ouvrages est présenté dans le tableau 11 suivant :

Tableau 11 : Dimensionnement des ouvrages de réception

Paramètres de calcul	Source	Formule / observation	valeurs
Vidange cuve			
longueur jet (m)	hypothèse	Valeurs obtenues à partir des expériences réalisées dans les stations (ONEA, 2012)	1,8
Hauteur jet (m)			0,8
Vitesse maximale de refoulement V_r (m/s)			4
Bassin de réception			
Nombre de camion vidangeant simultanément sur le site N_s	hypothèse	Fixé à partir des observations sur le site	2
Longueur du bassin de réception L_{br} (m)	hypothèse	Bassin couvert la vitesse de vidange plus petite	2
Largeur du bassin de réception $L_{br}(m)$	hypothèse	Largeur nécessaire pour que deux camions se positionnent	2
Hauteur du bassin de réception $H_{br}(m)$	hypothèse	Au maximum égale à la hauteur de la sortie des boues	0,8

Etude contributive à l'amélioration du système de gestion des boues de vidange dans la ville de Niamey : bilan de la situation et proposition d'une filière de traitement

Longueur zone convergente L_{zc} (m)	hypothèse	Rétrécissement de l'ouverture	1
Canal de dégrillage			
Diamètre conduite refoulement D_r (mm)	hypothèse	Mesurer sur un camion	120
Débit de vidange Q_v (m ³ /s)	calculé	$Q_v = \frac{\pi \times D_r^2}{4} \times V_r$	0,090
penne canal I (%)	fixée	Doit être douce pour éviter de grande vitesse d'écoulement	0,5%
Coefficient de rugosité K_s (béton)	hypothèse	Ouvrage en béton dosé à 350	70
Hauteur d'eau dans le canal h_{hf} (m)	fixée	Obtenue par itération	0,20
Largeur canal en section hydrauliquement favorable l_{hf} (m)	calculée	$l_{hf} = h_{hf} \times 2$	0,41
Débit en section hydrauliquement favorable Q_{hf} (m ³ /s)	calculé	$Q_{hf} = K_s \times 2 h_{hf}^2 \times \left(\frac{1}{2} h_{hf}\right)^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{I}$	0,091
Largeur canal l_c (m)	fixée	-	0,45
Hauteur d'eau réelle h_{eau} (m)	calculée	Obtenue par itération	0,19
Hauteur canal h_c (m)	fixée	Avec une revanche de 40 cm compte tenu de la vitesse	0,6
Longueur avant dégrilleur (m)	fixée	Fixée de façon à prévenir la turbulence au niveau du dégrilleur	2,5
Longueur totale du canal L_c (m)	fixée	Fixé pour limiter la turbulence vers le déversoir	5
Vitesse d'écoulement V_e (m/s)	calculée	$V_e = Q_{hf} / (L_c \times h_{eau})$	1
Dégrilleur (grille moyenne et à nettoyage manuel)			
Section utile S_u (m ²)	calculée	$S_u = Q_{hf} / V_e$	0,084
Ecartement entre les barreaux e (mm)	hypothèse	Pour une grille moyenne compris en 10 et 20 mm (Konaté, 2013)	25
Epaisseur des barreaux e_b (mm)	hypothèse	Fixé pour maximiser la surface utile	10
Coefficient de colmatage C_e (encombrement)	calculé	$C_e = \frac{e}{e + e_b}$	0,71
Coefficient de colmatage C (eaux usées)	hypothèse	Pour un nettoyage manuel du dégrilleur, C est compris entre	0,7

Angle d'inclinaison $\hat{A} (^{\circ})$	hypothèse	0,7 et 0,8 ; $\hat{A}$ compris entre 60° et 80° avec une vitesse $\leq 1\text{m/s}$. (Konaté, 2013)	60
Section mouillée S_m (m ²)	calculée	$S_m = \frac{Su}{Ce(1 - C)}$	0,390
Largeur grille l_g (m)	hypothèse	Fixée pour réduire la longueur de la grille	0,70
Longueur grille L_g (m)	calculée	$L_g = hc / \sin(\hat{A})$	0,69

5.3.2. Bâche de relevage

La bâche est dimensionnée pour stocker le volume de BV déversées dans l'intervalle d'une heure. La profondeur de la bâche doit tenir compte de l'immersion de la pompe et éviter les conditions d'anaérobie (odeurs). Les dimensionnement de l'ouvrage ainsi que les caractéristiques de la pompe et l'agitateur sont présentées dans le tableau 12 suivant :

Tableau 12 : Dimensionnement de la bâche de relevage et caractéristiques de l'équipement

Bâche de relevage			
Volume moyen de BV déversé par jour Q_j (m ³)	calculé	Voir tableau 10	272
Volume moyen d'un camion V_c (m ³)	calculé	Est égale à la moyenne des volumes des camions	8,17
Nombre moyen de rotation par jour N_{rj}	calculé	$N_{rj} = Q_j / V_c$	33
Nombre d'heure de travail N_h	fixée	Valeur obtenue lors des entretiens avec les vidangeurs	11
Nombre moyen de rotation par heure N_{rh}	calculé	$N_{rh} = N_{rj} / N_h$	3
Capacité bâche V_{bch} (m ³)	calculée	Fixée pour stocker le quantité de BV déversé en une heure	24,51
Profondeur de la bâche P_{bch} (m)	hypothèse	Fixé pour immerger la pompe et créer l'aérobie dans la bâche	2
Surface utile S_u (m ²)	calculée	$S_u = V_b / P_b$	12,26
Longueur de la bâche L_{bch} (m)	fixée	-	4
Largeur de la bâche l_{bch} (m)	fixée	-	3,5
Surface de la bâche S_{bch} (m ²)	calculée	$S_{bch} = L_{bch} \times l_{bch}$	14
Revanche (m)	fixée	Assez grande en cas de dépassement du volume	0,5

Hauteur à la surface (m)	fixée	Fixée pour empêcher le ruissellement des eaux de pluies dans la bache	0,5
Pompe d'alimentation type PNSUBI50-100MAUTO			
Débit minimum de pompage Q (m3/h)	fixée	Vidange de la bache en une heure	24,510
Diamètre conduite de refoulement D (mm)	fixée	-	200
Hauteur géométrique Hg (m)	calculée	Terrain plat alors égale à la profondeur de la bache	2,5
Longueur de refoulement L (m)	calculée	Longueur totale des conduites	147
Coefficient de rugosité PVC K (m)	fixée	-	120
Perte de charge Ht (m)	calculée	$Ht = 10.29 \times \frac{Q^2 \times 1,1 \times L}{K^2 \times D^{16/3}}$	0,04
HTM calculée (m)	calculée	$HTM = Ht + Hg$	2.54
débit de pompe (m3/h)	choisi	Catalogue pompe Neptune	25
HTM (m)	fixée	Caractéristiques de la pompe	4
puissance (KW)	fixée		0,75
conduite de refoulement (mm)	fixée		200
Agitateur type Capari			
puissance max (KW)	Fixé	Donner par les caractéristiques de l'agitateur	3
capacité max (l/s)	Fixé		316

5.3.3. Lits de séchage plantés

Le massif filtrant des LSP est constitué d'une couche de graviers surmontée d'une couche de sable dont l'épaisseur et la granulométrie des matériaux varient dans la littérature (Annexe 5). Dans le cadre de cette étude nous nous conformons aux dimensions données par Kengne (2006) c'est-à-dire une couche de graviers grossiers de 30 cm surmonté d'une couche de graviers fins de 20 cm et à la surface une couche de sable de 15 cm dans laquelle sont repiquées la plante. Les boutures seront prélevées au bord du fleuve et doivent avoir au moins deux nœuds et une longueur comprise entre 15 et 20 cm.

Les lits sont dimensionnés avec une charge polluante admissible de 200 kg MS/m²/an avec une fréquence d'alimentation de deux fois par semaine correspondant à une journée d'alimentation et trois jours de repos. Ils seront de forme rectangulaire avec des talus de 1/2 et le fond sera recouvert d'une couche d'argile compactée de 10 cm. Les lits seront séparés de 1 m pour permettre la circulation et où sont placées les conduites d'aération. Le réseau de drainage du percolât, d'alimentation des lits et les tuyaux d'aération seront PVC. Le dimensionnement des LSP est donné dans le tableau 13 suivant :

Tableau 13 : Dimensionnement des LSP

Paramètres de calcul	Source	Formule / observations	Valeurs
MS (kg MS/m ³)	Bassan et al.	-	11,820
Production annuelle Q _{an} (m ³ /an)	calculé	Voir tableau 10	84804,321
Débit moyen journalier Q _j (m ³ /j)	calculé	Voir tableau 10	271,809
Charge totale MS _{tot} (kg MS/an)	calculé	$MStot = MS \times Qan$	1002387
Charge admissible MS _{adm} (kg MS/m ² /an)	hypothèse	Selon Kengne (2006)	200
Surface utile S _u (m ²)	calculée	$Su = MStot/MSadm$	5011,94
Fréquence d'alimentation des lits F (j)	hypothèse	Alimentation des lits deux fois par semaine	3
Durée épandage de boues E (j)	hypothèse	Une journée nécessaire pour alimenter les lits	1
Durée du cycle d'un lit C _{lit} (j)	calculée	$Clit = F + E$	4
Surface totale utile S _t (ha)	calculée	$St = (Clit \times Su)/10000$	2
Longueur L (m)	Fixée	-	20
Largeur l (m)	fixée	-	18
Surface LSP S _{LSP} (m ²)	calculée	$SLSP = L \times l$	360
Nombre de lits N	calculée	$N = St/SLPS$	56
Revanche lit R (m)	fixé	Capable de contenir une accumulation de boues de 40 cm et majoré de 50%	0,60
Hauteur massifs H _m (m)	calculée	Hauteur cumulée des couches de graviers et sable	0,65
Profondeur lit P _L	calculée	$Pl = R + Hm$	1,25

5.3.4. Bassins d'évaporation

L'importante évaporation dans la zone d'étude nous permet d'envisager un traitement de l'effluent par évaporation. L'ouvrage sera construit pour laisser s'échapper en moyenne 10,54 mm d'eau par jour. Afin de réduire la surface utile, nous proposons un temps de séjour de neuf (9) jours de la quantité journalière percolée avant son évaporation. Cette quantité est estimée en considérant une réduction de 50 % du volume des BV lors du traitement primaire. Il a été consigné lors de l'expérimentation des LSP à Yaoundé que ce procédé peut réduire jusqu'à 50 % du volume des BV (Kengne, 2006). Le climat de la zone d'étude permet une évapotranspiration supérieure à celle du Yaoundé alors nous estimons que ce pourcentage pourrait être atteint. Nous considérons alors un volume moyen de 136 m³ percolé en une journée. Le dimensionnement des bassins d'évaporation est donné dans le tableau 14 suivant :

Tableau 14 : Dimensionnement des bassins d'évaporation

Paramètres de calcul	Source	Formule / observations	Valeurs
Evaporation moyenne journalière E (mm ou l/m ²)	DNM	Moyenne sur 10 années	10,5
Débit moyen journalier Q _j (m ³ /j)	calculé	Voir tableau 10	271,809
Proportion volume volume percolé P	hypothèse	Choisie selon Kengne (2006)	50%
Débit journalier à traiter Q _{evp} (m ³ /j)	calculé	$Q_{evp} = P \times Q_j$	135,90436
Temps de séjour T _s (j)	hypothèse	Fixé de façon à obtenir une petite surface de bassin	9
Surface utile S _u (m ²)	calculée	$S_u = Q_{evp} / (T_s \times \frac{E}{1000})$	1438,1414
Profondeur minimale P _m (m)	calculée	$P_m = \frac{Q_j \times T_s}{S_u}$	0,8505
Nombre de bassin N _b	fixé	Fixé de façon à réduire le surface d'un bassin	2
Longueur bassin L _b (m)	fixée	-	30
Largeur bassin l _b (m)	fixée	-	25
Surface bassin S _b (m ²)	calculée	$S_b = L_b \times l_b$	750
Profondeur bassin P _b (m)	fixée	Avec une revanche de 25 cm	1,1

5.3.5. Aire de stockage

Les boues déshydratées seront retirées après une durée de fonctionnement de 13 mois. Le curage des lits doit se faire après une période de repos prolongé de 3 mois afin d'optimiser la déshydratation et la minéralisation des boues. La quantité de boues déshydratées peut être estimée de 150 à 230 tonnes par hectare par an pour le traitement des BV par les LSP d'E. Pyramidalis avec une teneur en eau de 40% et une hauteur au-dessus du lit d'environ 40 cm (Kengne ; 2006). Nous considérons dans le cadre de cette étude, 150 t/ha/an nous donnant 300 tonnes de boues déshydratées sur une hauteur de 40 cm avec une teneur en eau de 30%.

Pour traitement de la fraction solide une désinfection au soleil permettra une déshydratation complète des boues ainsi que leur désinfection. Il sera aménagé à cet effet une terrasse en terre compactée pour accueillir les boues sur une hauteur de trois mètres pendant un an (pour une siccité de 85% environ). Il sera mis des collecteurs autour de l'aire pour éviter le ruissellement des eaux de pluie d'atteindre les boues. Le dimensionnement de l'aire de stockage sont données dans le tableau 15 suivant :

Tableau 15 : Dimensionnement de l'aire de stockage

Paramètres de calcul	Source	Formule / observations	Valeurs
Hauteur des BV sur les lits h (m)	hypothèse	Choisi selon Kengne (2006)	0,4
Surface totale des lits S_{LSP} (m ²)	calculée	Voir dimensionnement lits de séchage	20048
Quantité annuelle boues déshydratées Q_{bv} (m ³)	calculée	$Q_{bv} = h \times S_{LSP}$	8019
Hauteur stock H_s (m)	fixée	-	3
Surface utile S_u (m ²)	calculée	$S_u = Q_{bv}/H_s$	2673
Nombre de terrasse sur l'aire de stockage N_t	fixé	-	9
Longueur terrasse L_t (m)	fixée	-	20
Largeur terrasse l_t (m)	fixée	-	15
Surface terrasse S_t (m ²)	calculée	$S_t = L_t \times l_t$	300
Surface totale aire de stockage S_t (m ²)	calculée	$S_t \times N_t$	2700

6. Analyse financière de la filière

Ce point présente une estimation du coût global du projet ainsi que une analyse des flux financiers.

6.1. Coût d'investissement

Le coût d'investissement couvre toutes les dépenses rentrant dans la réalisation des ouvrages de traitement, l'équipement et l'aménagement du site. L'estimation des prix unitaires a été inspirée des rapports d'études pour la réalisation des travaux du même cadre notamment l'APD de la mise en place d'ouvrages pour atténuer les risques posés par des systèmes de gestion des excréta inadaptés dans la ville de Niamey (2004), et les rapport des études pour la construction de deux stations de traitement des boues de vidange dans les villes de Ouagadougou et Bobo-Dioulasso (2012). Le coût d'investissement sommaire de la STBV s'élève à 4 495 989 824 F CFA hors taxes (confère annexe 6).

6.2. Coût d'exploitation

Les charges d'exploitation comprennent les charges de personnel, les charges de fonctionnement. Le personnel du site est constitué d'un gérant, de deux ouvriers qualifiés et d'un gardien. La rémunération de la main d'œuvre pour le repiquage des boutures et le curage des boues séchées a été aussi incluse dans les charges de personnel. Les charge de fonctionnement intègrent le coût d'entretien des installations, l'électricité, le coût des consommables et celui de remplacement de petits matériels (pelles, râpeaux...). Les charges d'exploitations à la première année s'élève à 11 655 951 F CFA hors taxe et se stabilise à l'horizon du projet à 11 725 554 F CFA (voir annexe 6).

6.3. Prix de revient du mètre cube traité

Le prix de revient du m3 traité est fonction de l'investissement et des charges d'exploitation. Il est donné par la formule :

$$P_r = \frac{\sum_{K=0}^N (I_K + D_K)}{\sum_{K=0}^N P_K}$$

Où I_K est Investissement à l'année K

D_K sont les dépenses d'exploitation de l'année K

P_K la production à l'année K

N l'année de fin de projet

Dans cette étude l'année de départ est l'année 0 et l'année de fin est l'année 40.

Les investissements sont réalisés l'année zéro. Cependant, nous affectons une durée de vies des investissements conformément aux expériences réalisées dans le domaine (Hydroconseil et Ceh-SIDI, 2004). Les dépenses d'exploitation sont linéaires aux mètre cube traité. Les calculs sont représentés dans le tableau 16 suivant :

Tableau 16 : Calcul du prix de revient du mètre cube traité

Production annuelle Q_{an} (m3/an)	calculé	Voir tableau 10	84804
Surface totale LSP S_{tot} (ha)	calculée	Voir tableau 13	2
Production boues déshydratées P_{bd} (t/ha)	Hypothèse	Selon Kengne (2006)	150
Quantité boues déshydratées BV_p (t/an)	calculée	$BV_p = P_{bd} \times S_{tot}$	300,716
Hauteur des BV sur les lits h_{bv} (m)	Hypothèse	Selon Kengne (2006)	0,4
Teneur en eau dans les boues déshydratées t	Hypothèse	Selon Kengne (2006)	30%
Siccité boues sèches s	hypothèse	Hydro-conseil / Ceh-SIDI (2004)	0,85
Quantité MS dans boues déshydratées Q_{MS} (t)	calculée	$Q_{ms} = BV_p \times (1 - t)$	210,501
Quantité eau dans boues sèche Q_{eau} (t)	calculée	$Q_{eau} = Q_{ms} \times (1 - s)$	31,575
Poids boues séchées Q_{BS} (t)	calculée	$Q_{bs} = Q_{eau} + Q_{ms}$	242,076
Prix de vente du kilogramme de boues séchées P_{bs} (F CFA)	hypothèse	Fixé au même prix que le compost qui est à 40 F CFA/kg	40
Recettes en 2024 boues séchées R_{bs} (F CFA)	calculée	$R_{bs} = P_{bs} \times Q_{bs} \times 1000$	12 100 000
Prix de vente du mètre carré de fourrages P_f (F CFA)	hypothèse	Un sac de fourrage est à 200 CFA. Posons, un mètre carré produit un sac de fourrage.	200
Recettes en 2024 fourrage R_f (F CFA)		$R_f = P_f \times S_{tot}$	4 000 000
Somme des Investissement I	calculée	Voir tableau	4 896 866 436
Somme des charges d'exploitation D	calculée	Voir tableau	438 868 678
Prix de revient du mètre cube traité P_r	calculée	$P_r = \frac{\sum_{K=0}^N (I_K + D_K)}{\sum_{K=0}^N Q_K}$	1598

Etude contributive à l'amélioration du système de gestion des boues de vidange dans la ville de Niamey : bilan de la situation et proposition d'une filière de traitement

Somme à couvrir par les taxes St	calculée	$St = (\sum I + \sum D - \sum Rbf) / \sum Q$	1436
Proportion subvention Etat Pe	hypothèse	-	40%
Proportion taxe de dépotage P_d	hypothèse	-	20%
Proportion taxe d'assainissement P_{ass}	hypothèse	-	40%
Taxe de dépotage par m ³ $T_{d/m3}$	calculée	$T_{dm3} = (Pr \times Pd) / \sum Q$	287
Production spécifique de boues par ménage/an (m ³) $P_{bv/m}$	calculée	Voir tableau 9	2,24
Taxes par ménage et par mois $T_{ass/m}$	calculée	$T_{assm} = \frac{St \times Pass}{Q_{an}} \times \frac{P_{bvm}}{12}$	105
Subvention Etat par m ³ traité S_{m3}	calculée	$S_{m3} = (St \times Pe) / \sum Q$	575

Le prix du mètre cube traité revient alors à 1598 F CFA.

6.4. Analyse des flux financiers

Pour un équilibre financier l'ensemble des dépenses (investissement plus exploitation) doivent être égales aux recettes. Nous comptons comme recettes le bénéfice tiré de la vente des boues séchées comme engrais biologiques et du fourrage issu des LSP, les taxes d'assainissement et les taxes de dépotages.

Il a été rapporté lors des enquêtes que les engrais utilisés par les agriculteurs sont de type chimiques (NPK15-15-15, urée) dont le kilogramme s'élève à 270 F CFA et le composte à 40 F CFA le kilogramme. Compte tenu des caractéristiques des boues séchées qui sont riches en substances humiques selon Kengne (2006), nous proposons le kilogramme de cet amendement aussi à 40 F CFA. Avec une production d'environ 242 t de boues sèches produites à l'horizon du projet, nous espérons une recette de 12 100 000 F CFA/an à partir de l'année 10 (confère tableau 16).

Le fourrage sera proposé à 200 F CFA le mètre carré qui est relativement le prix de vente actuelle dans la zone d'étude. Nous comptons alors une recette de 4 000 000 F CFA/an à partir de l'année 10.

Les taxes de dépotage seront la contribution des vidangeurs pour pérennisations des ouvrages. Elles doivent être fixé de façon à ne pas impacter sur leur chiffre d'affaire. Les taxes d'assainissement seront versées par les ménages sur la facture de consommation d'eau potable

à la CUN. La proportion des taxes payées par les utilisateurs de la station (ménages dont les boues sont traitées à la STBV) sera déterminée proportionnellement à la quantité de BV traitée mensuellement. On a pour un mètre cube de BV traitées:

Montant taxes = (Somme dépenses – Bénéfice vente engrais + Bénéfice vente fourrage)/quantité de boues traitées.

Nous obtenons pour un mètre cube une somme de 1437 F CFA à couvrir par les taxes. Cette somme paraît importante et peut impactée considérablement le métier de vidange mécanique. Pour cela, nous proposons une subvention de l'Etat pour le fonctionnement de la STBV. Afin de ne pas de pas impacté considérablement le tarif de vidange, nous proposons une répartition des taxes comme suit :

- une subvention de l'Etat à 40 %
- les taxes de dépotage contribueront à 20 %
- les taxes d'assainissement à participeront à 40 %

Ainsi, l'Etat subventionnera le mètre cube de boues traitées à 575 F CFA, les taxes de dépotage seront à 287 F CFA par mètre cube de boues déversées et les taxes d'assainissement à 105 F CFA par mois et par les ménages pour une production moyenne de 2,24 m³ de BV par an à l'horizon du projet.

Les différents flux financiers sont représentés sur le figure 12 suivante :

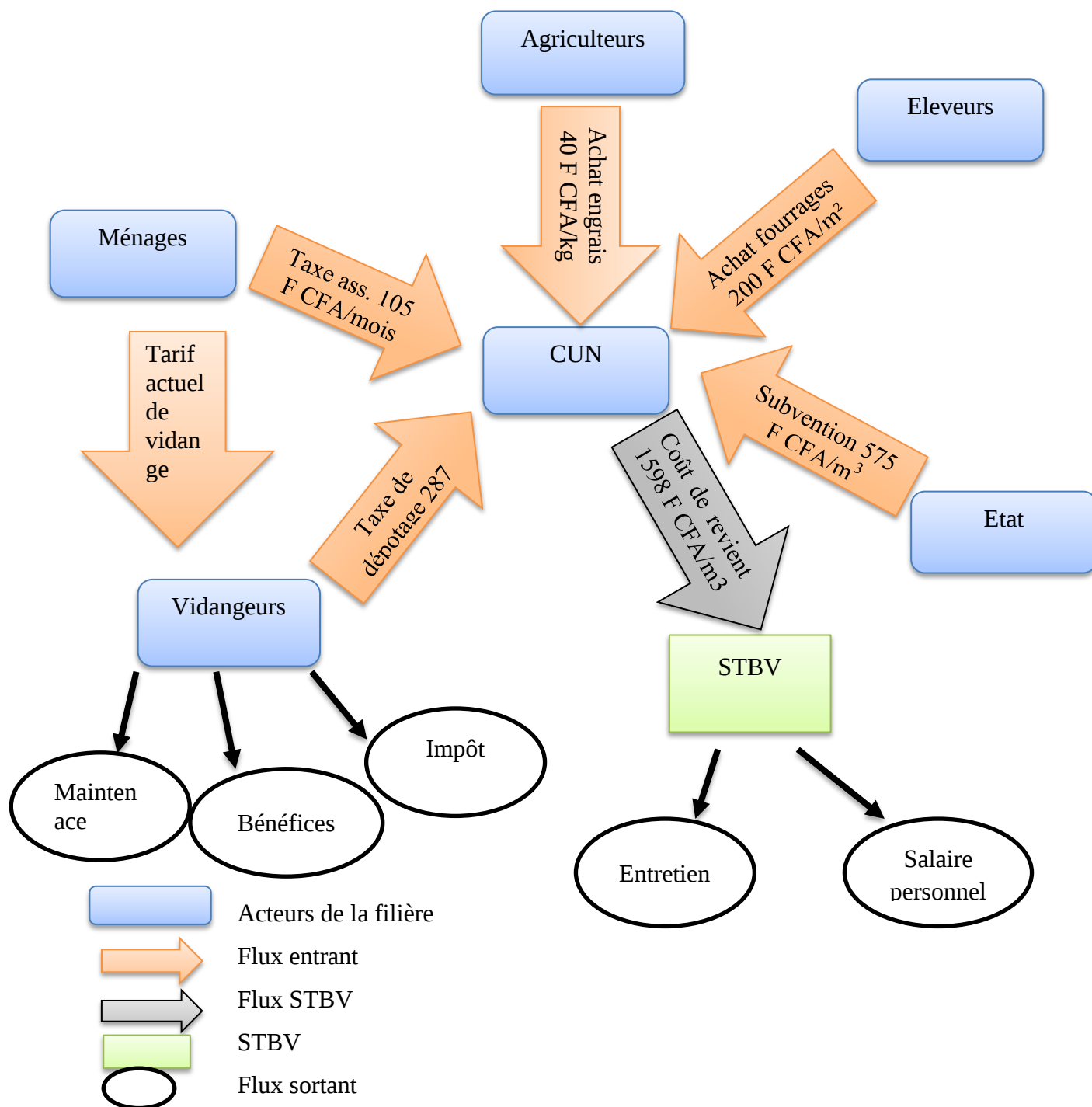


Figure 12 : Flux financiers

Conclusion

Au terme de cette étude, nous concluons que la gestion des boues de vidange dans la ville de Niamey fait face à de nombreuses difficultés. La problématique liée à cette gestion se situe à plusieurs niveaux. En effet, malgré les caractéristiques socio-économiques de la zone étudiée (quartiers des habitations de moyen, haut et très haut standing) les équipements et pratiques en matière d'assainissement restent à désirer.

Environ 22% des ménages ne disposent pas d'ouvrages d'assainissement améliorés (latrines sanplats, latrines VIP, toilettes à chasse manuelle) et 23% utilisent la vidange manuelle dont la gestion des boues les remet en contact avec ces déchets. La vidange mécanique qui est le mode le plus utilisé dans cette zone, malheureusement est aussi une source de pollution car les boues sont déversées de manière anarchique à la périphérie de la ville. Il existe cinq (5) sites de dépotage de boues dégagés par la CUN à chacune des sorties de la ville et pour la plus part, ils sont associés à une décharge sauvage d'ordures ménagères. Ces sites font l'objet de plainte des riverains par rapport aux nuisances générées (odeurs, insectes, empoisonnement du bétail).

Un volume de 181 089 m³ de boues produites cette année a été estimé pour la ville. Cette quantité nous amène à un volume moyen de 2,24 m³ par ménage soit 0,9 litre par jour et par habitant. Cette production spécifique importante est due aux pratiques d'utilisation des ouvrages d'assainissement (nettoyage à l'eau, douche, ruissellement des eaux de pluies).

Pour une maîtrise de cette pollution du milieu par les boues de vidange, il a été proposé une filière de traitement de ces effluents utilisant les lits de séchage planté d'*Echinochloa pyramidalis* pour un traitement primaire et des bassins d'évaporation pour l'évacuation du percolât. Les LSP ont fait preuve de bon rendement épuratoires à la station pilote de Yaoundé (Kengne, 2006) et à l'échelle réelle à Cambérène (Abiola, 2006). L'un des avantages de cette méthode est qu'elle offre une possibilité de valorisation des sous-produits, les boues séchées qui peuvent être utilisées comme engrais et les plantes des lits comme fourrage.

La station sera bâtie sur environ 3,9 ha et a la capacité de traiter environ 272 m³ par jour soit la proportion des boues vidangé mécaniquement dans la commune 1 et 2. Le coût approximatif du projet s'élève à **4 495 989 824 F CFA** hors taxe et les charges d'exploitation valent à peu près **11 655 951 F CFA** après un an de traitement et **11 725 554 F CFA** à partir de la dixième année. Les recettes annuelles de l'engrais s'élève à **12 100 000 F CFA** pour une quantité moyenne de 242 tonnes de boues séchées à partir de l'année 10 (horizon projet) et celles du fourrage sont estimées à **4 000 000 F CFA**. Afin de couvrir les charges d'exploitation, sans profit, une taxe de dépotage est à **287 F CFA** le mètre cube, une taxe

d'assainissement de **105 F CFA** par mois est prévue pour les ménages et une subvention de l'Etat équivalente à **575 F CFA** par mètre cube de BV traité.

Pour une application de l'organisation de la filière proposée nous recommandons :

- A l'Etat nigérien
 - de créer un office national de l'assainissement qui puisse prendre toutes les questions de ce secteur sur tous les volets (eaux usées, eaux pluviales, déchets solides et boues de vidange)
 - d'amener les institutions œuvrant dans le sous-secteur de l'assainissement à se concerter
 - de mettre en application des réglementations et législations en matière d'assainissement
- à la CUN
 - d'intégrer la gestion des boues de vidange dans le schéma de l'assainissement
 - de mettre en place des stratégies pour la gestion des boues vidangées manuellement et l'amélioration du secteur de cette activité
 - de mettre en place des stratégies de gestion des ordures ménagères afin de supprimer les décharges sauvages associées aux sites de dépotage des boues de vidange
 - d'aménager les voies d'accès aux sites de dépotage autorisés afin de supprimer le dépotage sauvage
 - de veiller à la création de l'association des vidangeurs et la formalisation du métier de vidange à travers un certificat ou un brevet de vidange
- Au PEAMU
 - de prévoir des analyses de boues de vidange de la ville afin de les caractériser et vérifier la faisabilité du projet proposé par cette étude
 - de revoir l'étude de faisabilité du site de construction de la STBV
 - de sensibiliser la population riveraine de la STBV sur son fonctionnement et les informer du profit qu'ils peuvent tirer par rapport aux nuisances actuelles
 - tenir compte des habitats des quartiers défavorisés de la ville de Niamey dans le programme de construction et réhabilitation des latrines dans les ménages.

Bibliographie

- Abiola F., (2009), Traitement des boues de vidange domestiques à Dakar (Sénégal):Etude du comportement et des performances d'une plante fourragère *Echinochloa pyramidalis* dans les lits de séchage en grandeur réelle.
- Barro R., (2012), *Contribution à la mise en place d'une station de traitement des matières de vidanges par lits de séchage*, Ouagadougou: mémoire pour l'obtention du diplôme de master en ingénierie de l'eau et de l'environnement, 2ie.
- Bassan M., Tchonda T., Yiougou L., Zoelling H., Mahamane I., Mbéguéré M. et Strand L., (2013), Characterization of faecal sludge during dry and rainy seasons in Ouagadougou, Burkina Faso. p. 13.
- BOA Environnement, (2013), *Etude d'impact environnementale et sociale pour la construction d'une STBV*, Rapport provisoire .
- Ceh-Sidi et SGI, (2014), *Construction d'une station de traitement des boues de vidange à Niamey*, Avant projet sommaire, Projet eau et assainissement en milieu urbain, Niamey.
- Cissé B., (2011), *Analyse socioéconomique et sanitaire de la gestion des boues de vidange dans la ville de Ouagadougou*, 2iE, Ouagadougou: Mémoire d'obtention du diplôme de master génie sanitaire et environnement.
- CUN, (2009). plan urbain de référence et programme directeur d'investissement. p. 225.
- De Maesener, . (1997). Constructed wetlands for sludge dewatering.
- Hydroconseil et Ceh-Sidi, (2004), *Etude pour la mise en place d'ouvrages pour atténuer les risques posés par des systèmes de gestion des excréta inadaptés dans la ville de Niamey*, Niamey: Avant projet sommaire.
- Hydroconseil et Ceh-Sidi, (2004). *Etude pour la mise en place d'ouvrages pour atténuer les risques posés par des systèmes de gestion des excréta inadaptés dans la ville de Niamey*, Niamey: Avant projet détaillé.

- Kengne Noumsi I. M., (2006), *Potentials of sludge drying beds vegetated with Cyperus papyrus L. and Echinochloa pyramidalis (Lam.) Hitchc. & Chase for faecal sludge treatment in tropical regions*, Yaounde.
- Klingel F., Montangero A., Koné D., et Strauss M., (2002). *Gestion des boues de vidange dans les pays en développement*, Manuel de planification, première édition.
- Konate Y., (2013). *cours de gestion des boues de vidange*.
- Koottatep T., Surinkul N., Polprasert C., Kamal A.S.M., Koné D., Montangero A., Heinss U. et Strauss M., S. N. (2005), *Treatment of septage in constructed wetlands in tropical climate: Lessons learnt from seven years of operation*.
- Kouanda H., (2006). *vers un assainissement urbain durable en Afrique subsaharienne: approche innovante de planification de la gestion des boues de vidange*. thèse de doctorat.
- Lienard A., (1999), *Déshydratation des boues par lits de séchage plantés de roseaux*, p. 12.
- Liénard A., Troesh S., Molle P. et Esser D., (2007), *Traitement des boues par lits plantés de roseaux : rappels des points clefs de cette technique*, p. 8.
- ONEA. (2013). *Etudes détaillées d'exécution, élaboration des dossiers d'appel d'offres, supervision et contrôle des travaux, suivi et surveillance environnementale de la construction de deux stations de traitement des boues de vidange dans les villes de Ouagadougou*. Ouagadougou: Avant projet détaillé.
- PRUI, (2000), *Etudes de base sur les acteurs émergents et pratiques émergentes dans les secteurs de l'environnement urbain, Rapport définitif*. Niamey.
- Sani I., (2009), *Contribution à l'élaboration d'une stratégie de gestion des boues de vidange dans les communes 2 et 5*, mémoire d'obtention du master spécialisé génie sanitaire et environnement, 2iE, Niamey.
- Strauss M. et Koné D., (2004), *Performances et Challenges des Techniques de traitement à faible coût (rustiques) des Boues de Vidange*. Présenté au Forum de recherche en eau et assainissement, CREPA, Ouagadougou, Burkina Faso, 6-10 déc.,

Troesche S., (2009). Traitement et valorisation des boues et des matières de vidange par lits de séchage plantés de roseaux.

Wethé J., (2009). Outils et méthodes participatives dans la formation, le suivi évaluation des projets et programmes de développement;.

Annexe

Annexe 1 : Critères de description des différents standings des habitations

Critères	Provisoire	Bas standing	Moyen standing	Haut standing	Très haut standing
Type de logement	concession, individuel	concession, individuel	concession, individuel	individuel	individuel
Construction	paillote, tôle	banco traditionnel	semi dur,	dur	dur
Eau	inexistant	existant ou pas	existant	existant	existant
Electricité	inexistant	existant	existant	existant	existant
Ouvrage d'assainissement	inexistant	latrine traditionnelle	latrine traditionnelle ou améliorée	latrine améliorée ou toilette à chasse manuelle	toilette à chasse manuelle
Confort	très faible	faible	moyen	bien	très bien

Annexe 2 : Fiche d'enquête et d'entretien

Fiche d'enquête auprès des opérateurs privés d'enlèvement de BV

1. Nom de la structure :
2. Statut juridique :
3. Année de fondation :
4. Effectif actuel :
5. Nombre de camions vidangeurs :
6. Etat et capacités des camions vidangeurs :

Camions	Etat actuel*	Capacité (en litres)
Camion 1		
Camion 2		
Camion 3		
Camion 4		

* Fonctionnel/Provisoirement en panne/Hors d'usage

7. Nombre moyen de vidanges :
...../jour...../mois...../année

8. Typologie des clients (par ordre d'importance)

1...../2...../3.....
...../4.....

9. Nombre clients permanents ? Particuliers :...../
Institutions :.....

10. Tarifs pratiqués : Particuliers :.....F/ Institutions :.....F

11. Où déversez-vous les boues de vidange ?

12. Nombre moyen de rotations par jour ?

13. Utilisez-vous toujours le même site de déversement ou changez-vous souvent de sites ?

14. Quelles sont les raisons qui président au choix d'un site de déversement ?

15. Quelle distance parcourez-vous par voyage pour déverser votre cargaison ?

16. Quelles sont les zones où vous intervenez en général ?

17. Quelles sont les périodes à forte fréquence de vidange ?

17.1 Nombre de rotations de camions en ces périodes ?

17.2 Quantités vidangées en ces moments ?

18. Tirez-vous quelque profit monétaire de la vente de la boue de vidange ? Si oui, combien ?

19. Difficultés rencontrées :

20. Attentes vis-à-vis de la réalisation de la STBV ?

21. Existe-t-il un cadre formel de concertation entre professionnels du domaine ?

GUIDE D'ENTRETIEN VIDANGEURS MANUELS

1. Durée d'exercice du métier de vidangeur ?
2. Mode de contact avec les clients ?
3. Précautions prises dans l'exécution du travail ?
4. Travaillez-vous seul ou en équipe ?
5. Relation avec des camions-vidangeurs ?
6. Combien de latrines / fosses vidangez-vous par semaine ?
7. Quels sont les tarifs pour vidanger une fosse ?
8. Quels sont-ils pour vidanger une latrine ?
9. Lieu (x) de déversement des boues de vidange?
10. Quoi d'autre faites-vous de la boue de vidange ?
- 11 Quelles difficultés rencontrez-vous dans l'exercice de cette activité ?
 - 11.1 Avec les clients :
 - 11.2. Avec les autorités :
 - 11.3 Autres :
12. Quel est votre revenu moyen journalier ?

QUESTIONNAIRE MENAGES

Commune :..... Quartier :.....

Date Enquêteur.....

I. IDENTIFICATION ET STATUT SOCIOECONOMIQUE DU REpondant

1.1. Noms & Prénoms.....

1.2. Age.....

1.3. Sexe : M /___/ F /___/

1.4. Statut matrimonial : Célibataire /___/ Marié (e) /___/ Divorcé (e)/___/ Veuf (ve) /___/ Autre /___/ (précisez)

1.5. Niveau d'instruction : Analphabète /___/ Alphabétisé /___/ Ecole coranique /

Primaire /___/ Secondaire /___/ Supérieur /___/

1.6. Quelle est votre activité professionnelle principale ?

II. 1.7. Quel revenu monétaire tirez-vous de votre activité principale /_____/

1.7. Avez-vous des activités secondaires ? Oui /___/ Non /___/

1.8 Si oui, lesquelles ?.....

1.9. Quel revenu monétaire tirez-vous de votre activité secondaire /_____/

1.10. Nombre de personnes à charge /_____/

1.11. Etes-vous : Propriétaire /___/ Locataire /___/ Logé gratuitement /___/

1.12. Si vous êtes locataire quel est le montant mensuellement du loyer ? /_____ F
CFA/

II. ACCES A L'EAU ET AUX INFRASTRUCTURES D'ASSAINISSEMENT

2.1. Votre concession est-elle équipée d'un système d'approvisionnement en eau potable ? Oui /___/ Non /___/

2.2 Si oui, de quel type ?

Réseau SEEN /___/ Dispositif autonome /___/

2.3. Si non, où vous approvisionnez-vous ?

2.4. Votre concession est-elle équipée d'un lieu d'aisance? Oui /___/ Non /___/

2.5. Si oui, de quel type ? Traditionnelle /___/ VIP /___/ à chasse-eau manuelle / sanplat /___/ Autre /___/

2.6. Que faites-vous lorsque votre fosse est pleine ? Fermeture /___/ Vidange /___/

2.7. Si vidange, par qui est-elle effectuée ? Camions /___/ Vidangeurs manuels /___/

Autre /___/ (préciser)

2.8. Quels sont les prix pratiqués /_____F CFA /

2.9. Quelle est la fréquence de vidange des ouvrages ? Trimestrielle /___/ Semestrielle /___/ Annuelle /___/ Tous les 2 ans /___/ Plus de 2 ans /___/

2.10. Êtes vous satisfaits des services offerts par les vidangeurs ?

2.11. Si non avez-vous des propositions d'amélioration?

2.12. Existe-t-il un ouvrage de gestion des eaux usées ménagères dans votre concession ? Oui /___/ Non /___/

2.13. Si oui, de quel type d'ouvrage s'agit-il ? / Puisard /___/ bac à laver /___/ fosse /___/

2.14. Quel est l'état de cet ouvrage ? Bon /___/ Mauvais /___/

2.15. Si vous ne disposez pas d'ouvrage de gestion, comment les eaux usées sont-elles évacuées ? Rue /___/ Caniveaux /___/ Autres /___/ (préciser)

2.16. Quels sont les problèmes que vous rencontrez actuellement dans la gestion des eaux usées ? Aucun problème/___/ Stagnation de l'eau dans la cour /___/ Odeurs /___/ Autres (préciser)

III PERCEPTION DU SITE RETENU

3.1. La mairie envisage d'utiliser la carrière de Koubia comme site pour construire une station de traitement des boues de vidange. Selon vous, ce site est-il convenable ?

Oui /___/ Non /___/

3.2. Pensez-vous que les gens qui y déposent actuellement les déchets solides et les boues de vidange soient en droit le faire ? Oui /___/ Non /___/

3.3. Quelles en sont les raisons ?.....

3.4. Selon vous, quelles sont les nuisances occasionnées par le dépôt des déchets solides et boues de vidange dans cette carrière ?

3.6. Si la STVB venait à être construite, quelles pourraient être, selon vous, les retombées positives pour la population du quartier ?

.....

3.7. A contrario, quels pourraient être les effets négatifs associés à cette station ?

3.8. Quel tarif vous paraît raisonnable pour la vidange de votre fosse après la construction de la dite station ? / _____ F CFA /

Annexe 3 : Détermination de la production annuelle de boues de vidange

Entreprises	Nombre camions	Capacité camion	Volume utile cuve	Production saison sèche				Production saison pluvieuse				V total annuel
				Fréquence curage	Rotation moyenne	V moyen par rotation	Volume	Fréquence curage	Rotation moyenne	V moyen par rotation	Volume	
AGL MELA	1	8	7,83	4	18	7,63	5 355	2	30	7,63	2 975	8 329
	1	10	9,79	4	18	9,53	6 693	2	30	9,53	3 718	10 411
	1	16	15,67	4	18	15,26	10 709	2	30	15,25	5 949	16 658
Aucl	1	6	5,88	3	24	5,72	5 355	2	42	5,72	3 124	8 478
Station tamoil	3	6	5,88	3	24	5,72	16 064	2	36	5,72	8 032	24 096
Liptako vigangeuse	1	8	7,83	4	18	7,63	5 355	1	54	7,63	5 354	10 709
Ebouage Niger	1	8	7,83	4	24	7,63	7 140	3	30	7,63	2 975	10 115
	1	10	9,79	4	18	9,53	6 693	3	30	9,54	3 719	10 412
Gadafawa	1	8	7,83	4	18	7,63	5 355	3	36	7,63	3 570	8 925
ENHA	1	8	7,83	3	18	7,63	5 354	2	24	7,63	2 379	7 733
	1	10	9,79	3	18	9,53	6 692	2	24	9,53	2 974	9 667
CUN	1	12	11,75	5	18	11,44	8 033	3	18	11,44	2 677	10 709
	1	15	14,69	5	12	14,30	6 693	3	30	14,30	5 578	12 271
Sonitel	1	6	5,88	6	18	5,72	4 016	3	24	5,72	1 785	5 801
FAN	1	6	5,88	4	25	5,72	5 578	3	33	5,72	2 454	8 033
Fada loubatou	3	6	5,88	4	18	5,72	12 048	2	30	5,72	6 693	18 741
Production totale annuelle (m3)												181 089
Production moyenne journalière (m3)												580

Annexe 4 : Comparaison des avantages et inconvénients des techniques de traitement de boues de vidange possibles

Critères	Bassin épaississement /sédimentation	Lits de séchage planté	Lits de séchage	Digestion anaérobie
Efficacité	(-) Long temps de stockage	(+++) Peut accepter des charges élevées (-) Long temps de stockage (--) Le lixiviat exige un traitement secondaire.	(-) Long temps de stockage (--) Le lixiviat exige un traitement secondaire.	(+) Longue durée de vie (--) Les boues digérées et l'effluent nécessitent toujours un traitement complémentaire.
Simplicité	(+) Peut être construit et réparé avec des matériaux locaux (-) Nécessite une chargeuse pour la vidange mensuelle	(+)Peut être construit et réparé avec des matériaux locaux (-) forte intensité de main d'œuvre pour l'enlèvement des boues séchées	(+)Peut être construit et réparé avec des matériaux locaux (-) Main d'œuvre requise pour l'enlèvement des boues	(-) Peut être construit et réparé avec les matériaux locaux (-) nécessite souvent de coproduits
Acceptation sociale	(+)Création potentielle d'emplois et de revenus locaux	(++) Les fruits ou fourrages peuvent produire des revenus (+) Création potentielle d'emplois et de revenus locaux (+) insertion paysagère	(+) Création potentielle d'emplois et de revenus locaux	(+) Génération d'une source d'énergie renouvelable et de valeur
Coût	(+)Faibles coûts d'investissement et d'exploitation	(+)Faibles coûts d'investissement et d'exploitation	(+) Coûts d'investissement modérés (+) faibles coûts d'exploitation	(+)Faibles coûts d'investissement et d'exploitation (-) La production de gaz en dessous de 15°C n'est pas économiquement faisable
Technologique	(-) Requiert la participation d'un spécialiste pour la conception et l'exploitation	(-) Requiert la participation d'un spécialiste pour la conception et l'exploitation (--) Risque de mort des plantes	(-) Requiert la participation d'un spécialiste pour la conception et l'exploitation	(-) Requiert la participation d'un spécialiste pour la conception et de construction
Contamination	(-) Les odeurs et les mouches sont normalement perceptibles	(-) Les odeurs et les mouches sont normalement perceptibles	(-) Les odeurs et les mouches sont normalement perceptibles	

foncier	(-) Exige un grand espace	(-) Exige un grand espace	(-) Exige un grand espace	(+)La construction sous terre minimise l'utilisation de terrain
total (+)	3	9	4	4
total (-)	5	9	7	6

Annexe 5 : Epaisseur des LSP selon la littérature

Références	Constitution du massif filtrant de haut en bas	Epaisseur (cm)
Paing et Voisin (2005)	Gravier fin (2–8 mm)	50
	Gravier (10–20 mm)	20
	Galet 20–40 mm	20
Troesch S., 2009	Sable ou compost	5-10
	Gravier 2-6mm	20
	Gravier 15-25mm	10
	Galets 30-60mm	20
Kengne 2006	Sable	15
	Gravier fin	20
	Gravier grossier	30
Kootatep et <i>al.</i> (2005)	Sable fin (1 mm)	10
	Gravier (25mm)	15
	Galet (50 mm)	40
Alain Liénard et al (2005)	Amendement organique de type compost vert	10
	Couche de gravillon (3-6 mm)	25-30
	Couche de transition (utilisation d'une géo grille)	10
	Couche de galets (de 15/30 mm à 30/60 mm)	15

Source : Barro R. (2012)

Annexe 6 : Coût du projet

➤ Coût d'investissement

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Total
Aménagement du site				
Débroussaillage et décapage	m²	38753	300	11 625 900
Route bitumée pour accéder au site	ml	1367	6 000	8 202 000
Voies en latérite entre les lits large de 3,5 mètres	ml	781	9 0000	70 290 000
Aire de manœuvre pour camion	m²	738	15 000	11 070 000
Clôture en grillage de 3 mètres de haut	ml	788	30 800	24 270 400
Canal de drainage des eaux de pluie	ml	332	35 000	11 620 000
Bassin de Réception	u	1	9 139 720	9 139 720
Canal de dégrillage	u	1	14 400 000	14 400 000
Bâche de relevage	m3	35	476 000	16 660 000
Poste de pompage	u	2	43 591 402	87 182 804
Aménagement lits de séchage	m²	20000	174 813	3 496 260 000
Bassin d'évaporation	m3	1500	476 000	714 000 000
Aménagement aire de stockage	m²	2694	1 000	2 694 000
Aménagement aire de séchage refus dégrilleur	m²	200	1 000	200 000
Local personnel et magasin	u	1	8 000 000	8 000 000
Hangar	m²	150	32 500	4 875 000
Installation eau et électricité	ff	1	1 500 000	1 500 000
Piézomètre de suivi de nappe	u	1	4 000 000	4 000 000
Total investissement				4 495 989 824

➤ Charges de personnel

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Total
Salaire gérants	mois	12	220 000	2 640 000
Salaire ouvriers (deux)	mois	12	320 000	3 840 000
Salaire annuel du gardien	mois	12	60 000	720 000
main d'œuvre pour curages des lits	u	56	30 000	1 680 000
main d'œuvre repiquage boutures	u	56	30 000	1 680 000
Total charges de personnel				10 560 000

➤ Charges de fonctionnement

Désignation	Unité	Prix unitaire
Entretien plantes (1 fois par semaine)	mois	4000
Electricité à 0,03kWh/m3	m3	84809
Consommable	forfait	125000
Remplacement petit matériels	forfait	1500000

➤ **Durée de vies des ouvrages et matériels**

Désignation	Durée de vie (an)
Débroussaillage et décapage	40
Route bitumée pour accéder au site	40
Voies en latérite entre les lits large de 3,5 mètres	20
Aire de manœuvre pour camion	20
Clôture en grillage de 3 mètres de haut	10
canal de drainage des eaux de pluie	40
Bassin de réception	40
Canal de dégrillage	20
Bâche de relevage	40
Poste de pompage	10
Aménagement lits de séchage	40
bassin d'évaporation	40
Aménagement aire de stockage	40
Aménagement aire de séchage refus dégrilleur	40
Local personnel et magasin	40
Hangar	20
Installation eau et électricité	40
Piézomètre de suivi de nappe	40
Petits Matériels	0,5

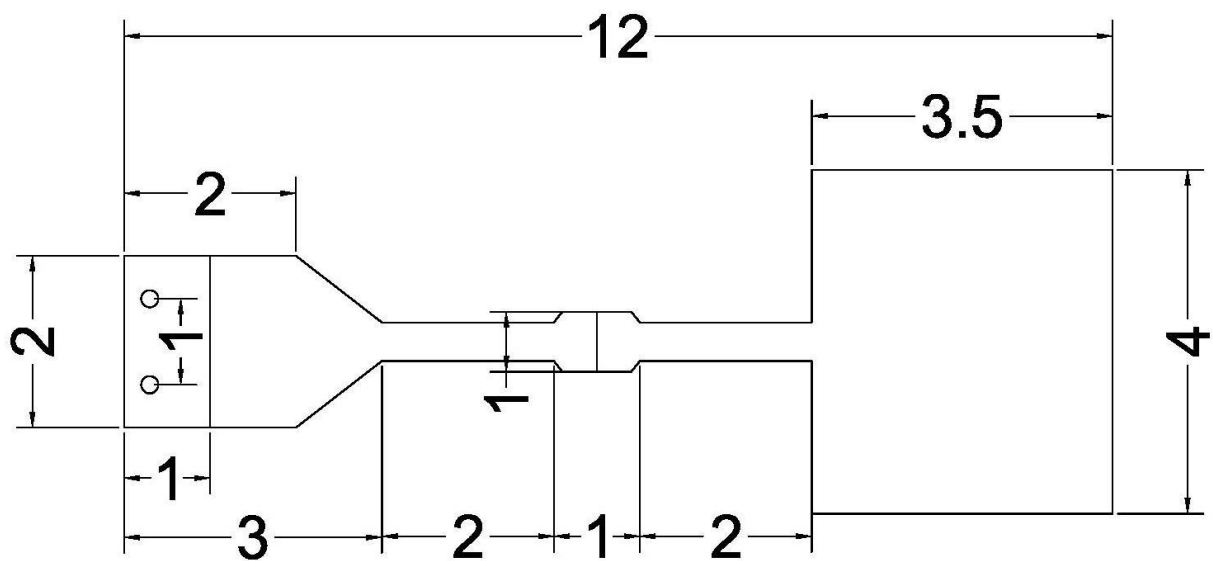
➤ **Récapitulatif des charges**

Années	Investissement	Charges de personnel	Entretien plante	Consommable	Electricité	Total dépenses	Total investissement et dépenses	Recette engrais+ fourrage	P.roduction BV
Année 0	4496739824						4496739824		
Année 1	750000	10560000	48000	125000	172951	10905951	11655951	11479970	60472
Année 2	750000	10560000	48000	125000	185055	10918055	11668055	12283377	64704
Année 3	750000	10560000	48000	125000	376494	11109494	11859494	24990591	131641
Année 4	750000	10560000	48000	125000	198005	10931005	11681005	13143009	69233
Année 5	750000	10560000	48000	125000	204817	10937817	11687817	13595128	71614
Année 6	750000	10560000	48000	125000	211862	10944862	11694862	14062801	74078
Année 7	750000	10560000	48000	125000	219150	10952150	11702150	14546561	76626
Année 8	750000	10560000	48000	125000	226689	10959689	11709689	15046963	79262
Année 9	750000	10560000	48000	125000	234487	10967487	11717487	15564578	81989
Année 10	112203204	10560000	48000	125000	242554	10975554	123178758	16100000	84809
Année 11	750000	10560000	48000	125000	242554	10975554	11725554	16100000	84809
Année 12	750000	10560000	48000	125000	242554	10975554	11725554	16100000	84809
Année 13	750000	10560000	48000	125000	242554	10975554	11725554	16100000	84809
Année 14	750000	10560000	48000	125000	242554	10975554	11725554	16100000	84809
Année 15	750000	10560000	48000	125000	242554	10975554	11725554	16100000	84809
Année 16	750000	10560000	48000	125000	242554	10975554	11725554	16100000	84809
Année 17	750000	10560000	48000	125000	242554	10975554	11725554	16100000	84809
Année 18	750000	10560000	48000	125000	242554	10975554	11725554	16100000	84809
Année 19	750000	10560000	48000	125000	242554	10975554	11725554	16100000	84809
Année 20	147970204	10560000	48000	125000	242554	10975554	158945758	16100000	84809
Année 21	750000	10560000	48000	125000	242554	10975554	11725554	16100000	84809

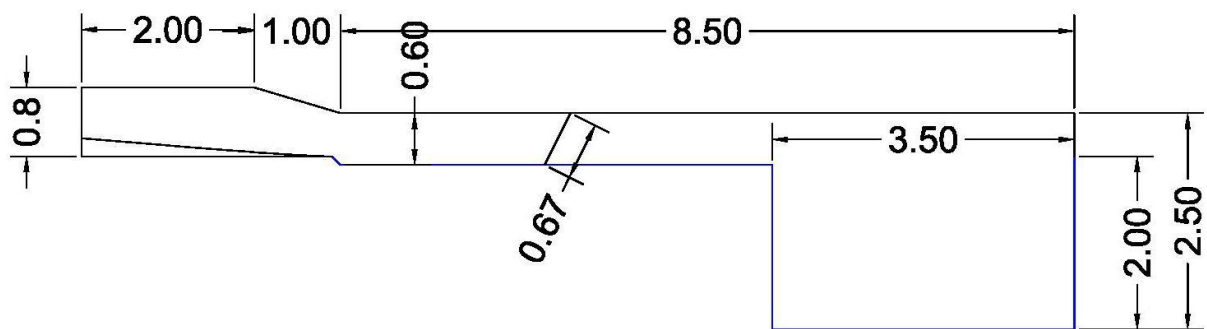
Année 22	750000	10560000	48000	125000	242554	10975554	11725554	16100000	84809
Année 23	750000	10560000	48000	125000	242554	10975554	11725554	16100000	84809
Année 24	750000	10560000	48000	125000	242554	10975554	11725554	16100000	84809
Année 25	750000	10560000	48000	125000	242554	10975554	11725554	16100000	84809
Année 26	750000	10560000	48000	125000	242554	10975554	11725554	16100000	84809
Année 27	750000	10560000	48000	125000	242554	10975554	11725554	16100000	84809
Année 28	750000	10560000	48000	125000	242554	10975554	11725554	16100000	84809
Année 29	750000	10560000	48000	125000	242554	10975554	11725554	16100000	84809
Année 30	112203204	10560000	48000	125000	242554	10975554	123178758	16100000	84809
Année 31	750000	10560000	48000	125000	242554	10975554	11725554	16100000	84809
Année 32	750000	10560000	48000	125000	242554	10975554	11725554	16100000	84809
Année 33	750000	10560000	48000	125000	242554	10975554	11725554	16100000	84809
Année 34	750000	10560000	48000	125000	242554	10975554	11725554	16100000	84809
Année 35	750000	10560000	48000	125000	242554	10975554	11725554	16100000	84809
Année 36	750000	10560000	48000	125000	242554	10975554	11725554	16100000	84809
Année 37	750000	10560000	48000	125000	242554	10975554	11725554	16100000	84809
Année 38	750000	10560000	48000	125000	242554	10975554	11725554	16100000	84809
Année 39	750000	10560000	48000	125000	242554	10975554	11725554	16100000	84809
Année 40	750000	10560000	48000	125000	242554	10975554	11725554	16100000	84809
total	4896866436	422400000	1920000	5000000	9548678	438868678	5335735114	633812979	3338698

Annexe 7 : Ouvrage de réception et plan de la STBV

➤ Ouvrage de réception

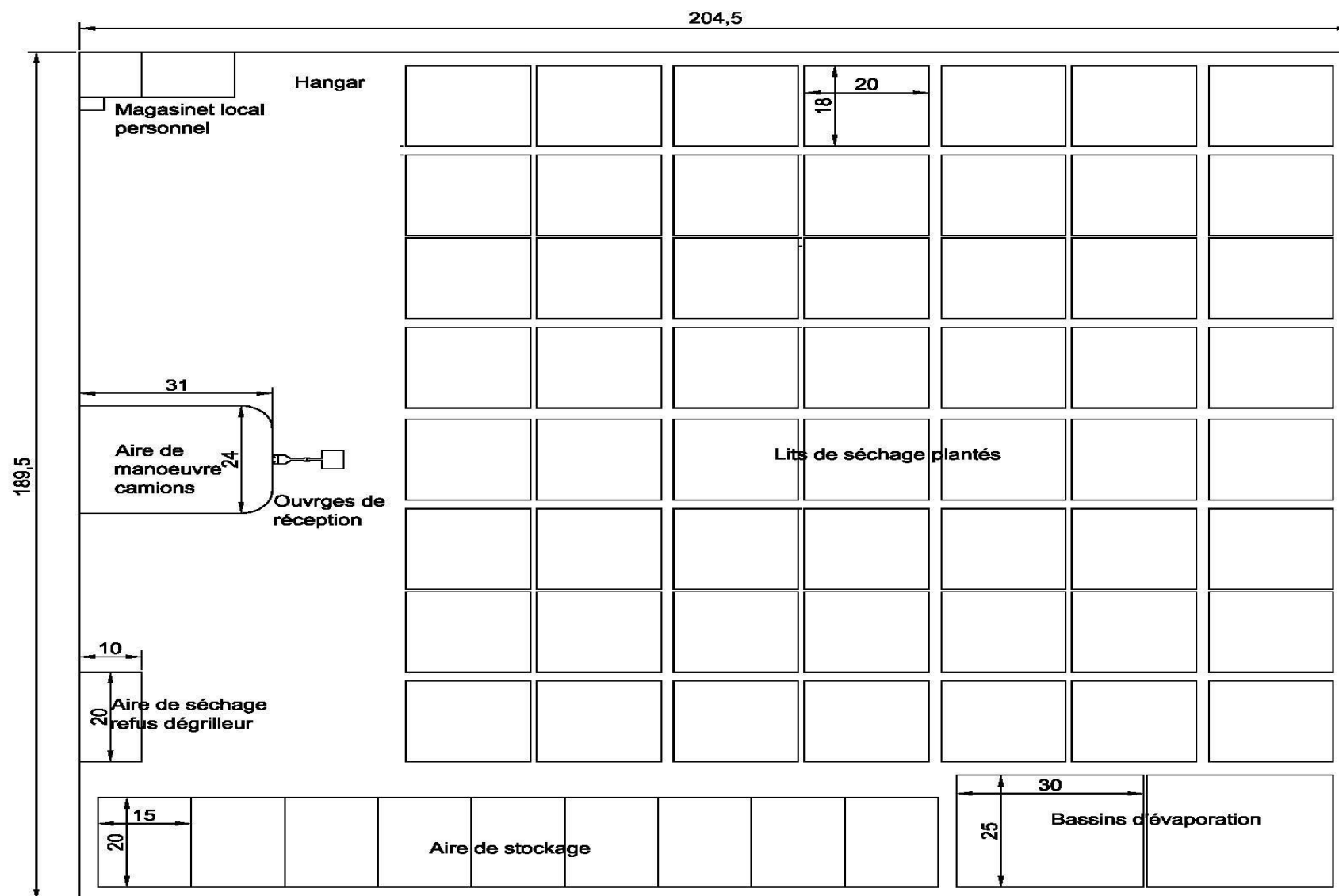


Vue en plan

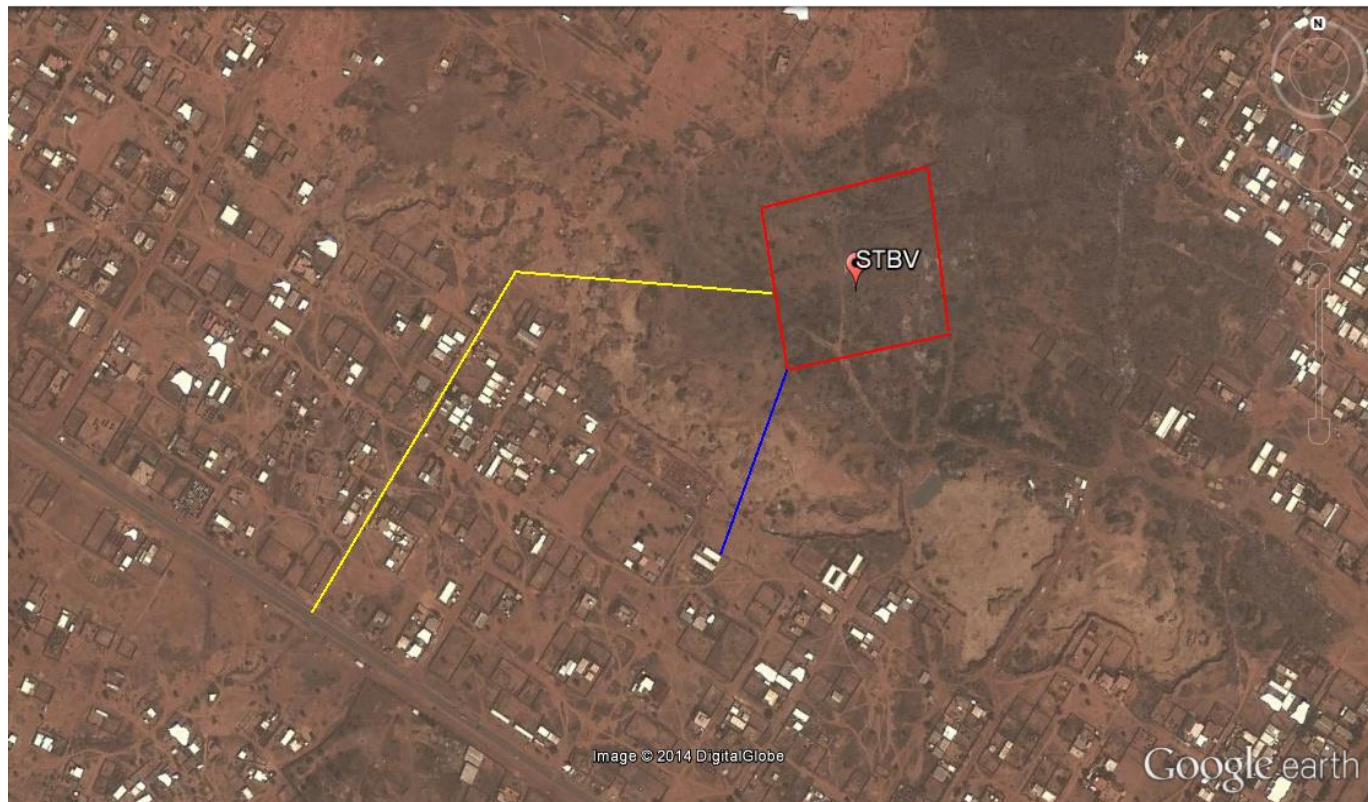


Vue de face

➤ Schema de la STBV



➤ **Position du site de la STBV**



-  Limites site de la STBV
-  Voies d'accès au site
-  Distance entre le site et l'habitation la plus proche (230 m)