



DIRECTION DES ETUDES ET DES
SERVICES ACADEMIQUES.

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE D'INGENIEUR
DE L'EQUIPEMENT RURAL**

Présenté par :

DIAGNE Etienne

Thème

*Implantation et dimensionnement d'une station de
traitement de boues de vidange dans la commune de
Ouahigouya*

RESUME.....	X
ABREVIATIONS ET SIGLES	XI
GLOSSAIRE.....	XII
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : CONTEXTE DE LA ZONE D'ETUDE	2
I-1. Présentation de la zone d'étude.....	2
I-1-1.Milieu physique	2
I-1-1-1 .Localisation de la ville.....	2
I-1-1-2.Relief – sols – végétation	3
I-1-1-3. Climat.....	3
I-1-1-4.Hydrographie.....	4
I-1-2. Milieu humain.....	4
I-1-2-1.Démographie.....	4
I-1-2-2.Organisation sociopolitique.....	5
I-1-2-3. Les principales activités.....	5
I-1-3 .Assainissement de la ville	7
I-1-4. Alimentation en eau potable de la ville	7
I-2.Etat des lieux de la gestion des boues de vidange à Ouahigouya.....	7
I-2-1.Typologie des ouvrages d'assainissement autonome	8
I-2-1-1.Latrines traditionnelles.....	8
I-2-1-2.Latrines à fosses ventilées (VIP)	8
I-2-1-3.Les toilettes à chasse manuelle.....	8
I-2-1-4.Les fosses septiques	8
I-2-2.Répartition des ouvrages d'assainissement autonome.....	9
I-2-3.Quantités de boues produites	11
I-2-4. Les modes et les matériels de vidange	15

I-2-4-1. La vidange manuelle	15
I-2-4-2. La vidange mécanique	16
I-2-5. Les lieux de déversement des boues	17
I-2-6. Les acteurs dans la gestion des boues de vidange	17
I-2-6-1. Le bureau du conseil	17
I-2-6-2. Le service technique de la mairie	17
I-2-6-3. Les vidangeurs	18
I-2-6-4. Les maraîchers	18
I-2-6-5. La population	18
I-2-7. Projet d'avenir de la mairie	18
CHAPITRE II: PROBLEMATIQUE, OBJECTIFS ET METHODOLOGIE DE L'ETUDE.....	19
II-1. Problématique	19
II-2. Objectifs	20
II-3. Approche méthodologique	20
II-3-1. Phase préparatoire	22
II-3-1-1. Recherche documentaire	22
II-3-1-2. Elaboration d'un guide d'entretien	22
II-3-1-3. Elaboration de fiches de classement des critères	22
II-3-1-4. Elaboration de fiches contenant les sites de dépotage	22
II-3-2. Phase de terrain	22
II-3-2-1. Prise de contact avec les différents acteurs	22
II-3-2-2. Classement de critères selon les acteurs	22
II-3-2-3. Visite des sites de dépotage	23
II-3-2-4. Etude du choix des sites potentiels	23
II-3-2-5. Entretiens	23
II-3-2-6. Restitution des données collectées	23
II-3-3. Phase de traitement des données	23

CHAPITRE III : LES METHODES MULTICRITERES.....	24
III-1.Approches applicables pour l’implantation de la station de traitement.....	24
III-1-1.Approche 1 : choix arbitraire.....	24
III-1-2.Approche 2 : choix concerté.....	24
III-1-3.Approche 3 : Application de la méthode multicritère.....	24
III-1-4.Avantages et inconvénients des approches	24
III-1-5. Approche retenue : méthode multicritère.....	26
III-2. Revue bibliographique sur les méthodes multicritères	26
III-2-1. Principe de base et champ d’application	27
III-2-2. Différentes méthodes multicritères	29
III-2-2-1. Famille de la théorie de l’utilité multiattributs.....	29
III-2-2-2. Famille des méthodes de surclassement.....	29
III-2-2-3. Famille des méthodes interactives.....	30
III-3. Application de la méthode multicritère dans le domaine de l’environnement.....	30
III-4. Méthode multicritère retenue : ELECTRE	31
III-5-. Présentation de la méthode ELECTRE.....	31
III-5-1. Choix de la problématique.....	31
III-5-2. Choix proprement dit de la méthode.....	32
CHAPITRE IV : APPLICATION DE LA METHODE ELECTRE AU CHOIX DU SITE.....	34
IV-1. Les sites potentiels de traitement	34
IV-1-1. Identification des sites potentiels de dépôtage.....	34
IV-1-2. Procédure de tri de sites potentiels	36
IV-2. Identification des critères de notation	37
IV-3. Classement et pondération des critères.....	41
IV-4. Evaluation des sites selon les acteurs	48
IV-5. Choix d’une méthode ELECTRE	49
IV-5-1. Principe de la méthode ELECTRE II	49

IV-5-2. Développement de la méthode ELECTRE II	49
IV-5. Analyse de robustesse et interprétation des résultats.....	51
CHAPITRE V : TECHNOLOGIE DE COLLECTE ET DE TRANSPORT DES BOUES DE VIDANGE MANUELLE DANS LA COMMUNE DE OUAHIGOUYA	52
V-1. Problématique de la vidange manuelle	52
V-2. Quantification et caractérisation des boues de vidange manuelle.....	52
V-2-1. Quantité des boues de vidange manuelle	52
V-2-2. Caractérisation des boues de vidange manuelle.....	53
V-3. Choix de technologie pour le transport des boues	53
V-3-1. Charrettes à traction asine	54
V-3-1-1. Nombre de charrettes	54
V-3-1-2. Caractéristiques	55
V-3-1-3. Evaluation financière du matériel de collecte à traction asine.....	56
V-3-2. Charrettes à traction motorisée.....	58
V-3-2-1. Nombres de charrettes.....	58
V-3-2-2. Caractéristiques	58
V-3-2-3. Evaluation financière du matériel de collecte à traction motorisée.....	59
V-3-3. Charrette remorquée par le camion vidangeur de la mairie.....	60
V-3-3-1. Nombre de charrettes	60
V-3-3-2. Caractéristiques	61
V-3-3-3. Evaluation financière du matériel de collecte.....	61
CHAPITRE VI : PREDIMENSIONNEMENT DE LA STATION DE TRAITEMENT DES BOUES DE VIDANGE	64
VI-1. Législation et réglementation.....	64
VI-1-1. Le cadre législatif.....	64
VI-1-2. Le cadre réglementaire	64
VI-2. Normes de qualité à appliquer.....	65

VI-3. Conditions du choix du système de traitement des boues de vidange	66
VI-4. Principe, conception, dimensionnement d'un système de lagunage	68
VI-4-1. Principes généraux	68
VI-4-2. Conception et dimensionnement.....	68
VI-4-2-1. Conception.....	68
VI-4-2-2. Dimensionnement	68
RECOMMANDATIONS ET CONCLUSION	74
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	76
ANNEXES.....	78

LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1: Localisation de la ville de Ouahigouya.....</i>	<i>2</i>
<i>Figure 2: Hydrogramme de la pluviométrie mensuelle à Ouahigouya.....</i>	<i>4</i>
<i>Figure 3: Répartition des boues vidangées dans les établissements publics.....</i>	<i>14</i>
<i>Figure 4: Procédure de choix d'une méthode ELECTRE [MAYSTRE et al. 1994].....</i>	<i>33</i>
<i>Figure 5: Classement des critères</i>	<i>42</i>
<i>Figure 6: Représentation de la matrice d'évaluation sur graphique.....</i>	<i>48</i>
<i>Figure 7: Résultats de la comparaison des sites potentiels</i>	<i>50</i>

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1: Evolution démographique de la commune de Ouahigouya</i>	<i>5</i>
<i>Tableau 2: Répartition des différents types d'ouvrages d'assainissement autonome.....</i>	<i>9</i>
<i>Tableau 3: Nombres d'ouvrages d'assainissement par type et par secteur.....</i>	<i>10</i>
<i>Tableau 4: Production spécifique de boues.....</i>	<i>12</i>
<i>Tableau 5: Répartition des utilisateurs en fonction de la typologie des ouvrages.....</i>	<i>12</i>
<i>Tableau 6: Quantité de boues de vidangées d'après les productions spécifiques.....</i>	<i>13</i>
<i>Tableau 7: Demande de vidange mécanique des collectivités.....</i>	<i>13</i>

<i>Tableau 8: Nombre de rotations par jour de travail observé dans différents villes africaines</i>	14
<i>Tableau 9: Avantages et inconvénients des approches applicables pour le choix du site</i>	25
<i>Tableau 10: Modèle de la matrice d'évaluation</i>	28
<i>Tableau 11: Problématique de référence</i>	29
<i>Tableau 12: Résumé des caractéristiques principales des méthodes ELECTRE</i>	32
<i>Tableau 14: Echelle de notation du critère 1</i>	37
<i>Tableau 15: Echelle de notation du critère 2</i>	38
<i>Tableau 16: Echelle de notation du critère 4</i>	38
<i>Tableau 17: Echelle de notation du critère 4</i>	39
<i>Tableau 18: Echelle de notation du critère 5</i>	40
<i>Tableau 19: Echelle de notation du critère 6</i>	40
<i>Tableau 20: Echelle de notation du critère 7</i>	41
<i>Tableau 21a: Importance accordée aux critères selon les acteurs</i>	46
<i>Tableau 22: Matrice d'évaluation</i>	48
<i>Tableau 23: Dimensions de la charrette à traction asine</i>	56
<i>Tableau 24: Coûts d'investissement du matériel de collecte à traction asine</i>	56
<i>Tableau 25: Charges annuelles pour la collecte à traction asine</i>	57
<i>Tableau 26: Recettes totales de la collecte à traction asine</i>	57
<i>Tableau 27: Dimensions de la charrette à traction motorisée</i>	59
<i>Tableau 28: Coûts d'investissement pour la collecte à traction motorisée</i>	59
<i>Tableau 29: Charges annuelles de fonctionnement pour la traction motorisée</i>	60
<i>Tableau 30: Coûts d'investissement pour la remorque</i>	61
<i>Tableau 31: Charges annuelles de fonctionnement pour la remorque</i>	62
<i>Tableau 32: Avantages et inconvénients des choix de technologie de transport</i>	63
<i>Tableau 33: Normes suggérées par Heinss et al</i>	65
<i>Tableau 34: Systèmes différents et leur fonctionnement</i>	67

DEDICACES

*Je dédie ce travail de mémoire de fin de formation d'étude en ingénieur
à :*

 *Mon défunt père Charles DIAGNE et ma mère Agnès Siga DIOUF*

 *Mes frères Gabriel Soudou, Pierre Mahé, Jean Baptiste Djiré et mon
jumeau Maurice*

 *Mes sœurs Marie Ndéo, Louise Seynabou et Madeleine Mossane*

 *Toute la grande famille DIAGNE de Diohine*

 *Ma future femme, mère de mes enfants*

 *Toute la 34^{ième} promotion de la formation initiale de l'EIER*

REMERCIEMENTS

Du fond de mon cœur, j'adresse mes sincères remerciements à l'endroit de tous ceux qui ont participé de façon directe ou indirecte à l'élaboration de ce rapport de mémoire de fin d'étude en formation d'ingénieurs.

Qu'il me soit permis de nommer particulièrement :

- + Mes encadreurs Mr WETHE Joseph, Mr KOANDA Halidou pour leur entière disponibilité, leurs conseils et leurs éclaircissements qui m'ont tant servis ;*

- + L'ensemble du personnel de la Mairie de Ouahigouya, notamment Mr SAWADOGO Abdoulaye, pour les moyens qu'il a mis à ma disposition et son dévouement ;*

- + L'ensemble du personnel de l'EPCD de Ouahigouya, en particulier Mr KABORE Edmond, pour aussi les moyens qu'il m'a à ma disposition ;*

- + Tous les professeurs de la Faculté des Sciences et Techniques de l'Université Cheikh Anta DIOP de Dakar, qui m'ont donné un enseignement de base en science physique ;*

- + Le corps professoral de l'Ecole inter-états d'Ingénieurs de l'Equipement Rural pour tous les enseignements que j'ai reçu d'eux ; de par leurs enseignements je serai ingénieur.*

AUTEUR : DIAGNE Etienne

Professeur responsable : WETHE Joseph

Organisme encadreur : MAIRIE

THEME

Implantation et dimensionnement d'une station de traitement de boues de vidange dans la commune de Ouahigouya

RESUME

L'urbanisation rapide et continue dans les pays en voies de développement rend de plus en plus difficile la gestion des déchets tels les boues de vidange. La majorité de ces pays ne dispose pas d'un réseau d'égout cause pour laquelle les ouvrages d'assainissement autonomes sont les plus couramment rencontrés. La commune de Ouahigouya au Burkina Faso (pays en voie de développement), n'est pas épargnée par ce mode d'utilisation de système d'assainissement autonome.

Ces ouvrages produisent des boues de vidange et quand ils sont pleins leur contenu est déversé sans traitement ni aucune précaution dans les places publiques (rues), dans ou devant les cours des maisons, dans les champs, dans les jardins des maraîchers, les terrains vagues, dans les cours d'eaux etc., ce qui crée une prolifération des sites de dépotage.

Le but recherché, dans le cadre de cette étude, est de limiter la prolifération des sites de dépotage. Pour atteindre ce but et rendre objectif le choix définitif d'un site, la méthodologie indicative utilisée est l'approche multicritère d'aide à la décision.

A l'issu de cette étude, les deux sites les plus adéquats pour le dépotage des boues de vidange ont été dégagés. Ce sont les sites S7 et S8 se trouvant respectivement sur les axes routiers de Bogoya et de Mopti vers la partie Nord de la commune.

Pour la collecte et le transport des boues vidangées manuellement, les trois choix de technologie qui ont été établis sont les charrettes à la traction asine et à traction motorisée et les charrettes remorquées par le camion vidangeur de la mairie. Parmi ces choix la traction motorisée est le choix le plus approprié pour la commune.

La filière de traitement utilisée pour les boues de vidange, dans le cadre de cette étude, est le lagunage naturel. Le dimensionnement effectué nous a permis de trouver une superficie d'environ 0.2ha.

Pour favoriser le fonctionnement de la station et pérenniser le mode gestion des boues des mesures d'accompagnement ont été prises à savoir la création d'une mission de suivi, l'application de la législation et de la réglementation sur les rejets des eaux usées et excréta, une campagne de communication destinée à montrer les risques liés à ces rejets.

Mots clefs : Burkina Faso, Ouahigouya, choix d'un site, boue de vidange, approche multicritère, collecte, transport, implantation, station de traitement.

ABREVIATIONS ET SIGLES

CREPA : Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement à faible coût

EPCD : Etablissement Public Communal pour le Développement

EIER : Ecole inter états d'Ingénieurs de l'Équipement Rural

ASPM/Y : Association de Producteurs Maraîchers du Yatenga

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

ADSI : Association pour le Développement du Secteur Informel

CDI : Centre de Documentation et d'Information de l'EIER

ELECTRE : **EL**imination **Et** **CHOIX** Traduisant la **RE**alité

STEP : Station d'Épuration

BV : Boues de Vidange

DCO : Demande chimique en Oxygène

DBO : Demande Biologique en Oxygène

MES : Matière en suspension

GLOSSAIRE

Acteur : Individu ou groupe d'individus influençant la directement et indirectement la décision.

Action : Politique, programme, projet ou candidat faisant l'objet de l'analyse multicritère.

Action potentielle : Action provisoirement jugée possible par un des intervenants au moins ou présumée telle par l'homme d'étude, en vue de l'aide à la décision.

Analyse multicritère : Analyse ayant pour but d'explicitier une famille cohérente de critères permettant d'appréhender les différentes conséquences d'une action.

Circuit : Séquence de sommets, reliés par une relation de préférence du type « **a** surclasse **b**, **b** surclasse **c** et **c** surclasse **a** ».

Critère : Expression qualitative ou quantitative de points de vue, objectifs, aptitudes ou Contraintes relatives au contexte réel, permettant de juger des actions potentielles.

Evaluation : Détermination de la valeur de la performance d'une action sur un critère, pourvu ou non d'une unité vde mesure.

Poids : Coefficient exprimant l'importance accordée par un décideur à un critère.

Relation de surclassement : Relation binaire dans laquelle il est possible d'affirmer sans trop de risque d'erreur que le décideur préfère a_i à a_k .

DBO5 : Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours

C'est la quantité d'oxygène consommée par les matières biodégradables au cours présentes dans une eau usée et se dégradent au cours du temps par des processus biochimiques naturels. Elle représente une fraction des matières organiques biodégradables contenues dans les eaux usées.

DCO : Demande Chimique en Oxygène

C'est la quantité d'oxygène fournie par un oxydant chimique fort pour oxyder les matières réductrices contenues dans une eau usée. Elle représente la totalité de ce qui peut être oxydé, en particulier certains sels minéraux oxydables (sulfures,) et la majeure partie des composés organiques (hors ammoniac).

INTRODUCTION

Comme pour la plupart des communes dans les pays en voie de développement, l'assainissement des eaux usées et excréta constitue à la fois une mission et une préoccupation des communes du Burkina Faso. Dans la plupart de ces communes, il n'y a pas de réseau d'égout et les ouvrages d'assainissement autonome sont les plus couramment rencontrés. Ces ouvrages produisent des boues qu'il faut vidanger et traiter de manière à protéger la santé des populations et de l'environnement. Dans la ville de Ouahigouya, la vidange et le transport des boues sont assurés par une association qui gère un camion loué par la mairie, les vidangeurs manuels. Certains maraîchers se font livrer ou transportent eux-mêmes les boues dans leurs champs et parcelles de maraîchage. C'est dans ce contexte que le CREPA a entamé depuis 2003 un projet de recherche dont l'objectif est d'élaborer une stratégie de gestion durable des boues de vidange dans la ville de Ouahigouya. Les vidangeurs manuels déversent les boues de vidange dans les rues, les cours, les caniveaux et autres espaces non construits de la ville. Les boues vidangées mécaniquement sont déversées sur 14 sites de dépotage situés dans un rayon de 5km autour de centre-ville. L'amélioration de la gestion des boues de vidange dans la commune intègre la réalisation d'une station de traitement. Cette unité de traitement devrait être implantée de sorte que les intérêts des différents acteurs soient sauvegardés : protection de la santé et de l'environnement pour la mairie, coût additionnel de transport abordable pour les vidangeurs, disponibilité de biosolides à proximité des champs pour les maraîchers.

CHAPITRE I : CONTEXTE DE LA ZONE D'ETUDE

I-1. Présentation de la zone d'étude

Elle consiste à faire un aperçu global sur les aspects physique et humain, l'alimentation en eau potable et l'assainissement de la zone d'étude.

I-1-1.Milieu physique

I-1-1-1 .Localisation de la ville

Sur le plan administratif, le Burkina Faso est organisé en 13 régions. Ces circonscriptions sont subdivisées en 45 provinces au total. Chaque province est subdivisée en départements. La province du Yatenga est située au cœur du Sahel, dans la partie septentrionale du Burkina Faso et fait frontière avec le Mali. Ouahigouya se trouve sur l'axe reliant Ouagadougou à Mopti, à 181km de Ouagadougou et 222km de Mopti. Le site de la ville correspond aux points de coordonnées 2.3° de longitude Ouest et 13.35° de latitude Nord.

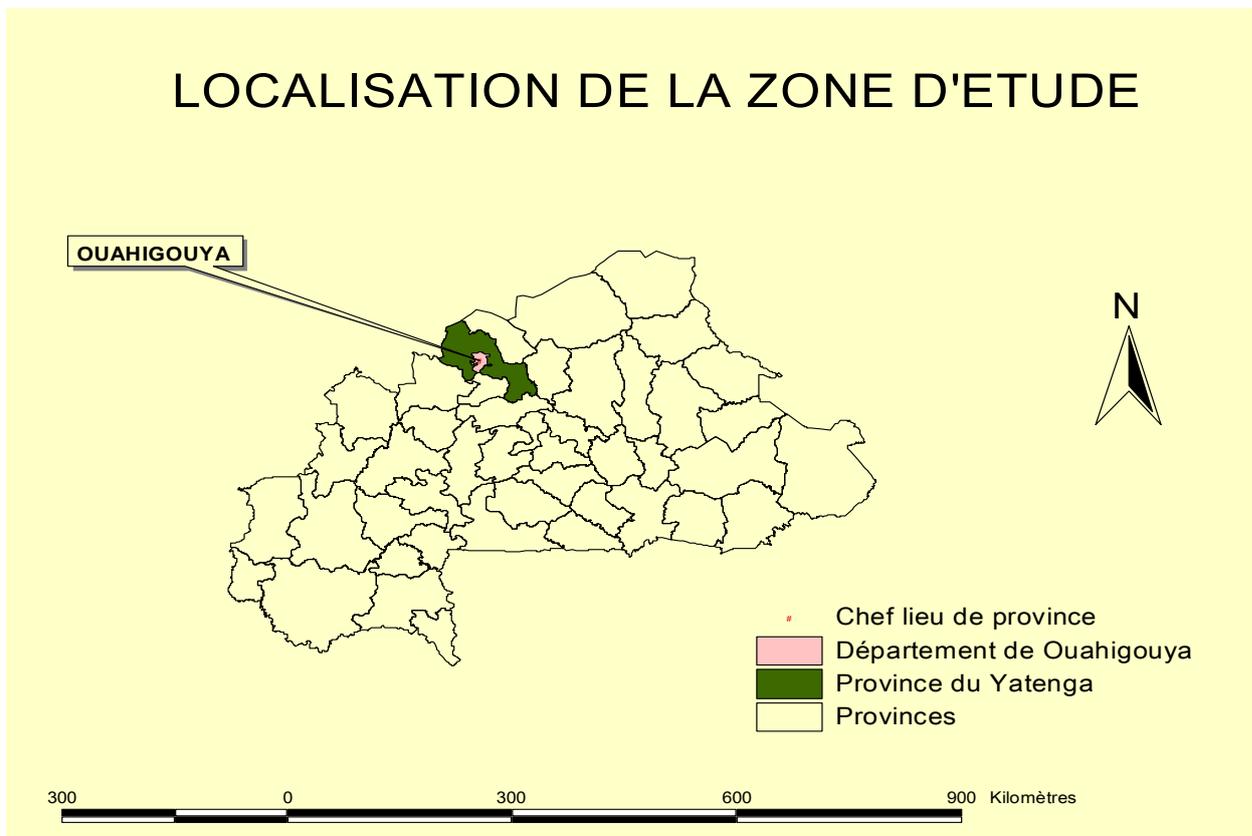


Figure 1: Localisation de la ville de Ouahigouya (Source : EIER)

I-1-1-2. Relief – sols – végétation

Comme le reste du plateau du Mossi, Ouahigouya est constitué du socle précambrien birrimien formé de schistes et de quartzites d'une part, et de granites d'autre part. Le paysage alentour présente une vaste plaine d'où émergent ici et là quelques collines.

Les sols sont constitués de terres ferrugineuses, lessivées et peu profondes. Leur faible teneur en éléments nutritifs (phosphate, azote et calcium) et l'affleurement par endroits de la cuirasse latéritique les rendent en grandes parties inaptes à la mise en culture.

Au sud de la province du Yatenga, la végétation se rapproche de la savane arborée, évoluant dans la région de Ouahigouya vers la savane arbustive, tandis qu'au nord domine la steppe épineuse caractéristique du Sahel. On y distingue des espèces caractéristiques telles que l'acacia, le butérospermum parki (karité), le parkia biglobosa (nééré). La seule végétation assez dense est les vergers de manguiers situés aux abords des barrages et dans les zones de bas-fonds au nord de la ville.

I-1-1-3. Climat

Le climat, de type soudanien, est caractérisé par deux saisons principales :

- une courte saison de pluies de juin à octobre avec une pluviométrie comprise entre 600 et 700mm ;
- une longue saison sèche qui comporte deux périodes
 - une période sèche et froide de novembre à janvier
 - une période sèche et chaude de février à mai

Ces saisons sont réglées par deux types de vent :

- l'harmattan est un vent sec qui souffle d'Est en Ouest de novembre à avril
- la mousson souffle du Sud-Ouest au Nord, de juin à septembre et apporte les pluies.

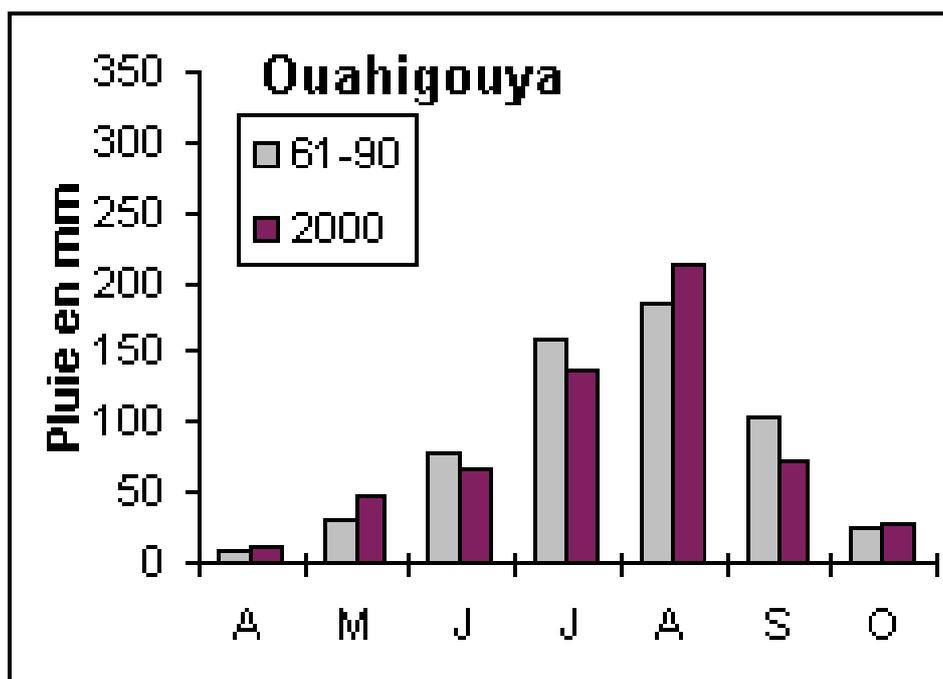


Figure 2: Hydrogramme de la pluviométrie mensuelle à Ouahigouya

Source : <http://aochycos.ird.ne/HTMLF/ETUDES/METEO/MENSUELLES/OUAHIGOUYA>

La vitesse moyenne du vent au cours de l'année 2002 était de 1.2m/s.

La température annuelle est de 28.4°C. Mai est le mois le plus chaud (moyenne de 42.8°C) et janvier le mois le plus frais (moyenne 25.7°C).

L'évaporation moyenne journalière des eaux dans la zone est estimée à 5.5mm/j.

I-1-1-4.Hydrographie

Ouahigouya est situé dans le bassin versant supérieur du Nakambé mais la province ne comporte aucun cours d'eau permanent. A l'exception du barrage dit de Kanazoé et de celui de Goinré au nord de la ville, il n'y a aucune retenue d'eau pérenne. Les principales ressources hydrauliques proviennent des eaux souterraines exploitées à l'aide de puits et de forages. La conservation de la qualité et de la quantité des réserves d'eau souterraines est vitale pour l'ensemble de la province. Le niveau des nappes phréatiques a fortement baissé depuis les sécheresses successives (1974, 1983 en particulier).

La nappe au niveau de la ville situerait autour de 8 à 12 m en saison sèche et de 1 à 3 m en saison pluvieuse.

I-1-2. Milieu humain

I-1-2-1.Démographie

Selon le recensement général de la population de 1996, la population de Ouahigouya était estimée à 55718 habitants avec un taux d'accroissement annuel de 2.58%. Ainsi par

extrapolation la population actuelle peut être estimée à 70077 habitants. Le territoire urbanisé de Ouahigouya couvre une superficie d'environ 72 km² soit une densité moyenne actuelle de 974 habitants/ km². Cette ville à majorité d'ethnie Mossi (80%) et musulmane (90%) est composée de 15 secteurs subdivisés en plusieurs quartiers.

La répartition moyenne était de 7 personnes par ménage, 3 ménages par concession et 20 personnes par concession [Boissard, 1996]. Ces résultats sont issus d'une enquête réalisée sur un échantillon de 350 ménages choisis au hasard sur le plan cadastral de la ville.

Tableau 1: Evolution démographique de la commune de Ouahigouya

Année	2004	2005	2010	2015	2020	2025
Population	68314	70077	79596	90409	102690	119648

I-1-2-2. Organisation sociopolitique

La société de Mossi qui est l'ethnie majoritaire de la zone d'étude est caractérisée par différents niveaux d'une pyramide, extrêmement hiérarchique, de communautés sociopolitiques. L'organisation sociale est basée sur un système de parenté patrilinéaire. Le pouvoir est distribué entre : le pouvoir politique aux mains du chef de village issu des descendants conquérants et le pouvoir religieux aux mains du chef (maître) de la terre issue des autochtones.

Ces populations organisent l'exploitation de la terre en fonction des différents niveaux de structures sociales existant dans la société. A chaque groupe ou sous-groupe parental correspond une portion de la terre des ancêtres. Cette forme d'organisation entraîne une grande consommation de l'espace au lieu de son usage intensif.

Le système traditionnel de gestion des terres, basé sur l'unité familiale ou lignagère, ne confère pas à la femme un droit foncier parce qu'elle est considérée comme étrangère par les liens du mariage. Cependant, elle constitue une force de travail essentielle dans le foyer.

I-1-2-3. Les principales activités

La zone d'étude est essentiellement dominée par les secteurs agricole, commercial et pastoral. Cependant, les activités agricoles et pastorales demeurent arriérées et fortement tributaires des aléas climatiques notamment la pluviométrie.

L'agriculture

Une agriculture extensive pluviale est pratiquée dans la zone d'étude avec des spéculations essentiellement céréalières. Les produits cultivés se composent de mil, sorgho, haricot et dans une moindre mesure de riz, d'arachide. Le système de production se traduit par une agriculture orientée vers la subsistance, l'extension des zones de cultures donc la suppression de la jachère. En outre, le système se caractérise sous l'effet conjugué des facteurs pédologiques et climatiques peu favorables à de faibles rendements.

Les activités agricoles de contre saison se pratiquent surtout autour des retenues de surface de la zone d'étude. A cette période, la culture irriguée conduit à la production de pomme de terre, tomate, oignon, aubergine, chou, etc. L'agriculture dans cette zone comme pour le reste du pays, connaît d'énormes difficultés. On peut citer entre autres :

- Le faible niveau d'équipement (charrue, charrette et autres équipements agricoles) ;
- Les difficultés d'accès aux intrants (coût élevé par rapport au pouvoir d'achat paysan) ;
- L'insuffisance des terres cultivables ;
- La baisse de la fertilité des sols ;
- L'insuffisance de la pluviométrie et sa mauvaise répartition spatio-temporelle.

L'élevage

A des degrés divers, cette activité est menée par la quasi-totalité de la population de la zone. Elle constitue souvent pour le paysan, une source d'épargne. Les espèces élevées sont : les bovins, les ovins, les caprins, les porcins, les asins, les équins et la volaille.

En générale, l'élevage des bovins se pratique de deux manières : l'élevage extensif transhumant et l'élevage sédentaire. Le premier est essentiellement utilisé par les Peuhls avec des troupeaux composés d'au moins 15 têtes. Quant à l'élevage sédentaire, il se pratique pour les troupeaux bovins de petite taille (2 à 10 têtes) et pour les autres espèces.

Les contraintes dans le domaine sont marquées par :

- Une insuffisance et une pauvreté de l'alimentation surtout en saison sèche ;
- Une insuffisance des infrastructures et équipement d'élevage (piste à bétail, parc à vaccination) ;
- Un faible niveau de technicité des éleveurs ;
- Une insuffisance des soins vétérinaires ;
- Des problèmes fonciers avec les agriculteurs.

Le commerce

Ce secteur constitue une source de revenus importante de la population. Ce secteur d'activités est le domaine aussi bien des boutiquiers des grands marchés que du secteur informel, en passant par les riches commerçants dont les zones d'action touchent les grands centres urbains du pays et le niveau international.

I-1-3 .Assainissement de la ville

Sur le plan de l'assainissement, la ville de Ouahigouya ne dispose pas assez d'infrastructures. En effet, durant la saison de pluie, les eaux de ruissellement sont collectées par quelques rares canalisations existantes sur les grandes voies. Par ailleurs, l'accroissement de la population de la ville provoque une augmentation des déchets solides et excréta qui sont difficilement maîtrisables par les autorités communales et les ONG même si quelques actions d'amélioration sont en train d'être menées.

I-1-4. Alimentation en eau potable de la ville

L'alimentation en eau potable de la ville de Ouahigouya est assurée par l'ONEA à partir du barrage dit de Goinré et de 7 puits et 5 forages pour un débit cumulé de $150\text{m}^3/\text{j}$. La longueur du totale du réseau (refoulement + distribution) est de 52916 mètres ; un château d'eau d'une capacité de 300m^3 sert au stockage de l'eau. Le nombre des branchements particuliers s'élève à 1233 en plus de 51 bornes fontaines implantées dans les différents secteurs de la ville. La production d'eau en 2002 était d'environ de 807000 m^3 pour une consommation de 640000 m^3 . Les quartiers périphériques et les villages de la commune ne sont pas couverts par le réseau de distribution de l'ONEA (taux de couverture du réseau : 60%) ; ils sont alimentés par des forages et des puits. Par ailleurs, les pénuries d'eau sont récurrentes en saison chaude (mars à mai). Pour l'année 2002, les consommations aux bornes fontaines représentaient 45% contre 55% pour les branchements particuliers.

I-2.Etat des lieux de la gestion des boues de vidange à Ouahigouya

Les technologies de gestion des excréta peuvent être classées en fonction de leur degré d'utilisation d'eau en quatre grandes catégories : les latrines, les toilettes à chasse manuelle, les fosses septiques et les réseaux d'égout couplés à une station d'épuration collective. Outre la disponibilité de l'eau, d'autre facteurs, financiers, urbanistiques et technologiques peuvent influencer sur le choix du système.

Il faut noter qu'à Ouahigouya, il n'existe pas de réseau d'égouts. La totalité des excréta produits dans la ville sont collectés dans des ouvrages d'assainissement autonome ou rejetés directement dans la nature.

I-2-1. Typologie des ouvrages d'assainissement autonome

I-2-1-1. Latrines traditionnelles (LT)

Elles se composent en général d'une dalle de couverture en béton armé ou éléments de fortune (bois, vieilles tôles). Cette dalle est perforée d'un trou de défécation et posée sur une fosse non ventilée. La superstructure de ces latrines est le plus souvent formée de murs en banco ou en ciment. Ces types de latrines fonctionnent par voie sèche. Elles servent souvent de lieu de douche et de déversement des eaux grises.

Ces latrines présentent par conséquent beaucoup d'inconvénients dont la diffusion de mauvaises odeurs, la prolifération de mouches, vecteurs de maladies et les risques d'éboulement.

I-2-1-2. Latrines à fosses ventilées (VIP)

Elles se composent d'une ou de deux fosses, d'une dalle de couverture en béton armé, du tuyau de ventilation en PVC et de la superstructure. La dalle est munie d'un trou de défécation. Le tuyau de ventilation permet l'évacuation des gaz, contenus dans la fosse. Il joue aussi le rôle de piège pour les insectes qui arrivent à rentrer dans la fosse : ils sont attirés par la luminosité de l'extrémité du tuyau qui est obturée avec un grillage anti-insecte et restent prisonniers.

Les latrines VIP fonctionnent par voie sèche et sont prévues pour être vidangées manuellement.

I-2-1-3. Les toilettes à chasse manuelle (TCM)

Ce sont des latrines à fosse améliorée, munies d'une chasse d'eau au dessus du siège ou de la cuvette avec un siphon à fermeture hydraulique. L'évacuation des excréta se fait par siphon directement dans une fosse à infiltration ou par tuyau qui conduit à une fosse externe.

Leur système de fermeture hydraulique empêche les remontées d'odeurs ou d'insectes depuis la fosse et assure en conséquence un fonctionnement hygiénique.

Dans une fosse de TCM, les eaux de chasse et la partie liquide des excréta sont évacués par infiltration dans le sol. Les fecès y sont digérées biologiquement, ce qui réduit sa vitesse de remplissage. Les composantes solubles ainsi que les gaz résultant de la digestion sont également diffusés dans le sol.

I-2-1-4. Les fosses septiques (FS)

Elles sont en général rectangulaires ou circulaires. Une fosse septique comporte deux à trois compartiments et peut recevoir toutes les eaux. L'ensemble des eaux arrive dans le premier

compartiment et les boues y sont digérées biologiquement. Le dernier compartiment est relié à un puits perdu qui infiltre les eaux prétraitées.

1-2-2.Répartition des ouvrages d'assainissement autonome

Le tableau ci-dessous montre la répartition des différents types d'ouvrages rencontrés dans les secteurs enquêtés de la ville de Ouahigouya.

Tableau 2: Répartition des différents types d'ouvrages d'assainissement autonome

Secteur	Latrines traditionnelles	Latrines types VIP	TCM	Fosses septiques	Pas d'ouvrage
1	92%	6%	0%	0%	2%
2	95%	0%	2%	2%	0%
7	96%	1%	0%	0%	2%
9	98%	0%	0%	0%	2%
10	81%	9%	1%	4%	5%
Moyenne ville moderne	90%	4%	2%	2%	2%
Moyenne ville traditionnelle	97%	1%	0%	0%	2%
Moyenne totale	92%	3%	1%	2%	2%

Source : [BLUNIER, 2004]

Cette enquête révèle que, quel que soit le secteur de la ville, la grande majorité des ouvrages d'assainissement autonomes rencontrés sont de type de latrines traditionnelles.

Les latrines de type de VIP, les toilettes à chasse manuelle et les fosses septiques sont rarement rencontrées.

Ces estimations se basent sur la répartition dans les ménages uniquement. A Ouahigouya, dans les écoles et les lieux publics on trouve principalement des latrines de type VIP.

Le nombre d'ouvrage d'assainissement de chaque type a été évalué.

Tableau 3: Nombres d'ouvrages d'assainissement par type et par secteur

Secteur	Nombre de concessions (Boissard, 1996)	Nombre de LT	Nombre de VIP	Nombre de TCM	Nombre de FS	Nombre total d'ouvrages
1	285	263	16	0	0	280
2	469	446	0	12	12	469
3	222	199	11	3	5	217
4	307	275	15	4	6	300
5	157	153	1	0	0	154
6	150	146	1	0	0	147
7	243	234	3	0	0	237
8	161	156	1	0	0	157
9	165	162	0	0	0	162
10	286	233	25	0	11	272
13	582	521	28	7	12	568
Total	3198	2786	101	29	45	2962

Le nombre d'ouvrages d'assainissement autonome a été calculé sur la base des hypothèses suivantes :

- La répartition des ouvrages dans la ville est conforme à celle obtenue dans enquêtes ménages.
- On trouve dans chaque concession un seul ouvrage d'assainissement autonome.
- Le nombre de concessions n'a pas sensiblement varié depuis 1996.

Cette dernière hypothèse est vraisemblable pour les secteurs 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13 car ces derniers sont presque entièrement construits et il n'y a plus d'espace pour leur extension mais pas pour les secteurs 1 et 10 qui constituent la zone de développement actuelle de la ville.

I-2-3. Quantités de boues produites

Dans le cadre d'une étude effectuée sur la collecte et le transport mécanisés des boues de vidange dans la ville de Ouahigouya, selon Blunier (2004) trois méthodes ont été proposées afin d'approcher la quantité de boues de vidange produite par les ménages.

Méthode 1 : Demande en vidange mécanique

C'est une méthode qui ne permet que d'estimer la quantité de boues vidangées mécaniquement.

Les paramètres de calculs établis sont les suivants :

- Nombre total d'ouvrages d'assainissement autonome : $N = 3200$
- Proportion d'ouvrages vidangés mécaniquement : $p_{mec} = 44\%$
- Périodicité moyenne entre deux vidanges mécaniques : $T_{mec} = 1.8ans$
- Volume vidangé par rotation : $v = 6.4m^3$

Sur la base de ces paramètres, nous pouvons calculer :

- Nombre d'ouvrages d'assainissement vidangés mécaniquement :

$$n_{mec} = p_{mec} \times N = 1400 \text{ouvrages}$$

- Nombre de demande de vidanges par an :

$$Div = n_{mec} / T_{mec} = 778 \text{vidanges} / an$$

Quantité de boues de vidangées par an en faisant l'hypothèse que pour chaque demande, une rotation de vidange a lieu

$$Q_{vid} = D_{vid} \times v = 4980m^3 \text{ ou encore } 13.6 \text{ m}^3/j$$

Méthode 2 : Productions spécifiques de boues de vidange

La production spécifique de boues de vidange n'est pas connue à Ouahigouya. Heins et al. (1998) ont établi des valeurs pour différents types d'ouvrage pour la ville de Kumasi au Ghana.

Tableau 4: Production spécifique de boues

Type d'ouvrage	Production spécifique (litre/jour/habitant)
Latrines sèches	0.2
Fosse septique	1

Source : [Heinss et al. 1998]

En vue d'estimer la quantité de boues vidangées manuellement, les hypothèses réalisées sont les suivantes :

- les ouvrages vidangés manuellement sont a voie sèche (latrines VIP et latrines traditionnelles vidangées manuellement). La production spécifique est de 0.2 litre/jour/habitant,
- les ouvrages de type latrines traditionnelles vidangés mécaniquement reçoivent des eaux parasites et ne sont pas totalement perméables. La production spécifique se situe entre 0.2 litre/jour/ habitant (voie sèche) et 1 litre/jour/habitant (équivalent d'une fosse septique).

Le tableau ci-dessous répartit les utilisateurs en fonction de la typologie des ouvrages.

Tableau 5: Répartition des utilisateurs en fonction de la typologie des ouvrages

Types d'ouvrages	LT	VIP	TCM	FS
Proportion d'utilisateurs (%)	95	3	0,9	1,1
Nombre d'utilisateurs	66460	2085	603	930

Source des proportions du nombre d'utilisateurs : [BLUNIER, 2004]

Avec 2085 utilisateurs de latrines VIP, la quantité de boues à vidanger manuellement est de 0.42 m³ par jour,

Le nombre d'utilisateurs de FS et de TCM étant égal à 1533, la quantité de boues à vidanger mécaniquement est de 1.5 m³ par jour,

Le nombre d'utilisateurs de LT est égal à 66460 habitants

- 54% de cet effectif font appel à la vidange manuelle, soit 35888 personnes et produisent 7.20 m³ /j,
- 44% réalisent la vidange mécanique, soit 29242 personnes et produisent entre 5.8 m³ et 29.2 m³ de boues de vidange par jour.

Les résultats obtenus sont récapitulés dans le tableau ci-dessous

Tableau 6: Quantité de boues de vidangées d'après les productions spécifiques

	Boues liquides vidangées mécaniquement	Boues vidangées manuellement	Boues totales
Minimum (1)	7.30 m ³ /j	7.62 m ³ /j	14.92 m ³ /j
Maximum (2)	30.70 m ³ /j	7.62 m ³ /j	38.32 m ³ /j

(1) Considérant que la production spécifique dans les latrines traditionnelles vidangées mécaniquement est de 0.2 litres/jour/habitant.

(2) Considérant que la production spécifique dans les latrines traditionnelles vidangées mécaniquement est de 1 litre/jour/habitant.

Dans les établissements publics (Centre Hospitalier Régional, Hôtels, marché) à forte fréquentation, la quantité de boues vidangées annuellement est évaluée en faisant appel au service de vidange mécanique pour une rotation de 6.4m³ par voyage. Les résultats sont présentés au tableau qui suit.

Tableau 7: Demande de vidange mécanique des collectivités

Clients	Nombre de rotations réalisées en 2002	Volume vidangé en 2002 (m ³ /an)
Centre Hospitalier Régional	160	1024
Hôtels	16	102
Marché	24	154
Total	200	1280

Source : [BLUNIER, 2004]

A partir de ce tableau nous pouvons constater que la quantité de boues vidangées mécaniquement au niveau du Centre Régional Hospitalier représente une part importante des boues collectées au niveau des collectivités.

La proportion des quantités obtenues au niveau des différentes collectivités est illustrée par la figure ci-dessous.

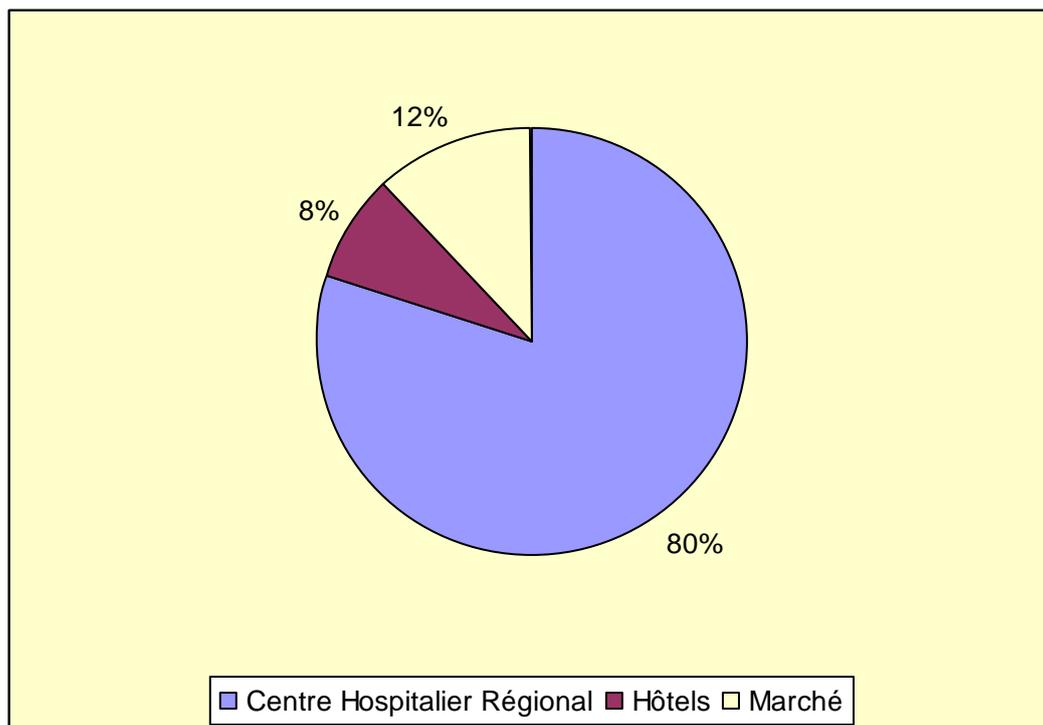


Figure 3: Répartition des boues vidangées dans les établissements publics

Une revue bibliographique a permis d'établir le nombre moyen de rotations observées par camion et par jour de travail dans plusieurs villes d'Afrique. Ces résultats sont représentés dans le tableau qui suit :

Tableau 8: Nombre de rotations par jour de travail observé dans différentes villes africaines

Ville	Nombre moyen de rotations par camion et par jour	Population de l'agglomération	Nombre moyen d'habitants	Source

		(hbts)	par camion	
Commune VI de Bamako	2,4 à 3,1	2500000		Bolomey, 2003
Ouagadougou	3,0 à 5,1	1260000		Ehli, 2003
Dar Es Salam	4 à 5	3000000	40000	Collignon, 2002
Dakar	2 à 3	2245000	30000	Collignon, 2002
Cotonou	2 à 3	1200000	24000	Collignon, 2002
Kampala	4 à 5	1200000	85000	Collignon, 2002
Nouakchott	4 à 5	620000	44000	Collignon, 2002
Bobo Dioulasso	6 à 8	650000	162000	Collignon, 2002
Ouagadougou	2,6	1260000		Dembélé et al, 2003
Ouahigouya	2 à 3	68314		Blunier, 2004

Source : [BLUNIER, 2004]

I-2-4. Les modes et les matériels de vidange

La commune n'est pas dotée d'un réseau d'égouts. Par conséquent, il existe deux modes de vidange de boues à Ouahigouya qui sont la vidange manuelle et la vidange mécanique.

I-2-4-1. La vidange manuelle

Cette vidange est réalisée soit directement par les personnes habitants, souvent les jeunes garçons, soit par des personnes rémunérées. Le nombre de personnes exerçant cette activité n'est pas connu ; cependant, 10 neufs personnes résident dans la commune, les autres viennent de villages voisins. Les vidangeurs sont regroupés de manière informelle et certains sont membres de l'ADSI. Les conditions de travail des vidangeurs sont rudimentaires, leur matériel se limite à un seau, une pelle, une pioche, une corde et une bouteille de pétrole. Ils travaillent le plus fréquemment pieds et torse nus. Une équipe de deux personnes effectue le plus souvent l'opération de vidange. En l'absence de tout matériel de transport, ils déversent les boues au plus près du lieu de collecte, le plus souvent dans la rue ou dans les caniveaux. Cette pratique est illégale et peut être sanctionnée par la police.

Les opérateurs ne sont pas à l'abri d'une contamination car au moment de l'opération ils sont en contact direct avec les boues et ils travaillent sans matériel de protection (gants, bottes, masques etc.).

Le manque d'hygiène personnelle rigoureuse après la vidange peut entraîner une contamination de l'opérateur et de son voisinage.

Dans les latines, sont jetés de déchets dangereux tels que les seringues, aiguilles et les tessons de bouteilles.

Cette pratique a aussi des risques de contamination de la nappe car les boues sont en général dans des trous creusés tout près leurs lieux de production.

I-2-4-2. La vidange mécanique

On trouve à Ouahigouya un camion de vidange d'une capacité de 8m³. Ce camion œuvre principalement dans les secteurs de la ville moderne. Les boues collectées par le camion sont déversées dans la nature le long des axes routiers, proche de la sortie de la ville ou sur des sites agricoles à la demande des cultivateurs.

Le camion de vidange a été acquis par la Mairie dans le cadre du jumelage entre les villes de Ouahigouya et de Chambéry (France) en 1996. Ce camion a été géré pendant plusieurs années par la Mairie.

Les mêmes risques sont retrouvés que chez la vidange manuelle avec un degré moindre.

Le manque d'hygiène corporelle adéquate après la vidange est une source de contamination pour le vidangeur lui-même et pour son entourage.

Ces modes de vidange, selon une étude menée par le CREPA, peuvent être répartis de la manière suivante :

- Vidange manuelle par personne rémunérée : 53 %
- Vidange manuelle par la famille : 1%
- Vidange mécanique : 44%
- Pas de vidange : 2%

De part la répartition des modes de vidange obtenue ci-dessus, nous constatons que toute la quantité de boues produites à Ouahigouya n'est pas complètement vidangée, il y a 2% des ménages qui ne font pas intervenir une opération de vidange. Quand la fosse est pleine, on condamne l'accès, une nouvelle fosse est creusée ailleurs dans la concession. Les risques liés à cette pratique sont la pollution des nappes phréatiques et le débordement des ouvrages abandonnés par infiltration d'eau clair parasite ou remontée de la nappe phréatique en saison des pluies. Une telle pratique nécessite de disposer d'espace libre dans la concession.

I-2-5. Les lieux de déversement des boues

Le lieu de déversement des boues de vidange dans la ville de Ouahigouya est tributaire du mode de vidange effectué.

En effet, quatre destinations possibles ont été identifiées pour les boues vidangées manuellement. Ces destinations sont dans les canalisations d'eau pluviale, les cours des concessions, les rues et les autres espaces non construits de la ville.

Deux destinations possibles sont aussi identifiées pour les boues vidangées mécaniquement. Ces boues sont déversées soit dans un champ à la demande d'un cultivateur, soit dans les 14 sites de dépotage situés dans un rayon de 5km autour du centre ville.

Le déversement des boues de vidange de façon incontrôlée dans la nature peut entraîner des impacts négatifs tels que les nuisances olfactives, l'altération des sols etc.

I-2-6. Les acteurs dans la gestion des boues de vidange

Ce point s'adresse directement aux différents acteurs pour la gestion des boues de vidange. A tout projet d'amélioration de boues de vidange, l'aspect organisationnel des différents acteurs est une partie intégrante et non négligeable. Les divers acteurs qui participent à la gestion des boues de vidange dans la commune de Ouahigouya sont la mairie (bureau du conseil, service technique), l'EPCD, les vidangeurs, les maraîchers et la population.

Chacun de ces acteurs a un rôle à jouer pour l'amélioration de la gestion des boues de vidange.

I-2-6-1. Le bureau du conseil

Il joue un rôle de déterminant dans la définition des grands axes de la stratégie d'assainissement, dans la supervision de leur mise en œuvre ainsi que dans l'appui au déroulement des activités. La responsabilité de la mairie est d'assurer le service public de l'assainissement et des déchets. Dans la pratique elle s'assure l'efficacité, au moindre coût et de façon pérenne.

I-2-6-2. Le service technique de la mairie

C'est le bras armé du conseil de la mairie ayant en charge l'opération nationalisation sur le terrain des décisions prises. Dans la ville de Ouahigouya, il existe un EPCD qui a le rôle d'un maître délégué.

I-2-6-3. Les vidangeurs

Ils sont chargés de l'opération de vidange des boues dans toute l'étendue de la commune. Les vidangeurs manuels travaillent parfois en collaboration avec les vidangeurs mécaniques. Les vidangeurs manuels curent le fond des latrines ou des fosses où les boues sont très concentrées après l'opération de vidange mécanique.

I-2-6-4. Les maraîchers

Ils utilisent des produits issus de la vidange des boues dans les fosses. Les maraîchers demandent, selon leurs besoins, aux vidangeurs de déverser les boues brutes dans leurs champs.

I-2-6-5. La population

La quantité de boues produites évolue dans le même sens que l'accroissement de la population.

I-2-7. Projet d'avenir de la mairie

L'un des principaux soucis de la mairie, dans le cadre de l'assainissement de la commune, est la construction d'une station de traitement de boues de vidange. Cette unité de traitement devrait être implantée de sorte que les intérêts des différents acteurs soient sauvegardés. Notamment de :

- la protection de l'environnement (sols, eaux souterraines, eaux de surface),
- la protection de la santé de la population,
- la valorisation des sous produits de traitement,
- la réduction de l'incidence sur les coûts de transport des boues,
- la réduction de l'incidence sur les comptes d'exploitation,
- la limitation des conflits sociaux (vidangeurs-vidangeurs, mairie-vidangeurs).

CHAPITRE II: PROBLEMATIQUE, OBJECTIFS ET

METHODOLOGIE DE L'ETUDE

Nous allons commencer par ressortir la problématique, définir les objectifs de l'étude et terminer par une approche méthodologique afin de mener des actions qui pourront permettre de résoudre le problème posé.

II-1. Problématique

La croissance galopante des populations des villes dans les pays en voie de développement et la multiplication des zones d'habitations spontanées rendent crucial le problème de l'assainissement urbain. En Afrique et en Asie, on estime que 65 à 100% des habitations disposant de systèmes d'assainissement sont équipées d'installations autonomes non raccordées à un réseau d'égout (Montangero et Strauss 2002).

Ces installations sont principalement constituées de latrines ou de fosses septiques. Lorsqu'elles sont pleines, leur contenu est évacué par des camions de vidange ou par des vidangeurs manuels. Ces services de vidange, indispensables pour améliorer la qualité du cadre de vie, sont pourtant peu ou pas planifiés par les autorités.

Dans la ville de Ouahigouya, la totalité des installations sanitaires sont des installations autonomes. Leur vidange est assurée d'une part, par des vidangeurs manuels et d'autre part par l'Association pour le Développement du Secteur Informel (ADSI) qui gère un camion de vidange loué par la municipalité.

Après l'opération de vidange, les boues de vidange sont déversées soit sur les sites de dépotage, soit dans les rues, soit dans les canalisations du réseau d'eaux pluviales, soit dans les cours des concessions.

Cette prolifération de site dépotoir sauvage des boues de vidange, au niveau de la commune, engendre des impacts négatifs dans plusieurs domaines qui sont entre autres l'environnement, la santé publique, l'économie et la politique.

En vue de pallier cette prolifération de sites de dépotoirs, nous sommes appelés à choisir un site de dépotoir des boues de vidange. Ce choix doit répondre aux aspirations de tous acteurs intervenant dans la gestion des boues des boues. Comment procéder pour aboutir à cet unique site de dépotage pour toute la commune de Ouahigouya ? Telle est la véritable question sur laquelle nous devons apporter une réponse dans le cadre de cette étude.

II-2. Objectifs

L'objectif recherché dans le cadre de ce mémoire est la localisation d'un site pour l'implantation et le dimensionnement d'une station de traitement des boues de vidange dans la commune de Ouahigouya.

Pour atteindre cet objectif, des actions suivantes ont été identifiées pour être mise en œuvre dans un cadre de concertation entre les acteurs impliqués. Au cours donc de cette étude, nous allons mener les actions suivantes:

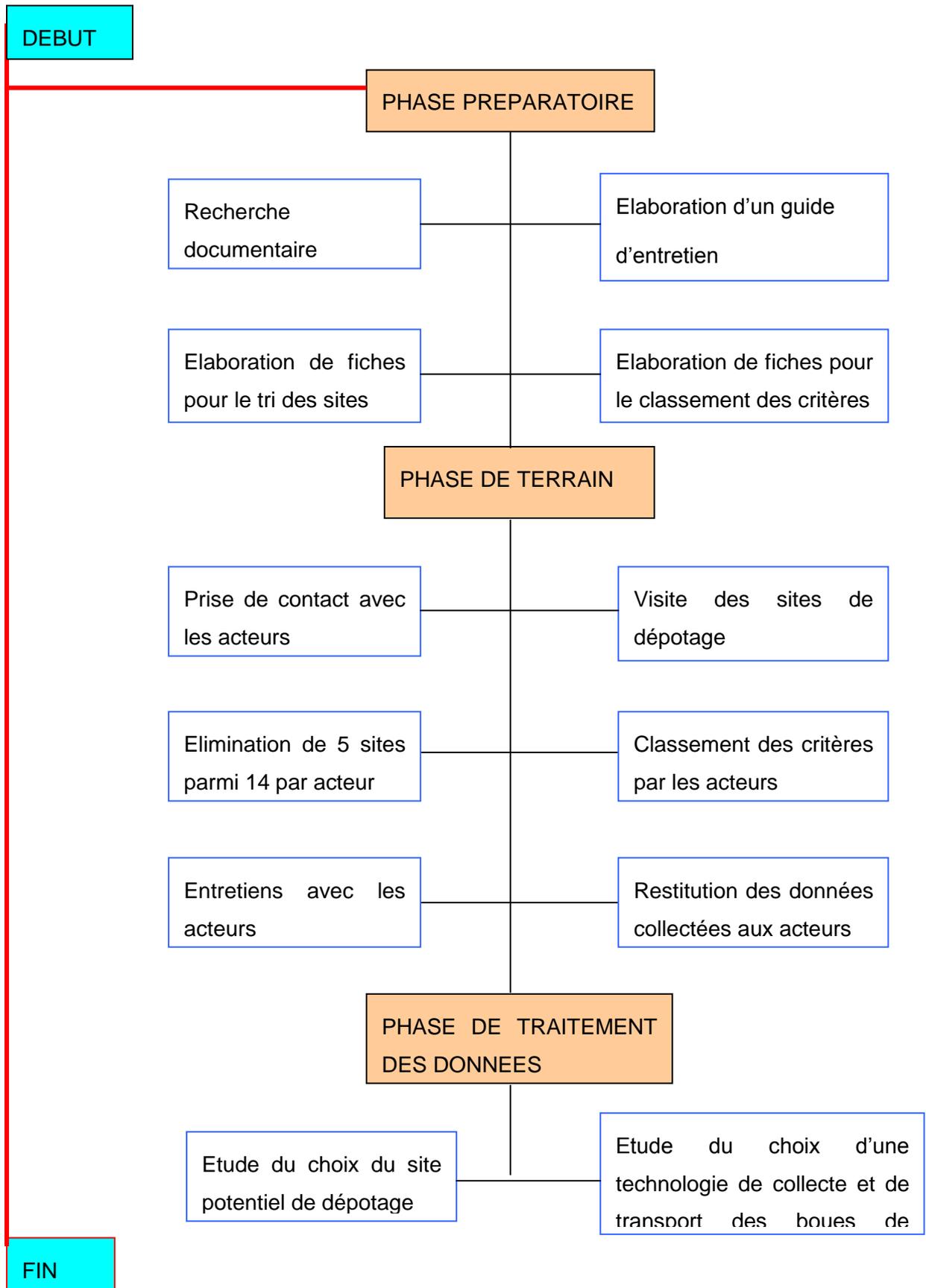
- Identifier les différents acteurs impliqués dans la gestion des boues de vidange ;
- Identifier les différents lieux de déversement des boues de vidange ;
- Proposer un site de dépotage unique pour l'implantation de l'unité de traitement des boues de vidange ;
- Déterminer la capacité de la station de traitement pour un horizon de 20 ans ;
- Déterminer le nombre de charrettes à traction asine et motorisée et proposer un design pour ces charrettes.

II-3. Approche méthodologique

Nous avons choisi une approche multicritère pour mener notre étude. Cette approche a consisté à établir les critères de choix du site potentiel.

Les différentes phases qui composent l'approche méthodologique de cette étude ont été représentées ci-dessous dans une vue simplifiée.

Pour atteindre les objectifs visés dans le cadre de cette présente étude, des actions ont été identifiées puis menées sur le terrain selon une approche méthodologique qui comporte trois (03) phases.



II-3-1. Phase préparatoire

II-3-1-1. Recherche documentaire

Elle permet de faire une synthèse bibliographique des différentes études qui ont été menées particulièrement dans le domaine de la gestion des boues de vidange.

Les principales sources de documentation ont été : CREPA siège, EIER, Mairie de Ouahigouya, EPCD de Ouahigouya. Une bibliographie de référence est proposée à la fin de ce document.

L'exploitation de cette documentation nous a permis d'avoir une meilleure compréhension du travail à faire, ce qui a facilité la préparation des différentes étapes précédentes de l'étude.

II-3-1-2. Elaboration d'un guide d'entretien

Le guide d'entretien est conçu selon les objectifs spécifiques de l'étude. C'est un outil qui nous permet de canaliser les entretiens avec les différents acteurs intervenant dans la gestion des boues de vidange.

II-3-1-3. Elaboration de fiches de classement des critères

Ces critères ont été élaborés en tenant compte des impacts que peut occasionner une station de traitement dans les domaines environnementaux, socio-économiques, politiques et sanitaires.

II-3-1-4. Elaboration de fiches contenant les sites de dépotage

Ces fiches contiennent tous les sites de dépotage des boues de vidange suivant les principaux axes routiers quittant la commune.

II-3-2. Phase de terrain

II-3-2-1. Prise de contact avec les différents acteurs

La prise de contact permet de nous familiariser avec les acteurs, ce qui nous pourrait nous faciliter les tâches à effectuer au cours des étapes qui vont suivre après. De nouvelles informations peuvent être générées pendant cette étape et cela peut permettre de modifier éventuellement le guide d'entretien.

II-3-2-2. Classement de critères selon les acteurs

Mais avant tout, il serait nécessaire de soumettre à ces différents acteurs les critères déjà établis. Si ces derniers approuvent, ils peuvent passer à l'étape de classement des critères par ordre de préférence.

Une fiche contenant les différents critères a été présentée dans un préordre quelconque à chaque acteur pour les ordonner selon leur importance. Pour chaque remise de fiche, en

plus de la note explicative mentionnée sur la fiche, une explication verbale du classement de ces critères a été effectuée à l'endroit de chaque acteur.

II-3-2-3. Visite des sites de dépotage

En vue d'inventorier les caractéristiques et les contraintes que présente chacun des sites, cette étape a eu lieu. Au courant de cette visite, nous avons pu relever quelques contraintes sur lesquelles nous nous sommes basés pour éliminer certains sites.

II-3-2-4. Etude du choix des sites potentiels

Une fiche contenant les différents sites retenus après visites de ces sites de dépotage suivant les principaux axes routiers quittant la commune de Ouahigouya a été présentée à chaque acteur. La tâche de ce dernier a consisté à choisir 5 sites selon sa préférence.

II-3-2-5. Entretiens

Des entretiens ont été menés avec les différents acteurs intervenant dans la gestion des boues de vidange à savoir, le Secrétaire Général de la Mairie, le Sociologue de la Mairie, le Chargé de l'appui institutionnel à l'EPCD, le Président de l'ASPM/Y, le Président de l'ADSI, le Secrétaire Général de l'ADSI, le Représentant des vidangeurs manuels, le dispatcher du service de la météorologie de Ouahigouya et riverains et maraîchers qui sont respectivement proches des sites de dépotage et des barrages. Ceci nous a permis de connaître le rôle que joue tout un chacun dans la gestion des boues de vidange au niveau de la commune de Ouahigouya.

II-3-2-6. Restitution des données collectées

Il faut noter qu'une restitution des données collectées a été tenue en présence du sociologue de la mairie. Cette restitution a lieu en vue de valider les données recueillies et voir ce qui manque comme donnée.

II-3-3. Phase de traitement des données

Après une étape de recueil des données, nous allons passer à la phase de traitement des données qui consiste à enregistrer les données dans les tableurs Excel. Cette phase sera suivie de l'analyse et de l'interprétation des résultats obtenus.

CHAPITRE III : LES METHODES MULTICRITERES

Ces méthodes sont utilisées pour aider les décideurs à trouver des solutions sur des problèmes de décisions. Le cas palpable de notre étude est le choix d'un site de dépotage le plus adéquat pour les boues de vidange.

III-1.Approches applicables pour l'implantation de la station de traitement

Pour atteindre l'objectif visé dans le cadre de cette présente étude, nous avons opté d'inventorier et de faire une étude comparative d'approches applicables pour le choix définitif d'un site potentiel de traitement des boues de vidange.

III-1-1.Approche 1 : choix arbitraire

Cette méthode a pour principe d'opérer de la part de la mairie. Par cette approche, la mairie est la seule à décider du site qui lui convient sans l'avis d'autres intervenants. Une fois le choix effectué, elle lui revient maintenant d'informer tous les autres acteurs de la localisation du site de dépotage des boues de vidange pour toute la commune.

III-1-2.Approche 2 : choix concerté

Le principe consiste à créer une concertation entre l'autorité municipale et les vidangeurs dans le but d'assurer un consensus sur le choix du site de dépotage des boues de vidange. La visite des différents sites est indispensable, voir préalable au consensus.

III-1-3.Approche 3 : Application de la méthode multicritère

L'approche multicritère consiste à identifier les acteurs et les décideurs de l'étude, définir les différentes actions potentielles, choisir les critères d'évaluation, évaluer les actions en fonction de chaque critère, faire des procédures d'agrégation et d'exploitation et enfin analyser la sensibilité et la robustesse des résultats obtenus.

III-1-4.Avantages et inconvénients des approches

Ces approches présentent à la fois des avantages et des inconvénients que nous pouvons récapituler dans le tableau ci-dessous

Tableau 9: Avantages et inconvénients des approches applicables pour le choix du site

APPROCHES APPLICABLES	AVANTAGES	INCONVENIENTS
Approche 1: Choix arbitraire	<ul style="list-style-type: none"> - Ne nécessite pas beaucoup de temps - Pas d'investissement pour les études préalables 	<ul style="list-style-type: none"> - Risque de création d'autres sites de dépotage de la part des vidangeurs par manque de concertation - Risque de mauvais choix entraînant des dangers pour la santé publique, de pollution des eaux souterraines et des eaux de surface. - Risque de problèmes socioéconomiques - Risque de nuisance due aux odeurs nauséabondes
Approche 2 : Choix concerté	<ul style="list-style-type: none"> - Regroupement des principaux acteurs concernés, - Peu d'investissement pour l'étude du choix du site - Réduction des conflits sociaux 	<ul style="list-style-type: none"> - Risque de mauvais choix pouvant entraîner des dangers pour la santé publique de la population - Risque de pollution des eaux surface et des eaux Souterraines qui peut être dû à un mauvais emplacement du site - Risque de nuisances dues aux odeurs nauséabondes
Approche 3: Application de l'approche multicritère	<ul style="list-style-type: none"> - Choix objectif basé sur une démarche scientifique - Faible nuisance due aux odeurs - Regroupement des principaux acteurs concernés - Faible risque de conflits sociaux - Moins de risque d'abandon du site à choisir - Moins de risque pour la santé publique de la population 	<ul style="list-style-type: none"> - Temps relativement long pour aboutir au choix définitif du site - Exigence au niveau du choix des critères - Pas toujours perceptible par beaucoup d'acteurs

Dans le cadre de cette présente étude, nous jugeons indispensable de retenir l'approche multicritère dont son choix nécessite une justification.

III-1-5. Approche retenue : méthode multicritère

Choisir d'optimiser, c'est implicitement se situer dans une approche à critère unique. Cela se démontre aisément par l'absurde : dès que l'on prend plusieurs points de vue pour juger des conséquences de plusieurs actions, on risque de désigner comme optimale une action différente pour chaque point de vue et, en fin de compte, de ne dégager aucun optimum des calculs. Or toute la réalité humaine est «à points de vue multiples» ou encore multicritère.

Prenons un exemple concret : si, pour choisir un tracé d'autoroute, le ministre de l'équipement et des transports ne considérait que l'aspect financier, il limiterait au strict minimum les travaux (débrouillement, terrassement, etc.) afférents à ce genre de projet. C'est évidemment loin d'être le cas. Et cela ne concerne qu'un individu à la fois. Mais tout le monde sait que, dans un service public ou dans la gestion d'un Etat, les intervenants sont multiples. Multiplicité des critères, multiplicité des intervenants : les deux phénomènes ne se superposent pas uniquement, ils se multiplient. Cela devait déjà suffire pour envisager de nouvelles méthodes par rapport à l'optimisation.

La transposition à la collectivité publique, lors du choix du meilleur emplacement pour la construction d'une station d'épuration est immédiate : la minimisation des nuisances olfactives par éloignement vis-à-vis des habitations est en contradiction avec le coût de l'acheminement de l'eau, par exemple. Cela montre la nécessité de recherche des méthodes qui ne soient pas gênées par les conflits qui apparaîtront entre les différents critères.

Une ultime constatation est que certains problèmes semblent pouvoir être isolés dans leur contexte et donc être traités par l'optimisation. Cette apparente appartenance au domaine de la réussite de la recherche opérationnelle est parfois la cause de cuisants échecs. C'est là un argument de plus pour les méthodes multicritères.

En conclusion, on soulignera cependant que les méthodes multicritères et recherche opérationnelle classique ne sont pas rivales mais qu'elles constituent des outils complémentaires, destinés à aider le gestionnaire à prendre la décision qui rencontre ses aspirations.

III-2. Revue bibliographique sur les méthodes multicritères

L'aide multicritère à la décision vise, comme son nom l'indique à fournir à un décideur des outils lui permettant de progresser dans la résolution d'un problème de décision où plusieurs points de vue, souvent contradictoires doivent être pris en compte. Dans le cadre de cette

étude, le problème majeur qui se pose est le choix d'un site unique et meilleur pour le dépotage des boues de vidange parmi 14 sites qui sont identifiés.

III-2-1. Principe de base et champ d'application

La recherche de l'action potentielle la plus «adéquate» doit se faire en quatre étapes :

Etape 1 : Dresser la liste des actions potentielles

Cet ensemble des actions potentielles est désigné généralement par la lettre A et ses éléments sont le plus souvent notés, avec i allant de 1 à n correspondant au nombre total des actions auxquelles l'inventaire a abouti.

Etape 2 : Dresser la liste des critères à prendre en considération

Le choix des critères doit être fait de façon raisonnée.

L'ensemble des critères devra former une famille cohérente c'est-à-dire respecter des exigences d'exhaustivité, de cohésion et de non-redondance [ROY, 1985]. Faute de quoi, on retomberait dans le travers du monocritère, qui est de regarder qu'une face du problème.

De nombreuses méthodes multicritères demandent d'affecter des poids ou coefficients d'importance aux différents critères.

On note habituellement ces critères C_j , où j va de 1 jusqu'à m correspondant au nombre total des critères. Les poids correspondants sont notés P_j , avec le même indice.

Etape 3 : Evaluer chacune des actions potentielles en fonction de chacun des critères

Il s'agit d'évaluer chaque action potentielle en fonction de chaque critère. Ces évaluations sont inscrites dans un tableau à double entrée, appelé matrice d'évaluation.

On se trouve ainsi devant une matrice dans laquelle, à chaque critère est attribuée une colonne, à chaque action potentielle correspond une ligne et, à l'intersection d'une ligne et d'une colonne figure l'évaluation qu'on peut porter sur l'action correspondante aux yeux du critère correspondant.

On note ces évaluations $g_j(a_i)$, où i est le numéro de l'action et j celui du critère.

Tableau 10: Modèle de la matrice d'évaluation

	C1	C2	C3	-	-	Cj	-	Cm
	P1	P2	P3			Pj		Pm
a1	$g_1(a_1)$	$g_2(a_1)$	$g_3(a_1)$					
a2	$g_1(a_2)$	$g_2(a_2)$	$g_3(a_2)$					
a3	$g_1(a_3)$	$g_2(a_3)$	$g_3(a_3)$					
ai						$g_j(a_i)$		
an								$g_m(a_n)$

Source : [Schärlig, 1985]

Etape 4 : Agréger ces évaluations, pour désigner l'action qui jouit globalement des meilleures évaluations

Cette étape est généralement délicate. En effet, non seulement on ne peut pas recourir à une méthode générale, qui n'existe pas ; mais encore on doit se contenter le plus souvent d'une méthode qui n'est pas absolue, car elle comporte obligatoirement un gros défaut !

L'agrégation est tributaire de la méthode multicritère adoptée. Pour le choix d'une méthode, il est essentiel de savoir dès le départ dans quelle problématique on se situe.

Les quatre problématiques de référence sont décrites dans le tableau ci-dessus [ROY, 1985, p.74] cité dans [MAYSTRE, 1985].

Tableau 11: Problématique de référence

Problématique	Objectif	Résultat	Procédure
α	Choix d'un sous-ensemble contenant les actions "les meilleurs" ou, à défaut, "satisfaisantes"	Choix	Sélection
β	Tri par affectation des actions à des catégories prédéfinies	Tri	Affectation
γ	Rangement de classes d'équivalence, composées d'actions, ces classes étant ordonnées de façon complète ou partielle	Rangement	Classement
δ	Description, dans un langage approprié, des actions et de leurs conséquences	Description	Cognition

Source : [MAYSTRE, 1994]

III-2-2. Différentes méthodes multicritères

Les spécialistes de l'aide multicritère à la décision ont subdivisé les méthodes en trois grandes familles, même si les frontières entre ses familles sont très floues [Vincke 89] :

- la théorie de l'utilité multiattributs,
- les méthodes de surclassement,
- les méthodes interactives.

On les appelle respectivement [Roy, 85], approche du critère unique de synthèse évacuant toute incomparabilité, approche de surclassement de synthèse acceptant l'incomparabilité, et approche de jugement local interactif avec itération essai erreur.

III-2-2-1. Famille de la théorie de l'utilité multiattributs

Elle consiste à agréger les différents points de vue en une fonction unique qu'il s'agit ensuite d'optimiser. Les travaux relatifs à cette famille étudient les conditions mathématiques d'agrégation, les formes particulières de la fonction agrégante et les méthodes de construction de ces fonctions. Les principales méthodes appartenant à cette famille sont : MAUT, SMART, UTA, TOPSIS, AHP et GP.

III-2-2-2. Famille des méthodes de surclassement

Elle vise d'abord en première étape à construire une relation appelée de surclassement, qui représente les préférences solidement établies du décideur, compte tenu de l'information dont il dispose. Les méthodes multicritères appartenant à cette famille introduisent des seuils d'indifférence et de préférence au niveau de construire la relation de surclassement. Cette

relation n'est donc en général ni complète ni transitive. La seconde étape consiste à exploiter la relation de surclassement en vue d'aider le décideur à résoudre son problème.

Ces méthodes multicritères n'ont peut-être pas une très bonne base axiomatique mais elles sont caractérisées par un bon degré de pragmatisme compte tenu des contextes décisionnels fréquemment rencontrés. Elles sont assez riches en concepts nouveaux, comme ceux des problématiques décisionnelles. Les méthodes les plus connues de cette famille sont : ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la REalité) [Roy, 68] et PROMETHEE.

III-2-2-3. Famille des méthodes interactives

Bien qu'elle se confond actuellement avec la deuxième la famille, car toutes ces méthodes ont été programmées de nombreuses fois plus ou moins bien, selon les besoins, et selon les besoins, dans différents laboratoires de recherches, propose des méthodes qui alternent les étapes de calcul et les étapes de dialogues. Elles sont le plus souvent développées dans un contexte de programmation mathématique à objectif multiple.

III-3. Application de la méthode multicritère dans le domaine de l'environnement

«L'environnement est un domaine d'application naturel pour les méthodes multicritères» : remarque de Philippe VINCKE citée dans Maystre (1994).

La gestion de l'environnement et des ressources en eau est désormais devenue une préoccupation importante pour les états. La complexité de cette gestion entraîne l'utilisation de méthodes multicritères pour aider les décideurs.

Une revue de la littérature nous permet de constater que les outils d'aide à la décision multicritère ont fait l'objet d'applications diversifiées dans des domaines tels que : l'environnement, l'aménagement du territoire et la gestion des ressources naturelles, la gestion des déchets, la localisation, l'évaluation et la sélection de projets, la gestion des productions et des approvisionnements... Cette liste n'est certainement pas exhaustive et l'on sait très bien que les applications concrètes d'outils d'aide à la décision ne font pas toujours d'une publication.

Nous pouvons citer en passant quelques études qui ont été effectuées sur la base des méthodes multicritères. C'est ainsi nous avons :

La thèse de DIOP Ousseynou sur la Gestion des Déchets Urbains de Dakar.

L'objectif de cette thèse consistait à choisir un mode de gestion pour les déchets urbains de la ville de Dakar. Pour effectuer ce choix, il a utilisé les méthodes multicritères.

La thèse de GUENE Ousseynou sur la promotion de l'hygiène milieu

L'objectif de cette thèse consistait à faire une étude comparative des cas de quelques quartiers se trouvant dans de grandes villes africaines sur la promotion de l'hygiène en utilisant comme outils les méthodes ELECTRE.

III-4. Méthode multicritère retenue : ELECTRE

Il existe une multitude de méthodes multicritères de part le monde. Dans le cadre de cette présente étude nous jugeons nécessaire et utile de travailler avec la méthode multicritère ELECTRE car elle nous offre la possibilité de choisir une , parmi un ensemble de méthodes ELECTRE, en fonction de la problématique fixée dans l'étude. La méthode est aussi efficace surtout dans des études ayant trait à l'environnement, ce qui colle bien au cas de notre étude.

Il y a au total six méthodes ELECTRE dont chacune avec sa particularité. Ces méthodes sont les suivantes : ELECTRE I, ELECTRE II, ELECTRE III, ELECTRE IV, ELECTRE IS et ELECTRE TRI.

III-5. Présentation de la méthode ELECTRE

III-5-1. Choix de la problématique

Les méthodes multicritères ELECTRE ont été élaborées spécifiquement pour répondre à une problématique précise. Le choix de la méthode est précédé bien sûr par celui de la problématique.

Il est bon de rappeler quelques caractéristiques plus pratiques dans chacune de ces problématiques.

Alpha : choisir, sélectionner

En sélectionnant les actions qui appartiennent au noyau, cette problématique permet de définir un ensemble aussi restreint que possible d'actions incomparables entre elles ; elle réalise cette identification mieux que ne peut faire la problématique Gamma.

Bêta : trier, segmenter

En affectant des actions potentielles à des catégories prédéfinies, cette procédure permet de juger chaque action sur sa valeur absolue, indépendamment des actions potentielles qui

pourraient lui être opposées ; elle permet également de prendre en considération un nombre important d'actions potentielles sans faire exploser le nombre de calculs nécessaires.

Gamma : ranger, classer

En classant les actions potentielles les unes par rapport aux autres, cette problématique offre la meilleure restitution au niveau global des conflits pouvant exister au niveau des critères ; cette restitution est particulièrement claire avec la représentation en plan, notamment en ce qui concerne l'incompatibilité.

Delta : décrire

En décrivant les actions potentielles dans un cadre d'étude commun, cette problématique permet d'éviter les comparaisons de type «avantages-désavantages», souvent difficiles à interpréter, et contraint l'homme d'étude à une comparaison sur les mêmes critères.

III-5-2. Choix proprement dit de la méthode

Les vrais critères sont utilisés en sciences exactes (physique). Dans le domaine de la gestion de l'environnement le pseudo-critère traduit mieux la réalité en raison de l'incertitude (flou) et de l'évaluation des critères. Le pseudo-critère intègre alors la notion de flou.

Tableau 12: Résumé des caractéristiques principales des méthodes ELECTRE

		Problématique			
Surclassement	critère	Alpha	Bêta	Gamma	Delta
Net	Vrai-critère	I		I	
Flou	Pseudo-critère	IS	TRI	III, IV	

Source : [MAYSTRE, 1994]

Le choix définitif d'une méthode ELECTRE peut être fait en s'appuyant sur l'algorithme représenté par la figure ci-dessous.

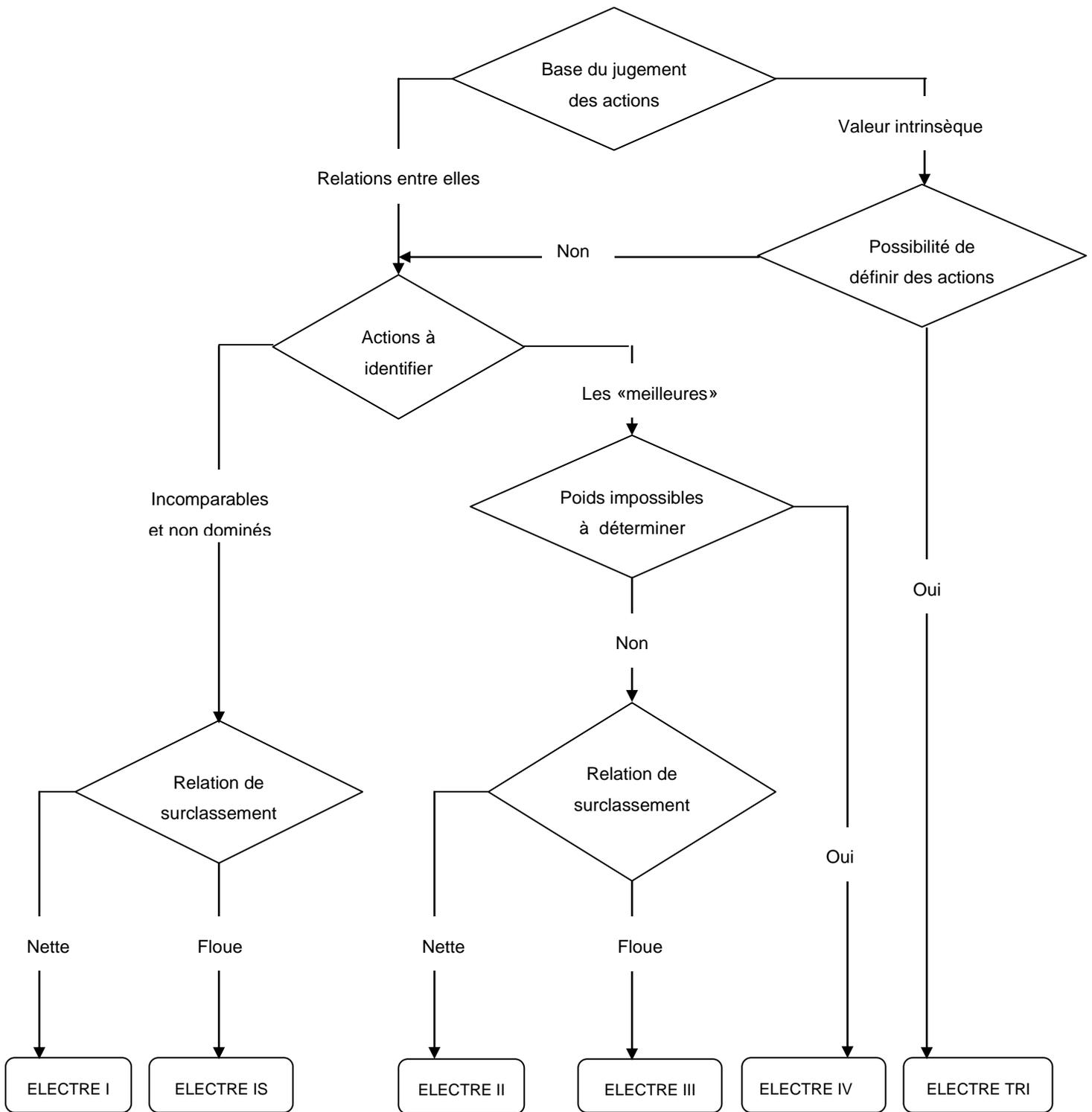


Figure 4: Procédure de choix d'une méthode ELECTRE [MAYSTRE et al.1994]

CHAPITRE IV : APPLICATION DE LA METHODE ELECTRE AU CHOIX DU SITE

Un nombre important de méthodes multicritères existe dans le monde entier. Dans le cadre de notre étude nous avons préféré d'appliquer la méthode ELECTRE pour le choix du site de dépotage des boues de vidange.

IV-1. Les sites potentiels de traitement

Un site potentiel est un site provisoirement jugé possible par un des intervenants au moins ou présumé tel par l'homme d'étude en vue de l'aide à la décision.

IV-1-1. Identification des sites potentiels de dépotage

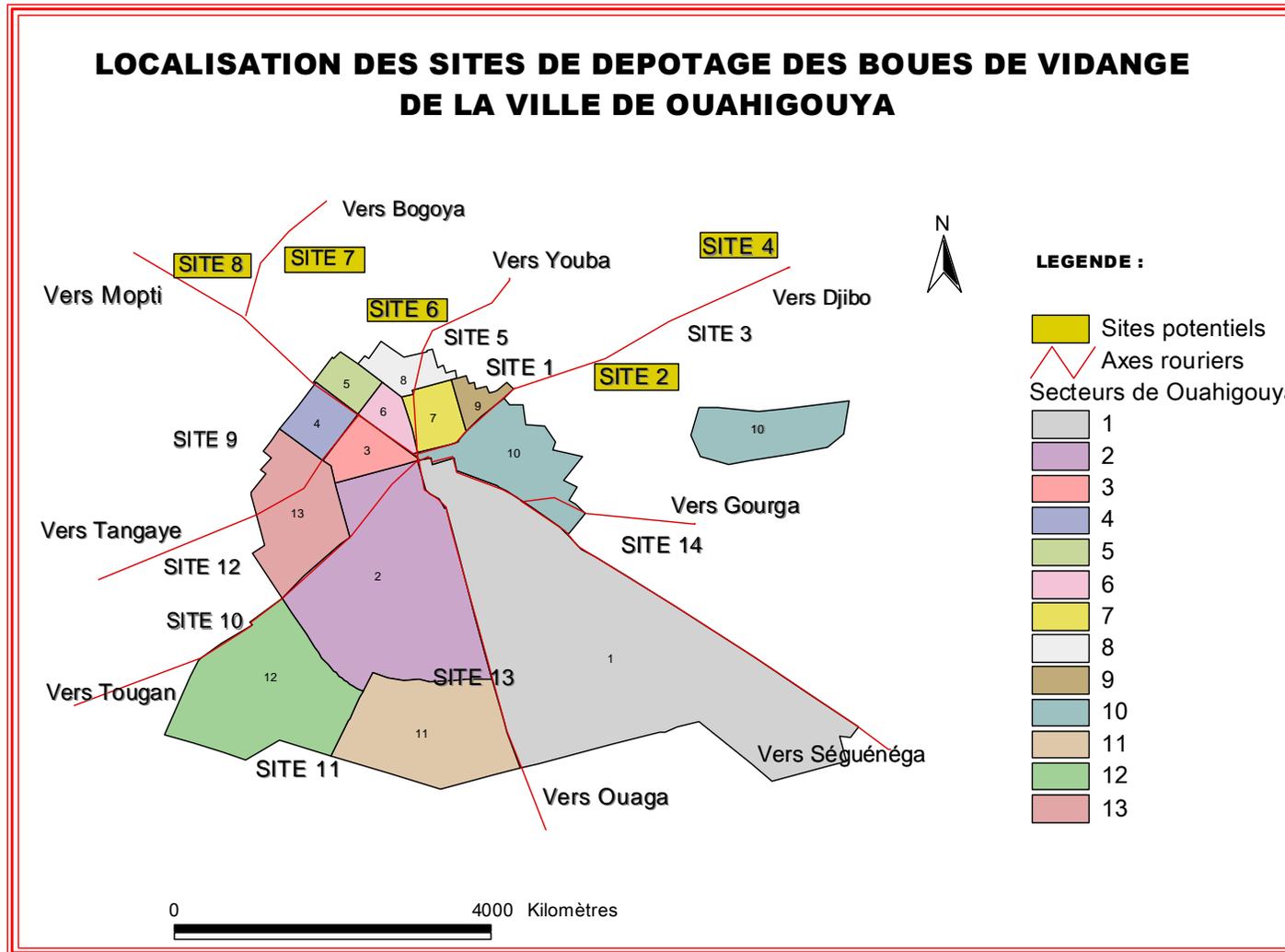
Dans le cadre de cette présente étude, 14 sites de dépotage des boues de vidange ont été identifiés par Blunier en 2004. Ces 14 sites de dépotage se trouvent le long des axes routiers principaux quittant Ouahigouya. Pour le détail de la caractérisation de ces différents sites de dépotage, nous pouvons nous référer à l'annexe n° 1.

La carte ci-dessous nous permet de visualiser les positions des sites par rapport à la ville de Ouahigouya.

Tableau 13 : Localisation des sites

Site	Axes routiers	Distance par rapport à la Mairie (m)	Coordonnées géographiques (UTM)
1	Route de Djibo	1700	(584370, 502886)
2	Route de Djibo	2000	(584708, 503159)
3	Route de Djibo	4000	(586354, 504060)
4	Route de Djibo	4800	(586354, 504060)
5	Route de Youba	1400	(583300, 503228)
6	Route de Youba	1700	(583283, 503563)
7	Route de Bogoya	4400	(583571, 506252)
8	Route de Mopti	4400	(580022, 505005)
9	Route de Tangaye	2700	(580565, 500803)
10	Route de Tougan	2900	(580975, 499831)
11	Route de Tougan	3000	(580945, 499792)
12	Avenue de Banfora	4300	(581192, 497937)
13	Route de Ouagadougou	2900	(583663, 499015)
14	Route de Gourga	2900	(585789, 500879)

Source : [BLUNIER, 2004]



IV-1-2. Procédure de tri de sites potentiels

Pour mener notre étude, nous avons opté de trier le maximum possible les sites potentiels de dépotages parmi les 14. Ce tri nécessite d'être fait de façon objective. Pour ce faire, nous avons procédé à un premier tri de la part de l'homme d'étude après une visite effectuée sur les différents sites et à un deuxième tri faisant intervenir tous les acteurs oeuvrant dans la gestion des boues de vidange.

Premier tri

Compte tenu des visites effectuées sur les différents sites, il y a un certain nombre de contraintes que nous avons relevées en vue d'éliminer certains sites. La contrainte que nous prise en premier lieu est la proximité de certains sites par rapport aux habitations (distance inférieure 300m). A cause de cette contrainte nous avons pu écarter les sites suivants : site1, site5, site10, site11, site13 (voir annexe n° 2).

Mise à part cette contrainte d'autres ont été relevées telles que :

- Les sites créés de façon circonstancielle, c'est-à-dire à la demande des cultivateurs ou des maraîchers.
- Les sites se trouvant au milieu des vergers de manguiers.

Après l'élimination de ces cinq sites nous pouvons passer à un deuxième tri qui va tenir compte de la préférence des différents acteurs oeuvrant dans la gestion des boues de vidange.

Deuxième tri

Le but principal de cette étape est d'impliquer les différents acteurs intervenant dans la gestion des boues au tri des sites potentiels nécessitant une étude plus complète.

Cette étape consiste à rassembler tous les neuf (9) sites restant avec quelques indications telles les axes routiers sur lesquels se trouvent les sites et aussi les distances respectives par rapport à la mairie et aux habitations les plus proches.

Parmi ces divers sites, il est demandé à chaque acteur d'éliminer quatre sites selon sa préférence. Ceci veut dire que cinq sites ont été choisis par chacun des principaux acteurs. Quand tous les acteurs ont effectué leur tri, nous avons procédé à une sorte de "vote" en vue de connaître les tendances pour les différents sites.

Les tendances de tri portent essentiellement sur les sites S2, S4, S6, S7 et S8.

Définitivement nous avons dégagé cinq sites potentiels auxquels nous allons appliquer une approche multicritère afin d'obtenir le site le plus «adéquat» pour le dépotage des boues de vidange pour la commune de Ouahigouya.

IV-2. Identification des critères de notation

En vue d'effectuer un choix définitif du site le plus adéquat pour le dépotage, nous allons nous focaliser sur un certain nombre de critères. Ces critères sont établis à partir du cours photocopié sur le traitement des eaux usées et excréta donné à l'EIER dans le cadre de la formation des élèves ingénieurs. Dans ce photocopié, des critères de choix pour l'implantation d'une STEP ont été proposés de façon générale. Nous avons aussi fait référence à certaines études similaires qui ont été effectuées telles que :

- La gestion de décharges dans la Franche-Montagnes [Marchand, 1988] citée dans [Maystre et al. 1994]. Cette étude avait pour but de choisir un ou deux sites plus adéquats pour la décharge des ordures ménagères.
- La gestion des déchets urbains de Dakar [Diop, 1988]. C'est une thèse qui avait pour but de choisir un mode le plus adéquat pour la gestion des déchets urbains de Dakar.

Somme toute, un certain nombre de critères ont été établis.

Critère 1 : Les odeurs nauséabondes

Ce critère concerne surtout le nombre de populations touchées par les odeurs nauséabondes. Il est donc indispensable de tenir compte des aires déterminées par la rose des vents pour les odeurs. La note est attribuée en fonction de la direction du vent et de la population touchée. L'aspect distance entre les habitations et le site de dépotage est aussi incontournable mais il est intégré de façon indirecte.

Tableau 13: Echelle de notation du critère1

Sens du vent	Population touchée	Note
SW-NE	Non	4
	Oui	2 à 3
NE-SW	Non	5
	Oui	1

Critère 2 : Coût du transport

Ce coût intègre la consommation de carburant pour effectuer un déplacement du lieu de production des BV vers le site de dépotage. L'évaluation des sites en fonction de ce critère est effectuée en tenant compte de la distance de la mairie (pas trop loin du lieu où gare le camion) aux lieux des sites de dépotage.

Les entretiens avec les vidangeurs mécaniques, permettent d'établir le tarif moyen le tarif moyen de vidange qui est de 7000 à 8000 FCFA, indépendant du lieu d'implantation du site de dépotage.

Tableau 14: Echelle de notation du critère 2

Distance entre la Mairie et le site de dépotage en km	0 à 1	1 à 2	2 à 3	3 à 4	4 à 5
Note	5	4	3	2	1

Critère 3 : Capacité du site

Le site à choisir définitivement doit pouvoir contenir toutes les boues de vidange durant l'horizon d'étude qui est de 20 ans. La capacité du site dépend de la superficie des terres disponibles aux alentours de ce dernier. Cette superficie doit intégrer les espaces réservés aux différentes infrastructures qui seront construites pour la mise en place de la station de traitement.

Tableau 15: Echelle de notation du critère 4

Superficie estimée du site en ha	>1	[0.5, 1]	<0.5
Note	[4,5]	[2,4[[1,2[

Critère 4 : Statut foncier

On doit être sûr que tous les sites de dépotages appartiennent ou pas à la zone territoriale de la commune. S'il s'avère que parmi ces sites certains sont dans le territoire de la commune, nous pouvons aussi vérifier lesquels de ces sites sont dans une zone lotie.

La notation affectée à ce critère est effectuée à l'aide d'un questionnaire fermé.

1- Le site se situe-t-il dans la zone territoriale de la commune ?

Non Oui

2- Si oui est-il la propriété d'une personne tiers ?

Non Oui

3- Si oui nécessite-t-il une négociation auprès du propriétaire ?

Non Oui

Tableau 16: Echelle de notation du critère 4

Combinaisons possibles de réponses	Note
(1)Non	1
(1)Oui, (2)Oui, (3)Oui	2
(1)Oui, (2)Oui, (3)Non	3 ou 4
(1)Oui, (2) Non	5

Critère 5 : Coût d'investissement

Ces coûts couvrent les investissements relatifs à l'implantation de la station, l'excavation des bassins, le compactage du fon des bassins, le compactage de la piste d'accès et l'achat du matériel de prétraitement. Pour les divers sites de dépotages, la différence qui pourra être constatée au niveau du coût d'investissement sera surtout liée à la nature du terrain (l'excavation) et à l'accessibilité au site. Plus le sol est dur et l'accessibilité au site difficile plus les coûts d'investissement sont élevés. La visite des sites nous a permis d'apprécier l'accessibilité et la nature du sol du site. C'est en se basant sur la nature du sol et l'accessibilité du site que nous affectons à ce critère la notation représentée dans le tableau n°18.

Tableau 17: Echelle de notation du critère 5

Accessibilité et nature du sol du site	Note
accès difficile et sol dur	1 ou 2
accès difficile et sol tendre	3
accès facile et sol dur	4
accès facile et sol tendre	5

Critère 6 : Potentiel de valorisation maraîchère

C'est la rentabilité du compost obtenu à base des boues de vidange. Cette rentabilité va dépendre de la distance du lieu de production du compost au lieu de consommation qui est particulièrement la zone maraîchère. Cette zone est située aux alentours des barrages de Kanazoé et de Goinré qui se situent dans la partie Nord de la commune.

En ce qui concerne la notation de ce critère, nous allons localiser les maraîchers dans trois zones différentes.

Tableau 18: Echelle de notation du critère 6

Localisation du site par rapport à une zone maraîchère	Note
Site situé dans une zone dense de maraîchage	5 ou 4
Site situé dans une zone moyennement dense de maraîchage	3
Site situé dans zone faiblement dense de maraîchage	1 ou 2

Critère 7 : Pollution des eaux superficielles et des eaux souterraines

Ce critère couvre la topographie (nécessité de localiser la station de traitement des BV au point le plus bas possible de l'agglomération), l'hydrogéologie (tenir compte de la variation saisonnière de la nappe phréatique) et l'hydrographie (nécessité de positionner la station de traitement des BV à l'aval des barrages) du milieu récepteur.

Tableau 19: Echelle de notation du critère 7

	Site distant de moins de 100m d'une ressource d'eau souterraine	Site distant de plus de 100m ressource d'eau souterraine
Site situé sur le bassin versant à l'amont d'un barrage	1	2
Site situé à l'aval d'un barrage	3	4 ou 5

IV-3. Classement et pondération des critères

Dans cette partie les critères sont classés par ordre de préférence selon les acteurs. Pour déterminer un poids pour chaque critère, un classement est indispensable par chaque acteur. Mais avant tout, il serait nécessaire de soumettre à ces différents acteurs les critères déjà établis. Si ces derniers approuvent, ils peuvent passer à l'étape de classement des critères par ordre de préférence. Les classements obtenus sont représentés sur les figures 5a et 5b.

Sur la base des classements des critères selon les acteurs, ces critères sont pondérés en faisant une transformation de classement à un poids. Pour le détail concernant la transformation des classements en poids nous pouvons nous référer à l'annexe n° 2.

1	C7 Pollution des eaux superficielles et des eaux souterraines
2	C5 Coût d'investissement
3	C1 Odeurs nauséabondes
4	C3 Capacité du site
5	C6 Potentiel de valorisation maraîchère
6	C2 Coûts du transport
7	C4 Statut foncier

Acteur: Maraîchers

1	C1 Odeurs nauséabondes
2	C5 Coût d'investissement
3	C7 Pollution des eaux superficielles et des eaux souterraines
4	C2 Coûts du transport
5	C3 Capacité du site
6	C4 Statut foncier
7	C6 Potentiel de valorisation maraîchère

Acteur: Bureau du conseil

1	C1 Odeurs nauséabondes
2	C5 Coût d'investissement
3	C2 Coûts du transport
4	C6 Potentiel de valorisation maraîchère
5	C3 Capacité du site
6	C4 Statut foncier

Acteur: Service technique de la mairie+EPCD

C7 Pollution des eaux superficielles et des eaux souterraines

Figure 5a: Classement des critères

1	C5 Coût d'investissement
2	C4 Statut foncier
3	C6 Potentiel de valorisation maraîchère
4	C2 Coûts du transport
5	C3 Capacité du site
6	C1 Odeurs nauséabondes
7	C7 Pollution des eaux superficielles et des eaux souterraines

Acteur: Vidangeurs mécaniques

1	C2 Coûts du transport	
2	C7 Pollution des eaux superficielles et des eaux souterraines	
3	C1 Odeurs nauséabondes	
4	C5 Coût d'investissement	
5	C3 Capacité du site	C6 Potentiel de valorisation maraîchère
6	C4 Statut foncier	

Acteur: Vidangeurs manuels

Figure 5b: Classement des critères

Analyse des classements effectués par les acteurs :

Dans cette partie nous allons analyser les classements selon les acteurs en procédant critère par critère.

Critère 1 : Ce critère est classé deux fois à la première place par le bureau du conseil et le service technique de la mairie. La troisième place a été attribuée au critère par les vidangeurs manuels et les maraîchers. On remarque aussi qu'il occupe la dernière la place chez les vidangeurs mécaniques. L'analyse que nous pouvons tirer à partir de ce classement est qu'il présente une préférence importante de la part de certains acteurs qui ont du souci sur les odeurs que peut engendrer la station de traitement.

Critère 2 : Il a, pour la majorité des classements effectués par les acteurs, occupé la troisième et la quatrième place. Mais les vidangeurs manuels, ce critère est le plus préféré par rapport aux autres. Cette première place peut se justifier par le fait que les vidangeurs manuels ne disposant de transport pour les boues de vidange, tiennent en avoir une fois que le site est choisi et la station est mise en place.

Critère 3 : On note que les classements accordés à ce critère par les acteurs, sont pour la plupart, la quatrième et la cinquième place. La préférence portée, par les acteurs, sur ce critère est relativement peu élevée. Ce qui nous permet de dire que capacité du site ne constitue pas un souci majeur pour les différents acteurs.

Critère 4 : La dernière et l'avant dernière place, sont le plus souvent occupées, par ce critère. C'est uniquement au niveau des vidangeurs mécaniques que ce critère occupe une place relativement dominante par rapport aux autres. Cette préférence accordée par les vidangeurs mécaniques peut avoir une explication. Les vidangeurs mécaniques se retrouvent dès fois dans de difficultés avec les propriétaires terriens des lieux de dépotages. Des investigations menées auprès de ces vidangeurs mécaniques ont révélé une plainte été qui a été déposée par un cultivateur, au bureau du Président de l'ADSI.

Critère 5 : Il noter que selon le classement des vidangeurs mécaniques, ce critère occupe la première place et que pour les autres acteurs les classements varient entre la deuxième et la quatrième place. En se basant de classement effectué par les vidangeurs mécaniques nous

pouvons tenter le pourquoi le critère est plus préféré par rapport aux autres. L'explication que nous pouvons apporter est que, plus les investissements de la station de traitement seront élevés plus les frais d'exploitations le sont aussi. Il sera fort probable que les vidangeurs verseront des taxes pour lors du traitement des boues.

Critère 6 : Ce critère a occupé deux fois la cinquième place, une fois la troisième, quatrième et septième place. Ce qui est surprenant ici est que trop d'importance n'a été accordée à ce critère de la part des maraîchers. La préférence attribuée, de façon générale, est faible.

Critère 7 : Mise à part le classement selon les vidangeurs mécaniques, ce critère occupe une place importance selon les autres acteurs. Pour ces derniers la réalisation de la station de traitement doit intégrer aussi la préservation en bonne qualité des principales ressources hydrauliques de la commune. Ceci rentre dans le cadre de la préservation de la santé de la population.

Sur la base des classements des critères selon les acteurs, ces critères sont pondérés en faisant une transformation de classement en poids. Pour le détail concernant la transformation des classements en poids nous pouvons nous référer à l'annexe n° 2.

Tableau 20a: Importance accordée aux critères selon les acteurs

PONDERATION DES CRITERES

IMPORTANTANCE RELATIVE DES CRITERES SELON LE BUREAU DU CONSEIL DE LA MAIRIE (Maire et Adjoint)

	CRITERE 1	CRITERE 2	CRITERE 3	CRITERE 4	CRITERE 5	CRITERE 6	CRITERE 7
	Odeurs nauséabondes	Coûts du transport	Capacité du site	Statut foncier	Coût d'investissement	Potentiel de valorisation maraîchère	Pollution des eaux superficielles et des eaux souterraines
RANG	7	4	3	2	6	1	5
POIDS	25	14	11	7	21	4	18

IMPORTANTANCE RELATIVE DES CRITERES SELON LES VIDANGEURS MECANQUES

	CRITERE 1	CRITERE 2	CRITERE 3	CRITERE 4	CRITERE 5	CRITERE 6	CRITERE 7
	Odeurs nauséabondes	Coûts du transport	Capacité du site	Statut foncier	Coût d'investissement	Potentiel de valorisation maraîchère	Pollution des eaux superficielles et des eaux souterraines
RANG	2	4	3	6	7	5	1
POIDS	7	14	11	21	25	18	4

	CRITERE 1	CRITERE 2	CRITERE 3	CRITERE 4	CRITERE 5	CRITERE 6	CRITERE 7
	Odeurs nauséabondes	Coûts du transport	Capacité du site	Statut foncier	Coût d'investissement	Potentiel de valorisation maraîchère	Pollution des eaux superficielles et des eaux souterraines
RANG	5	2	4	1	6	3	7
POIDS	18	7	14	4	21	11	25

Tableau 21b : Importance accordée aux critères selon les acteurs

PONDERATION DES CRITERES

IMPORTANCE RELATIVE DES CRITERES SELON LES VIDANGEURS MANUELS

	CRITERE 1	CRITERE 2	CRITERE 3	CRITERE 4	CRITERE 5	CRITERE 6	CRITERE 7
	Odeurs nauséabondes	Coûts du transport	Capacité du site	Statut foncier	Coût d'investissement	Potentiel de valorisation maraîchère	Pollution des eaux superficielles et des eaux souterraines
RANG	3	1	5	7	4	5	2
POIDS	18	25	9	4	14	9	21

IMPORTANCE RELATIVE DES CRITERES SELON LE SERVICE TECHNIQUE DE LA MAIRIE

	CRITERE 1	CRITERE 2	CRITERE 3	CRITERE 4	CRITERE 5	CRITERE 6	CRITERE 7
	Odeurs nauséabondes	Coûts du transport	Capacité du site	Statut foncier	Coût d'investissement	Potentiel de valorisation maraîchère	Pollution des eaux superficielles et des eaux souterraines
RANG	1	4	6	7	3	5	1
POIDS	23	14	7	4	18	11	23

IV-4. Evaluation des sites selon les acteurs

Dans cette étape chaque site potentiel est jugé selon chaque critère.

Pour tous les critères, la note la plus élevée (5) correspond à une plus grande préférence et la petite (1) correspond à une faible préférence. Le tableau ci-dessous présente l'évaluation des 5 sites selon les échelles de chaque critère.

Tableau 21: Matrice d'évaluation

	Critère 1	Critère 2	Critère 3	Critère 4	Critère 5	Critère 6	Critère 7
Site 2	1	5	2	5	5	2	4
Site 4	4	3	4	5	4	1	5
Site 6	3	5	3	3	3	2	5
Site 7	5	3	4	5	4	5	4
Site 8	5	4	5	5	4	5	3

Les valeurs de la matrice d'évaluation sont représentées sur le graphique de la figure ci-dessous.

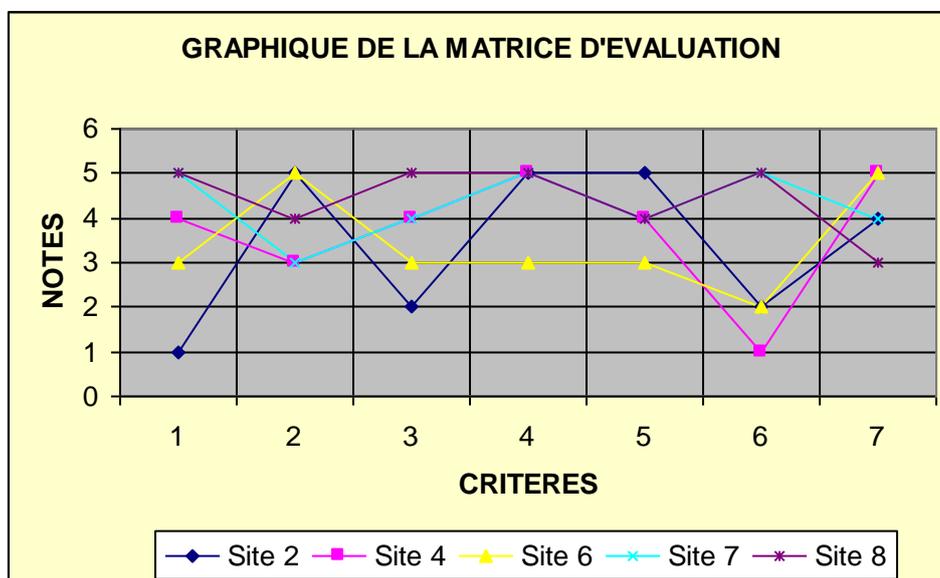


Figure 6: Représentation de la matrice d'évaluation sur graphique

La représentation de la matrice d'évaluation sur graphique nous révèle à première vue que les courbes correspondant aux sites S2 et S4 sont en général inférieures des courbes des autres sites (S6, S7, S8). Ceci équivaut à dire que les sites S2 et S4 sont relativement moins préférés par les acteurs par aux autres sites.

La méthode ELECTRE qui sera retenue nous clarifiera, dans la suite, les sites les plus appropriés.

IV-5. Choix d'une méthode ELECTRE

La méthode ELECTRE II est retenue pour les raisons suivantes :

- Les sites doivent être classés (problématique γ) ;
- Les poids sont attribués, vu que les critères n'ont pas la même importance ;
- La faible richesse des données ne justifie pas l'emploi de la méthode ELECTRE III.

IV-5-1. Principe de la méthode ELECTRE II

La méthode ELECTRE II [ROY, BERTIER, 1971, 1973] relève de la problématique γ (procédure de classement). Elle vise, en utilisant les relations d'ordre sur chacun des critères, à munir l'ensemble des sites potentiels d'une structure de préordre total afin de faciliter le choix ; en langage clair, le but d'ELECTRE II est de classer les sites potentiels, depuis les «meilleurs» jusqu'aux «moins bons», en tolérant les ex aequo.

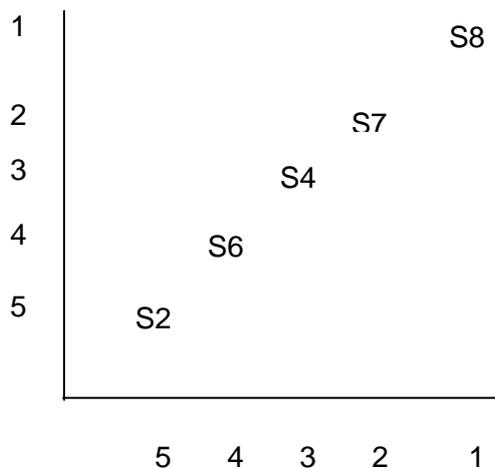
IV-5-2. Développement de la méthode ELECTRE II

Le développement de la méthode ELECTRE est détaillé en annexe °2.

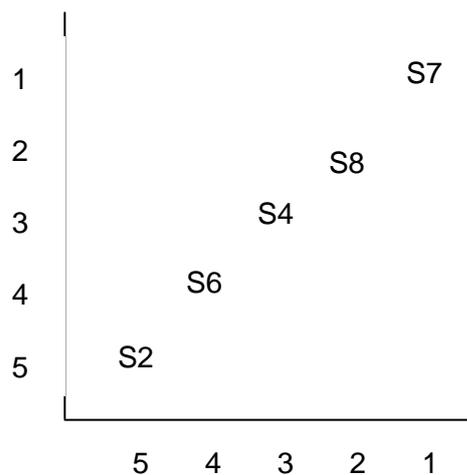
C'est à partir de ce développement que deux préordres direct et inverse sont obtenus.

A l'aide des deux pré ordres construits, nous pouvons représenter les sites potentiels, selon les acteurs, sur les graphes ci-dessous en mettant les classements inverse et direct respectivement les axes des ordonnées et des abscisses.

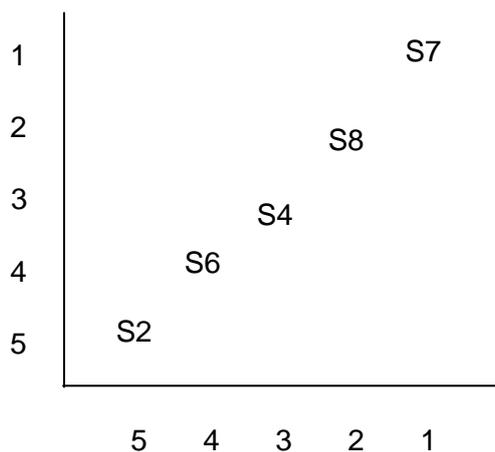
Bureau du conseil



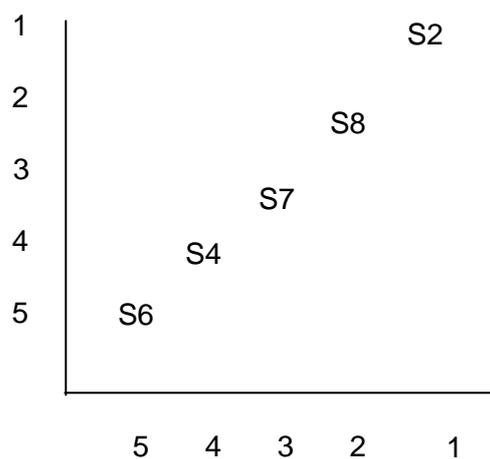
Service technique de la Mairie+EPCD



Maraîchers



Vidangeurs mécaniques



Vidangeurs manuels

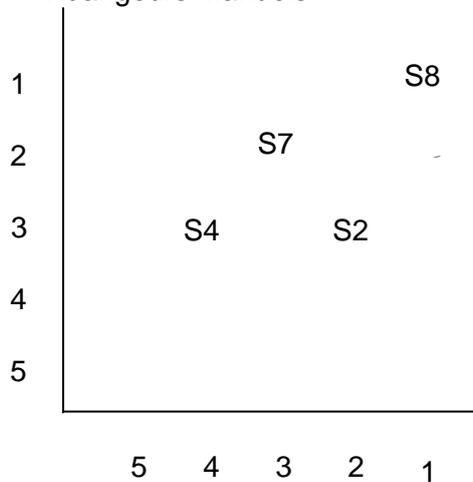


Figure 7: Résultats de la comparaison des sites potentiels

IV-5. Analyse de robustesse et interprétation des résultats

Nous avons procédé à une analyse de robustesse pour six jeux de poids fournis par les principaux acteurs (Le Bureau du conseil de la Mairie, le Service technique de la Mairie + l'EPCD, les Maraîchers, les Vidangeurs Mécaniques et les Vidangeurs Manuels).

Nous avons aussi fait varier sensiblement les seuils de concordances **c+**, **c°** et **c-** en affectant les valeurs respectives **0.73**, **0.68** et **0.63**. Cette variation a modifié sensiblement le classement des sites. Cependant les sites qui semblent être les meilleurs avant l'application de l'analyse de robustesse apparaissent toujours parmi les trois premiers dans le classement.

La robustesse révélée par les résultats est que :

- les sites S2 et S6 occupent le plus souvent les mauvais classements, ce qui défavorise leur choix pour les sites de traitement ;
- le site S4 occupe la troisième dans le classement général selon les acteurs et vient juste après le site S8;
- c'est au site S7 que la bonne place se situe pour la plupart des acteurs.

Le site étant choisi nous pouvons passer à une technologie de collecte et de transport des boues vidangées manuellement. Une bonne optimisation du fonctionnement de la station dépend de l'organisation de la collecte et du transport des boues vers le site de dépotage choisi.

CHAPITRE V : TECHNOLOGIE DE COLLECTE ET DE TRANSPORT DES BOUES DE VIDANGE MANUELLE DANS LA COMMUNE DE OUAHIGOUYA

Les boues vidangées manuellement sont pour la plupart déversées dans pas loin des lieux de production. La cause ces dépotages de boue non loin des lieux de production pourrait être liée l'inexistence de moyens de collecte et de transport des boues vidangées manuellement.

V-1. Problématique de la vidange manuelle

Un des problèmes majeurs auquel les vidangeurs manuels doivent faire face est la reconnaissance de leur travail. En effet, comme la vidange manuelle n'est pas légalisée, ils doivent travailler le plus discrètement possible. Parfois, lorsque des inspecteurs arrivent sur leur lieu de travail, ils doivent arrêter leurs opérations et ne sont par conséquent pas payer pour le travail exécuté.

Il arrive aussi que les vidangeurs manuels se déplacent et qu'une fois arrivés sur les lieux ils se rendent compte que les boues peuvent être évacuées à l'aide du camion citerne ou bien que le propriétaire de la concession n'est pas présent pour permettre de briser la dalle qui recouvre la fosse. Le même cas se produit parfois avec le camion citerne, il se rend sur les lieux d'une vidange et une fois sur place observe que les boues sont trop denses pour être retirées avec la pompe du camion citerne. Cela retarde le travail et occasionne des déplacements inutiles. Un autre problème que les vidangeurs peuvent rencontrer est l'accessibilité par le camion de vidange de la latrine à vidanger. Il arrive que le tuyau ne soit pas assez long pour se rendre jusqu'à la fosse à vider et dans ce cas la fosse doit être vidangé par les vidangeurs manuels.

V-2. Quantification et caractérisation des boues de vidange manuelle

V-2-1. Quantité des boues de vidange manuelle

Le nombre de vidangeurs manuels s'élève à dix (10) au niveau de la commune de Ouahigouya. Pour effectuer les opérations de vidange, les vidangeurs s'organisent en deux (2) par équipe. Chaque équipe effectue en moyenne deux vidanges par jour. On considère qu'une vidange opérée correspond à un ouvrage d'assainissement complètement vidangé.

Les paramètres pour la détermination de la quantité de boues vidangées sont les suivantes :

- Nombre total de vidanges manuelles par jour : $N_v = 10vidanges$

- Dimensions moyennes des ouvrages : *Profondeur = 4m* et *Diamètre = 1m*

Ceci nous permet d'estimer un volume moyen par ouvrage : $V_{moy} = 3m^3$

A l'aide de ces paramètres nous pouvons calculer la quantité de boues vidangées manuellement : $Q_{man} = N_v * V_{moy}$, soit $Q_{man} = 30m^3$

V-2-2. Caractérisation des boues de vidange manuelle

Les boues de vidanges peuvent être classées en trois types selon leur concentration. Nous pouvons citer les types suivants :

- **Les boues compactes** : elles sont en général issues des latrines traditionnelles.
- **Les boues semi-liquides** : elles proviennent d'une partie des latrines publiques et des latrines traditionnelles.
- **Les boues liquides** : elles proviennent des fosses septiques et d'une partie des latrines publiques.

Sur la base de l'analyse de 105 échantillons, des résultats sur les caractéristiques des boues de vidange ont été obtenus. Les valeurs sont les suivantes :

- La densité moyenne des boues de vidange : 1.05 t/m³
- La Demande Chimique en Oxygène (DCO) : 10000 mg/l
- La Demande Biologique en Oxygène (DBO) : 2000 mg/l

Ces valeurs (DCO, DBO, MES) sont non publiées et obtenues de Mr KOANDA Halidou faisant sa thèse de doctorat sur les boues de vidange dans la ville de Ouahigouya.

V-3. Choix de technologie pour le transport des boues

Le transport des boues à vidanger manuellement vers un site de dépotage hors de la ville est pratiquement inexistant. Ces boues à vidanger manuellement sont intégralement déversées de façon anarchique pas loin du lieu de production.

En vue de pallier cette prolifération de dépotoirs de boues dans la commune, il serait nécessaire d'acheminer toutes les boues vidangées (mécaniquement et manuellement) dans la commune vers un seul et unique site de traitement de boues.

Pour ce faire nous allons proposer un certain nombre de choix de technologie de transport possible et applicable dans le contexte de la ville de Ouahigouya.

V-3-1. Charrettes à traction asine

V-3-1-1. Nombre de charrettes

Afin de déterminer le nombre de charrettes qu'il faut pour assurer la collecte et le transport des boues vidangées manuellement, les paramètres de calculs ont été établis.

- Quantité de boues à vidanger manuellement par jour : $Q_{man} = 30m^3$
- Densité des boues : $d = 1.05t / m^3$
- Charge maximale admissible par un âne : $Q_{admis} = 0.5t$
- Durée de remplissage d'une charrette : $dr = 20mn$
- Durée de décharge d'une charrette : $d_{déch} = 10mn$
- Vitesse moyenne de l'âne : $V_{moy} = 2km / h$
- Distance moyenne entre la ville et le site de traitement : $dmoy = 5km$
- Nombre d'équipes de vidange manuellement : $N_{eq-man} = 5$
- Temps de service : $T_{ser} = 10h$

A l'aide de ces paramètres, les calculs suivants ont été effectués :

- La durée d'une rotation, $Dr = 2 * 2.25 + (20 + 10) / 60 = 5h$
- Poids total des boues à vidanger par jour, $P_{TotBV} = 31.5t$
- Nombre total de rotation par jour, $Nrot = 31.5 / 0.5 = 63rotations$
- Nombre de rotation par charrette et par jour,
 $N_{rot-char} = 10 / 5 = 2rotations / charrette / jour$
- Nombre total de charrettes pour assurer la vidange, $N_{Tot-char} = 63 / 2 \approx 32charrettes$

Le nombre de charrettes à traction asine, pour la vidange manuelle, est estimé à 32.

En supposant que chaque équipe de vidangeurs manuels dispose d'une ou deux charrettes, nous constatons que le nombre total de charrettes est supérieur à l'effectif des vidangeurs manuels qui est de 10. Donc toutes les boues vidangées ne pourront pas être acheminées, vers le site de traitement, par les vidangeurs manuels.

Pour que cette technologie de transport puisse être faisable et réalisable, il faut que le nombre de vidangeurs augmente, ce qui n'est pas du tout évident ; ou bien que l'on fasse recours au camion vidangeur.

V-3-1-2. Caractéristiques

Les paramètres suivants nous permettent de déterminer les caractéristiques d'une charrette.

- Densité des boues : $d = 1.05t / m^3$
- Charge maximale admissible par un âne : $Q_{admis} = 0.5t$
- Taux de remplissage de la charrette : $Tx = 80\%$

En se basant des paramètres ci-dessus, nous pouvons calculer :

- Volume des boues à vidanger contenu dans une charrette, $V_{BV} = 0.5/1.05=0.476 \text{ m}^3$
- Volume réel d'une charrette, $V_{charr} = 0.476/0.8=0.6 \text{ m}^3$

Le design de la charrette est composé de deux parties principales qui se superposent. Une partie supérieure sous forme d'une calotte cylindrique surmonte une partie inférieure sous forme parallélépipédique. La charrette doit être à bascule ce qui faciliterait l'opération de vidange dans le contenant (voir ci dessous).



Photo : Modèle de charrette à traction asine

En nous inspirant sur le modèle de charrette utilisée par le CREPA pour la collecte des ordures ménagères, nous maintenons ce même modèle pour le transport et la collecte des boues vidangées manuellement.

Les caractéristiques des boues de vidange sont différentes de celles des ordures ménagères. Les boues de vidanges sont en général en état liquide en état liquide ou semi-liquide. Par conséquent, il serait indispensable et nécessaire de jouer sur l'étanchéité des parois intérieures de la charrette.

Nous prévoyons aussi des trous d'aération sur la partie supérieure de la charrette afin de permettre aux gaz d'être évacués.

Tableau 22: Dimensions de la charrette à traction asine

	Partie supérieure: calotte cylindrique		Partie inférieure: parallélépipède		
Dimensions	Longueur	Demi rayon	Longueur	Largeur	Hauteur
Valeurs	1.20m	0.20m	1.20m	1m	0.40m

V-3-1-3. Evaluation financière du matériel de collecte à traction asine

Sur la base des informations obtenues à partir de la littérature et des entretiens menés, nous pouvons évaluer financièrement les investissements, les charges et les recettes engendrées par le matériel de collecte et de transport des boues à vidanger manuellement.

Coûts d'investissement

Dans cette partie, un investissement sera fait pour l'acquisition de l'équipement nécessaire pour assurer la collecte et le transport. Cet équipement sera constitué de:

- 32 charrettes à traction asine avec âne pour traction,
- l'outillage de collecte Le total des investissements est récapitulé dans le tableau ci-dessous :

Tableau 23: Coûts d'investissement du matériel de collecte à traction asine

Désignation	Nombre	PU (FCFA)	PT (FCFA)
Charrettes	32	350000	11.200.000
Anes	32	75000	4.800.000
Outils de collecte	FF	FF	500.000
TOTAL DES INVESTISSEMENTS			16.500.000

Charges annuelles de fonctionnement

Les charges de fonctionnement annuelles seront constituées de la nourriture et des soins des animaux et de l'achat de l'outillage de collecte.

Le tableau ci-dessous récapitule le total des investissements.

Tableau 24: Charges annuelles pour la collecte à traction asine

DESIGNATION	Unité	Quantité	PU (FCFA)	Détails PU	PT (FCFA)
Nourriture des ânes	mois	12	35000	32 ânes à nourrir	1.120.000
Soins animaux	mois	12	5000	Entretiens par mois	60.000
Achats de matériels	mois	12	15000	Renouvellement par mois	180.000
Charretier	mois	12	30000	32 charretiers	960.000
TOTAL DES CHARGES ANNUELLES					2.320.000

Source des prix unitaires : [DICKO, 2003]

Recettes annuelles:

Les recettes seront constituées des recettes provenant de la collecte et du transport des boues de vidange. Elles sont estimées sur la base des hypothèses ci-dessous :

- Nombre de vidanges par jour: 20
- Tarif d'une vidange : 4400FCFA par vidange selon [BLUNIER, 2004]
- Nombre de jours travaillés durant le mois : 20

Le tableau ci-dessous récapitule les recettes totales obtenues au courant d'une année.

Tableau 25: Recettes totales de la collecte à traction asine

DESIGNATION	Nombre	PU (FCFA)	PT (FCFA)
Vidange	4800	4400	21.120.000
TOTAL DES RECETTES ANNUELLES			21.120.000

Le délai de récupération des investissements est estimé à 1an environs.

V-3-2. Charrettes à traction motorisée

V-3-2-1. Nombres de charrettes

Pour la détermination du nombre de charrettes à traction motorisée, les paramètres de calcul sont établis.

- Quantité de boues à vidanger manuellement par jour : $Q_{man} = 30m^3$
- Vitesse du tracteur : $V_{mot} = 30km/h$
- Temps de service : $T_{serv} = 8h$
- Distance moyenne entre le centre ville et la mairie : $d_{moy} = 5km$
- Durée de chargement d'une charrette : $d_{char} = 3h$
- Durée de déchargement d'une charrette : $d_{déchar} = 15mn$
- Volume d'une latrine : $V_{latrine} = 3m^3$

A l'aide ces paramètres, les nombres de tracteurs et de charrettes à traction motorisée pourra être estimés.

- Durée de rotation : $D_{rot} = 3h35mn$
- Nombre de rotations que peut effectuer un tracteur pour jour : $N_{rot/tract} = 2rotations$
- Volume total de boues par équipe et par jour : $V_B = 6m^3$
- Nombre de tracteurs : $N_{TRAC} = 5tracteurs$

En considérant une charrette par tracteur, le nombre total de charrettes à traction motorisée, pour la vidange manuelle, qui est égal à 5.

V-3-2-2. Caractéristiques

Il faut noter que le design proposé pour les charrettes à traction asine est reconduit pour les charrettes à traction motorisée. Les paramètres suivants nous permettent de déterminer les caractéristiques d'une charrette à traction motorisée.

- Volume boues contenu dans une charrette : $V_{BV} = 3m^3$
- Taux de remplissage de la charrette : $Tx = 80\%$

Sur la base de ces paramètres, nous pouvons calculer :

- Volume réel d'une charrette, $V_{CHARR} = 3/0.8 = 3.75m^3$

Les dimensions de la charrette à traction motorisée sont assignées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 26: Dimensions de la charrette à traction motorisée

	Partie supérieure: calotte cylindrique		Partie inférieure: parallélépipède		
Dimensions	Longueur	Demi rayon	Longueur	Largeur	Hauteur
Valeurs	2m	0.50m	2m	1.5m	1m

V-3-2-3. Evaluation financière du matériel de collecte à traction motorisée

Cette évaluation financière du matériel pour le transport des boues à vidanger manuellement est estimée, sur la base des données obtenues à partir de la littérature et des entretiens menés.

Coûts d'investissement

Tableau 27: Coûts d'investissement pour la collecte à traction motorisée

Désignation	Nombre	PU (FCFA)	PT (FCFA)
Tracteur	5	1.800.000	9.000.000
Charrettes	5	900.000	4.500.000
Outils de collecte	FF	FF	500.000
TOTAL DES INVESTISSEMENTS			14.000.000

Charges annuelles de fonctionnement

Les charges annuelles sont égales à la somme des charges dues à la consommation du carburant et du lubrifiant du tracteur, aux frais d'entretiens du matériel, au salaire d'un chauffeur.

- Carburant : 30 litres/100km
- Prix d'un litre de carburant : 500FCFA
- Lubrifiant : 10% du prix du carburant
- Salaire d'un chauffeur : 30000FCFA/mois
- Assurance et visite technique : 120000 FCFA/an

- Frais de renouvellement des outils de collecte : 5 % des investissements des outils de collecte

Tableau 28: Charges annuelles de fonctionnement pour la traction motorisée

DESIGNATION	Nombre	PU (FCFA)	PT (FCFA)
Consommation de carburant+lubrifiant	12 mois	495.000	5.940.000
Assurance et visite technique	12 mois	120.000	600.000
Salaire chauffeur	12 mois	30.000	360.000
Renouvellement des outils de collecte	12 mois	25.000	300.000
TOTAL DES CHARGES ANNUELLES			7.200.000

Recettes annuelles

Les recettes annuelles totalisées par la traction motorisée sont les mêmes que celles obtenues par la traction asine. Nous avons donc comme recettes à ce niveau une somme de **21.120.000FCFA**.

Le délai de récupération des coûts d'investissement est estimé à 1an environ.

V-3-3.Charrette remorquée par le camion vidangeur de la mairie

Le camion assurera en même temps les demandes de vidange mécanique et l'évacuation du surplus des boues vidangées manuellement en remorquant les charrettes remplis par les vidangeurs.

V-3-3-1. Nombre de charrettes

En admettant les hypothèses de calculs que le volume d'une charrette est équivalent au volume d'une latrine estimé 3 m³ et le nombre de rotations maximal que peut effectuer l'animal étant de 2, nous pouvons déterminer les rotations effectuées par le camion vidangeur pour la remorque des charrettes. La quantité de boues vidangées manuellement et qui n'a pas été évacuées est approximativement égale à 26m³. Le camion vidangeur effectue en moyenne trois rotations par jour à cause de son état dégradant sinon ce nombre de rotations peut atteindre 4 durant la journée.

A l'aide des hypothèses de calculs précédemment établis, le nombre total de rotations est estimé 9 par jour. Nous supposons que chaque équipe de vidangeurs manuels dispose d'une charrette, ce qui donne un nombre total de cinq (5) charrettes.

Le camion ne pourra remorquer que trois fois par jour. Ceci montre qu'un camion est insuffisant pour l'évacuation du surplus de boues vidangées manuellement. Pour ce faire, l'octroi d'un deuxième camion de vidange est indispensable pour qu'une telle technologie puisse être appliquée ou mise en place, ce qui n'est pas évident.

V-3-3-2. Caractéristiques

Nous conservons les mêmes caractéristiques et dimensions obtenues pour les charrettes à traction motorisée.

V-3-3-3. Evaluation financière du matériel de collecte

L'évaluation financière de cette technologie consiste à estimer les coûts d'investissement, les frais de fonctionnement et les charges annuelles.

Afin de pouvoir estimer les coûts d'investissements, nous maintenons l'idée qu'un deuxième camion vidangeur sera payé.

Coûts d'investissement

Les coûts d'investissement intègrent le prix d'achat d'un camion vidangeur, les coûts des charrettes et les outils de collecte.

Le prix d'achat d'un camion vidangeur de deuxième main est environ égal à 8000000 FCFA [COLLIGNON, 2002] cité par Blunier (2004).

Tableau 29: Coûts d'investissement pour la remorque

DESIGNATION	Nombre	PU (FCFA)	PT (FCFA)
Camion	1	8.000.000	8.000.000
Charrettes	5	900.000	4.500.000
Outils de collecte	FF	FF	500000
TOTAL DES INVESTISSEMENTS			13.000.000

Charges annuelles de fonctionnement

Dans ces charges sont incluses la consommation de carburant et de lubrifiant, l'assurance et la visite technique, les salaires et les frais de renouvellement du matériel de collecte.

Il faut noter ici que nous avons considéré les charges obtenues pour le fonctionnement de deux camions. Toutes les charges de fonctionnement sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 30: Charges annuelles de fonctionnement pour la remorque

DESIGNATION	Nombre	PU (FCFA)	PT (FCFA)
Consommation de carburant+lubrifiant	12 mois	396000	4.752.000
Assurance et visite technique	12 mois	120.000	240.000
Salaire chauffeur	12 mois	60000	360.000
Renouvellement des outils de collecte	12 mois	50000	300.000
TOTAL DES CHARGES ANNUELLES			5.652.000

Recettes annuelles

Les recettes annuelles totalisées par la traction motorisée sont les mêmes que celles obtenues par la traction asine. Nous avons donc comme recettes à ce niveau une somme de **21.120.000FCFA**.

Le délai de récupération des investissements est estimé 10 mois.

En faisant une revue des différentes technologies abordées ci-dessus, nous pouvons tirer une conclusion. Cette dernière est que le choix de la traction motorisée est le plus adéquat. Ceci est dû aux insuffisances qui ont été relevées les autres technologies (V-3-1-1, V-3-2-1).

Dans le tableau ci-dessous, sont consignés, entre autres, les avantages et inconvénients de chacun de ces technologies.

Tableau 31: Avantages et inconvénients des choix de technologie de transport

	AVANTAGES	INCONVENIENTS
Charrettes à traction asine	<ul style="list-style-type: none"> -Disponibilité du matériel de fabrication des charrettes sur place -Coûts d'investissements élevés par rapport aux autres types de transport. -Fabrication des charrettes applicable par la main d'œuvre locale 	<ul style="list-style-type: none"> -Beaucoup d'animaux, ce qui peuvent occasionner l'insalubrité de la ville -Encombrement qui risque s'augmenter dans la ville et rendre la circulation difficile -Risque d'accidents fréquents -Risque de ne pas trouver suffisamment de nourriture pour les animaux pendant la saison sèche
Charrettes à traction motorisée	<ul style="list-style-type: none"> -Coûts d'investissement pas trop élevés -Moins encombrant pour la circulation en ville -Plus modernisé -Moins d'accidents à occasionner -Moins d'insalubrité dans la ville 	<ul style="list-style-type: none"> -Importation du tracteur, ce qui nécessite un temps relativement long pour sa livraison -Entretiens de moteur qui peut être difficile pour la main d'œuvre locale -Risque de pannes fréquentes et de manque de pièces de rechange
Charrettes à remorquées par le camion vidangeur de la mairie	<ul style="list-style-type: none"> -Pas très encombrant surtout au niveau de la circulation en ville - Rapide pour le transport des boues vers la station 	<ul style="list-style-type: none"> - Charges de fonctionnement élevées - Acquisition du matériel pas facile -Nécessite beaucoup plus d'organisation entre les Vidangeurs mécaniques et les vidangeurs manuels - Nécessité d'un personnel qualifié important

CHAPITRE VI : PREDIMENSIONNEMENT DE LA STATION DE TRAITEMENT DES BOUES DE VIDANGE

Contrairement à l'épuration des eaux usées, l'évacuation des boues de vidange a jusqu'ici été largement négligée dans les villes des pays en voie de développement. Les boues parviennent de manière non contrôlée et généralement non traitées dans les eaux, sur des terrains vagues ou dans l'agriculture.

L'évacuation hygiénique et écologique, respectivement le traitement et l'utilisation des boues à fins agricoles posent un problème quasi insoluble aux autorités, aux entreprises privés et aux utilisateurs finaux. La mise au point de méthodes de traitement appropriées est un des instruments permettant de résoudre ce problème.

VI-1. Législation et réglementation

Au Burkina Faso, le domaine de l'assainissement est encadré par quelques textes de lois et des actes réglementaires.

VI-1-1. Le cadre législatif

Loi n°005/97/ADP du 30 janvier 1997, portant code de l'Environnement au Burkina Faso.

- **Article 58** : L'assainissement du cadre de vie est d'intérêt général.

Loi n°014/96/AOP du 28 mai 1996 portant Réorganisation Agraire et Foncier (RAF).

- **Article 117** : Le déversement ou le rejet dans les nappes phréatiques ou dans un cours d'eau, lac, étang, des déchets sans autorisation et sans respect des normes imposées est formellement interdit.

VI-1-2. Le cadre réglementaire

Décret n°98/323/PRES/PM/MEE/MATS/MIHUMS/MTT du 28 juillet, portant réglementation de la collecte, de stockage, de transport, du traitement et de l'élimination des déchets urbains.

- **Article 23** : Les eaux usées et les excréta doivent être recueillis ou déposés dans un endroit spécialement aménagé et destiné à les recevoir et ce à l'intérieur des concessions.
- **Article 27** : Le traitement et l'élimination des eaux usées et des excréta devront prendre en compte les exigences en matière d'hygiène, de sécurité, de santé publique, de préservation de l'environnement ainsi que des opportunités de réutilisation de ces déchets.

VI-2. Normes de qualité à appliquer

La sévérité des normes doit être adaptée aux conditions économiques et institutionnelles et au savoir-faire technique du pays. «Un peu» vaut mieux que «rien du tout».

Dans de nombreux pays, les normes existantes sont sévères et ne sont, par conséquent, ni réalisable ni applicables. Les autorités pourraient de ce fait renoncer entièrement à respecter les normes, ce qui entraînerait une pollution et de risques pour la santé beaucoup plus importants que si un système de traitement visant à respecter de norme moins sévère était mis en place.

Comme aperçu de normes de rejets des eaux usées Heiness et al. (1998) ont suggéré les normes suivantes :

Tableau 32: Normes suggérées par Heiness et al

	DBO [mg/l]		NH4-N [mg/l]	Œufs d'helminthes [no. /litre]	CF [N°/100 ml]
	totale	filtrée			
A: Effluent liquide					
1. Déversement dans les cours d'eau					
Ruisseau saisonnier ou estuaire	100-200	30-60	10à30	2-5 p.litre	10
Rivière permanente ou mer	200-300	60-50	20-50	10p.litre	10
2. Réutilisation					
Irrigation restreinte	n.c.		1)	1p.litre	10
Irrigation des cultures de plantes comestibles	n.c.		1)	1p.litre	10
B: Boues traitées					
Utilisation en agriculture			n.c.	3-8/g MS 2)	3)
1) Besoin des cultures en azote (100 - 200kgN/ha.année)					
2) Basé sur la charge d'œufs de nématodes par unité de surface (OMS, 1989) et un apport d'engrais de 2 - 3 tonnes de matières sèches/ha.année (Xanthoulis et Strauss, 1991)					
3) Niveau sûr si la norme des œufs est respectée			n.c. non critique		

VI-3. Conditions du choix du système de traitement des boues de vidange

Eu égard aux conditions socio-économiques de la zone du projet, le choix du système doit répondre aux critères suivants :

- Le système doit être techniquement efficace et souple, c'est-à-dire :
 - pouvoir fonctionner normalement quelle que soit la concentration des matières de vidange ;
 - pouvoir éliminer toutes les matières et composés contenus dans les eaux usées ;
 - présenter une faible contrainte vis-à-vis des variations climatiques.
- Les investissements ainsi que les charges d'exploitation ne doivent pas être excessifs.
- Le système ne doit pas exiger un personnel d'exploitation très qualifié.

En dehors des critères d'efficacité technique, le choix d'une filière doit tenir compte de deux situations ou paramètres :

- Le type de système d'assainissement en place : existence ou non d'un réseau tout à l'égout, séparatif, fosse septique ou fosse étanche ;
- La capacité des usagers ou de l'administration à prendre en charge les frais d'investissements et d'exploitation du système.

Pour le choix du système examinons certaines variantes de traitement des boues de vidange. L'analyse de certains systèmes ou filières existantes en matière de traitement des usées devra nous permettre en choisir une qui répondrait aux conditions suscitées.

Le tableau ci-dessous donne les avantages et les inconvénients des différents systèmes et leur fonctionnement.

Tableau 33: Systèmes différents et leur fonctionnement

SYSTEME	PRINCIPE	AVANTAGES	INCONVENIENTS
Classique	<ul style="list-style-type: none"> -Prétraitement et traitement primaire pour éliminer les matières solides et les MES -Traitement secondaire pour abattement de la pollution par moyens biologiques -Traitement tertiaire pour affinage de de l'effluent 	<ul style="list-style-type: none"> -Aptitude à traiter les effluents concentrés -Insensible aux surcharges organiques -Surface occupée peu importante -Insensible à l'environnement 	<ul style="list-style-type: none"> -Grosse consommatrice d'énergie -Exige un personnel qualifié -Coûts d'investissement et d'exploitation et entretiens élevés -Très sensible aux surcharges hydrauliques -Sensibilités aux conditions climatiques
Lagunage (bassins de stabilisation)	<ul style="list-style-type: none"> -Une série de bassins dans lesquels est réalisé le processus d'autoépuration 	<ul style="list-style-type: none"> -N'exige pas un personnel qualifié -Aptitude à traiter les effluents concentrés -Peu coûteux à l'investissement et à l'exploitation -Simplicité de la conception technique et la mise en œuvre du système 	<ul style="list-style-type: none"> -Exige de surface importante -Sensibilité aux conditions climatiques -Sensibilité à l'environnement (odeurs nauséabondes, moustiques ...)
L'épandage agricole des matières de vidange non traitées	<ul style="list-style-type: none"> -Les matières de vidange non traitées sont épandues sur le sol 	<ul style="list-style-type: none"> - N'exige pas un personnel qualifié - Peu coûteux à l'investissement -Simplicité de la conception technique et la mise en œuvre du système 	<ul style="list-style-type: none"> - Exige de surface importante - Sensibilité aux conditions climatiques - Sensibilité à l'environnement (odeurs nauséabondes, moustiques ...) - Grand risque de pollution de la nappe phréatique

VI-4. Principe, conception, dimensionnement d'un système de lagunage

VI-4-1. Principes généraux

C'est un système de bassins de stabilisation exposés à l'air libre et destinés au traitement biologique total des effluents. Ils stimulent en l'amplifiant, l'action auto épuratrice des étangs et des cours d'eau.

L'autoépuration est obtenue par l'action des bactéries aérobies sans aucune dépense d'énergie pour la fourniture d'oxygène. Les bactéries utilisent l'oxygène fourni par les algues et par une grande interférence air-eau.

Une station de bassins de stabilisation comporte en général trois types de bassin : le bassin anaérobie, le bassin facultatif et le bassin de maturation.

VI-4-2. Conception et dimensionnement

VI-4-2-1. Conception

Les différents équipements à prévoir pour permettre d'assurer la dégradation des matières organiques et l'élimination des germes pathogènes sont de deux ordres :

- Les équipements de prétraitement
- Les équipements de traitement

Les équipements de prétraitement :

Le prétraitement permet l'élimination de tous les éléments qui par leur taille risquent de perturber le bon fonctionnement des ouvrages ultérieurs (les bassins).

L'équipement prévu dans ce cadre est le bassin de sédimentation. Il est utilisé pour retenir les matières en suspension de grandes dimensions.

Les équipements de traitement :

Le traitement consiste à rabattre la pollution biologique et bactériologique des effluents et le conditionnement des boues. Les équipements nécessaires sont : les trois bassins (anaérobie, facultatif, maturation).

VI-4-2-2. Dimensionnement

Dans le cadre de cette étude, nous allons dimensionner les équipements de prétraitement et les équipements de traitement excepté les bassins de maturation car nous ne disposons pas de données concernant les coliformes locaux.

Dimensionnement du bassin de sédimentation et d'épaississement (BSE)

Le bassin de sédimentation et d'épaississement comporte deux compartiments correspondant à deux sections dont nous allons déterminer leurs dimensions à partir des hypothèses ci-dessous :

- Durée de chargement des bassins en jour (D_c) : 30
- Quantité de boues produites par jour Q_f (m^3/j) : 50
- Matière en suspension MES en mg/l : 50000
- Elimination des MES en (%) E : 80
- Profondeur H en m : 3
- Durée de fonctionnement D_f en heures : 8
- Charge par m^2 de MES en Kg/m^2 q : 356

A partir de ces hypothèses, nous pouvons déterminer :

- MEScharge= $Q_f \times MES = 2500 \text{ kg de MES/j}$
- Charges des boues stockées dans la section 1 du bassin (90%)
 $0.9 \times D_c \times E \times MES = 54000 \text{ kg}$
- Aire de la section 1 : $A_1 = \frac{0.9 \times D_c \times MES}{q} = 152 m^2$
- Volume correspondant est : $V_1 = A_1 \times H = 456 m^3$
- Volume de stockage dans la section 2 du bassin (10%) : $V_2 = 0.1 V_1 = 46 m^3$
- Volume total des solides au cours d'une période de livraison des boues de vidange de 30 jours

$$V_{tot} = V_1 + V_2 = 502 m^3$$

Pour dimensionner le bassin de sédimentation, le volume de stockage spécifique des solides V_s (m^3 des solides séparés par m^3 des boues de vidange livrées) peut être calculé de la manière suivante :

- $V_s = \frac{V_{tot}}{Q_{tot}}$ avec $Q_{tot} = Q_f \times D_c = 1500 m^3$ d'où $V_s = 0.33 m^3 / m^3$ de boues de vidange

Pour atteindre une bonne performance hydraulique, le bassin doit être aussi long et aussi étroit que possible. Soient la longueur $L > 30m$ et la largeur l comprise entre 4 et 10m.

- Affluent horaire : $Af = \frac{Qf}{Df} = 6.25m^3 / h$
- Temps de rétention : $Tr = \frac{0.5 \times A1}{Af} = 12.16h$
- Les dimensions de la section 1 sont : $L=32m$, $l=5m$ et $H=3.2m$.
- Les dimensions de la section 2 sont : $L=5m$, $l=3m$

Dimensionnement de Bassin Anaérobie (BA)

Les hypothèses de calculs sont les suivantes :

- Elimination de la DBO dans les BSE en % (E) : 50
- Elimination de la DBO dans le BA en % (E') : 60
- Charge volumique tolérée en $g/m^3.j$ (λv) : 300
- Profondeur H en m : 3
- Rapport Longueur/largeur : 3
- Nombre de bassins : 1
- Fruits des berges m : 2.5

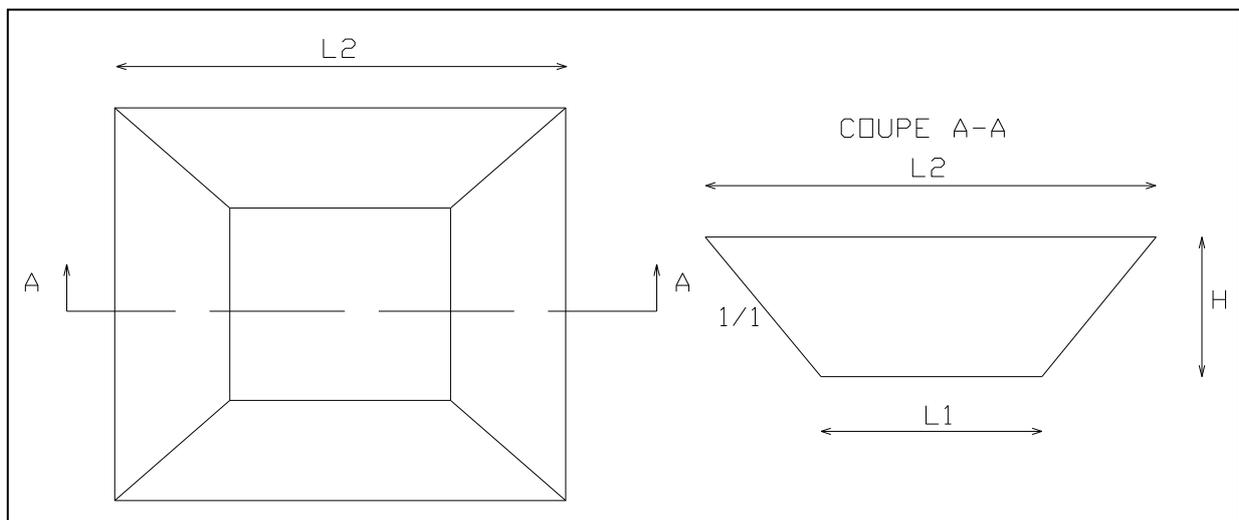
A partir des hypothèses réalisées ci-dessus, nous avons calculé :

- $DBO5_{BF} = \frac{(100 - E)}{100} * DBO5_{BA} = 1000mg / l$
- Le volume du bassin anaérobie, $V_{BA} = \frac{DBO5_{initiale} \times Q_{BV}}{\lambda v}$
- Avec $DBO5_{initiale} = 2000mg / l$ et $Q_{BV} = 50m^3 / j$, nous avons : $V_{BA} = 334m^3$
- Le temps de rétention, $Tr = 7$ jours

Le bassin est sous forme trapézoïdique, donc nous avons une petite base (fond du bassin) et une grande base (surface supérieure du bassin). Le volume du bassin est calculé à l'aide la formule suivante : $V_{BA} = H(l + mH)L + mH^2l$

Volume en m ³	334	Temps de rétention en jours	7
Surface en base en m ²	27	Surface en gueule en m ²	432
Longueur à la base en m	9	Longueur en gueule en m	24
Largeur à la base en m	3	Largeur en gueule en m	18

Le schéma ci-dessous montre une vue en dessus du bassin anaérobie et du bassin facultatif.



Dimensionnement du bassin facultatif

Les hypothèses de calculs sont les suivantes :

- Elimination de la DBO dans les BSE en % (E) : 50
- Elimination de la DBO dans le BA en % (E') : 60
- Elimination de la DBO dans le BF en % (E'') : 80
- Température du mois le plus froid en °C (T) : 25
- Charge volumique tolérée en g/m³.j (λ_v) : 300
- Profondeur H en m : 1.5
- Rapport Longueur/largeur : 3
- Nombre de bassins : 2
- Fruits des berges m : 2

Sur la base de ces hypothèses, les calculs ci-dessous ont été effectués :

- $$DBO5_{BF} = \frac{(100 - E^1)}{100} * DBO5_{BA} = 400mg/l$$

La charge massique λ_s est déterminée à partir de la formule de Mac GARRY et PESCOD suivante : $\lambda_s = 20T - 120$ d'où $\lambda_s = 380kg/ha/j$

- La surface totale des bassins facultatifs est obtenue avec la relation suivante :

$$S_{BF} = \frac{DBO5_{BF}(kg/j)}{\lambda_s} \text{ avec } DBO5(kg/j) = Q_{BA} * DBO5(kg/m^3)$$

$$S_{BF} = 526m^2$$

Pour un bassin la surface de base S_b est estimée à 263 m²

Volume en m ³	580	Temps de rétention en jours	23
Surface en base en m	263	Surface en gueule en m ²	546
Longueur à la base en m	33	Longueur en gueule en m	39
Largeur à la base en m	8	Largeur en gueule en m	14

Pour un échantillon non filtré la $DBO5_{finale} = 0.2 * DBO5_{BF} = 80mg/l$

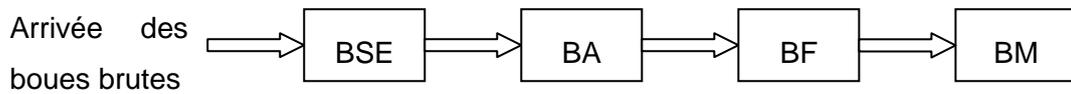
Admettons que 50-70% de la DBO5 de l'effluent sont composés de cellules d'algues en suspensions. La DBO dans l'effluent filtré varie entre 24 et 40 mg/l. L'abattement de DBO5 est évalué à 96%.

La surface totale de terres occupée par les bassins hormis les bassins de maturation est estimée 1691m².

Nous n'avons pas pu tenir compte du dimensionnement des bassins de maturation car nous n'avons pas disposé des données sur les coliformes fécaux des boues de vidange.

La DBO que comporte l'effluent issu du bassin facultatif est comprise entre 24 et 40mg/l. En nous référant sur la norme suggérée par Heinss et al, nous pouvons dire que le rejet dans la nature de l'effluent issu des bassins facultatifs peut être permis.

Une vue générale du principe de fonctionnement de la station de traitement est résumée sur le schéma ci-dessous.



Bassin de sédimentation et d'épaississement :

Il est utilisé pour recevoir en premier lieu les boues brutes. Les particules de ces dernières vont subir une décantation et le surnageant est dans le bassin anaérobie. La charge des matières en suspension est réduite dans ce bassin.

Bassin anaérobie :

Il est utilisé pour la décantation et la dégradation des matières organiques. Il réduit la charge en DBO et modifie la nature des matières solides qui se déposent pour former une couche de boues dont la décomposition anaérobie semble être identique que dans les fosses septiques.

Bassin facultatif :

Ils sont ceux dans lesquels la couche supérieure est aérobie, la zone centrale peuplée de bactéries facultatives et la zone inférieure anaérobie. Le BF est oxygéné principalement grâce à l'activité photosynthétique des algues, sous l'influence du rayonnement solaire, encore, que, dans les très grands bassins, l'aération par la surface, grâce à l'action du vent, contribue à l'apport total d'oxygène.

Bassin de maturation :

Il est aérobie sur toute sa profondeur et est placé en série avec le bassin qui le précède qui est facultatif ou soit un autre bassin de maturation. Le but principal des BM est de fournir un effluent de haute qualité en réduisant de manière efficace la population des bactéries fécales. Ce bassin est calculé pour éliminer les germes pathogènes.

RECOMMANDATIONS ET CONCLUSION

RECOMMANTATIONS

Il ressort de cette étude des recommandations qui vont à l'endroit de tous les acteurs intervenant dans de la gestion des boues de vidange au niveau de la commune de Ouahigouya.

Mairie et la collectivité locale :

- De choisir un des deux sites 7 et 8 pour une éventuelle station de traitement des boues la commune. Les sites S7 et S8 se trouvent respectivement sur les axes routiers de Bogoya et Mopti. Ils sont tous les deux dans la partie Nord de la ville et à égale distance de la mairie ;
- De restituer les résultats obtenus à tous les autres acteurs intervenant dans la gestion des boues de vidange à savoir les vidangeurs, les maraîchers ;
- De reconnaître l'activité de vidange manuelle comme une activité importante dans la situation actuelle, contribuer à la structurer et à en améliorer les conditions ;
- Promouvoir des ouvrages d'assainissement autonome tels que les fosses septiques et les toilettes à chasse manuelle afin d'obtenir des boues légères ;
- D'assurer la formation d'un personnel qualifié pour le bon fonctionnement de la station de traitement afin d'optimiser son exploitation.

Vidangeurs :

- Utiliser les équipements de protection lors des vidanges à savoir des gants, cache-nez, combinaisons si possibles afin d'éviter le contact direct avec les boues ;
- Chercher des papiers permettant de rendre légal votre activité afin d'éviter l'interruption de votre activité au moment des inspections effectuées par la police ;
- Utiliser une échelle rigide pour faciliter l'accès dans les fosses ;
- Respecter le déversement des boues sur le site qui sera retenu par la mairie en collaboration avec les autres acteurs de la gestion des boues tels que les vidangeurs et les maraîchers ;
- Accepter le versement des taxes qui seront imposés par la mairie.

Maraîchers :

- Eviter l'utilisation des boues de vidange non traitées dans les champs.
- Promouvoir l'utilisation des produits valorisés issus de la station de traitement

CONCLUSION

Cette étude portant sur l'implantation et le dimensionnement d'une station de traitement des boues de vidange dans la ville de Ouahigouya a été l'occasion pour nous de voir sur le terrain les réalités de la ville en matière de pratique d'assainissement, de discuter avec différents acteurs sur les voies et moyens à entreprendre pour l'amélioration des conditions actuelles. Nous avons pu constater combien il est important de prendre rapidement des mesures pour améliorer les conditions d'hygiène et de salubrité dans la ville.

La ville ne dispose pas de réseau d'égout et les ouvrages d'assainissement autonomes sont vidangés soit par les vidangeurs manuels soit par l'unique camion de la mairie. La gestion des boues de vidange souffre d'un manque d'organisation au niveau de la commune de Ouahigouya.

A l'issu de cette étude, deux sites de dépotages sont mis au choix de la mairie et de la collectivité locale. Le choix d'un site pour l'implantation de la station de traitement pourrait améliorer le cadre de vie de la population de la ville de Ouahigouya. Nous avons aussi proposé une technologie de collecte et de transport des boues de vidange appropriée.

Dans les pays en voie de développement, sous équipés à l'heure actuelle, la simplicité, l'investissement modéré et les valorisations possibles rendent le lagunage naturel très compétitif.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ✚ ALLANDIGUIBAYE V. [2003] : Etats des lieux de la gestion des boues de vidange dans la ville de Ouahigouya-Mémoire de fin d'études EIER Juin 2003
- ✚ BLUNIER P. [2004]: La collecte et le transport mécanisés des boues de vidange dans la ville de Ouahigouya (Burkina Faso).
- ✚ DEMBELE A. : Gestion des boues de vidange au Burkina Faso : Cas de Ouagadougou
- ✚ DICKO D.: Etude de faisabilité d'un projet de collecte et de transport des boues de vidange manuelle de la ville de Ouagadougou-Mémoire de fin d'études EIER Juin 2003
- ✚ GBAGUIDI E.H. : Conception d'un système de traitement des eaux usés par le lagunage à Cotonou : Diagnostics de la situation actuelle et propositions-Mémoire de fin d'études EIER Juin 2003.
- ✚ BOLAY J.C, ODERMATT P, PREDAZZINI Y., TANNER M.: Environnement urbain
- ✚ CREPA : Article n°32-Avril-Mai-Juin 2001/Dossier : Gestion des boues de vidange, Des options stratégiques et techniques en Afrique de l'Ouest.
- ✚ CREPA : Article n°39-Janvier-Février-Mars 2003/Dossier : Education relative à l'environnement : possibilités et contraintes
- ✚ GUENE O., TOURE C S., MAYSTRE L Y. : Promotion de l'hygiène du milieu Collection Gérer l'Environnement
- ✚ DIOP O. [1988] : Contribution à l'étude de la gestion des déchets solides de Dakar : Analyse systémique et aide à la décision - Thèse
- ✚ SCHARLIG A. [1985] : Décider sur plusieurs critères – Panorama de l'aide à la décision
- ✚ MAYSTRE L., PICTET J., SIMOS J. : Méthodes multicritères ELECTRE – Collection Gérer l'environnement
- ✚ DIOP O. [1998]: Promotion de l'hygiène du milieu - Thèse
- ✚ DJIMASRA M., NGUEMBU TAGNE C., YIOUGO S.A L. : Evaluation des facteurs risques sanitaires liés à la gestion des boues de vidange – Enquête sanitaire GSE/EIER Juin 2004
- ✚ MONTAGERO A., STRAUSS M. : Gestion des boues de vidange (2001)

- ✚ WETHE J. (2005) : Collecte, évacuation et traitement des eaux/ Cours photocopié
EIER
- ✚ ONEA – Etude PSACS : Rapport d'analyse de situation de la ville de Ouahigouya
- ✚ ONEA – Etude PSACS : Rapport de l'étude environnementale de la ville de
Ouahigouya

ANNEXES