





MEMOIRE DE FIN D'ETUDE – MASTER 2^{ème} ANNEE (INGENIEUR)

EVALUATION DES PERFORMANCES DES LITS DE SECHAGE DES BOUES DE VIDANGE DE LA STATION D'EPURATION DES EAUX USEES DE KOSSODO (OUAGADOUGOU)





Présenté par : GNADA Guingri Eugène

Encadreurs:
Dr Joseph WETHE
Dr Halidou KOANDA
M. Jean OUEDRAOGO

Année académique 2006-2007

TABLE DES MATIERES

AVANT PROPOS	1
DÉDICACE	II
REMERCIEMENTS	III
LISTE DES TABLEAUX	v
LISTE DES FIGURES	VI
LISTE DES FIGURES	VI
LISTE DES PHOTOS	
LISTE DES ABREVIATIONS	
RESUME	
INTRODUCTION	
I- CADRE DE L'ETUDE	
I-1 Contexte de l'étude	
I-2 Présentation de la zone d'étude	
1-2-1- Situation Géographique et climatique	4
1-2-2- Cadre physique	
1-2-3- Population et habitat	
1-2-4- Approvisionnement en Eau	
1-2-6 Gestion des boues de vidange	12
II- PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE	
2-1- Problématique	
2-2- Objectifs de l'étude	
2-2-1 Objectif global	
2-2-2 Objectifs spécifiques	
III- METHODOLOGIE DE L'ETUDE 3-1- Recherche documentaire et élaboration du cadre logique	
3-2-1- Visite des installations	
3-2-2- Nivellement simple et chaînage des lits	
3-3- Evolution des hauteurs des boues de vidange dans les casiers	
3-3-1- Choix des casiers à remplir	
3-3-2- Déversement des boues	
3-3-3- Mesure des hauteurs résiduelles des boues	20
3-4- Suivi de la déshydratation	
3-4-1- Lit avec percolation	
3-4-2-Lit sans percolation	
3-5-Prélèvement d'échantillons	
3-6- Analyse des boues de vidange	
3-6-1 Caractérisation des boues à travers les paramètres déterminants	
3-6-2 Mesure des matières sèches et de la teneur en eau	
5 0 2 Michael des matteres seemes et de la tenedr en eau	
YAL DEGAM MARGER GOAR FENTEANDE	•
IV- RESULTATS ET COMMENTAIRES	
4-1 Caractéristiques de lits de séchage	24
4-2- Etats de dégradation des lits	
4-3 Synthèse du diagnostic des lits	27
4-4 Performances des lits de séchage de boues de vidange	
4-4-1 Caractéristiques des boues de vidange et leur origine	
4-4-2 Hauteurs résiduelles des boues	
4-3-3 Evolution des percolât recueillis	
4-3-4 Profil des matières sèches	
4-5-4 Profil d'humidité des boues	
4-4 Etat des boues séchées.	

Evaluation des performances des lits de séchage des boues de vidange

V- DISCUSSIONS	41
5-1 Facteurs influençant le processus de déshydratation des boues	4
5-1-1 Humidité relative de l'air	
5-1-2 Evaporation	
5-1-3 Température moyenne	
5-1-4 Insolation	43
5-1-5 Pluviométrie	44
5-2 Autres facteurs influençant la déshydratation	
VI- PROPOSITIONS D'AMELIORATION	
6-1 Méthodes de traitement des boues de vidange	
6-1-1 Traitement sans mise en place de tapis drainant de sable	
6-1-2 Traitement avec mise en place du tapis drainant de sable	
6-2 Proposition de procédures d'exploitation des lits	
6-2-1 Scénario 1: Lits actuels	
6-2-2 Scénario 2 : Etanchéisation des lits	50
6-2-3 Scénario 3 : Mise en place d'un massif filtrant	51
RECOMMANDATIONS	53
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	54
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	50
ANNEXES	59

AVANT PROPOS

Le présent rapport de mémoire de fin d'études d'ingénieur est le fruit de partenariat scientifique et technique entre trois institutions, réalisé sur la STEP de Ouagadougou:

- le 2iE (Institut International de l'Eau et de l'Environnement) qui est un centre international d'excellence de formation des cadres de conception d'ingénierie dans les domaines de l'eau, des infrastructures, de l'énergie et de l'environnement;
- le CREPA qui est le centre régional pour l'eau potable et l'assainissement à faible coût, auteur du thème d'étude ;
- l'ONEA : (Office National de l'Eau et de l'Assainissement) qui a en charge la desserte en eau potable et l'assainissement des eaux usées et excrétas au Burkina, bénéficiaire de l'étude.

DÉDICACE

Tous ceux qui m'ont soutenu, encouragé, conseillé tout au long de cette quête toujours aussi nécessaire, toujours difficile.

Mon épouse Emilienne, mes enfants Pascal Wentouin, César Elysée Guesba, Kévil Joslin Guindin et Lauryne Josline,

La Grande famille GNADA, NAGANDA et Ma belle-famille HIEN

Ma mère feue Bila Bernadette Legma, à mon père feu Raogo, mon frère Martin et ma sœur feue Ganné

DIEU

Source et origine de toute grâce et de toute bonté, qui nous a tant aimé et tant donné.

Je dédie ce travail.

REMERCIEMENTS

Le présent rapport de stage est le fruit de collaboration entre l'Institut international d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE), le Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement à faible coût (CREPA) et l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA). Que tous les responsables de ces institutions trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

Qu'il me soit permis d'adresser mes profonds sentiments de reconnaissance à l'endroit de mes deux encadreurs : Dr Joseph WETHE, Chef d'Unité de Valorisation de l'Information Scientifique et Technologique (UVIST), enseignant chercheur au 2iE et Dr Halidou KOANDA, Chargé de Recherche au CREPA. Leurs précieux conseils, leurs encouragements sans cesse renouvelés ont laissé sur moi un impact indélébile non seulement sur le plan scientifique et technique, mais aussi au plan humain. Merci infiniment de la confiance, de la compréhension et surtout des enseignements reçus.

Mes sincères remerciements vont aux autorités et collègues de l'ONEA et du Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques et plus particulièrement à :

- M. Mamadou Lamine KOUATE ex. DG de l'ONEA pour m'avoir accordé cette opportunité d'étude;
- M Yamba Harouna OUIBGA, actuel DG de l'ONEA pour son soutien inestimable ;
- MM Arba Jules OUEDRAOGO et Dieudonné SAWADOGO pour leurs soutiens leurs et conseils;
- M. Jean OUEDRAOGO, Chef de Service Exploitation de l'Assainissement Collectif et les collègues MM Tontama SANOU, Godjé YONI ainsi que le personnel (les vigiles) de la STEP.
- Mes anciens collègues de service de la Direction des Etudes et de la Planification du Ministère de l'Eau et mes collègues de service de l'ONEA pour leurs amitiés et leur collaboration ainsi qu'au
- Camarade Mamadou NAMA Secrétaire Général de l'Union Syndicale des Travailleurs du Burkina et aux camarades membres du Bureau National pour leur amitié;
- Camarade Secrétaire Général du Syndicat National des Travailleurs de l'Eau et de l'Assainissement (SYNTEA) et aux Camarades militants du SYNTEA pour leur amitié;
- Membres de l'Association pour le Développement du Département de Tibga et de l'Union Fraternelle des Elèves et Etudiants de Tibga pour leur fraternité.

Mes remerciements s'adressent également au corps professoral du 2iE, de l'Université de Ouagadougou, du collège Tounouma Garçons et du Collège d'Enseignement Général (CEG) de Bobo-Dioulasso et plus particulièrement à M. Bila Raphaêl GOUBGOU et M. Jean-Paul KIEMA mes premiers maîtres pour la formation humaine et intellectuelle reçue.

Evaluation des performances des lits de séchage des boues de vidange

Mes remerciements vont aussi aux camarades de classe de la 36^{ème} promotion des Ingénieurs de l'Equipement Rural, à ceux des établissements supérieur, secondaire et primaire d'ici et d'ailleurs.

Je remercie sincèrement toutes les personnes qui, d'une manière ou d'une autre, ont apporté leur pierre à l'aboutissement de ce travail.

Merci à tous mes amis et plus particulièrement à Dr Auguste Aristide Yaméogo.

Mes profonds hommages à feu mon Père pour ce qu'il a voulu que je sois et à feu ma Mère qui vient de me quitter ce 19 mai 2007. Que leurs âmes reposent en paix auprès du Seigneur ;

Grand merci à mes fils Jules Pascal Wentouin, César Elysée Guesba, Kévil Joslin Guindin, à ma fille Lauryne Josline et à mon épouse Emilienne pour avoir supporté mon absence prolongée pour la cause de cette formation.

Merci à mes frères Luc, Firmin, Père Aristide, et Mamoudou, à mes neveux Dieudonné, et Jean de Dieu, à mes nièces et à mes filleuls. Que le fruit de ce travail soit un exemple de poursuite.

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1:REPARTITION DE LA POPULATION RESIDENTE DE OUAGADOUGOU	6
TABLEAU 2 : REPARTITION DES LOGEMENTS SELON LE STANDING PAR SECTEUR	6
TABLEAU 3: REPARTITION DES MENAGES SELON LES SOURCES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU	7
TABLEAU 4: REPARTITION DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT DANS LA VILLE DE OUAGADOUGOU	11
Tableau 5 : Parametres et methodes d'analyses	22
TABLEAU 6: COMPOSITION ELEMENTAIRE DE LA MATIERE ORGANIQUE SELON LES AUTEURS	23
Tableau 7 : recapitulatif des caracteristiques des lits	28
TABLEAU 8: CARACTERISTIQUES DES BOUES DE VIDANGE DEVERSEES DANS LES 2 CASIERS	29
TABLEAU 9 : MATIERES SECHES DE BOUES PRELEVEES AU DEVERSEMENT	35
TABLEAU 10 : EVOLUTION DE LA TENEUR EN EAU DE BV AU DEVERSEMENT	37
TABLEAU 11 : SYNTHESE DES PERFORMANCES DES LITS	40
Tableau 12: Procedes de traitement de BV a faibles couts (Montangero, A., Strauss, M. (1999)	46
TABLEAU 13: MECANICISMES DE TRANSFORMATION ET D'ELIMINATION DANS LES LITS DE SECHAGE	47

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : PLAN DE LA VILLE DE OUAGADOUGOU	4
FIGURE 2 : VUE EN PLAN DES LITS DE SECHAGE DE BOUES DE VIDANGE	26
Figure 3 : Evolution horaire de la hauteur de boue du 8 mai 2007 dans le lit percolant	31
FIGURE 4: HAUTEURS RESIDUELLES DE BV DU LIT PERCOLANT DU 07 AU 10 MAI	32
FIGURE 5 : EVOLUTION HORAIRE DE LA HAUTEUR DE BOUE DANS LE LIT ETANCHE DU 06 MAI	33
Figure 6 : Courbe d'evolution des hauteurs residuelles de BV dans le lit percolant du $05\mathrm{au}21$	MAI
	34
Figure 7 : Evolution des matieres seches de ${\sf BV}$ en cours de deshydratation dans le lit percolan	NT 36
Figure 8 : Evolution des matieres seches de BV en cours de deshydratation dans le lit etanche.	37
Figure 9 : Evolution de la teneur en eau de BV en cours de deshydratation dans le lit percolan	√Т 38
Figure 10 : Evolution de la teneur en eau de BV en cours de deshydratation dans le lit etanche	E 39
FIGURE 11 : COURBE DE L'HUMIDITE RELATIVE DE L'AIR	41
FIGURE 12 : COURBE D'EVAPORATION AU BAC	42
FIGURE 13 : COURBE DE TEMPERATURES MOYENNES	43
FIGURE 14 : COURBE D'INSOLATION DU MOIS DE MAI	44
FIGURE 15 · HISTOGRAMME DE LA PLUVIOMETRIE DU MOIS DE MAI	45

LISTE DES PHOTOS

PHOTO 1A: INTERIEUR D'UNE LATRINE TRADITIONNELLE PHOTO 1B	: Exterieur d'une latrine
PHOTO 2: PHOTOS JUXTAPOSEES DE DEUX LATRINES VIP	9
PHOTO 3: PHOTOS JUXTAPOSEES D'EXTERIEUR ET D'INTERIEUR D'UN	NE LATRINE COMMUNAUTAIRE 10
PHOTO 4: BOUE VIDANGEE MANUELLEMENT ET DEPOSEE DANS UN CO	OIN DE RUE
PHOTOS 5A: DEPOTAGE DANS LA NATURE PHOTO 5B: SITE DE I	DEPOTAGE SAUVAGE COTE NORD DE LA STEP
PHOTO 6: PRELEVEMENT DE BV SECHEES SANS TRAITEMENT ET EPAN	
DES FINS AGRICOLES.	
PHOTO 7: VUE D'ENSEMBLE DE LITS DE SECHAGE DE BV	24
PHOTO 8: VUE DE SORTIE D'UN LIT DONT LES BASTINGS SONT FORTE	EMENT ENDOMMAGES PAR LES TERMITES ET LE
FEU.	
PHOTO 9: BOUES DE VIDANGE DANS LE LIT ETANCHE	
PHOTO 10 : CASIER AVEC UNE REGLE GRADUEE PERMETTANT LA LEC	TURE DIRECTE DE NIVEAU DE BOUES 31
PHOTO 11: LIT CHARGE DE BOUES ET DE DECHETS SURNAGEANT	
Duoto 12 A · Roue sequee de l'it et angle Duoto 12 d	· Poue sechee de l'Edebool ant 20

LISTE DES ABREVIATIONS

2iE : Institut international d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

BV : Boues de Vidanges

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

DBO₅: Demande Biochimique en Oxygène en 5 jours

DCO: Demande Chimique en Oxygène

I.N.S.D.: Institut National de la Statistique et de la Démographie

HR: Humidité Relative

MAHRH: Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques

MS: Matières Sèches

OMD : Objectifs du Millénaire pour le Développement

OMS: Organisation Mondiale de la Santé

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

PACVU : Projet d'Amélioration des Conditions de Vie Urbaines

PSAO : Plan Stratégique d'Assainissement de Ouagadougou

SANDEC : Water and SANitation in Developing Countries (Département de l'Eau et Assainissement

dans les pays en développement)

SAA: Systèmes d'Assainissement Autonomes

SEPO: Succès Echecs Potentialités Obstacles

STEP: Station d'Epuration des Eaux

TCM: Toilettes à Chasse Manuelle

VIP: Ventilated Improved Pit (Latrines Ventilées)

AUTEUR: Eugène guingri GNADA

Professeurs encadreurs: Organisme encadreur: ONEA Joseph WETHE Jean OUEDRAOGO

Halidou KOANDA

THEME:

Évaluation des performances de lits de séchage de boues de vidange de la station d'épuration des eaux usées de Kossodo, Ouagadougou

RESUME

Dans le cadre de la mise en œuvre du plan stratégique (PSAO) et du projet d'amélioration des conditions de vie urbaines (PACVU), une station d'épuration des eaux usées (STEP) a été construite à Kossodo et mise en service en janvier 2004. Elle comporte 28 lits de séchage de 30 à 40 m³ de boues de vidange ainsi que de boues décantées soustraites des bassins de lagunage. Cependant, ces lits n'ont pas encore été mis en service pour des problèmes liés d'une part, à l'organisation du dépotage par les camions vidangeurs, et d'autre part, à la conception des lits.

L'objectif de ce travail de fin d'étude est d'évaluer le fonctionnement des lits de séchage et les performances du processus de déshydratation des boues de vidange sous climat sahélien. Pour atteindre cet objectif, la méthodologie axée sur : (i) les recherches documentaires, (ii) des travaux de terrains (nivellement simple, chaînage, lecture directe sur une règle graduée des hauteurs résiduelles, analyses de laboratoire), (iii) la méthode SEPO pour évaluer les forces et faiblesses des lits et la gestion de boues de vidange de la ville. La méthodologie utilisée a permis de constater que :

• les lits sont dans un état de dégradation préjudiciable à leurs performances

le test de déshydratation dans deux scénarios a donné des résultats très probants, respectivement de 3,33 m³/jour sur un lit percolant et de 3,88 m³/jour sur un lit étanche simplement évaporant. La boue séchée est déshydratée à 90 à 95% de matière sèche soit une siccité de 5 à 10% de teneur en eau. La performance a ainsi été relevée de plus de 2 à 3 des prévisions initiales.

Cependant des améliorations sont à faire en vue d'obtenir les performances recherchées des lits ; aussi nous recommandons trois scénarios de traitement à savoir : exécuter les travaux confortatifs, remplacer les bastings par des vannes et poser un massif filtrant de sable.

L'étude mérite d'être poursuivie pour mieux apprécier l'efficacité des lits de séchage selon les périodes climayiques de Ouagadougou.

Mots clé:

Boues de vidange, déshydratation, évaporation, lits de séchage, percolation, lixiviat, performances, matières sèches, siccité, teneur en eau travaux confortatif.

INTRODUCTION

L'assainissement des villes est un défi à relever par les pays africains car il concourt au bien être social et constitue un facteur de développement durable qui occupe une place importante dans l'atteinte des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD). Dans les zones urbaines des pays en développement, les systèmes d'assainissement autonome (SAA) sont plus répandus que l'assainissement collectif par réseau d'égout. Ces SAA comprennent les toilettes privées et publiques non reliées aux égouts, les fosses à niveau d'eau constant et les fosses septiques.

Les villes africaines connaissent dans leur ensemble une croissance démographique galopante avec très souvent le développement des zones d'habitation spontanées appelées « zones non loties » qui rendent l'assainissement urbain plus difficile. En conséquence, les boues de vidange, sans cesse croissant, sont rejetées dans l'environnement de façon anarchique et sans traitement préalable. Ainsi la gestion de ces boues revêt une préoccupation majeure pour les acteurs du domaine de l'assainissement des eaux usées.

La ville de Ouagadougou, capitale du Burkina Faso, se place au cœur de cette préoccupation depuis les deux dernières décennies. Plusieurs études ont abordé ce problème en vue d'y proposer des solutions. En effet, le Plan Stratégique d'Assainissement des eaux usées et excrétas de la ville de Ouagadougou (PSAO) est le résultat d'une série d'études qui ont abouti à une proposition globale de solutions dans la gestion durable des eaux usées et excrétas de la ville.

Dans le cadre de la mise en œuvre de ce plan stratégique et du projet d'amélioration des conditions de vie urbaines (PACVU), une station de traitement et d'épuration des eaux usées (STEP) a été construite à Kossodo (au nord de la ville) et mise en service depuis janvier 2004. Des lits de séchage ont été annexés à la STEP pour le traitement des boues de vidange ainsi que celles soustraites des bassins de lagunage. Cependant, ces lits n'ont pas encore été mis en service pour des problèmes liés d'une part à l'organisation du dépotage par les camions vidangeurs, et d'autre part à la conception des lits. Une fois remplie de boues, chaque lit devrait être laissé au repos pendant 28 jours pour séchage avant recharge. Les boues se déshydrateraient au bout des 28 jours avec une siccité permettant leur utilisation par les maraîchers installés en aval de la STEP.

Ainsi ces lits constituent des moyens d'atteinte des Objectifs du Millénaire pour le Développement quand on sait qu'en Afrique subsaharienne les populations vivent dans un environnement menacé par la pollution notamment le péril fécal.

L'approche de l'assainissement n'est-elle pas basée sur un principe hygiéniste où tout ce qui est relatif à l'insalubrité doit être proscrit dans les habitations?

Dans la ville de Ouagadougou le danger de la pollution fécale est permanent à travers entre autre la gestion des boues de vidange. En effet, les systèmes d'assainissement autonome y sont les plus répandus (88%) (SOMDA, 2007) et les matières fécales qui en résultent sont rejetées dans l'environnement sans traitement. Les casiers de séchage de boues vont donc les recevoir pour un

Evaluation des performances des lits de séchage des boues de vidange

temps de séjour pendant lequel elles seront déshydratées par l'effet d'évaporation et de percolation des lixiviats.

Le présent rapport qui se propose de tester les performances des lits de séchage des boues de vidange de la station d'épuration des eaux usées de la ville de Ouagadougou se penche sur les interrogations suivantes:

Quelles sont les caractéristiques réelles des lits ?

Quelles quantités de boues traiter et en combien de temps ?

Quelle proposition pour améliorer le processus de déshydratation et les procédures d'exploitation des lits?

La réponse à ces questions constitue l'essentiel des paragraphes que comporte ce rapport :

Chapitre 1 : cadre de l'étude

Chapitre 2 : problématique et objectifs de l'étude

Chapitre 3 : Méthodologie de l'étude

Chapitre 4 : Résultats et commentaires

Chapitre 5 : Discussions

Chapitre 6: Propositions d'optimisation

I- CADRE DE L'ETUDE

Ce chapitre présente le cadre de l'étude qui est la ville de Ouagadougou à travers les points suivants : contexte, présentation de la zone (situation géographique, climat, cadre physique, population, approvisionnement en eau potable et assainissement des eaux usées et excréta et gestion de boues de vidange).

I-1 Contexte de l'étude

L'ONEA dans le cadre de ses missions d'assainissement des eaux usées et excrétas a construit en 2004 une station d'épuration des eaux usées pour la ville de Ouagadougou. Cette station comporte outre les bassins de lagune à microphytes, les lits de séchage des boues de vidange. En dehors des zones résidentielles de haut standing comme certaines cités (cité 1200 logements, cité AN II et AN III...), la zone de Ouaga 2000, les zones administratives et industrielles, on observe des dépotoirs sauvages de boues de vidange à la devanture de certaines cours d'habitation. Les boues des habitats de haut standing non raccordés au réseau d'assainissement collectif sont vidangées mécaniquement par des camions spyros et déversées dans des dépotoirs créés à la périphérie de la ville. Le CREPA qui conduit un projet de recherche sur la gestion des boues de vidange en Afrique s'est intéressé à l'évaluation des performances des installations. Il s'est proposé, en collaboration avec le 2iE, d'appuyer l'ONEA pour l'étude du fonctionnement et des performances des lits.

I-2 Présentation de la zone d'étude

Ouagadougou est une ville qui connaît une urbanisation rapide et une croissance démographique galopante à l'instar des grandes agglomérations africaines. Sa population est estimée à 1 323 887 habitants selon le dernier recensement général de la population (INSD, 2006). La ville est subdivisée en 5 arrondissements repartis sur 30 secteurs et 17 villages (fig. 1). Elle couvre une superficie de 20.000 ha.

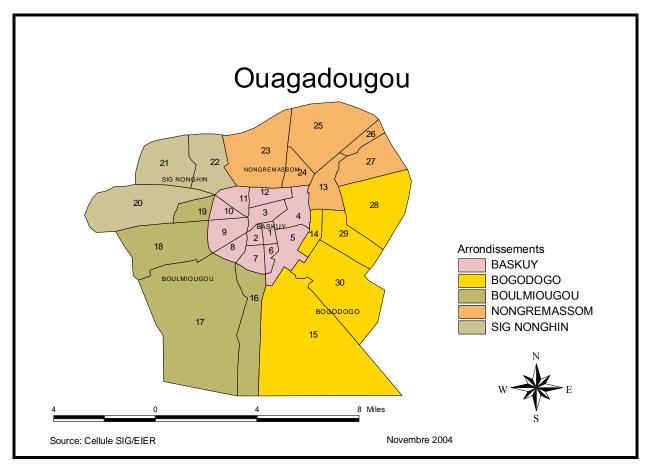


Figure 1 : Plan de la ville de Ouagadougou

1-2-1- Situation Géographique et climatique

La ville de Ouagadougou est située entre les parallèles 12°20 et 12°25 de latitude Nord et les méridiens 1°27 et 1°35 de longitude Ouest. Cette situation correspond à la région climatique soudano sahélienne qui est délimitée par les isohyètes 600 mm et 900 mm.

L'évolution climatique est marquée par une migration générale des isohyètes vers le sud comme le montre l'évolution des isohyètes de 1951 à 2000, et la situation de la pluviométrie moyenne annuelle de la ville de Ouagadougou (période de 1985-2004). Cette situation se traduit ces dernières décennies par des cycles de plus en plus marqués et rapprochés de sécheresse, qui contribuent à la précarisation générale des conditions de vie des populations rurales.

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

• une courte saison de pluie, de juin à septembre. Les mois les plus pluvieux sont les mois de juillet, août et septembre ;

• une longue saison sèche allant d'octobre à mai ; elle comporte deux périodes à savoir une période sèche et froide de décembre à février et une période sèche et chaude de mars à mai.

Les températures se caractérisent selon 4 périodes majeurs :

- de décembre à février, la ville est sous l'influence de l'harmattan. Les températures minimales moyennes sont de 19°C à 20°C. Les températures maximales oscillent entre 33 et 35°C;
- en août, la masse d'air humide est prédominante. Les températures minimales sont de l'ordre de 20°C dans le sud et les températures maximales atteignent 29°C;
- de mars à mai (période précédant la saison des pluies avec des maxima en mars) les températures minimales oscillent entre 24°C et 26°C;
- d'octobre à novembre (période suivant immédiatement la saison des pluies) les températures oscillent entre 34°C et 38°C.

A Ouagadougou l'humidité relative moyenne de l'air n'est que de 40% à et la durée moyenne de l'insolation est de 3 079 heures/an. L'évaporation moyenne est de 2 641 mm/an.

1-2-2- Cadre physique

La ville de Ouagadougou est bâtie sur un vaste plateau appelé couramment «le plateau Mossi », ce plateau correspond à l'affleurement du socle granito-gnéissique ancien occupant 85% de la superficie du pays (SOMDA, 2007).

On distingue quatre (4) classes de sols dans la province du Kadiogo dont le chef lieu est Ouagadougou : les sols minéraux bruts, les sols plus évolués, les sols à sesquioxydes de fer ou de manganèse et les sols hydromorphes.

On y rencontre deux types de nappe. Une nappe libre de surface reposant sur un substratum argileux étanche possédant un niveau variable de 5 à 10m de profondeur et qui peut monter jusqu'à 2 à 3 m pendant l'hivernage au centre ville. Une seconde nappe captive, est prisonnière entre un plancher imperméable de granite sain et un toit d'argile se trouvant dans les arènes sableuses et le socle fissuré. La capture de l'eau à ce niveau se fait par forage à une profondeur de 50 à 60 m (SOMDA, 2007).

La nature et l'épaisseur des couches d'altération, le pendage général du terrain déterminent dans une certaine mesure la capacité d'infiltration des sols. Plus le sol est perméable, plus l'infiltration d'eau écoulée est intense. L'insalubrité du milieu constitue de ce fait une véritable menace de contamination des eaux souterraines, surtout par la présence de lixiviat, des eaux usées, des eaux grises. La perméabilité des sols pour les eaux usées est comprise entre 10 et 40 l/j/m² (ONEA, 1993).

1-2-3- Population et habitat

La commune de Ouagadougou comprend 30 secteurs et 17 villages, regroupés en 5 arrondissements. Elle intègre la commune rurale de Saaba. Selon les résultats provisoires du recensement général de la population et de l'habitat organisé par l'Institut National de la statistiques et de la Démographie décembre 2006, la population résidente est estimée à 1 323 887 habitants répartie dans 276 027 ménages comme indique le tableau 1 ci-dessous(INSD, 2007):

Tableau 1: Répartition de la population résidente de Ouagadougou

Arrondissement/	Ménages	Population résidente					
Comm. rurale		Hommes	Femmes	Total			
Baskuy	37 879	89 093	91 419	180 512			
Bogodogo	81 953	189 309	185 164	374 473			
Boulmiougou	72 875	185 969	180 213	366 182			
Nongremassom	38 645	96 596	91 733	188 329			
Sig-Nonghin	34 122	82 924	80 935	163 859			
Saaba	10 533	25 013	25 519	50 532			
Total	276 027	668 904	654 983	1 323 887			

Source : (INSD, 2007)

Il est à noter que la qualité des ouvrages d'assainissement des parcelles est fonction du standing de l'habitat et du service d'approvisionnement en eau.

La ville de Ouagadougou est dans son ensemble composée de différents standings de l'habitat dont la répartition par commune d'arrondissement est présentée dans le tableau 2 comme suit:

Tableau 2 : Répartition des logements selon le standing par secteur

Arrondissement	Haut standing	Bon	Moyen	Bas standing	Total
	%	standing %	standing %	%	
Baskuy	12,8	36,2	28,1	22,9	100
Bogodogo	7,6	29,2	30,9	32,3	100
Boulmiougou	9,1	22,8	37,5	30,70	100
Nongremassom	22,8	22,6	36,1	18,5	100
Sig-Nonghin	12,4	18,7	45	23,9	100
Total	12,1	27,1	34,1	26,8	100

Source : (ONEA, 2003)

Ainsi, l'ordre de classement de la typologie d'habitat par ordre d'importance est le moyen standing (34,1%, le bon standing (27,1%), le bas standing (26,8%) et le haut standing (12,1%). La majorité des logements de la ville se situe dans le bon et moyen standing compte tenu de la position de la ville de

Ouagadougou en tant que capitale politique abritant les bâtiments administratifs, les bâtiments commerciaux et des zones industrielles.

1-2-4- Approvisionnement en Eau

La population de la zone d'étude s'approvisionne en eau potable dans plusieurs sources à l'instar des autres villes du pays. Cependant, on y note l'absence de postes d'eau autonome comme sources alternatives d'approvisionnement en eau sauf dans les secteurs périphériques (non lotis) et selon les arrondissements. Le tableau 3 donne la répartition des ménages en fonction des sources d'approvisionnement en eau dans la ville de Ouagadougou.

Tableau 3 : Répartition des ménages selon les sources d'approvisionnement en eau

Arrondissement	Bornes	Revendeur	Branchements	Forage	BP du	Puits	Total
	Fontaines		Particuliers : BP		voisin		
Baskuy	36,60	13,30	49	-	0,20	2,90	100
Bogodogo	26,70	29,90	36,50	1,50	0,70	4,30	100
Boulmiougou	47,70	16,90	30,70	0,90	1,00	1,60	100
Nongremassom	31,00	17,10	44,80	2,50	0,30	3,20	100
Sig-Nonghin	29,20	35,30	31,10	-	1,20	3,10	100
Total	34,00	21,90	38,70	1,00	0,60	3,10	100

Source : (ONEA, 2003)

La zone d'étude enregistre les plus forts taux de branchements particuliers avec un pique de plus de 80% au secteur 25 qui compte le plus de logements de haut standing alors que la moyenne de taux de branchements particuliers de la ville est de 38,70%.

1-2-5 Assainissement des eaux usées et excrétas

L'assainissement des eaux usées vise d'une part à, évacuer rapidement et le plus loin possible, sans stagnation et sans risque, les eaux nuisibles à l'homme et à l'environnement, et d'autre part à protéger l'environnement et le cadre de vie en éliminant ou en modifiant l'état des polluants de sorte à limiter l'impact négatif qu'il pourraient avoir sur les écosystèmes naturels et en évitant toutes formes de souillures réversibles ou irréversibles par des traitements appropriés. Sa finalité est de préserver la santé humaine en minimisant les risques sanitaires après le rejet dans l'environnement ou leurs utilisations éventuelles et apporter aux boues de vidange la correction de qualité nécessaire (WETHE, 2006).

A cet effet, le PSAO propose trois grands axes de développement des ouvrages d'assainissement des eaux usées et excrétas : l'assainissement autonome, l'assainissement communautaire et l'assainissement collectif.

a- Assainissement Autonome

L'assainissement autonome est défini dans le PSAO (ONEA, 1993) comme étant « la collecte et l'évacuation hygiénique (traitement) des eaux usées et excrétas sur place dans la parcelle d'habitation ». Aussi, les latrines traditionnelles et les fosses étanches qui n'obéissent pas à cette définition ne sont pas considérées véritablement comme des ouvrages d'assainissement autonome par le PSAO. L'assainissement autonome propose des ouvrages pour équiper les parcelles d'installations principalement constituées de latrines ou de fosses septiques telles que les latrines traditionnelles, les latrines traditionnelles réhabilitées, les toilettes à chasse manuelle, les latrines à fosse étanche et les fosses septiques.

* Les latrines traditionnelles sont constituées d'une fosse non revêtue d'une profondeur moyenne de 4 m et d'un diamètre de 1 m. Cette fosse est recouverte d'une dalle en béton armé sur laquelle est percé l'orifice de défécation. Une superstructure, en banco ou en ciment sans toit ni posepieds ni porte constitue la protection de l'intimité de la latrine traditionnelle. La vidange mécanique est difficile et onéreuse alors que la vidange manuelle, dans la pratique actuelle est non hygiénique puisque les matières fécales sont fraîches. Souvent, les usagers laissent les fosses se remplir jusqu'à la dalle perforée. Ce qui augmente les odeurs et attire les mouches et les cafards. En outre, elles reçoivent dans certains cas les eaux de douche. Elles constituent le type d'ouvrages le plus répandu à Ouagadougou (52,7%) surtout dans les quartiers périphériques regorgeant les logements de bas standing (ONEA, 2005). Les photos ci-dessus (photos 1) illustrent bien les latrines traditionnelles :





Photo 1a : Intérieur d'une latrine traditionnelle Photo 1b : Extérieur d'une latrine traditionnelle.

- * Les latrines traditionnelles réhabilitées : elles sont des latrines traditionnelles améliorées par la réalisation d'une colonne ou d'un tuyau de ventilation, l'élévation des murs, la pose d'une toiture et d'une porte. Elle préserve mieux l'intimité des utilisateurs et offre un confort d'utilisation par l'élimination des mauvaises odeurs. La vidange mécanique, bien que difficile à travers l'orifice de défécation, est plus conseillée que celle manuelle quand l'on veut préserver l'ouvrage ; Les latrines traditionnelles réhabilitées constituent 13,9% des ouvrages d'assainissement dans la ville de Ouagadougou (ONEA, 2003).
- * Les latrines à fosse étanche, sont constituées d'une fosse revêtue d'un mortier en ciment, recouverte d'une dalle munie de l'orifice de défécation et d'une superstructure sans toit. Ces fosses, qui reçoivent souvent les excréments et les eaux de douches, laissent infiltrer une partie de celles-ci dans le sol et l'excédent s'écoule vers un puisard ou les caniveaux des eaux pluviales. Leur remplissage rapide augmente alors la fréquence des vidanges (environ 4 fois par an)

* Les latrines à doubles fosses ventilées ou ventiled improved pit (VIP)

Elles sont composées d'une dalle de couverture, d'une ou de deux fosses en maçonnerie de ciment avec un fond non étanche, d'une superstructure et d'un tuyau de ventilation en PVC (Polychlorure de vinyle). La construction est réalisée en béton ou en terre cuite. Les latrines VIP fonctionnent par voie sèche et sont prévues pour être vidangées manuellement. Les VIP représentent 4,8% des ouvrages d'assainissement existant dans la ville (ONEA, 2003) ; deux photos illustratives de VIP (photo 2) :





Photo 2 : Photos juxtaposées de deux latrines VIP

* 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 excrétas se fait par siphon directement dans une fosse à infiltration ou par un tuyau qui conduit à une fosse externe. Quand cette fosse est pleine, après généralement deux ans de service, une autre est utilisée confirmant l'utilisation alternée des fosses. Les boues minéralisées peuvent être vidangées manuellement sans risque sanitaire. Les TCM représentent 0,4% des ouvrages d'assainissement existant dans la ville de Ouagadougou.

* les fosses septiques : la fosse septique est de forme d'un parallélogramme rectangulaire qui 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. Les boues du premier compartiment doivent être vidangées. Les fosses septiques représentent 9,7% des ouvrages d'assainissement existant dans la ville de Ouagadougou.

b- Assainissement Communautaire

L'assainissement communautaire permet aussi la collecte et l'évacuation hygiénique (traitement) des eaux usées et excrétas sur place dans la parcelle abritant les lieux publics. Les ouvrages d'assainissement proposés sont des installations constituées de latrines multipostes. Les latrines publiques ou communautaires sont de type VIP avec 6 à 8 cabines ou des cabines de défécation raccordées ou reliées à de grandes fosses septiques. Elles sont construites au niveau des écoles, des marchés, des centres de santé, des grandes maisons et autres lieux publics. Ci-dessus les photos des latrines communautaires du marché de Zogona (Ouagadougou):





Photo 3 : Photos juxtaposées d'extérieur et d'intérieur d'une latrine communautaire

c- Assainissement collectif

L'assainissement collectif propose un réseau d'égouts pour équiper le centre ville, les grands pollueurs dont l'hôpital, les grands hôtels et la zone industrielle de Kossodo. Les effluents collectés sont transportés dans une station d'épuration par lagune à microphytes située du côté Nord-Est de la ville. Après l'achèvement des travaux de réalisation du projet de l'assainissement collectif, le réseau collectif d'assainissement de Ouagadougou a été mis en service en janvier 2004. En fin mai 2007 le nombre de raccordements au réseau était de 98 branchements sur près de 450 prévus.

Le volume journalier pompé de l'année 2005 a été de 1436,07 m³/jour soit environ 27% du volume d'eau à traiter par jour prévu pour la phase 1 de l'Assainissement Collectif de la ville de Ouagadougou. Au terme de raccordements, le réseau d'égout l'assainissement collectif servira 140.000 équivalents/habitants soit 12% pour l'assainissement collectif, contre 88% pour l'assainissement autonome de la ville (ONEA, 2006).

d- Taux de couverture en assainissement

Le taux de couverture en assainissement des parcelles (logements) se définit comme le rapport des parcelles équipées d'ouvrages d'assainissement sur le nombre total des parcelles de la ville. La ville de Ouagadougou compte environ 87 105 parcelles viabilisées c'est-à-dire occupées par des bâtiments habités (ONEA, 2003). Parmi ces bâtiments, beaucoup disposent d'ouvrages de collecte et de traitement des eaux usées et excrétas. Ces différents ouvrages (autonome et communautaire) donnent un taux global de couverture en assainissement de la ville de 19%, avec une grande disparité d'un secteur à l'autre (Gnada, 2006). La ville de Ouagadougou enregistre différents types d'ouvrages repartis comme indique le tableau 4 :

Tableau 4 : Répartition des ouvrages d'assainissement dans la ville de Ouagadougou

Arrondissement	Latrine	Latr.Trad.	Réhab.	VIP	VIP	Puisd	TCM	Fosses	Fosses	Total
	Traditionnelle.	Réhab.	Puisard		Puisd			septiq	étanche	
Baskuy	57	4,4	5,8	2,1	5,8	11,5	0,5	8	4,8	100
Bogodogo	49,9	11,2	9,5	1,3	4,8	17,3	0,5	6,9	0,7	100
Boulmiougou	57,8	5	2,6	0,7	1,1	23,4	0,2	7,1	2	100
Nongremassom	41,5	6,7	7,6	0,3	3,8	17,1	0,2	19,1	3,7	100
Sig-Nonghin	64,8	11,7	3	0,8	1,9	4,8	0,4	12,1	0,4	100
Total	52,7	7,7	6,2	1,1	3,7	16,1	0,4	9,7	2,3	100
Ouagadougou										

Source : (ONEA, 2003)

Latrines Tradit. : latrines traditionnelles ; Latr. Trad. Réhab. : latrines traditionnelles réhabilitées ; Réhab. Puisd. : latrines traditionnelles réhabilitées avec un puisard pour la collecte des eaux usées ; VIP : ventiled improve pit , latrines améliorées à fosses ventilées; TCM: toilettes à chasse manuelle; Fosses septiq.: Fosses septiques.

Aussi on note la prédominance de latrines traditionnelles (52,7%); ce qui dénote d'un manque d'intérêt accordé à l'assainissement de façon générale et une faiblesse de culture d'hygiène et d'assainissement.

L'assainissement collectif n'est pas considéré pour le moment car il ne représente qu'une proportion négligeable (0,05%) de l'ensemble des systèmes d'évacuation des eaux usées et excrétas de la ville de Ouagadougou.

Les constats généraux faits sur les ouvrages et les conséquences pouvant en découler sur le plan sanitaire et les attitudes comportementales vis-à-vis des boues de vidange sont résumés comme suit (SOMDA, 2006):

- mauvaises odeurs occasionnées par le manque d'entretien et de propreté de la cabine (plancher, cuvette), entraînant les mauvaises fréquentations;
- rupture de la dalle suite à l'effondrement de la fosse par manque d'étanchéité, se traduisant par un transfert des liquides et un remplissage précoce des fosses (infiltration des eaux), la pollution de la nappe et les mauvaises odeurs ;
- absence ou mauvais état des portes, des cheminées de ventilation et des grillages occasionnant la souillure des repas par des mouches et des mauvaises odeurs ;
- fosses pleines, non vidangées à temps ou non fermées, entraînant la contamination des sols, les mauvaises odeurs et la présence de mouches et autres insectes ;
- usage d'objets grossiers pour le nettoyage anal dans les TCM occasionnant l'obstruction du siphon, des souillures et de mauvaises odeurs ;
- installation sanitaire mal adaptée aux habitudes des usagers, par exemple des TCM chez des usagers n'utilisant pas habituellement l'eau pour le nettoyage anal.

1-2-6 Gestion des boues de vidange

Les boues de vidange (BV) sont des matières extraites d'une fosse qui proviennent de l'accumulation des déchets grossiers décantables, flottants et dissous transportés par les eaux usées et qui ont au préalable subi diverses transformations par voie anaérobie. La gestion des boues de vidange passe d'abord par la connaissance de la quantité de boues produite par jour dans la ville. Pour la ville de Ouagadougou l'estimation des quantités de BV produites par jour a fait l'objet de plusieurs études :

- * le Plan Stratégique d'Assainissement de Ouagadougou (ONEA, 1993) qui prévoyait une production de boues d'environ 30 m³/j à 40 m³/j;
- * l'étude menée dans le cadre d'un diplôme EIER/EPFL (Rehacek, 1996) qui a estimé, sur la base du nombre de camions vidangeurs et en fonction de la saison, la quantité de boues à 79 m³/j en décembre et à 125 m³/j en juin ;

- * Sawadogo, (1999) dans le cadre de son mémoire de fin d'études d'Ingénieur quantifiait la production totale de boues à 482 m³/j;
- * des études plus récentes, financées par la Banque Mondiale et l'ONEA, ont estimé la quantité totale journalière de boues vidangées mécaniquement dans la ville de Ouagadougou, en considérant le nombre moyen de voyages par jour et par camion et le volume de ce dernier, à près de $640 \text{ m}^3/\text{j} \text{ (ONEA, 2005)};$
- * ces mêmes études ont évalué la quantité de boues manuellement vidangées. En tenant compte du nombre de vidangeurs recensés par l'ONEA (soit 87) et le fait que chaque équipe de 2 à 3 personnes vidange en moyenne 1 à 2 fois par semaine, il a été estimé entre 64 à 256 m³/mois de boues manuellement vidangées soit 2 à 9 m³/j;
- *Koné, (2006) se basant sur l'expérience d'Accra au Ghana, propose dans son cours de gestion de boues de vidange, une évaluation partant de la production journalière humaine de boues de vidange à 1 litre/hbt/j. Sur cette base la production totale journalière de boues de la ville de Ouagadougou qui compte 1.352.236 habitants serait théoriquement de ce fait à 1.352 m³ de BV. Pour avoir la quantité de BV mécanique, il faut soustraire de ce total la quantité de BV manuelle ou ne prendre en compte que la quantité de BV mécanique 12% du total sachant que les fosses septiques et les fosses étanches ne représentent que 12% des ouvrages d'assainissement des eaux usées et excrétas;
- * Kouanda, (2006), partant de quatre méthodes d'évaluation de boues lors de ses travaux de recherche sur la gestion de boues à Ouahigouya, propose une autre approche d'évaluation des boues qui pourrait bien s'appliquer pour la ville de Ouagadougou ou les types et les proportions d'ouvrages d'assainissement ainsi que les productions spécifiques sont déjà connus ;

*de par nos observations sur le terrain lors de la mise en boues des lits, les camions spyros qui déversent dans le site à proximité de la STEP atteignent le nombre de 10 dont 5 camions de 20 m3 et 5 camions de 10 m3 soit un volume moyen de 150m³/jour. En multipliant ce chiffre par 7, puisqu'il y a 7 sites de déversement à Ouagadougou on Obtient facilement un volume journalier de 1050m³. Par prudence nous estimons qu'un volume de 1000m3/ jour de Boues produites à Ouagadougou ne sera pas de trop.

Ces boues sont générées dans les ouvrages d'assainissement autonome, communautaire et collectif et aussi dans la nature directement par les populations qui ne disposent pas d'ouvrage. Elles sont évacuées soit par les vidangeurs manuels clandestins qui sont au nombre de 87 (ONEA, 2006), soit par les vidangeurs mécaniques qui disposent des camions spyros, au nombre de 25 entreprises (SOMDA, 2007) auquel on peut ajouter 6 autres entreprises. Ces entreprises évoluent dans un environnement informel que les autorités du secteur tentent d'organiser en association. Selon le même auteur il existe 7 sites de déversement anarchique et sauvage situés de part et d'autre à la périphérie de la ville. Le site autour de la STEP est fréquenté régulièrement par 12 entreprises de vidangeurs mécaniques dont la liste est en annexe. La gestion des boues de vidange (BV) reste informelle et non maîtrisée.

Evaluation des performances des lits de séchage des boues de vidange

La quantité de boues de vidange extraites et rejetées anarchiquement dans la nature sans traitement préalable à Ouagadougou est considérable et constitue un problème crucial pour les autorités communales et pour les responsables de l'assainissement des eaux usées et excrétas. . Seules les boues générées dans les ouvrages d'assainissement collectif sont évacuées hygiéniquement, traitées avant d'être rejetées ou utilisées Comment assurer que toutes les boues de vidange générées dans l'environnement urbain soient évacuées dans des sites de stockage ou de traitement désignés, et à empêcher l'évacuation illicite et sauvage des BV non traitées?

En conclusion, l'espace urbain est très favorable au développement des ouvrages d'assainissement autonome. Mais étant souvent à 3 m de profondeur en saison pluvieuse, les nappes présentent une grande vulnérabilité face aux pollutions de surface à travers les ressources d'eau de boisson. Ces ouvrages produisent de grande quantité de boues qui sont déversées anarchiquement dans la nature à la périphérie de la ville. Il est important de maîtriser la quantité de boues produites par jour dans la ville afin de bien planifier sa gestion. Une bonne gestion ne commence-t-elle pas par la maîtrise de la production?

II- PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

La gestion de boue de vidange dans la ville de Ouagadougou reste informelle si bien que le risque du péril fécal est permanent : il y a urgence à agir pour la protection de la population. Nous développerons ce chapitre à travers deux points suivants : la problématique et les objectifs.

2-1- Problématique

Dans la ville de Ouagadougou on observe dans les quartiers des monticules de boues vidangées manuellement sur les accotements des rues ainsi que des déversements sauvages des boues de vidange dans des emplacements à la périphérie de la ville ; une photo d'une monticule de boue dans la rue 29-182 au secteur 29 de la ville de Ouagadougou (photo 4): et les 2 photos d'un site de déversement sauvage dans la nature (photos 5) ci-dessous sont révélatrices.



Photo 4 : Boue vidangée manuellement et déposée dans un coin de rue





Photos 5a : Dépotage dans la nature

Photo 5b: Site de dépotage sauvage coté nord de la STEP

De plus de grandes quantités de boues de vidange tirées des installations sanitaires sont déversées de façon incontrôlée dans l'environnement suite au manque de systèmes d'élimination adéquats;

Les boues vidangées sont souvent utilisées liquides ou séchées pour l'amendement des sols en agriculture sans traitement hygiénique approprié ni protection des utilisateurs. Ci-dessous deux photos d'utilisation de BV non traitées (photos 6) illustrent bien le phénomène:





Photo 6: Prélèvement de BV séchées sans traitement et épandage de BV liquides dans les champs à des fins agricoles.

Les lits de séchage destinés au traitement des boues de vidange ainsi que celles soustraites des bassins de lagunage n'ont pas encore été mis en service pour des problèmes liés d'une part à l'organisation du dépotage par les camions vidangeurs, et d'autre part à la non maîtrise des performances des installations. Cette situation favorise la poursuite de déversements anarchiques ; le problème si préoccupant trouverait une solution adéquate si les tests de performances de lits s'avèrent concluants.

2-2- Objectifs de l'étude

2-2-1 Objectif global

L'objectif global de l'étude est d'évaluer le fonctionnement des lits de séchage et les performances du processus de déshydratation des boues de vidange.

2-2-2 Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques assignés à l'étude sont :

- décrire et faire l'analyse critique du dimensionnement des lits de séchage ;
- évaluer les performances du processus de déshydratation naturelle des boues ;
- proposer des moyens simples pour accélérer le processus de déshydratation des boues.

Face à l'insalubrité de l'environnement urbain due à la mauvaise gestion de BV alors que les lits de séchage réalisés depuis fin 2003 restent inexploités, notre étude vise à les décrire, évaluer leurs performances et si possible proposer des améliorations pour leur exploitation.

Pour atteindre ces objectifs nous nous sommes fixés une méthodologie adaptée au temps impartie à ce travail ainsi qu'aux moyens disponibles.

III- METHODOLOGIE DE L'ETUDE

Les travaux se sont déroulés suivant une méthodologie articulée sur la recherche documentaire et l'élaboration du cadre logique, la caractérisation de lits de séchage, le suivi de l'évolution des hauteurs résiduelles de BV dans les casiers due à l'évaporation et à la percolation et enfin à l'analyse de caractéristiques et des matières sèches de BV.

3-1- Recherche documentaire et élaboration du cadre logique

La recherche documentaire et l'élaboration du cadre logique de l'étude ont constitué le socle de la première partie du travail.

3-1-1 Recherche documentaire

Elle a eu pour but de faire l'inventaire des travaux de recherche et de publication dans le domaine de la gestion des boues de vidange.

La recherche documentaire menée tout au long de ce travail a permis de faire le point de l'état des connaissances; les grands axes de recherche bibliographique ont porté notamment sur les points suivants:

- les aspects généraux de l'assainissement autonome et de gestion de boues de vidange dans le contexte sous-régional et particulièrement burkinabè;
- les états de lieux de gestion des boues de vidange dans les villes africaines et singulièrement à Ouagadougou;
- les études et les rapports divers sur les technologies de traitement des boues de vidange.

Les principales sources de documentation ont été : le 2iE, le CREPA, l'ONEA, le SANDEC, le Ministère de l'Environnement et de Cadre de Vie et celui de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques.

3-1-2 Elaboration du cadre logique

Le cadre logique, qui a été l'itinéraire suivi pour la conduite de nos travaux, a été élaboré à partir du thème de l'étude. Il a fait l'objet d'analyse commentée et constitue le socle sur lequel notre travail devrait s'ancrer. Son élaboration a fait l'objet de plusieurs rencontres avec l'équipe d'encadrement, voire même une présentation suivie d'analyse avant sa validation par les encadreurs. Le cadre logique est assorti d'un planning des activités à mener. (Voir annexe 1 et 2).

3-2- Caractérisation des lits de séchage des boues de vidange

Elle a pour but de décrire les lits de séchage de boues de vidange tels que conçus et réalisés sur le terrain. Elle a consisté à effectuer une visite des installations, un levé topographique et un chaînage. La caractérisation a pour objectif d'évaluer les volumes utiles des lits et de préparer un protocole de mise en boues des lits par les camions spyros de vidange.

3-2-1- Visite des installations

La visite a permis de bien observer les lits de séchage de boues de vidange afin de bien les décrire. Elle a consisté donc à visiter l'ensemble des installations, casier par casier, faire des prises de vue, annoter les défaillances, apprécier visuellement les différentes composantes du dispositif d'ensemble et évaluer leur tenue depuis la réalisation et l'ampleur des dégradations.

3-2-2- Nivellement simple et chaînage des lits

Le nivellement simple et le chaînage des lits visent à déterminer les dimensions et les côtes relatives de ses principales composantes que sont :

- les dimensions des casiers (longueur, largeur, hauteur des murets, hauteur des seuils en batardeaux, pente de radier);
- les dimensions des pistes de déserte des casiers (largeur, longueur) ;
- les dimensions des drains de pied des casiers (longueur, largeur, profondeur, pente d'écoulement);
- les dimensions des bassins de stockage des percolât (longueur, largeur, profondeur, volume);

Après le levé et le chaînage nous avons effectué les calculs et réalisé le report ; ce qui a permis de réaliser une vue en plan des installations.

3-3- Evolution des hauteurs des boues de vidange dans les casiers

Les boues sont collectées par les camions spyros qui les ont transportées jusqu'au lieu de déversement des casiers. Pour cela, il a fallu identifier les vidangeurs mécaniques afin de les inviter à transporter les boues collectées à la STEP.

3-3-1- Choix des casiers à remplir

Les différents casiers ont fait l'objet de diagnostic afin de choisir ceux qui sont aptes à subir le test de mise en service. Ces derniers ont alors été préparés (désherbage et nettoyage des radiers, nettoyage des bastings des batardeaux, etc.)

3-3-2- Déversement des boues

Les camions spyros transportant les boues entrent par la porte principale et suivent la piste de desserte jusqu'à l'endroit choisi pour le déversement. Cela a permis de tester les dispositifs de déversement (les fonctionnalités des voies d'accès et de desserte, les manœuvres des camions, leur positionnement au déversement, la tenue des ouvrages...). Ce test a permis de mesurer le temps de déversement des camions, le temps de remplissage d'un casier et le nombre de camions nécessaires. Il a également permis d'observer la qualité des boues à déverser. Pendant le déversement, il est important de suivre l'évolution de la hauteur des boues, de mesurer l'écoulement des percolât afin de prendre les dispositions nécessaires pour se protéger contre le débordement des drains et des bassins de récupération de percolât.

3-3-3- Mesure des hauteurs résiduelles des boues

Les mesures des hauteurs résiduelles visent à déterminer le temps de percolation des lixiviats pendant et après le remplissage des casiers et la vitesse de vidange des lits.

Une règle graduée de 60cm a permis de lire chaque fois que de besoin la hauteur résiduelle des boues dans les casiers.

3-4- Suivi de la déshydratation

Nous avons choisi deux lits de fonctionnements différents pour le suivi du processus de déshydratation : le lit avec percolation et le lit sans percolation.

3-4-1- Lit avec percolation

Le lit avec percolation a pour principe de déshydratation de BV basé sur la percolation de lixiviat et l'évaporation de l'eau contenue dans la BV. C'est ce principe qui a servi au dimensionnement des lits. Le choix de ce lit sert à tester le principe établi par la conception.

3-4-2-Lit sans percolation

Lit sans percolation quant à lui a pour principe de déshydratation de BV basé sur l'évaporation de l'eau de la BV. Tenant compte du climat de la zone d'étude, l'hypothèse de l'évaporation seule pour la déshydratation de BV a été posée. Le choix du lit sans percolation permettra de vérifier cette hypothèse.

Les résultats de ces deux lits feront l'objet de comparaison des performances et serviront à orienter les propositions d'option pour l'exploitation optimum des lits.

3-5-Prélèvement d'échantillons

Le prélèvement d'échantillons a pour but de réaliser les analyses de laboratoire. Les prélèvements seront effectués pendant le déversement directement des conduites déversantes des camions et après le déversement dans le drain de percolât. Les prélèvements seront effectués aussi tout au long du processus de déshydratation des boues. Nous avons prélevé au total 61 échantillons dont 6 échantillons de BV liquides pendant le déversement, 38 échantillons de BV en phase de déshydratation dans le lit percolant et 17 échantillons de BV en phase de déshydratation dans le lit étanche.

3-6- Analyse des boues de vidange

Les analyses visent à caractériser les boues, à suivre l'évolution du processus de déshydratation par la détermination de la teneur en eau et des matières sèches. Les modes opératoires habituellement utilisés par le laboratoire du 2iE ont été adoptés

3-6-1 Caractérisation des boues à travers les paramètres déterminants

Ces boues sont différentes les unes des autres de par leur couleur, leur nature (composition) qu'il faille caractériser pour le traitement. La caractérisation se fait par mesure directe de certains paramètres (température, pH, et conductivité) et l'analyse chimique au laboratoire d'autres paramètres (DCO, DBO₅, matières sèches et organiques).

Les paramètres de l'analyse sont les paramètres minima conseillés par Montangero et Stauss (2002) pour les boues de vidange. Ce sont la demande biochimique en oxygène (DBO₅), la demande chimique en oxygène (DCO), la température et le pH.

- * La demande biologique en oxygène en 5 jours (DBO₅) représente la quantité d'oxygène nécessaire aux microorganismes pour assurer en 5 jours la dégradation à la température de 20°C par voie biologique des matières organiques;
- * La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder chimiquement les matières organiques ou minérales ;
- * La température joue le rôle fondamental dans les réactions chimiques ; elle influence les autres paramètres. Sa mesure est faite aussitôt après le prélèvement à l'aide d'une sonde ;

- * Le pH est le paramètre qui permet de caractériser un milieu aquatique favorable ou non à l'existence des microorganismes (bactéries) ; il est mesuré après prélèvement à l'aide d'une sonde ;
- * Les matières sèches incluent à la fois les matières en suspension et les sels dissous (% d'organique et de minéral). C'est le résidu sec utilisé aussi pour déterminer la siccité de la boue en pourcentage.

3-6-2 Mesure des matières sèches et de la teneur en eau

La détermination des matières sèches et de la teneur en eau permet de suivre le processus de déshydratation de ces dernières. Elle s'est faite au laboratoire du 2iE suivant le protocole d'analyse chimique habituel:

- matières sèches de boue liquide : prélever 50 ml de l'échantillon brut et le verser dans un creuset de poids connu P₀; peser l'ensemble pour avoir un poids P₁; mettre l'ensemble à l'étuve réglé à 105°C pendant 1h30 ; laisser refroidir et peser l'ensemble pour avoir un poids P₂; puis mettre l'ensemble au four à 500°C pendant 2h; laisser refroidir et peser pour avoir P_3 ;
- matières sèches de boue en déshydratation : mettre l'échantillon brut dans un creuset de poids connu P₀; peser l'ensemble pour avoir P₁; mettre l'ensemble à l'étuve réglé à 105°C pendant 1h30; laisser refroidir et peser l'ensemble pour avoir P₂; puis mettre l'ensemble au four à 500°C pendant 2h; laisser refroidir et peser pour avoir P₃.

L'analyse chimique a permis de déterminer les paramètres par des méthodes appropriées. Cependant il est à noter la difficulté d'obtenir la boue totalement asséchée au bout des 2 heures ; il nous est arrivé quand la boue est très humide (grande teneur en eau) de la faire passer au banc de sable ou de la laisser au-delà de 2 heures à l'étuve à 105°C pour s'assurer de son assèchement correcte.

Le tableau ci-dessous (tableau 5) donne les différents paramètres et les méthodes d'analyse qui permettent de les déterminer :

Tableau 5 : Paramètres et méthodes d'analyses

Paramètres	Unités	Méthodes d'analyse
Matière En Suspension MES	(mg/l)	AFNOR T90-105
		Standard methods. 18ème édition
Demande Chimique en oxygène DCO	(mgO_2/l)	Références : Bioblock 10120
Demande Biologique Oxygène DBO ₅	(mgO_2/l)	Méthode Oxitop
Matières sèches	(mg/l)	AFNOR T90-015

Source : Koné, (2006) Cours sur la gestion de boues de vidange

Evaluation des performances des lits de séchage des boues de vidange

La destination finale de BV séchées étant l'utilisation en agriculture pour l'amendement des sols, il est intéressant de connaître la composition élémentaire en matière organique. La détermination de la composition élémentaire de la matière organique pour l'utilité agricole de boues s'est basée sur la méthode de Sherrard choisie parmi d'autres que donne le tableau 6.

Tableau 6: Composition élémentaire de la matière organique selon les auteurs

Auteurs	Formule	Origine	Composition élémentaire
Martin	C ₅ H ₇ NO ₂	Eaux usées urbaines	C(53%) N(12%)
			O(28,3%) H(6,2%)
Sherrard	$C_{60}H_{27}O_{23}N_{12}P$	Eaux usées urbaines +	C(52,5%) N(12,22%)
		agro-indust.	O(26,8%) H(6,33%)
			P(2,25%)
Agbodjan	$C_5H_{11}NO_3$	Eaux usées urbaines	C(45%) N(10,5%)
			O(36%) H(8,2%)
Christensen et al.	$C_{10}H_{19}NO_3$	Eaux usées urbaines	C(59%) N(7%) O(23%)
			H(9,4%)

Source: DENYGBA K., (1996)

Cette méthodologie assez bien articulée nous a permis d'engranger des résultats très probants.

IV- RESULTATS ET COMMENTAIRES

Les travaux de suivi de hauteurs résiduelles, du processus de déshydratation sur le terrain (STEP), d'analyses d'échantillons prélevés ont donné des résultats probants qui testent les performances des lits.

4-1 Caractéristiques de lits de séchage

Les lits de séchage sont des casiers positionnés sur la plate forme d'entrée de la station. Ils sont réalisés sur une superficie de 0,3 ha alors que la superficie totale réservée à la station est de 20 ha.

Les lits sont regroupés en 2 séries de 14 de dimensions moyennes suivantes :

• largeur: 3,8 m • longueur : 25 m

• surface de base : 95 m² soit une superficie totale de 2 660 m²

Chaque série est constituée d'une plate-forme sur laquelle sont montées les parois de 0,7 m de haut délimitant les lits unitaires munis d'entrée.

L'entrée de chaque lit est munie d'un système comprenant :

- 2 rails de guidage en IPN fixés latéralement aux murets;
- un double rail de guidage central amovible fixé dans un support en béton ;
- 5 X 2 bastings de bois de 1,85 m de long, coulissent sur les rails de guidage empilés les uns sur les autres et forment un batardeau en amovible; c'est entre les bastings que s'effectuera préférentiellement la percolation de boues. La photo ci-dessous donne une vue d'ensemble des 28 lits répartis en deux séries (photo 14)



Photo 7: Vue d'ensemble de lits de séchage de BV

Du point de vue construction, les lits de séchage sont constitués de murets de séparation en maçonnerie d'agglomérés renforcés à la crête et en tous les 3m par des plots en béton armé.

- Les murets délimitent les casiers dont le fond est constitué d'un revêtement en latérite stabilisé à 8% de ciment. Les murets externes de chaque série de 14 casiers sont constitués en béton armé sur les 3 côtés ; le quatrième coté est délimité par le talus de la piste longeant les bassins anaérobies. Tous les murets sont d'une épaisseur de 0,2 m posés sur une fondation de semelle en béton de 0,3 m de largeur sur 0,2 m d'épaisseur.
- En pied des rampes d'accès à 6% à la piste longeant les bassins anaérobies, les murets externes en béton armé deviennent des murets de soutènement sur une longueur de 15 m.
- Au droit des sorties de chaque série de lits est réalisé un drain de pied pour transporter les percolât jusqu'au bassin de collecte situé de part et d'autre des séries des lits. Ces drains ont chacun une longueur de 98 m, une largeur de 0,30 m, une pente de 8% et une profondeur de 0,15 m en tête et 0,40 m à l'entrée du bassin de collecte de percolât.
- Quant aux bassins de collecte de percolât ils ont chacun une longueur de 2,30 m, une largeur de 1,30 m et une profondeur de 1,50 m. C'est à partir de ces bassins que les percolât sont pompés et rejetés dans les bassins anaérobies.
- Les séries de lits sont délimitées par :
- une piste bitumée de desserte longeant les bassins anaérobies de la lagune d'une largeur de 6 m;
 - une piste bitumée de sortie d'une largeur de 5,90 m;
- 3 pistes bitumées d'accès sous forme de rampe ayant les largeurs respectives de 14 m ; 5,60 m et 3,60 m pour la rampe principale qui fait office de l'entrée principale, pour la rampe au droit de l'entrée secondaire et séparant les séries de lits et pour la rampe de ceinture.

Un nivellement simple et un chaînage effectués sur le terrain ont permis de déterminer les caractéristiques des lits. L'ensemble des résultats est consigné dans les annexes 4 et 5. Ces résultats nous ont permis de dresser le schéma d'ensemble de lits (voir figure 2 ci-dessous).

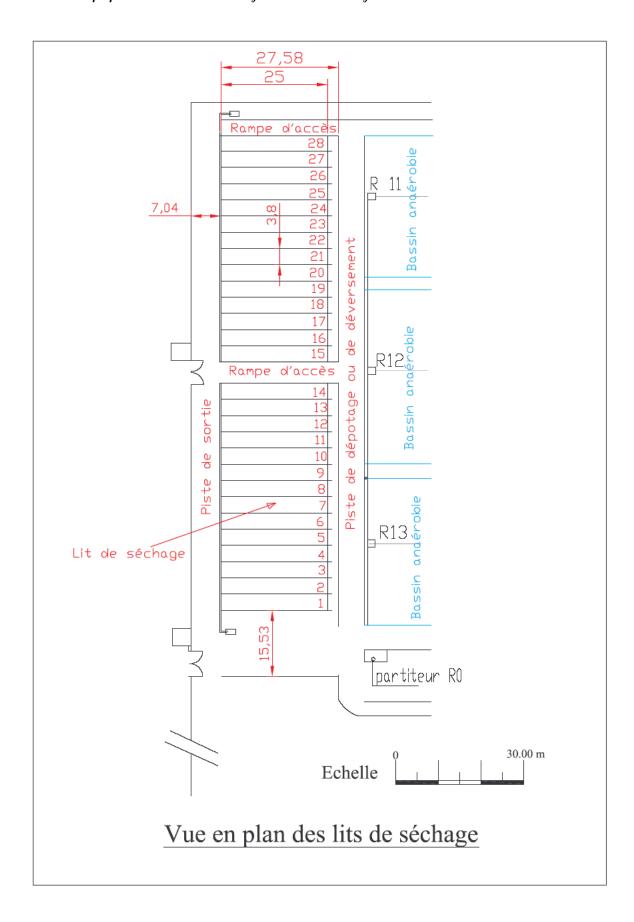


Figure 2 : Vue en plan des lits de séchage de boues de vidange

4-2- Etats de dégradation des lits

Les lits de séchage de BV ont été réalisés comme ouvrages annexes aux installations de la STEP. Ils ne sont assortis d'aucun plan d'exécution ni de recollement. Seul l'emplacement de ces lits a été simplement délimité dans le plan d'ensemble de la STEP. Ces installations dont les travaux d'exécution sont achevés depuis fin 2003 se présentent comme indique la photo 15 ci-dessous :



Photo 8: Vue de sortie d'un lit dont les bastings sont fortement endommages par les termites et le feu.

4-3 Synthèse du diagnostic des lits

Le diagnostic de l'ensemble des lits donne la situation décrite en annexe 6 : tableau d'analyse critiques de lits de BV et synthétisé comme suit :

- les radiers des casiers sont enherbés dans leur ensemble et certains ont de repousses d'arbustes ; un nettoyage général des lits s'avère incontournable.
- les murets délimitant les casiers sont fissurés ; les grosses fissures nécessitant un traitement soigné peuvent être estimées à près de 195 ml;
- les autres fissures non mois préjudiciables au bon fonctionnement des lits peuvent être rebouchées par application d'un enduit lissé sur l'ensemble des murets ; l'évaluation de la surface donne 1050 m²
- le radier de casiers présente des dépressions par endroit ; l'évaluation de ces dépressions donne une longueur de 127 ml sur une largeur de 3,8 ml. Le volume de remblai à mettre en place pour combler ces dépressions sera donc : $V = S \times h$;

Ce qui donne : $V = 127 \text{ m x } 3.8 \text{ m x } 0.04 \text{ m} = 20 \text{ m}^3$;

- des trous (0,30 x 0,50 x 0,20 voire plus) dans le radier et sous semelle communiquent d'un casier à l'autre ; leur traitement est plus qu'indispensable avant toute mise en exploitation des lits ;
- les drains de pied et les bassins de collecte des percolât sont comblés par des détritus de toute nature. Leur curage s'avère indispensable.

Les caractéristiques spécifiques comme la surface spécifique d'exposition et le volume sont consignées dans le tableau récapitulatif qui suit (tableau 7) :

Tableau 7 : récapitulatif des caractéristiques des lits

Référence	Surface (m ²)	Volume (m ³)	Référence	Surface (m ²)	Volume (m ³)
1	93,10	64,24	15	67,13	67,53
2	96,01	66,24	16	95,11	66,77
3	96,25	66,42	17	95,39	68,08
4	96,70	67,21	18	95,89	66,05
5	96,07	66,77	19	95,72	66,95
6	95,99	66,23	20	95,64	68,13
7	95,93	67,15	21	95,95	66,14
8	96,22	66,39	22	95,86	66,79
9	96,34	67,44	23	95,41	67,26
10	94,86	65,93	24	96,08	67,53
11	95,91	67,14	25	96,47	66,31
12	94,56	66,19	26	94,73	67,29
13	96,17	67,32	27	96,13	68,08
14	109,26	76,48	28	95,88	67,53

Les surfaces spécifiques des lits varient de 67,13 m² pour le lit 15 à 109,26 m² pour le lit 14 avec une surface spécifique moyenne de 95,17 m²

De même les volumes des lits varient de 64,24m³ pour le lit 1 à 76,48 m³ pour le lit 14 avec un volume moyen de 66,47 m³.

4-4 Performances des lits de séchage de boues de vidange

Les boues de vidange ont été commandées et déversées dans 2 casiers préalablement nettoyés et aménagés. L'un des casiers est rendu étanche et l'autre est laissé percolant.

La photo ci-dessous montre un lit rendu étanche par l'application d'un polyane ou film plastique (photo 9).



Photo 9: Boues de vidange dans le lit étanche

Les prélèvements d'échantillons depuis le déversement jusqu'à la fin du processus de déshydratation et les mesures des hauteurs résiduelles de boues ont été effectués pour tester les performances des lits. Cependant, il est intéressant de retenir l'existence de difficultés lors de déversement (dépotage) pour le positionnement des camions, d'accès à la plate forme de dépotage et d'évacuation de percolât dans le bassin anaérobie

4-4-1 Caractéristiques des boues de vidange et leur origine

Les renseignements pris auprès des vidangeurs laissent comprendre trois sources de provenance des boues : les fosses individuelles des ménages, les fosses communautaires (écoles, marchés) et les fosses de sociétés (restaurants). Des observations visuelles et l'analyse des échantillons ont permis d'avoir les caractéristiques de ces boues. Le tableau 8 présente ces caractéristiques :

Tableau 8: Caractéristiques des boues de vidange déversées dans les 2 casiers

Paramètres	Boue 1 : Fosse privée (individuelle)		Boue 2 : Fosse communautaire		
	Boue	Lixiviat	Boue	Lixiviat	
Couleur	marron	marron	noire	noire	
Teneur en eau (1/1)	0,99	0,99	0,99	0,99	
MES (g/l)	110	107,56	47,16	30,8	
Température (°C)	34	33,2	28,7	28,6	
pН	7,68	7,49	4,04	7,01	
Conductivité (mS/cm)	4,03	7,45	7,3	3,83	
DCO (mg O ₂ /l)	970	844	1940	858	
DBO ₅ (mg O ₂ /l)	960	880	1020	600	

La lecture du tableau suscite le commentaire suivant :

- la couleur de boue diffère selon l'origine, les boues provenant de la fosse privée (individuelle) sont de couleur marron (moins foncée) que les boues provenant de la fosse communautaire qui sont de couleur noire. Cela ne s'explique pas car on comprendrait mieux que les boues de la fosse privée qui ont un temps de séjour très long (la vidange s'effectue après deux ans d'exploitation) aient la couleur noire au lieu que les boues des fosses communautaires ;
- la concentration des matières en suspension est plus forte dans les boues d'origine de fosse privée que dans les boues d'origine de la fosse communautaire où elles n'ont pas eu le temps de se dégrader ;
- le pH des boues 1 (7,68) est plus élevé que celui des boues 2 (4,04) qui est très acide du fait de sa teneur en urine (fosse communautaire très fréquentée pour le besoin d'uriner) bien que son lixiviat ait un pH presque dans le milieu neutre (proche de pH 7,01); il faut noter que le lixiviat s'est mélangé avec d'autres lixiviats au cours de la percolation;
- les valeurs de la DCO sont plus élevées dans la boue 2 (1940 mg/l) que dans la boue 1 (970mg/l), ces valeurs nous semble compatibles avec les milieux quoique la valeur de 970mg/l est inférieure à la celle minimale donnée en littérature qui est de 1100mg/l;
- de même les valeurs de la DBO₅ sont dans les deux boues très acceptables au regard de ce qui précède pour les valeurs de boues 2, car le rapport DCO/DBO₅ doit être inférieure à 3; cependant les valeurs de boues 1 sont très élevées car le rapport DCO/DBO₅ est inférieur à 1
- les valeurs guides préconisées en littératures s'établissent ainsi à : DCO 2500mg/l, DBO₅ 1000mg/l. Il est à noter la difficulté de donner une fourchette de valeurs précises des différents paramètres représentant les matières de vidanges pour au moins 3 raisons : la grande variabilité du parc d'installations d'assainissement autonome, une fréquence d'entretien très irrégulière et le mélange occasionnel avec d'autres types de déchets ou sous-produits de l'épuration des eaux usées d'origine domestique. Enfin, s'ajoute à ces facteurs la difficulté d'échantillonnage et de manipulation de tels échantillons hétérogènes.

4-4-2 Hauteurs résiduelles des boues

Deux lits ont été préparés et mis en boues. Il s'agit d'un lit percolant et d'un lit dont la sortie par les batardeaux a été rendue étanche par un film plastique. Une règle graduée au mm permet de lire à tout moment le niveau de boues dans le casier (photo 17 du lit étanche). Le suivi au quotidien de l'évolution des hauteurs résiduelles de ces boues a donné des résultats suivants:



Photo 10 : casier avec une règle graduée permettant la lecture directe de niveau de boues

a- Lit percolant

Le lit mis en boue fonctionne selon le principe de base de la conception de lits à savoir soumettre les boues à l'effet de la percolation à travers les espaces inter-batardeaux et à l'effet de l'évaporation sous les effets conjugués de la température, l'humidité relative de l'air, et l'ensoleillement. L'observation de la percolation a duré 4 jours (du 07 au 10 mai). L'évolution des hauteurs résiduelles de boues dans ce casier se présente comme indiqué dans la figure 3 ci-dessous :

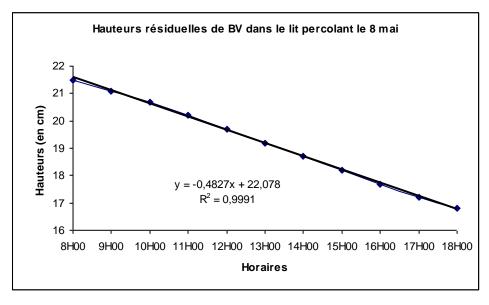


Figure 3 : Evolution horaire de la hauteur de boue du 8 mai 2007 dans le lit percolant

Cette courbe montre l'évolution des hauteurs résiduelles de boues d'un jour normal due à la percolation et dans une moindre mesure à l'évaporation. La courbe suit une allure régulière descendante et continue. Le coefficient de corrélation r a une valeur de 0,99 proche de 1, ce qui traduit que la corrélation est très bonne. Elle épouse exactement la droite d'équation y = -0.4827x + 22.078. Cependant l'évolution des hauteurs résiduelles de ces BV dans le lit percolant pendant les 4 jours donne une ligne de segments de droite.

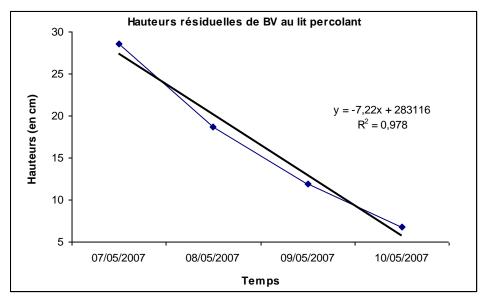


Figure 4: Hauteurs résiduelles de BV du lit percolant du 07 au 10 mai

En effet la courbe de la période (figure 4) a une allure de segments d'une droite qui montre que l'évolution du niveau de BV n'est pas uniforme d'un jour à l'autre. En effet la baisse de niveau due à la percolation décroît du premier jour (le 7 mai) au dernier jour (le 10 mai). Cela est normal puisque la vitesse de percolation varie avec la charge (hauteur) de BV dans le lit. Pourtant cette ligne admet une corrélation dont le coefficient est r = 0.98 proche de 1.

b- Lit non percolant

Le lit étanche mis en boue (photo 18) dont le fonctionnement est basé sur l'effet de l'évaporation ; donc sous les effets conjugués de la température, l'humidité relative de l'air, et l'insolation.



Photo 11 : Lit chargé de boues et de déchets surnageant

L'évolution des hauteurs résiduelles de boues dans ce casier se présente comme indiqué dans la figure 5 ci-dessous:

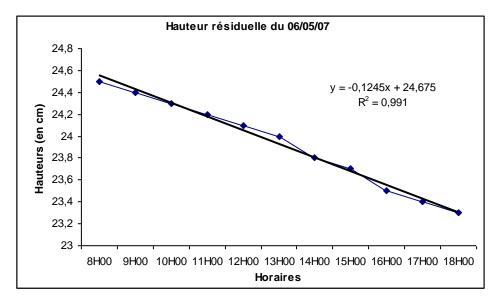


Figure 5 : Evolution horaire de la hauteur de boue dans le lit étanche du 06 mai

C'est une courbe (figure 5) qui montre l'évolution des hauteurs résiduelles de boues d'un jour presque normal d'évaporation. La courbe suit une allure régulière descendante et continue d'une droite d'équation y = -0.1245 x + 24.675 et la corrélation est bonne car le coefficient de corrélation tend vers 1 (r = 0.99).

Quant à l'allure de la courbe (figure 6), elle est anormale car elle décrit une ligne brisée à quatre endroits:

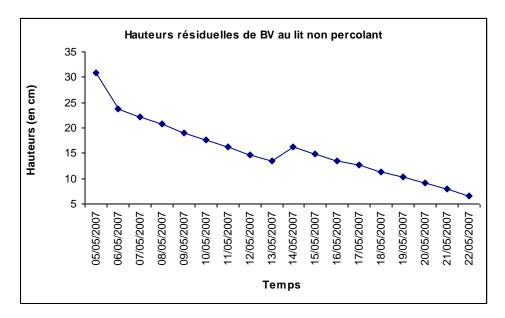


Figure 6 : Courbe d'évolution des hauteurs résiduelles de BV dans le lit percolant du 05 au 21 mai

La courbe présente une allure irrégulière marquée par :

- une forte pente le premier jour qui traduit une forte baisse de niveau due à l'évaporation, à l'infiltration (premier jour de mise en boue) et à des fuites de départ maîtrisées par la suite ;
- une allure régulière entre le 06 et le 13 mai où le processus d'évaporation s'est déroulé sans perturbation;
- le saut de niveau le 14 mai qui est dû à une pluie tombée dans la nuit du 13 mai ;
- l'allure encore régulière du 14 au 22 mai traduisant le déroulement de l'évaporation sans grande perturbation.

Alors la corrélation linéaire n'est pas possible à ce niveau.

4-3-3 Evolution des percolât recueillis

Comme prévu dans la conception de lits, les lixiviat percolent à travers les joints des bastings de batardeaux. Ces percolât sont collectés et drainés par les drains de pieds qui longent les sorties de casiers jusqu'au bassin de collecte où ils sont stockés avant d'être rejetés dans l'un des bassins anaérobies de la lagune. La station dispose de six motopompes de boues qui permettent le pompage de percolât du bassin de collecte jusqu'au bassin anaérobie où les percolât subissent le processus d'épuration des eaux usées.

Cependant, force est de constater que la gestion de percolât est le maillon le plus faible de la chaîne de gestion globale de séchage de boues de vidange dans les installations actuelles avec les lits percolant.

En effet des dispositions doivent être impérativement prises afin de faire face aux difficultés suivantes:

- l'évacuation de lixiviat percolés à travers les bastings de batardeau : en effet le lixiviat qui représente près de 98 à 99% de boue doit être évacué dans les bassins anaérobies de lagunage ;
- le débordement de drain et de bassin de collecte des percolât : un système de pompage automatisé pour l'évacuation de lixiviat doit être installé;
- l'accès de camions spyros à la piste de déversement : après le premier déversement il est difficile d'accéder à la piste de déversement par certains camions qui n'arrivent pas à effectuer correctement de manœuvres pour passer par la petite piste de desserte en face de la seconde porte d'entrée. Cette seconde porte d'accès à la plate forme de dépotage ne s'ouvre pas alors qu'il est pratiquement impossible d'accéder à la piste de déversement sans écraser les conduites de pompage qui évacuent les percolât dans le bassin anaérobie.

4-3-4 Profil des matières sèches

Lors de déversements de boues des échantillons ont été prélevés pour des analyses en vue de déterminer le pourcentage des matières sèches contenues dans ces boues. Il en a été de même pour les boues au cours de leur déshydratation. Les résultats de ces analyses sont synthétisés dans le tableau 9 ci-après:

a- Echantillons prélevés lors de déversement

Tableau 9 : Matières sèches de boues prélevées au déversement

Echantillons	1	2	3	4	5	6
MS (g/l)	110	107,56	47,16	30,8	73,32	247,72
MS (% en poids)	40,31	88,76	25,72	10,25	7,57	73,7
MS (% en eau)	99	98	99	100	100	99

MS: Matières Sèches

Le tableau des résultats d'analyse des matières sèches des boues liquides montre que les boues n'ont pas les mêmes caractéristiques : en effet la teneur en matières sèches va de 30,8g/l pour l'échantillon 4 à 247,72g/l pour l'échantillon 6. Cependant elles ont toutes une teneur en eau très élevée de l'ordre de 99 à presque 100%. Cette situation de boue très liquide pourrait influencer les options techniques pour le traitement.

> b- Evolution de matières sèches de boues en cours de déshydratation dans le lit percolant

Dès lors que la percolation ait baissé en intensité, les échantillons ont été prélevés pour l'analyse des matières sèches. Cette analyse de matières sèches s'est poursuivie jusqu'à l'assèchement des boues à une siccité de teneur en eau de moins de 10%. Les résultats de ces analyses sont présentés par ce graphique 7 ci-dessous:

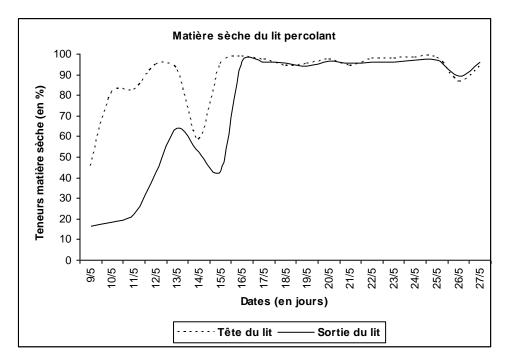


Figure 7 : Evolution des matières sèches de BV en cours de déshydratation dans le lit percolant

Les courbes (figure 7) de l'évolution de matières sèches au cours du processus de déshydratation de BV ont des allures ascendantes, ce qui traduit que plus la boue se déshydrate plus la teneur en matières sèches augmente. A la date du 13 mai on a assisté à une chute des courbes due à la pluie intervenue ce jour même. Les courbes remontent très rapidement pour se stabiliser à la date du 21 mai. Après la percolation qui s'est stabilisée au bout de quatre jour la déshydratation proprement dite s'est quant à elle stabilisée au bout de 15 jours malgré la perturbation de la pluie du 13 mai. Au total on peut avoir un processus de déshydratation de BV de caractéristiques de 99% d'eau et de 0,3% de matière sèche d'une siccité de 90 à 96% au bout de 18 jours soit trois semaines dans les conditions climatiques du mois de mai à Ouagadougou mieux que prévues par les concepteurs de ces lits.

c- Evolution de matières sèches de BV en cours de déshydratation dans le lit non percolant

La même analyse des matières sèches a été menée avec des échantillons prélevés dans le lit étanche lors que les boues ont commencé à se solidifier. Les résultats de cette analyse se présentent dans la figure 8 ci-dessous:

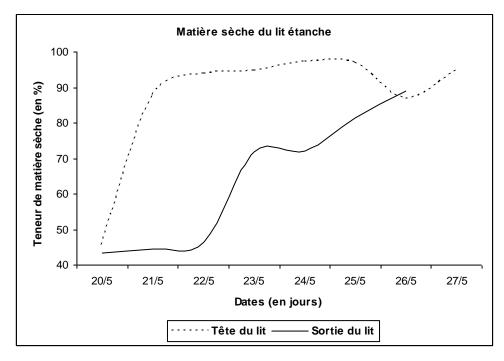


Figure 8 : Evolution des matières sèches de BV en cours de déshydratation dans le lit étanche

Avec les lits étanches on observe que les courbes (figure 8) sont aussi ascendantes et la teneur en matières sèches qui atteint sa valeur maximum (98%) du 20 au 27 mai ; soit au bout de 15 à 16 jours. En prenant en compte l'évaporation qui s'est produite du 05 au 22 mai et la déshydratation de la boue elle-même de caractéristiques de 99% de teneur en eau et de 0,96% de matière sèche, on obtient par le processus évapo-déshydratation de boues dans les lits étanches de BV séchée à une siccité de la teneur en matières sèches d'un maximum de 98% au bout de 21 jours.

Dans les deux cas le processus de déshydratation de boues dans les conditions climatiques de Ouagadougou peut donné de BV séchées d'une teneur en matières sèches maximum de 90 à 98% au bout de trois semaines.

4-5-4 Profil d'humidité des boues

De même lors du déversement de boues des échantillons ont été prélevés pour des analyses en vue de déterminer la teneur en eau de ces boues. Il en a été de même pour les boues au cours de leur déshydratation. Les résultats de ces analyses sont synthétisés dans le tableau 10 ci-après :

a- Echantillons prélevés lors de déversement

Tableau 10 : Evolution de la teneur en eau de BV au déversement

Echantillon	1	2	3	4	5	6
Teneur en eau (l/l)	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
MS (% en poids)	99,19	98,24	99,49	99,80	99,85	98,53
MS (en %)	99	99	99	99	99	99

MS: Matières Sèches

Le tableau des résultats d'analyse de la teneur en eau des boues liquides montre que les boues ont presque les mêmes caractéristiques : en effet la teneur en matières sèches est de 0,991/1 pour tous les 6 échantillons. Ils ont tous une même teneur en eau très élevée de l'ordre de 99 à presque 100%. Cette situation de boue très liquide pourrait influencer les options techniques pour le traitement

> b- Evolution de la teneur en eau de BV en cours de déshydratation dans le lit percolant

Dans le lit percolant le processus de déshydratation conduit à une teneur en eau de moins de 10% au bout de 9 jours comme indique la figure 9 ci-dessous; et en prenant en compte le temps de percolation on aboutit à une durée totale de 13 jours pour obtenir une humidité de boues séchées à moins de 10% partant des boues caractéristiques de 99% de teneur en eau et de 0,96% de matière sèche,

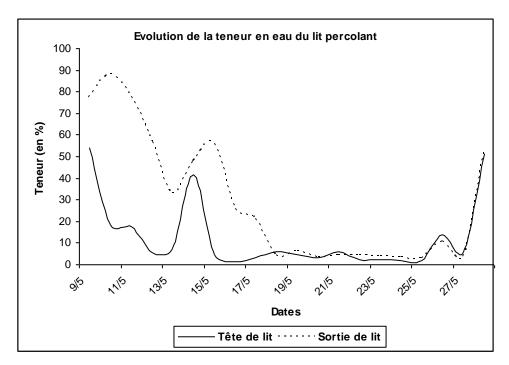


Figure 9 : Evolution de la teneur en eau de BV en cours de déshydratation dans le lit percolant

c- Echantillons de boues en cours de déshydratation dans le lit non percolant

Dans le lit étanche la teneur en eau de boues séchées atteint moins de 10% au bout de 6 jours comme indique la figure 9 ci-dessous; ce qui donne au total une durée du processus évapo-déshydratation de 21 jours pour obtenir une teneur en eau de boues séchées de moins de 10% à partir des BV caractéristiques de 99% de teneur en eau et de 0,96% de matière sèche.

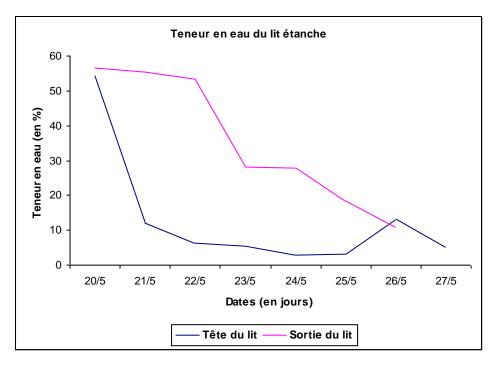


Figure 10 : Evolution de la teneur en eau de BV en cours de déshydratation dans le lit étanche

4-4 Etat des boues séchées

Les BV séchées se présentent sous forme de plaquettes avec l'effet de retrait (photo 19 et 20); elles laissent apparaître tous les débris de déchets qu'elles transportent. C'est ainsi qu'elles laissent observer les déchets solides suivants :

- les déchets plastiques : sachets d'emballage (eau, préservatif, savon, couvercles, boites, chaussures usagées...)
- déchets biodégradables : coton, sous-vêtements, bandes, filet de toilette, vieux habits...,
- porte feuilles hors d'usage, montres, piles électriques, bouteilles, morceaux de fer, débris du bois...



Photo 12a : Boue séchée de lit étanche

Photo 12b : Boue séchée de lit percolant

L'évaluation des quantités de BV séchées donne :

1. lit percolant

L'épaisseur des plaquettes va de 0,004 m en tête du lit à 0,12m; ce qui donne un volume de boue séchée de : V= S x $(h1+h2)/2 = 95 * (0.004 + 0.012)/2 = 0.76 \text{m}^3$

2. lit non percolant (étanche)

L'épaisseur des plaquettes va de 0,006 m en tête du lit à 0,15m; ce qui donne un volume de boue séchée de : $V = S \times (h1+h2)/2 = 95 \times (0,006 + 0,015)/2 = 0,9975 \text{m}^3$ soit un volume de 1m^3

De ces résultats on remarque que :

- le lit percolant produit moins de BV séchées que le lit étanche ;
- le lit percolant a l'avantage de réduire le temps de déshydratation que le lit étanche ;
- le lit percolant a l'inconvénient d'engendrer les coûts supplémentaires d'exploitation par le pompage de lixiviat que le lit étanche.

De ces résultats de suivi de l'évolution des hauteurs résiduelles et d'analyse de matières sèches nous pouvons retenir de ces deux lits les performances suivantes :

Tableau 11 : synthèse des performances des lits

Critères de performances	Lit percolant	Lit étanche	
Teneur en eau initiale	99%	99%	
Temps de solidification de boue	4 jours	15 jours	
Temps d'assèchement de boue	9	6	
Durée totale de la déshydratation	13	21	
Contraintes d'exploitation	Pompage de percolât	Etanchéisation des sorties	
Avantages	Temps de déshydratation court	Temps de déshydratation long	
Inconvénients	Surcoût d'exploitation onéreux	Faible surcoût d'équipement	

Les résultats obtenus par ces deux méthodes sont bons et peuvent être recommandés comme suit : utilisation de la méthode des lits percolants pendant les périodes froides et pluvieuses de l'année et utilisation de la méthode des lits étanches pendant la période chaude et sèche.

V- DISCUSSIONS

Le processus de déshydratation de BV, objet de test expérimental a donné des résultats très concluants en ce sens que les deux casiers testés ont donné des BV séchées à une siccité aux normes permettant leur utilisation pour l'amendement des sols agricoles par les producteurs. L'atteinte de ces résultats est rendue possible grâce aux facteurs naturels qui le déterminent (voir annexes 7 et 8).

5-1 Facteurs influençant le processus de déshydratation des boues

La déshydratation est un phénomène physique lié aux facteurs climatiques. Il s'agit des facteurs comme l'humidité de l'air, l'évaporation et la durée de l'ensoleillement.

5-1-1 Humidité relative de l'air

L'humidité relative de l'air est un facteur climatique mesuré quotidiennement par les services de la météorologie. La littérature nous renseigne que si on ajoute de la vapeur d'eau à de l'air plus ou moins sec, on augmente sa tension de vapeur. De plus, il va arriver un moment où toute vapeur d'eau ajoutée va se transformer en eau liquide, c'est la condensation. On dit en ce moment que l'air est saturé. A ce moment la tension de vapeur maximale est appelée tension de vapeur saturante et est nommée EW; elle dépend uniquement de la température de l'air. La figure 11 ci-dessous présente les relevés de l'humidité relative moyenne de l'air à Ouagadougou durant le mois de mai :

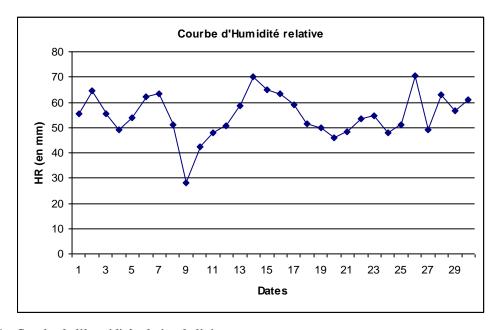


Figure 11 : Courbe de l'humidité relative de l'air

En comparant cette courbe d'humidité relative (HR) à celle des courbes de teneur en eau de l'analyse des matières sèches on constate que le pique de HR le 14 mai correspond à la zone des perturbations dans les figures 7 et 9 suite à la pluie du 13 mai.

Plus l'air atmosphérique au dessus de l'eau est sec, plus l'évaporation sera importante. Plus la vitesse du vent est importante et plus l'évaporation sera importante ; donc ces deux éléments combinés seront importants pour l'évaporation.

Ainsi on note que quand l'humidité relative de l'air baisse la teneur en eau de BV monte (voir date de 14 mai sur la courbe ci-dessus figure 11) et quand l'humidité relative de l'air monte la teneur en eau de BV monte (date 20 mai sur la courbe ci-dessus). La déshydratation augmente avec la température.

5-1-2 Evaporation

Ainsi l'évaporation, c'est-à-dire la perte en eau de toute substance ou la transformation de l'eau en vapeur d'eau est fonction de l'état hygrométrique de l'air atmosphérique. L'évaporation moyenne journalière à Ouagadougou est de 9,8mm pour le mois d'avril 2007 et pour le mois de mai 2007, période de nos travaux. On remarque ici aussi que si l'évaporation au bac chute la teneur en eau monte (date de 14 mai sur les courbes).

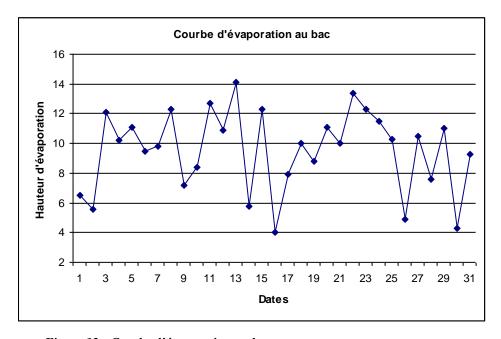


Figure 12 : Courbe d'évaporation au bac

Concernant notre période d'étude la figure 12 montre que l'évaporation a connu un pique le 13 mai dans la nuit au cours de laquelle la pluie est tombée. Le 16 l'évaporation a atteint son plus faible niveau de la période. En se référant à la figure 6 de la courbe d'évolution des hauteurs résiduelles de boues on constate que cette courbe a fait un saut de niveau entre le 13 et le 14 mai.La déshydratation évolue avec l'évaporation.

5-1-3 Température moyenne

La température est un facteur climatique très déterminant que les services météorologiques relèvent au quotidien. La figure 13 ci-dessous est une représentation graphique de relevés de températures moyennes journalières de Ouagadougou durant la période de mai. Ce graphique montre le lien très étroit existant entre l'évaporation et la température. En comparant ce graphique à ceux qui sont les résultats de notre études on se rend compte de l'existence de ce lien avec les graphiques de figures 6, 7 et 7 ci-dessus.

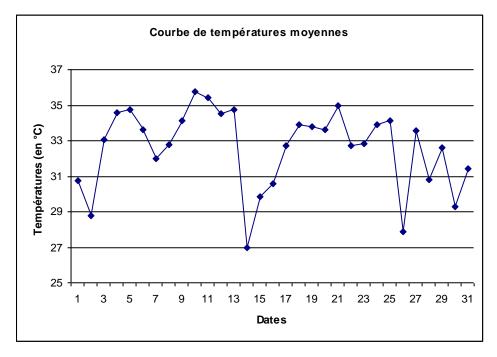


Figure 13 : Courbe de températures moyennes

Et quand la température monte la déshydratation est accélérée.

5-1-4 Insolation

L'eau absorbe de l'énergie pour s'évaporer (exemple : il faut chauffer de l'eau pour le faire évaporer). Un corps humide exposé au vent va ressentir de la fraîcheur, ceci traduit le fait que l'eau du corps en s'évaporant absorbe l'énergie (chaleur) du corps. Le soleil source d'énergie n'est qu'un secret de polichinelle car les effets du rayonnement ne sont plus à démontrer. Quant à l'insolation, elle est aussi un facteur climatique mesuré quotidiennement par les météorologistes en heure 1/10è. La figure qui suit est un graphique des relevés du mois de mai (figure 17):

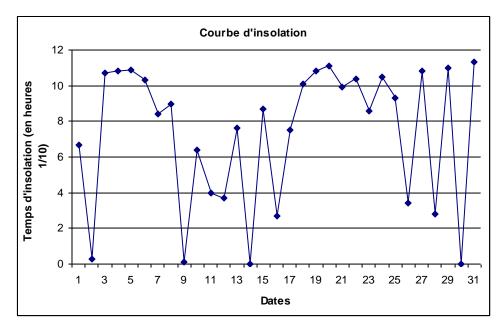


Figure 14 : Courbe d'insolation du mois de mai

Sur le graphique on remarque que la zone de turbulence des résultats de nos travaux (figures 6, 7, 9) se trouvent entre les valeurs minima (O h) de l'insolation. Cela traduit son influence certaine sur l'évaporation. Et lorsque l'insolation augmente la déshydratation est accélérée.

5-1-5 Pluviométrie

La pluie est un facteur climatique mesuré en mm de hauteur d'eau. La pluie est le régulateur par excellence du temps : en effet la pluie fait augmenter l'humidité relative de l'air, fait baisser la température, réduit l'évaporation et réduit l'insolation pour la plupart du temps. La figure ci-dessous (figure 19) représente un graphique de pluie tombée à Ouagadougou pendant le mois de mai.

En le comparant avec les figures 6, 7, 9 qui sont les photographies des résultats de nos travaux il est aisé de comprendre l'influence directe de la pluie sur la déshydratation des boues :

- la courbe d'évolution des hauteurs résiduelles de boue (figure 6) est remontée de 25 mm pour une hauteur de 36 mm de pluie;
- la teneur en eau de la boue en cours de déshydratation (figure 7) est remontée à 34,1% pour une hauteur de 36 mm de pluie;
- le pourcentage de matières sèches de boue en cours de déshydratation (figure 9) a chuté de 34,1% pour une hauteur de 36 mm de pluie.

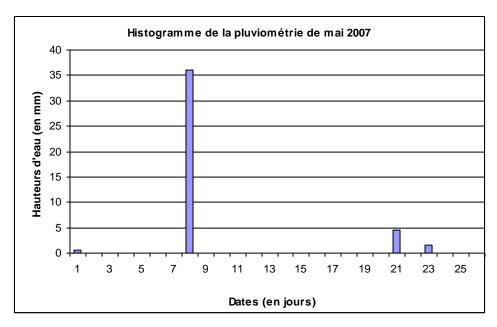


Figure 15 : Histogramme de la pluviométrie du mois de mai

Les lits étant à ciel ouvert, ils sont très influençables par les pluies. En effet la pluie fait imbiber d'eau les BV en phase de déshydratation.

NB : La pluie du 13 mai a été placée à la date du 8 mai en prenant le zéro le 6 mai à laquelle on avait enregistré 0,6mm de pluie.

5-2 Autres facteurs influençant la déshydratation

Nous avons observé au cours de notre étude que le processus de déshydratation est aussi influencé par les facteurs tels la perméabilité du sol (radier), le vent, les fissures des murets de séparation des casiers et les caractéristiques de BV. En effet il est à noter que:

- si le radier (sol) est perméable le liquide de BV s'infiltre dans le sol ce qui fait diminuer le volume par la perte d'eau de BV;
- le vent fait accélérer l'évaporation, donc la déshydratation ;
- les fissures des murets laissent percoler le liquide de BV, elles favorisent ainsi la déshydratation par perte d'eau de BV ;
- si les BV sont chargées de matières flottantes qui ont un impact sur les effets de l'insolation, l'évaporation diminue.

En conclusion il est important de retenir que certains facteurs climatiques (pluie, l'humidité relative de l'air) influent négativement la déshydratation des boues tandis que d'autres comme la température, l'insolation et l'évaporation influent positivement sur elle. Les résultats obtenus par ces deux méthodes quoique bons peuvent être améliorés par l'exploitation judicieuse de ces facteurs climatiques et par combinaison avec d'autres méthodes de traitement de BV connues.

VI- PROPOSITIONS D'AMELIORATION

Les lits de séchage de BV que nous venons de tester donnent des résultats très performants sous le climat de la période chaude de mars à mai. En sera-t-il pour les périodes froides ou pluvieuses ? Aussi, voudrions nous ici, après avoir inventorier quelques technologies approuvées en matière de traitement de BV, proposer des scénarios adaptables à notre milieu pour améliorer le systèmes de déshydratation mis en place à la STEP de Kossodo.

6-1 Méthodes de traitement des boues de vidange

Les technologies de l'assainissement notamment les recherches sur le traitement des BV sont encore moins vulgarisées et se trouvent pour la plupart dans le domaine de l'expérimentation. Le traitement des boues n'est pratiqué que dans quelques pays, notamment en Argentine, au Ghana, au Bénin, au Botswana, en Afrique du Sud, en Thaïlande et en Indonésie (Montangero et al, 2000). Pour faire une bonne conception d'un système de traitement, la connaissance des caractéristiques des BV est primordiale, car ces caractéristiques peuvent varier d'une région à une autre, d'un pays à un autre, d'une installation sanitaire à une autre.

La littérature nous donne une gamme peu variée d'options de traitement de BV dont les plus adaptées au contexte tropical et aux pays en développement sont:

- lits de séchage plantés et non plantés ; ventilés ou non ;
- le co-traitement des boues de vidange avec les eaux usées dans des systèmes de lagunage à microphytes avec ou sans séparation solide-liquide et de lagunage à macrophytes sans séparation solide-liquide;
- le co-compostage des boues avec les déchets d'animaux.

D'autres variantes telles que l'incinération précédée de séchage des boues ou la mise en décharge contrôlée existent généralement dans les pays industrialisés.

Les études ont montré que toutes ces variantes, excepté l'incinération et la mise en décharge contrôlée s'appliquent bien du point de vue coût aux conditions des pays en développement (SOMDA, 2006).

Tableau 12: Procédés de traitement de BV à faibles coûts (Montangero, A., Strauss, M. (1999)

Option ou procédé de traitement de BV	Log10 réduction d'œufs	Durée [mois]
Lagunes de sédimentation	3,0	4,0
Lits d'humification (lits de séchage plantés)	1,5	12
Lits de séchage (déshydratation)	0,5	0,3-0,5

Option ou procédé de traitement de BV	Log10 réduction d'œufs	Durée [mois]
Lits de séchage (séchage à MS < 10 %)	2,0-3,0	5,0
Compostage ou co-compostage (thermophilique)	1,5–2,0	3,0
Digestion anaérobie (mesophilique)	0,5	0,5-1,0

Ces procédés permettent d'inactiver les œufs d'helminthes (exemple des Ascaris) conformément aux normes de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).

6-1-1 Traitement sans mise en place de tapis drainant de sable

Dans le cas où les boues de vidange ne subissent pas de séparation, les options suivantes peuvent être envisagées :

• Traitement dans un système de lits de séchage

Les boues peuvent également être traitées dans un système de lits de séchage. On peut distinguer les lits plantés ventilés ou non et les lits non plantés ventilés ou non.

Le lit de séchage fonctionne aussi bien comme un dispositif de séchage que de filtre et de réacteur biologique. Les différents mécanismes de transformation et d'élimination qui peuvent s'opérer dans un tel dispositif sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau 13: Mécanicismes de transformation et d'élimination dans les lits de séchage

Constituants	Mécanismes de transformation et d'élimination				
Solides en suspension	- Sédimentation				
	- Filtration				
Matières organiques solubles	 Dégradation microbiologique aérobie 				
	 Dégradation microbiologique anaérobie 				
Azote	- Ammonification suivie de nitrification et de				
	dénitrification biologique				
	- Absorption sur la matrice du massif filtrant				
	 Volatilisation de l'ammoniac 				
Agents pathogènes	- Sédimentation				
	- Filtration				
	 Mort naturelle 				
	- Prédation				
	- Irradiation UV				

Source: (Cooper, 1996)

• Le dépotage direct sur l'environnement

L'application directe sur le sol, n'est pas en fait un traitement en tant que tel. Cette pratique, bien qu'elle puisse détruire les germes pathogènes, peut avoir des inconvénients sur l'environnement.

Le lagunage

Evaluation des performances des lits de séchage des boues de vidange

Le lagunage est un système exploitant les facultés naturelles d'autoépuration des eaux usées et même des boues de vidange, par la mise en place de bassins étendus, peu profonds et ne demandant que peu d'interventions humaines. Cette technique est utilisée pour ses avantages de faibles coûts, de maintenance extrêmement simple, de forte élimination des germes pathogènes, de maîtrise des augmentations de charge, et de son aptitude à traiter une grande variété d'eaux usées. L'inconvénient majeur est la consommation de grandes surfaces (WETHE, 2006).

En fonction de la charge et de la destinée des eaux épurées, on peut avoir 3 types de bassins de stabilisation, à savoir, les bassins anaérobies, les bassins facultatifs et les bassins de maturation. C'est le système utilisé pour la ville de Ouagadougou.

• *Le Co-compostage*

Co-composter signifie composter conjointement deux ou plusieurs matériaux organiques brutes. Dans notre cas, il s'est agit des boues de vidange et des déchets d'ordures ménagères biodégradables.

Les boues peuvent aussi être mélangées à d'autres matériaux comme les ordures ménagères (organiques) et la paille pour donner un compost utilisable comme amendement du sol.

Co-traitement avec les eaux usées

Les boues non séparées peuvent être co-traitées dans un système de lagunage avec les eaux usées domestiques, les boues n'ayant pas les mêmes caractéristiques que les eaux usées. Ce co-traitement devient possible si les boues de vidange ne dépassent pas 15 % du volume total à traiter dans le système (PSAO, 1993).

6-1-2 Traitement avec mise en place du tapis drainant de sable

Les boues de vidange peuvent subir une séparation solide-liquide. Ainsi, les solides seront traités à part, soit par co-compostage, soit sur des lits de séchage pour être déshydratés. Le surnageant (phase liquide) peut être traité seul dans un système de lagunage ou co-traité avec des eaux usées domestiques. Dans ce cas, il serait nécessaire de prétraiter le surnageant dans le but de réduire la charge organique et surtout la concentration en fraction azotée, car on sait que dans un système de lagunage, les algues responsables de l'épuration ne supportent pas de forte concentration d'ammoniac (NH₃= 20 à 30 mg/l). Pour que le massif soit efficace il doit avoir une épaisseur de 10 à 20 cm et une caractéristique suivante : granulométrie d₁₀ comprise entre 0,25 et 0,40 mm, un coefficient d'uniformité compris entre 3 et 6 et une teneur en fines<80 micro-mètres. Les caractéristiques finales seront arrêtées par le test sur les installations.

6-2 Proposition de procédures d'exploitation des lits

6-2-1 Scénario 1 : Lits actuels

a- Dispositifs à mettre en place

Les lits actuels de séchage de BV peuvent être mis en exploitation et obtenir des boues séchées aux normes de l'OMS au bout de deux à trois semaines à condition que les mesures et procédures suivantes soient prises :

- 1. comblement de trous et de zones de dépression des radiers de lits afin d'éviter la stagnation des eaux de pluie, facteur favorable à l'infiltration;
- 2. colmatage des fissures et reprise de l'enduit de murets afin d'éviter les fuites et la percolation de BV à travers les murets inter casiers ;
- 3. mise en place d'un dégrilleur amovible en tête de chaque casier afin de retenir tous les éléments plastiques et grossiers;
- 4. pose de batardeau en bastings plastiques confectionnés par le centre artisanal de valorisation de déchets plastiques
- 5. mise en place d'une aire de stockage et de conditionnement de boues séchées.
- 6. mise en place entre chaque bassin de collecte de percolât et le canal des bassins anaérobies d'un système de pompage à régulation automatique basée sur le même principe que les stations de relevage du réseau d'assainissement collectif. Ces deux stations doivent pouvoir s'adapter dans de bonnes conditions à l'évolution des débits de collecte. Leurs dimensionnement et équipement seront calculés en fonction des débits à traiter. Le volume de régulation est lié au débit nominal de la pompe et au nombre de démarrage par heure ; il s'exprime par :

$$V_{u}(m^{3}) = Q_{u}/4/n$$

avec.

 $Q_u = d\acute{e}bit$ nominal de la pompe en m^3/h

n = nombre de démarrage à l'heure

Les stations sont équipées chacune de deux pompes en fonctionnement alternatif dont les volumes de régulation sont identiques et situés entre deux niveaux concrétisés par une sonde d'enclenchement et de déclenchement.

b- Fonctionnement

Lors de la mise en boues des casiers il s'effectue deux phénomènes à savoir la percolation de boue liquide à travers les espaces inter-bastings et l'évaporation de l'eau contenue dans la boue. Les facteurs climatiques combinés à l'humidité relative de l'air, à la durée d'ensoleillement et à la température influent sur l'évaporation.

Evaluation des performances des lits de séchage des boues de vidange

c- Avantages et inconvénients

Le système aura comme avantages la rapidité de déshydratation (moins de 3 semaines au lieu de 4 comme prévues par la conception. Cependant, il a l'inconvénient d'induire les frais supplémentaires de fonctionnement par le coût de pompage de percolât dans le bassin anaérobie de la lagune.

d- Coût d'aménagement

L'aménagement confortatif des lits comporte la réhabilitation des lits, la mise en place de 2 petites stations de pompage pour un coût global de Dix neuf millions neuf cent vingt sept mille neuf cent quatre (19 927 904) de francs CFA dont seize millions six cent dix neuf mille quatre cent (16 619 400) F CFA de travaux confortatifs (annexe9).

6-2-2 Scénario 2 : Etanchéisation des lits

a- Dispositifs à mettre en place

Les lits de séchage de BV rendus étanches sans possibilité de percolation peuvent être mis en exploitation et obtenir des boues séchées aux normes de l'OMS au bout de trois à quatre semaines à condition que les mesures et procédures suivantes soient prises :

- 1. comblement de trous et de zones de dépression des radiers de lits afin d'éviter la stagnation des eaux de pluie, facteur favorable à l'infiltration;
- 2. colmatage des fissures et reprise de l'enduit de murets afin d'éviter les fuites et la percolation de BV à travers les murets inter casiers ;
- 3. mise en place d'un dégrilleur en tête de chaque casier afin de retenir tous les éléments plastiques et grossiers;
- 4. mise en place d'un système étanche aux sorties de casiers en appliquant un film plastique sur les bastings ou remplacement des bastings en bois par des vannes sous forme de bloc monolithique en plastique confectionné par le centre artisanal de valorisation de déchets plastiques;
- 5. mise en place d'une aire de stockage et de conditionnement de boues séchées.

b- Fonctionnement

A ce niveau le processus de déshydratation est imposé par l'évaporation de l'eau contenue dans la boue due aux facteurs climatiques combinés de l'humidité relative de l'air, de la durée d'ensoleillement et de la température, la percolation de boue liquide à travers les espaces interbastings étant bloquée.

c- Avantages et inconvénients

Le système aura comme avantages la réduction de coût d'exploitation avec la suppression de pompage de percolât Cependant il aura l'inconvénient d'avoir un temps de déshydratation de boues plus long que le scénario 1.

d- Coût d'aménagement

Les travaux d'aménagement des lits comporteront la réhabilitation des lits et le remplacement des bastings de batardeaux par des vannes étanches pour un coût global de cinq millions quatre cent cinq mille quatre cent (5 405 400) de francs CFA (annexe10).

6-2-3 Scénario 3 : Mise en place d'un massif filtrant

a- Dispositifs à mettre en place

Les lits de séchage de BV rendus filtrant par application d'un massif filtrant peuvent être mis en exploitation et obtenir des boues séchées aux normes de l'OMS au bout de trois à quatre semaines à condition que les mesures et procédures suivantes soient prises :

- 1. comblement de trous et de zones de dépression des radiers de lits afin d'éviter la stagnation des eaux de pluie, facteur favorable à l'infiltration;
- 2. colmatage des fissures et reprise de l'enduit de murets afin d'éviter les fuites et la percolation de BV à travers les murets inter casiers ;
- 3. mise en place d'un dégrilleur en tête de chaque casier afin de retenir tous les éléments plastiques et grossiers;
- 4. pose de batardeau en bastings plastiques confectionnés par le centre artisanal de valorisation de déchets plastiques;
- 5. pose d'un tapis drainant ou massif filtrant de sable calibre;
- 6. mise en place d'une aire de stockage et de conditionnement de boues séchées ;
- 7. mise en place entre chaque bassin de collecte de percolât et le canal des bassins anaérobies d'un système de pompage à régulation automatique basée sur le même principe que les stations de relevage du réseau d'assainissement collectif. Ces deux stations doivent pouvoir s'adapter dans des bonnes conditions à l'évolution des débits de collecte. Leurs dimensionnement et équipement seront calculés en fonction des débits à traiter. Le volume de régulation est lié au débit nominal de la pompe et au nombre de démarrage par heure ; il s'exprime par :

$$V_{11}(m^3) = O_{11}/4/n$$

avec.

 $Q_u = d\acute{e}bit$ nominal de la pompe en m³/h

n = nombre de démarrage à l'heure

Les stations sont équipées chacune de deux pompes en fonctionnement alternatif dont les volumes de régulation sont identiques et situés entre deux niveaux concrétisés par une sonde d'enclenchement et de déclenchement.

Evaluation des performances des lits de séchage des boues de vidange

b- Fonctionnement

Lors de la mise en boues des casiers il s'effectue deux phénomènes :

- une percolation de boue liquide à travers les espaces inter-bastings ;
- l'évaporation de l'eau contenue dans la boue due aux facteurs climatiques combinés du taux d'humidité de l'air, de la durée d'ensoleillement et de la température.

c- Avantages et inconvénients

Le système aura comme avantages la rapidité de déshydratation (moins de trois semaines au lieu de quatre semaines prévues par la conception). Cependant il a l'inconvénient d'induire des frais supplémentaires de fonctionnement par le coût de pompage de percolât dans le bassin anaérobie de la lagune.

d- Coût d'aménagement

L'aménagement confortatif des lits comportera les travaux de réhabilitation des lits , la mise en place de 2 petites stations de pompage de percolât et la pise en place d'un massif filtrant de sable pour un coût global de Deux millions trois cent quarante mille huit cent (2 340 800) de francs CFA (annexe11).

En conclusion trois scénarios sont retenus en option :

- garder les lits percolants actuels tout en réalisant les travaux confortatifs;
- remplacer les bastings percolants par des vannes étanches après avoir réalisé les travaux confortatifs;
- mettre en place un massif filtrant de sable après avoir réalisé les travaux confortatifs.

Dans tous les cas la réalisation des travaux confortatifs reste un impératif pour la mise en exploitation des lits. Cependant les scénarios ici proposés peuvent être utilisés au cas par cas en fonction de la période saisonnière de l'année pour une exploitation économique des lits.

RECOMMANDATIONS

Au terme de la présente étude et au regard des résultats obtenus, les recommandations suivantes peuvent être formulées :

• la remise en état des installations

En effet, depuis leur réalisation en fin 2003 les installations ont été laissées à elles mêmes, si bien qu'elles ont subi en plus de la malfaçon, des dégradations très préjudiciables à leur bon fonctionnement:

• l'acceptation des boues dans les lits

Au regard de la grande variabilité du parc d'installations d'assainissement autonome, de la fréquence d'entretien très irrégulière et du mélange occasionnel avec d'autres types de déchets ou sous-produits de l'épuration des eaux usées d'origine domestique et/ou industrielle, toutes les boues de vidange ne peuvent pas être admises dans la STEP. Aussi, il est recommandé de bien observer la qualité des boues avant leur acceptation dans les lits ; certaines boues compte tenu de leur fluidité peuvent être acceptées directement dans les bassins anaérobies ;

• la poursuite de l'étude

L'étude ne peut être complète que si certains aspects sont investigués. A cet effet, nous suggérons

- ▶ une étude sur l'analyse parasitologique des boues séchées afin de confirmer ou infirmer leur qualité sanitaire
- ▶ une réalisation d'un test de déshydratation pendant les périodes froides (de décembre à février) et pluvieuses (de juillet à septembre) afin d'établir une gamme de performance des lits sur toute l'année

• la réplication de l'expérience de la STEP

Au regard des résultats déjà satisfaisants, et dans l'espoir d'une poursuite concluante de l'étude pendant les autres périodes de l'année, nous recommandons la réalisation de ces types de lits de séchage dans les autres sites de déversement de la ville de Ouagadougou et dans les centres urbains.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La présente étude porte sur l'évaluation des performances de lits de séchage de boues de vidange de la station d'épuration des eaux usées de Kossodo, Ouagadougou. Elle nous a donné l'occasion de vivre les réalités d'exploitation de tels ouvrages.

L'objectif de ce travail est de décrire et faire l'analyse critique du dimensionnement des lits, d'évaluer les performances du processus de déshydratation naturelle de boues et de proposer des moyens simples pour accélérer le processus de déshydratation. Pour y arriver, nous avons été amené à adopter des méthodes simples de mesure (nivellement simple, chaînage, lecture sur règle graduée) et des analyses au laboratoire des caractéristiques et des matières sèches.

Les résultats obtenus de nos travaux de terrains et de laboratoire attestent que :

- les dimensions des lits sont acceptables mais, certaines parties de l'ouvrage souffrent de dégradations dues à la mauvaise mise en œuvre, aux intempéries et au manque d'entretien courant;
- les performances des lits en matière de déshydratation naturelle de boues sont excellentes dans les lits percolant que dans les lits étanches. Elles dépassent les prévisions initiales.

Pourtant, au regard du développement actuel des sciences et techniques en matière de gestion de boues de vidanges en Afrique, des propositions innovantes en vue d'accélérer le processus de déshydratation naturelle de boues de vidange et d'optimiser les résultats sont possibles :

- 1. débarrasser la boue de tous ses éléments flottants et grossiers pouvant réduire les effets des facteurs concourrant au processus de déshydratation (sachets plastiques, boites, sousvêtements, couvercles...). Il s'avère donc indispensable de faire passer les boues dans un dégrilleur lors de dépotage (remplissage des casiers de lits);
- 2. pour le scénario 1, lit percolant : colmater les fissures des parois et les trous de radier et renouveler les bastings de batardeau de sortie avant de poser un massif filtrant de sable calibré ;
- 3. pour le scénario 2, lit étanche : remplacer les bastings de batardeau par des vannes étanches de préférence les vannes plastiques réalisées à base de déchets plastiques.

En tout état de cause, la mise en service (exploitation) des lits demande l'exécution de travaux confortatifs supplémentaires pour l'optimisation des résultats et aussi pour l'accélération du processus de déshydratation naturelle de boues. Ces travaux concerneront le nettoyage général, le colmatage des trous et fissures de parois, le comblement de dépression par le remblayage et la mise en place de dispositifs de pompage de percolât des les bassins anaérobies.

Les boues séchées obtenues ont des taux d'humidité inférieur à 10%; elles sont donc facilement utilisables pour l'amendement des sols en agriculture. Mais ne serait-il pas encore plus prudent de

Evaluation des performances des lits de séchage des boues de vidange

tester la qualité parasitologique de ces boues séchées avant leur vulgarisation comme fumures amendant le sol ? La quantité de boues séchées produites n'est que de 0,76 m³ pour le lit percolant et de 0,99 m³ pour le lit étanche pour des volumes de 70 m³ des boues dont les caractéristiques initiales sont de 99% de teneur en eau et de matières sèches initiales variant entre 30,8g/l et 247,7g/l.

Il ressort de cette étude qui est loin d'être achevée que des questions restent en suspension pour explorer toutes les performances que réservent ces lits. Aussi, recommandons-nous l'évaluation des performances des lits pendant les périodes (décembre à février) et aussi pendant les périodes pluvieuses (juillet à septembre) afin d'établir l'efficacité des lits sur toute l'année avant sa mise en exploitation.

Il sera intéressant aussi de connaître les qualités parasitologiques des BV séchées issues de ces lits.

L'assainissement des eaux usées et excrétas est un secteur dont la culture reste à promouvoir au sein des communautés africaines pour que le cycle de production soit complet car ici plus qu'ailleurs cette assertion se confirme « rien ne se crée, rien ne se perd tout se transforme et se conserve » dixit Lavoisier.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Blunie P., 2004: La collecte et le transport mécanisés des boues de vidange dans la ville de Ouahigouya (Burkina Faso). Mémoire d'ingénieur de fin d'études EIER

CREPA, 2001: Article n°32-Avril-Mai-Juin 2001/Dossier: Gestion des boues de vidange, des option stratégiques et techniques en Afrique de l'Ouest.

Dembelé A., 2000: Gestion des boues de vidange dans les pays tropicaux : cas du Burkina Faso ; traitement par lits de séchage.

Dembelé A., 2002 : Gestion des boues de vidange au Burkina Faso : cas de Ouagadougou.

Dembélé A., Maiga A. H., Klutse, A., Kientga M., 2003: Etude pour la collecte et le transport des boues de vidange dans la ville de Ouagadougou. Rapport de consultation pour le programme pour l'eau et l'assainissement / Banque mondiale, EIER CREPA, Ouagadougou, Burkina Faso.

Denygba K., 1996: Epuration des eaux usées par infiltration sur sable. Rapport de mémoire de DEA.

Diagne E., 2005: Implantation et dimensionnement d'une station de traitement de boues de vidange dans la commune de Ouahigouya. (Burkina Faso). Mémoire de fin d'études d'ingénieur EIER.

Ehli K., 2003 : Le positionnement des opérateurs privés de vidange des boues de la ville de Ouagadougou dans la perspective de la mise en exploitation de la station d'épuration des eaux usées de Kossodo: étude de cas de la société Sanya vidange. Mémoire de fin d'études EIER, Ouagadougou, Burkina Faso.

Gnada G.E ,2006: Quelles stratégies pour promouvoir la demande en assainissement collectif pour une exploitation efficiente du système d'assainissement collectif de la ville de Ouagadougou, Rapport de stage de fin de 2^{ème} année (M1).

INSD, 1998 : Recensement général de la population et de l'habitation du Burkina Faso (du 10 au 20 décembre 1996). Ouagadougou, Burkina Faso.

INSD, 2005 : Enquête annuelle sur les conditions de vie de ménages.

Koanda H., 2003: Stratégies de gestion durable des boues de vidange en Afrique subsaharienne. Thèse EPFL, rapport de recherche phase I, Lausanne, Suisse.

Koné D., 2002 : Epuration des eaux usées par lagunage à microphytes et à macrophytes en Afrique de l'Ouest et du Centre : *Etat des lieux, performances épuratoires et critères de dimensionnement*, Thèse de doctorat n° 2653, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse. 170 p.

Koné D. et Strauss M., 2006 : Cours de Gestion des boues de vidange. EIER-Formation Post Universitaire de Génie Sanitaire et Environnement.

Maiga A.H., Wéthé J., Seidl M., Mouchel J.M and A. Dembélé. 2002:

Valorisation des sous-produits de l'épuration par lagunage en Afrique de l'Ouest et du Centre : *Analyse comparative des pratiques dans six pays au Sud du Sahara*. In proceeding 5ème conférence Envirowater, Ouagadougou, Burkina Faso, 5-8 Novembre 2002.

MAHRH, 2005: Burkina Faso face OMD dans le secteur de AEPA: Etat des lieux et perspectives.

MAHRH, 2005 : Burkina Faso face OMD dans le secteur de AEPA : *Programme National pour la Réalisation des OMD*. Feuille de route 2005/2015.

MAHRH, 2005 : Elaboration du Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement à l'horizon 2015.

MAHRH, 2004: Elaboration du programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement à l'horizon 2015 *Volume 3 : sous programme rural.*

Niang D, 2000: Variation saisonnières des propriétés hydrodynamiques des microdunes de la zone saharienne du Burkina Faso. Mémoire de fin d'études postgrade EPFL.

ONEA, 2006: Communication au Symposium/ Atelier sur la politique de gestion des boues de vidange, Dakar.

PSAO, 1993: Plan Stratégique d'Assainissement de la ville de Ouagadougou.

PSAO, 1993: Plan Stratégique d'Assainissement de la ville de Ouagadougou. Assainissement collectif de la ville de Ouagadougou ; APD : Version définitive.

Rehacek S., 1996: Gestion des boues de vidange de la ville de Ouagadougou. Mémoire de fin d'études EIER..

Savadogo A., 1999: Etude de système de gestion des boues de vidange à Ouagadougou. Mémoire de fin d'études EIER.

Wéthé J., 2005: Cours M1: Gestion des eaux usées.

Wéthé, J., 2005. Cours M2: Aménagement urbain.

Sites Web

http://www.reynier.com/ciaf.mono/burkina/geograph/climat.htm

J:\copie de déchets, les recycleurs et les recyclés. htm

http://www.inrp.fr/lamap

Chaleur, vent, surface au contact de l'air, accélèrent l'évaporation.

http://www.inrp.fr/instruments/instr_ther_thermo_dulong.htm

www.universalis.fr/corpus-encyclopedie/

www.climdatec.com/

Evaluation des performances des lits de séchage des boues de vidange

ANNEXES

ANNEXE 1

Cadre logique de l'étude sur le thème de mémoire :

Evaluation des performances des lits de séchage de boues de vidange de la STEP de Kossodo.

N°	Objectifs spécifiques	activités	méthodologie	Résultats attendus	matériel
1	• Décrire et faire l'analyse	- rechercher et consulter les documents de	- revue documentaire	Dimensions et fonctionnement	Appareillage
	critique du	conception et d'exécution des lits de		des lits sont connus ;	topographique
	dimensionnement des lits de	séchage;	-observation directe des		(niveau avec
	séchage	- visiter les bassins des lits ;	ouvrages		accessoires)
	c'est-à-dire que	- élaborer les plans de recollement ;		les plans de recollement;	mètre et chaîne de
	• les lits de séchage de	- décrire et caractériser les lits (nombre,	- levé de nivellement simple et		mesure;
	boues sont décrits et	nature des matériaux, dimensions :	chaînage des lits de séchage ;		Appareil photo
	analysés	profondeur, longueur, largeur, pente,		les caractéristiques des lits	
		épaisseur, volume, capacité)	- prise de vues		
			- SEPO		
2	• Evaluer les performances	-entretien avec les vidangeurs	-interview	- transport de boues de	Matériel d'analyse
	du processus de		- SEPO	vidange à la STEP	(gants, boites de
	déshydratation naturelle des	- mettre en charge 3 bassins en les		- établissement des hauteurs	prélèvement,
	boues	remplissant des boues;	- mesure journalière des hauteurs	résiduelles journalières des	sachets plastiques,
	c'est-à-dire que		résiduelles des boues ;	boues de vidange,	creusets, four,
	• les fonctionnements des	- observer et mesurer la hauteur résiduelle			étuve, balance
	lits sont testés et	des boues au jour le jour ;	- prélèvement d'échantillons à 3		électronique,
	• les performances du		niveaux différents (surface, mi-	- détermination des	masques, bottes,

	processus de	- suivre l'évolution de niveau de boue et	hauteur, fond);	pourcentages de ms, de teneur	laboratoire,
	déshydratation naturelle	le processus de déshydratation;		en eau ;	produits);
	des boues sont connues		-détermination de taux		Calculatrice;
		- reconstituer l'origine des boues (fosse	d'humidité et de matière sèche		Micro-ordinateur
		septique, latrines publiques)	(ms);		
				- mesurer le volume de	
		- prélever et analyser les boues ;	- établissement de profil de	lixiviats	
			déshydratation des boues par		
			niveau		
			- analyse chimique des boues ;		
3	• Proposer quelques	- dimensionner les lits de	Bibliographie sur les lits de	Les paramètres de	Calculatrice, les
	moyens simples pour	séchage améliorés;	séchage des boues de vidange	déshydratation et les	manuels et le
	accélérer le processus de		améliorés;	caractéristiques des nouveaux	micro-ordinateur
	déshydratation des boues	- établir les paramètres accélérant le	SEPO	lits sont arrêtés ;	
	c'est-à-dire que	processus de déshydratation;		Un système de filtration et de	
	• un procédé de la			drainage des boues de vidange	
	déshydratation est proposé	- établir le principe (mode) de		est proposé	
		fonctionnement des lits de séchage			
		amélioré			
N°	Objectifs spécifiques	activités	méthodologie	Résultats attendus	matériel

ANNEXE 2

Le planning des activités

	ACTIVITES						Temp	s d'exé	cution	1				
			ma	rs			av	vril		mai				jui
		1s	2s	3s	4 s	1s	2s	3s	4 s	1s	2s	3s	4 s	1s
1	rechercher et consulter les documents de conception et d'exécution des lits de séchage ;													
2	visiter les bassins des lits et élaborer les plans de recollement ;													
	décrire et caractériser les lits													
3	entretien avec les vidangeurs													
4	mettre en charge 3 bassins en les remplissant des boues													
5	observer et mesurer la hauteur résiduelle des boues au jour le jour													
6	suivre l'évolution de niveau de boue et le processus de déshydratation													
7	reconstituer l'origine des boues (fosse septique, latrines publiques)													
8	prélever et analyser les boues													
9	dimensionner les nouveaux lits de séchage													
11	établir les paramètres accélérant le processus de déshydratation									-				
12	établir le principe (mode) de fonctionnement												•	
13	Rédaction du rapport de mémoire						·							
14	Soumission du rapport à l'appréciation des encadreurs													
15	Correction du rapport du mémoire													
16	Dépôt du rapport de mémoire													

ANNEXE 3
Liste des vidangeurs mécaniques de la ville

N°	Sociétés	Moyens matériels	Adresse
1	Point D	1 camion	
2	Welcome Vidange	1 camion	
3	Burkina Hygiène*	2 camions	Tel: 70171820
4	Burkina Vidange*	1 camion	Tel: 70123812
5	EKM	2 camions	
6	EVAF*	2 camions	
7	Sanya Vidange*	1 camion	Tel: 70261917
8	Vdange WC	1 camion de 8 m3	
9	Kobalt Vidange*	1 camion de 8 m3	Tel: 76 696366
10	Fadoul SBTR		
11	Vidange 2000	1 camion de 6 m3	
12	Sotrans Vidange	2 camions (16m3+12 m3)	
13	STEENBOK	1 camion de 10 m3	
14	Marie	2 camions	
15	ONATEL	1 camion	
16	Génie militaire	1 camion	
17	Gendarmerie	1 camion de 8 m3	
18	Service de vidange	1 camion	
19	ARTI: Hygiène du centre	1 camion de 9 m3	
20	Service de vidange de fosses	1 camion de 8 m3	
21	Net Vidange*		
22	SOBUDESE	1 camion de 16 m3	
23	Boka Vidange	1 camion de 7 m3	
24	Hôtel OKIN	1 camion de 8 m3	
25	Wemting Vidange*	1 camion de 8 m3	Tel: 70335251
26	Vidangeur IKUZO*		Tel: 70154474

Evaluation des performances des lits de séchage des boues de vidange

N°	Sociétés	Moyens matériels	Adresse
27	2 AS Vidange*		Tel: 70319166
28	GEXY-Vidange*		Tel: 70125621
29	ORTEC INDUSTRIE*		Tel: 70312418
30	Faso Vidange Wend Pouire		Tel: 76560008
31	Emmaus Solidarité Ouaga		Tel: 76669445
32	Afri Vidange*		

^{*}Entreprise de vidange déversant régulièrement des le site avoisinant la STEP de Kossodo

ANNEXE 4
Cheminement simple et chaînage

		lectures	s arrière		lecture a	vant		dénivelées	Pente	points
		fils								
points	distances	stad	moy	fil nivel	fils stad	moy	fil nivel			
Ouvrage d'entré	ée	1854		_		_				Ouvrage d'entrée
		1200	1527	1527						
porte de sortie					4450		_			porte de sortie
					3656	4053	4052	-2526		
piste/bassin		1803		_						piste/bassin
	5	1208	1505,5	1505						
1 tête		4210		_	4210		_			1 tête
	24,5	3622	3916	3916	3622	3916	3917	-2411	-0,4821	
1 sortie					4404		_			1 sortie
					3740	4072	4072	-156	-0,00636735	
piste/bassin		1744		_						piste/bassin
	5	1192	1468	1468						
2 tête		4233			4233					2 tête
	24,4	3682	3957,5	3958	3682	3958	3958	-2490	-0,4979	
2 sortie					4401					2 sortie
					3778	4090	4090	-132	-0,00540984	
piste/bassin		1744								piste/bassin
	5	1232	1488	1488						
3 tête		4194			4194					3 tête
	24,5	3683	3938,5	3989	3683	3939	3989	-2451	-0,4901	
3 sortie					4412					3 sortie
					3816	4114	4114	-175,5	-0,00716327	
piste/bassin		1714								piste/bassin
•	5	1248	1481	1481						•
Tête casier 4		4164			4164					Tête casier 4
	24,49	3689	3926,5	3926	3689	3927	3926	-2446	-0,4891	

Sortie casier 4					4966		4086			Sortie casier 4
					3206	4086		-159,5	-0,00651286	
piste/bassin		1678		_						piste/bassin
	5	1250	1464	1455						
Tête casier 5		4102		_	4102					Tête casier 5
	24,49	3674	3888	3888	3676	3889	3888	-2425	-0,485	
Sortie casier 5					4346					Sortie casier 5
					3821	4084	4084	-195,5	-0,00798285	
piste/bassin		1644		_						piste/bassin
	5	1258	1451	1450						
Tête casier 6		4056		_	4056					Tête casier 6
	24,5	3664	3860	3860	3664	3860	3860	-2409	-0,4818	
Sortie casier 6					4308					Sortie casier 6
					3816	4062	4062	-202	-0,0082449	
piste/bassin		1618		_						piste/bassin
	5	1382	1500	1460						
Tête casier 8		3984		_	3984					Tête casier 8
	24,53	3672	3828	3827	3672	3828	3827	-2328	-0,4656	
Sortie casier 8					4282					Sortie casier 8
					3846	4064	4066	-236	-0,00962087	
piste/bassin		1563		_						piste/bassin
	5	1340	1451,5	1452						
Tête casier 10		3982		_	3982					Tête casier 10
	24,5	3746	3864	3864	3746	3864	3863	-2413	-0,4825	
Sortie casier 10					4262					Sortie casier 10
					3880	4071	4070	-207	-0,00844898	
piste/bassin		1539		_						piste/bassin
	5	1351	1445	1446						
Tête casier 11		3963		_	3963					Tête casier 11
	24,55	3763	3863	3864	3763	3863	3864	-2418	-0,4836	
Sortie casier 11					4272					Sortie casier 11
	<u> </u>				3913	4093	4092	-229,5	-0,00934827	
piste/bassin		1496		1424						piste/bassin

	5	1351	1423,5							
Tête casier 12		3959			3959					Tête casier 12
	24,4	3798	3878,5	3878	3798	3879	3878	-2455	-0,491	
Sortie casier 12					4260					Sortie casier 12
					3920	4090	4089	-211,5	-0,00866803	
piste/bassin		1470		_						piste/bassin
	5	1359	1414,5	1415						
Tête casier 13		3924		_	3924					Tête casier 13
	24,52	3802	3863	3864	3802	3863	3864	-2449	-0,4897	
Sortie casier 13					4238					Sortie casier 13
					3914	4076	4076	-213	-0,00868679	
piste/bassin		1448		_						piste/bassin
	5	1379	1413,5	1424						
Tête casier 14		3944	_	_	3944					Tête casier 14
	24,52	3846	3895	3896	3846	3895	3896	-2482	-0,4963	
Sortie casier 14					4196					Sortie casier 14
					3883	4040	4040	-144,5	-0,00589315	
piste/bassin		1440		_						piste/bassin
	5	1398	1419	1419						
Tête casier 15		3914		_	3913					Tête casier 15
	24,35	3840	3877	3877	3840	3877	3877	-2458	-0,4915	
Sortie casier 15					4206					Sortie casier 15
					3900	4053	4053	-176	-0,00722793	
piste/bassin		1453		_						piste/bassin
	5	1378	1415,5	1415						
Tête casier 16		3962		_	3962					Tête casier 16
	24,37	3864	3913	3912	3864	3913	3912	-2498	-0,4995	
Sortie casier 16					4214					Sortie casier 16
					3900	4057	4057	-144	-0,0059089	
piste/bassin		1478								piste/bassin
	5	1332	1405	1404						
TA 10		4006			4006					Tête casier 18
Tête casier 18		+000			-1000					Tete caster 16

Sortie casier 18					4222					Sortie casier 18
					3884	4053	4053	-130	-0,00530179	
piste/bassin		1516		_						piste/bassin
	5	1320	1418	1418						
Tête casier 19		4028		_	4028					Tête casier 19
	24,45	3824	3926	3926	3824	3926	3926	-2508	-0,5016	
Sortie casier 19					4244					Sortie casier 19
					3884	4064	4064	-138	-0,00564417	
piste/bassin		1536		_						piste/bassin
	5	1308	1422	1423						
Tête casier 20		4054		_	4054					Tête casier 20
	24,46	3812	3933	3933	3812	3933	3933	-2511	-0,5022	
Sortie casier 20					4240					Sortie casier 20
					3856	4048	4048	-115	-0,00470155	
piste/bassin		1598								piste/bassin
	5	1286	1442	1442						
Tête casier 22		4014			4416					Tête casier 22
	24,5	3700	3857	3856	3700	4058	3857	-2616	-0,5232	
Sortie casier 22					4254					Sortie casier 22
					3818	4036	4034	-179	-0,00730612	
piste/bassin		1646		_						piste/bassin
	5	1292	1469	1478						
Tête casier 23		4014			4014					Tête casier 23
	24,48	3642	3828	3838	3642	3828	3828	-2359	-0,4718	
Sortie casier 23					4238					Sortie casier 23
					3776	4007	4006	-179	-0,00731209	
piste/bassin		1678								piste/bassin
	5	1292	1485	1484						
Tête casier 24		4054			4054					Tête casier 24
	24,57	3658	3856	3858	3658	3856	3857	-2371	-0,4742	
Sortie casier 24					4274					Sortie casier 24
					3780	4027	4026	-171	-0,00695971	
piste/bassin		1720		1512						piste/bassin

	5	1304	1512							
Tête casier 25		4074			4074					Tête casier 25
	24,49	3636	3855	3854	3636	3855	3854	-2343	-0,4686	
Sortie casier 25					4340					Sortie casier 25
					3780	4060	4060	-205	-0,00837076	
piste/bassin		1764								piste/bassin
	5	1294	1529	1528						
Tête casier 26		4130			4130					Tête casier 26
	24,36	3638	3884	3884	3638	3884	3884	-2355	-0,471	
Sortie casier 26					4322					Sortie casier 26
					3796	4059	4058	-175	-0,00718391	
piste/bassin		1782		_						piste/bassin
	5	1276	1529	1528						
Tête casier 27		4131		_	4131					Tête casier 27
	24,24	3616	3873,5	3874	3616	3874	3874	-2345	-0,4689	
Sortie casier 27					4356					Sortie casier 27
					3758	4057	4058	-183,5	-0,00757013	
piste/bassin		1788		_						piste/bassin
	5	1242	1515	1516						
Tête casier 28		4180		_	4180					Tête casier 28
	24,24	3616	3898	3898	3616	3898	3898	-2383	-0,4766	
Sortie casier 28					4368					Sortie casier 28
					3744	4056	4056	-158	-0,00651815	
piste/bassin		1880		_						piste/bassin
		1284	1582	1582						
piste basse					4174					piste basse
					3482	3828	3826	-2246		·
bassin percolat					3766					bassin percolat
					3056	3411	3412	-3411		

	MESURE DE DISTANCES PAR CHAINAGE											
N° CASIER	LONG	LONG	DENIV	PENTE	HTEUR	HTEUR	ENTREE	LONG	LARG	SURF		
	CRETE	RAD	RAD	RAD	TETE	SEUIL	MURET	MOY	MOY			
1	26,10	24,50	0,156	0,64	0,72	0,69	0,80	25,300	3,68	93,104		
2	26,13	24,40	0,132	0,54	0,73	0,69	0,88	25,265	3,80	96,007		
3	26,16	24,50	0,176	0,71	0,73	0,69	0,85	25,330	3,80	96,254		
4	26,14	24,49	0,160	0,65	0,70	0,70	0,86	25,315	3,82	96,703		
5	25,94	24,49	0,195	0,79	0,69	0,70	0,83	25,215	3,81	96,069		
6	26,02	24,50	0,202	0,82	0,65	0,69	0,82	25,260	3,80	95,988		
7	25,96	24,53	0,202	0,82	0,64	0,70	0,86	25,245	3,80	95,931		
8	25,98	24,53	0,236	0,96	0,62	0,69	0,79	25,255	3,81	96,222		
9	26,03	24,54	0,236	0,96	0,64	0,70	0,82	25,285	3,81	96,336		
10	25,96	24,50	0,207	0,84	0,61	0,70	0,91	25,230	3,76	94,865		
11	25,93	24,55	0,229	0,93	0,65	0,70	0,86	25,240	3,80	95,912		
12	25,90	24,40	0,211	0,86	0,65	0,70	0,85	25,150	3,76	94,564		
13	25,83	24,52	0,213	0,87	0,64	0,70	0,85	25,175	3,82	96,169		
14	25,83	24,52	0,144	0,59	0,64	0,70	0,76	25,175	4,34	109,260		
15	25,75	24,35	0,176	0,72	0,66	0,70	0,85	25,050	2,68	67,134		
16	25,82	24,37	0,144	0,59	0,66	0,71	0,84	25,095	3,79	95,110		
17	26,03	24,44	0,144	0,59	0,67	0,70	0,86	25,235	3,78	95,388		
18	25,95	24,52	0,130	0,53	0,66	0,71	0,85	25,235	3,80	95,893		
19	25,93	24,45	0,135	0,56	0,62	0,69	0,84	25,190	3,80	95,722		
20	26,01	24,46	0,115	0,47	0,66	0,70	0,84	25,235	3,79	95,641		
21	25,95	24,42	0,115	0,47	0,67	0,71	0,81	25,185	3,81	95,955		
22	25,95	24,50	0,179	0,73	0,64	0,69	0,79	25,225	3,80	95,855		
23	26,00	24,48	0,179	0,73	0,66	0,70	0,80	25,240	3,78	95,407		
24	26,00	24,57	0,171	0,69	0,63	0,70	0,82	25,285	3,80	96,083		
25	26,02	24,49	0,205	0,83	0,61	0,70	0,81	25,255	3,82	96,474		
26	26,03	24,36	0,175	0,72	0,62	0,70	0,83	25,195	3,76	94,733		
27	25,96	24,24	0,183	0,76	0,63	0,70	0,83	25,100	3,83	96,133		
28	25,96	24,24	0,158	0,65	0,63	0,71	0,77	25,100	3,82	95,882		

ANNEXE 5 Analyses critiques des lits de séchage de boues de vidange

Casiers	Dimensions	Etat de radier	Etat de murets	Etat des batardeaux	Dispositions à prendre
	en m				
1	Lc :26,10	Radier enherbé avec dépôt de	Fissures marquées (20m dont 10m à	Batardeau endommagé dont les	Reprise des fissures, pose
	Lr :24,50	mottes de terre et une zone de	colmater) sur le muret gauche	bastings L1D1et L1G1 rongés par les	d'enduits Remplacement des
	Ht:0,72	dépression de 2m; pente		termites et les eaux	bastings L1D1et L1G1
	Hs :0,80	irrégulière			
	Hb:0,69				
	Larg :3,68				
	Pente :0,64%				
2	Lc :26,13	Radier enherbé une zone de	Fissures bien marquées (20m dont	Batardeau endommagé dont les	Reprise des fissures, pose
	Lr :24,40	dépression de 2m et présence de	10m à colmater) sur les murets	bastings L2D1et L2G1 rongés par les	d'enduits; remplacement des
	Ht:0,73	2 arbustes; pente régulière	gauche et droit	termites et les eaux est en état de	bastings L2D1et L2G1
	Hs :0,88			dégradation	
	Hb:0,69				
	Larg :3,80				
	Pente :0,54%				
3	Lc :26,16	Radier enherbé avec dépôt de	Fissures bien marquées (15m dont	Batardeau endommagé dont les	Reprise des fissures, pose
	Lr :24,50	mottes de terre, une zone de	10m à colmater) sur les murets	bastings L3D1et L3G1 rongés par les	d'enduits Remplacement des
	Ht:0,73	dépression de 6m et présence	gauche et droit	termites et les eaux est en état de	bastings L3D1et L3G1
	Hs :0,85	d'arbustes (3); pente régulière		dégradation	
	Hb:0,69				
	Larg :3,80				
	Pente: 0,71%				

Casiers	Dimensions	Etat de radier	Etat de murets	Etat des batardeaux	Dispositions à prendre
	en m				
4	Lc:26,14	Radier propre présence	Fissures bien marquées (20m dont	Batardeau endommagé dont les	Reprise des fissures, pose
	Lr :24,49	d'arbustes et une zone de	10m à colmater) sur les murets	bastings L (G4D4, G3D3, L4D1 et	d'enduits et remplacement des
	Ht:0,70	dépression de 8m; pente	gauche et droit	L4G1 rongés par les termites et les	bastings L4D1et L4G1
	Hs :0,86	régulière		eaux est en état de dégradation	
	Hb:0,695				
	Larg: 3,82				
	Pente : 0,65%				
5	Lc :25,94	Radier enherbé et présence	Fissures bien marquées (17m dont	Batardeau peu endommagé dont les	Reprise des fissures, pose
	Lr :24,49	d'arbustes; pente irrégulière	8m et un trou de 0,5x0,30x0,25m x 2	bastings L5D1 et L5G1 rongés par	d'enduits et remplacement des
	Ht :0,69		sous semelle à colmater) sur les	les termites et les eaux	bastings L5D1et L5G1
	Hs :0,83		murets gauche et droit		
	Hb:0,695				
	Larg :3,81				
	Pente :0,80%				
6	Lc :26,02	Radier propre avec présence	Fissures bien marquées (20m dont	Batardeau endommagé dont les	Reprise des fissures, pose
	Lr :24,49	d'herbes, une zone de	15m à colmater) sur les murets	bastings L6G3 rongés par le feu	d'enduits et remplacement des
	Ht:0,65	dépression de 8m et d'arbustes;	gauche et droit	L6D1 et L6G1 les termites et les	bastings L6D3; L6D1et L4G1
	Hs:0,83	pente régulière		eaux est en état de dégradation	
	Hb::0,69				
	Larg: 3,80				
	Pente: 0,82%				
Casiers	Dimensions	Etat de radier	Etat de murets	Etat des batardeaux	Dispositions à prendre
	en m				

Casiers	Dimensions	Etat de radier	Etat de murets	Etat des batardeaux	Dispositions à prendre
	en m				
7	Lc :25,96	radier propre présence	Fissures bien marquées (12m dont	Batardeau endommagé dont les	Reprise des fissures, pose
	Lr :24,53	d'arbustes de 0,8m de haut et	6m à colmater) sur les murets	bastings L7D1 et L7G1 rongés par	d'enduits et remplacement des
	Ht :0,64	une zone de dépression de 7m;	gauche et droit	les termites et les eaux est en état de	bastings L7D1et L7G1
	Hs :0,86	pente irrégulière		dégradation	
	Hb:0,70				
	Larg: 3,795				
	Pente : 0,82%				
8	Lc :25,96	Radier propre présence	Fissures bien marquées (12m dont	Batardeau endommagé dont les	Reprise des fissures, pose
	Lr :24,54	d'herbes et d'arbustes de 1m de	6m à colmater) sur les murets	bastings L8(G3D3, G2D2), L8D1 et	d'enduits et remplacement des
	Ht :0,62	haut; pente irrégulière	gauche et droit	L8G1 rongés par les termites et les	bastings, L8G3, 8D3, L8G2,
	Hs :0,79			eaux est en état de dégradation	L8D2 L8D1 et L8G1
	Hb :0,69				
	Larg: 3,81				
	Pente: 0,82%				
9	Lc :26,03	Radier propre présence	Fissures bien marquées (14m dont	Batardeau endommagé dont les	Reprise des fissures, pose
	Lr :24,54	d'arbustes de 0,8m de haut et	6m à colmater) sur les murets	bastings L9D1 et L9G1 rongés par	d'enduits et remplacement des
	Ht :0,64	une zone de dépression de 4m;	gauche et droit	les termites et les eaux est en état de	bastings L9D1et L9G1
	Hs :0,82	pente irrégulière		dégradation	
	Hb:0,70				
	Larg: 3,81				
	Pente : 0,82%				
Casiers	Dimensions	Etat de radier	Etat de murets	Etat des batardeaux	Dispositions à prendre
	en m				

Casiers	Dimensions	Etat de radier	Etat de murets	Etat des batardeaux	Dispositions à prendre
	en m				
10	Lc :25,96	Radier propre avec présence	Fissures bien marquées (18m dont	Batardeau endommagé dont les	Reprise des fissures, pose
	Lr :24,50	d'arbustes de 1,5m de haut;	6m à colmater) sur les murets	bastings L10D1 et L10G1 rongés par	d'enduits et remplacement des
	Ht :0,61	pente régulière	gauche et droit	les termites et les eaux est en état de	bastings L10D1et L10G1
	Hs :0,91			dégradation	
	Hb:0,69				
	Larg: 3,80				
	Pente : 0,84%				
11	Lc :25,93	Radier enherbé avec présence	Fissures bien marquées (16m dont	Batardeau endommagé dont les	Reprise des fissures, pose
	Lr :24,55	d'arbustes vers la sortie et une	6m à colmater) sur les murets	bastings L11D1 et L11G1 rongés par	d'enduits et remplacement des
	Ht :0,65	zone de dépression de 3m;	gauche et droit	les termites et les eaux est en état de	bastings L4D1et L4G1
	Hs :0,86	pente irrégulière		dégradation	
	Hb:0,70				
	Larg: 3,80				
	Pente: 0,93%				
12	Lc :25,90	Fond de radier propre présence	Fissures bien marquées (10m dont	Batardeau endommagé dont les	Reprise des fissures, pose
	Lr :24,52	d'herbes; pente irrégulière	6m à colmater) sur les murets	bastings L12D1 et L12G1 rongés par	d'enduits et remplacement des
	Ht :0,65		gauche et droit	les termites et les eaux est en état de	bastings L12D1et L12G1
	Hs :0,85			dégradation	
	Hb:0,70				
	Larg: 3,76				
	Pente : 0,86%				
Casiers	Dimensions	Etat de radier	Etat de murets	Etat des batardeaux	Dispositions à prendre
	en m				

Casiers	Dimensions	Etat de radier	Etat de murets	Etat des batardeaux	Dispositions à prendre
	en m				
13	Lc :25,83	Radier propre présence d'une	Fissures bien marquées (12m dont	Batardeau endommagé dont les	Reprise des fissures, pose
	Lr :24,52	zone de dépression de 3m, de 3	9m à colmater) sur les murets	bastings L13D1 et L13G1 rongés par	d'enduits et remplacement des
	Ht :0,64	arbustes et 1 arbuste entre le	gauche et droit	les termites et les eaux est en état de	bastings L13D1et L13G1
	Hs :0,85	plot de talus; pente irrégulière		dégradation	
	Hb:0,70				
	Larg: 3,82				
	Pente: 0,87%				
14	Lc :25,83	Fond de radier propre présence	Fissures bien marquées sur les	Batardeau endommagé dont les	Reprise des fissures, pose
	Lr :24,52	d'arbustes; pente régulière	murets gauche et droit	bastings L14D1 et L14G1 rongés par	d'enduits et remplacement des
	Ht :0,64			les termites et les eaux est en état de	bastings L14D1et L14G1
	Hs :0,76			dégradation	
	Hb:0,70				
	Larg: 4,34				
	Pente : 0,59%				
15	Lc :25,75	Fond de radier propre présence	Fissures bien marquées (10m dont	Batardeau endommagé dont les	Reprise des fissures, pose
	Lr :24,35	d'une touffe d'herbes et une	5m à colmater) sur le muret gauche	bastings L15D1 et L15G1 pourris	d'enduits et remplacement des
	Ht :0,66	zone de dépression de 4m;		sous les eaux, est en état de	bastings L15D1et L15G1
	Hs :0,85	pente régulière		dégradation	
	Hb:0,70				
	Larg: 2,68				
	Pente: 0,72%				
Casiers	Dimensions	Etat de radier	Etat de murets	Etat des batardeaux	Dispositions à prendre
	en m				

Casiers	Dimensions	Etat de radier	Etat de murets	Etat des batardeaux	Dispositions à prendre
	en m				
16	Lc :25,82	Fond de radier propre avec une	Fissures bien marquées (20m dont	Batardeau endommagé dont les	Reprise des fissures, pose
	Lr :24,37	zone de dépression de 10m;	10m à colmater) sur le muret gauche	bastings L16D1 et L16G1 pourris	d'enduits et remplacement des
	Ht :0,66	pente irrégulière	et droit	sous eaux est en état de dégradation	bastings L16D1et L16G1
	Hs :0,84				
	Hb:0,71				
	Larg: 3,79				
	Pente : 0,59%				
17	Lc :26,03	Fond de radier propre avec une	Fissures bien marquées (15m dont	Batardeau endommagé dont les	Reprise des fissures, pose
	Lr :24,44	zone de dépression de 8m;	7m à colmater) sur le muret droit	bastings L17D1 et L17G1 rongés par	d'enduits et remplacement des
	Ht :0,66	pente irrégulière		les termites et les eaux est en état de	bastings L17D1et L17G1
	Hs :0,85			dégradation	
	Hb:0,70				
	Larg: 3,78				
	Pente : 0,65%				
18	Lc :25,95	Radier propre présence de	Fissures bien marquées (10m dont	Batardeau endommagé dont les	Reprise des fissures, pose
	Lr :24,52	plantes rampantes et d'arbustes	6m à colmater) sur le muret gauche	bastings L18D1 et L18G1 rongés par	d'enduits et remplacement des
	Ht :0,67	de 1,5m de haut et une zone de		et les eaux est en état de dégradation	bastings L18D1et L18G1
	Hs :0,85	dépression de 6m; pente			
	Hb:0,71	régulière			
	Larg: 3,80				
	Pente : 0,53%				
Casiers	Dimensions	Etat de radier	Etat de murets	Etat des batardeaux	Dispositions à prendre
	en m				

Casiers	Dimensions	Etat de radier	Etat de murets	Etat des batardeaux	Dispositions à prendre	
	en m					
19	Lc :25,93	Fond de radier propre présence	Fissures bien marquées (12m dont	Batardeau endommagé dont les	Reprise des fissures, pose	
	Lr :24,45	d'herbes et d'arbustes et une	6m à colmater) sur le muret gauche	bastings L19D1 et L19G1 rongés par	d'enduits et remplacement des	
	Ht:0,62	zone de dépression de 7m;	et droit	les eaux est en état de dégradation	bastings L19D1et L19G1	
	Hs :0,84	pente irrégulière				
	Hb:0,69					
	Larg: 3,80					
	Pente : 0,56%					
20	Lc :26,01	Fond de radier propre présence	Fissures bien marquées (10m dont	Batardeau endommagé dont les	Reprise des fissures, pose	
	Lr :24,46	d'herbes et d'arbustes et une	6m à colmater) sur les murets	bastings L20D1 et L20G1 rongés par	d'enduits et remplacement des	
	Ht :0,66	zone de dépression de 6m;	gauche et droit	les eaux est en état de dégradation	bastings L20D1et L20G1	
	Hs :0,84	pente régulière				
	Hb:0,70					
	Larg: 3,79					
	Pente : 0,47%					
21	Lc :25,95	Fond de radier propre présence	Fissures bien marquées (15m dont	Batardeau endommagé dont les	Reprise des fissures, pose	
	Lr :24,42	de plantes rampantes et	10m à colmater) sur les murets	bastings L21D1 et L421G1 rongés	d'enduits et remplacement des	
	Ht :0,67	d'arbustes et une zone de	gauche et droit	par les eaux est en état de	bastings L421D1et L421G1	
	Hs :0,81	dépression de 6m; pente		dégradation		
	Hb:0,71	irrégulière				
	Larg: 3,81					
	Pente : 0,60%					
Casiers	Dimensions	Etat de radier	Etat de murets	Etat des batardeaux	Dispositions à prendre	
	en m					

Casiers	Dimensions	Etat de radier	Etat de murets	Etat des batardeaux	Dispositions à prendre
	en m				
22	Lc :25,95	Fond de radier propre avec une	Fissures bien marquées (12m dont	Batardeau endommagé dont les	Reprise des fissures, pose
	Lr :24,50	zone de dépression de 6m;	5m à colmater) sur les murets	bastings L22D1 et L22G1 rongés par	d'enduits et remplacement des
	Ht :0,64	pente régulière	gauche et droit	les eaux est en état de dégradation	bastings L22D1et L22G1
	Hs :0,79				
	Hb:0,69				
	Larg: 3,80				
	Pente: 0,73%				
23	Lc :26,00	Fond de radier propre et une	Fissures bien marquées (10m dont	Batardeau endommagé dont les	Reprise des fissures, pose
	Lr :24,57	zone de dépression de 6m;	5m à colmater) sur les murets	bastings L23D1 et L23G1 rongés par	d'enduits et remplacement des
	Ht :0,66	pente irrégulière	gauche et droit	les eaux est en état de dégradation	bastings L233D1et L23G1
	Hs :0,80				
	Hb:0,70				
	Larg: 3,78				
	Pente: 0,73%				
24	Lc :26,00	Fond de radier propre et une	Fissures bien marquées (10m dont	Batardeau endommagé dont les	Reprise des fissures, pose
	Lr :24,57	zone de dépression de 6m;	6m à colmater) sur les murets	bastings L24D1 et L24G1 rongés par	d'enduits et remplacement des
	Ht :0,63	pente régulière	gauche et droit	les eaux est en état de dégradation	bastings L24D1et L24G1
	Hs :0,82				
	Hb:0,70				
	Larg: 3,81				
	Pente : 0,69%				
Casiers	Dimensions	Etat de radier	Etat de murets	Etat des batardeaux	Dispositions à prendre
	en m				

Casiers	Dimensions	Etat de radier	Etat de murets	Etat des batardeaux	Dispositions à prendre
	en m				
25	Lc :26,02	Fond de radier propre et une	Fissures bien marquées (12m dont	Batardeau endommagé dont les	Reprise des fissures, pose
	Lr :24,49	zone de dépression de 6m;	6m à colmater) sur les murets	bastings L25D1 et L25G1 rongés par	d'enduits et remplacement des
	Ht :0,61	pente régulière	gauche et droit	les eaux est en état de dégradation	bastings L25D1et L25G1
	Hs :0,81				
	Hb:0,70				
	Larg: 3,82				
	Pente : 0,83%				
26	Lc :26,03	Fond de radier propre avec une	Fissures bien marquées (12m dont	Batardeau endommagé dont les	Reprise des fissures, pose
	Lr :24,36	zone de dépression de 6m;	8m à colmater) sur les murets	bastings L22D1 et L22G1 rongés par	d'enduits et remplacement des
	Ht :0,61	pente régulière	gauche et droit	les eaux est en état de dégradation	bastings L22D1et L22G1
	Hs :0,83				
	Hb:0,70				
	Larg: 3,76				
	Pente :0,83%				
27	Lc :25,96	Fond de radier propre avec une	Fissures bien marquées (12m dont	Batardeau endommagé dont les	Reprise des fissures, pose
	Lr :24,24	zone de dépression de 7m;	6m à colmater) sur les murets	bastings L27D1 et L27G1 rongés par	d'enduits et remplacement des
	Ht :0,63	pente régulière	gauche et droit	les eaux est en état de dégradation	bastings L27D1et L27G1
	Hs :0,83				
	Hb:0,70				
	Larg: 3,83				
	Pente : 0,76%				
Casiers	Dimensions	Etat de radier	Etat de murets	Etat des batardeaux	Dispositions à prendre
	en m				

Evaluation des performances des lits de séchage des boues de vidange

Casiers	Dimensions	Etat de radier	Etat de murets	Etat des batardeaux	Dispositions à prendre
	en m				
28	Lc :26,03	radier propre présence d'herbes	Fissures bien marquées (10m dont	Batardeau endommagé dont les	Reprise des fissures, pose
	Lr :24,54	et d'ordures issues des bassins	5m à colmater) sur le muret et droit	bastingsL28D1 et L28G1 rongés les	d'enduits et remplacement des
	Ht :0,64	anaérobies; pente régulière		eaux est en état de dégradation	bastings L28D1et L28G1
	Hs :0,82				
	Hb:0,70				
	Larg :3,81				
	Pente : 0,82%				

Lc: longueur en crête; Lr: longueur radier; Larg.: largeur; Ht: hauteur muret en tête; Hs: hauteur muret à la sortie; Hb: hauteur de seuil en basting

ANNEXE 6 ANALYSE DE MATIERES SECHES DES BV

RESULTATS D'ANALYSE DE MATIERES SECHES DES BV LIQUIDES

Echantillon Date	1	2	3	4	5	6
prelevement	mercredi		samedi	05 mai	lundi 07 mai	
origine	Fosse communautaire	Fosse communautaire	Fosse prive	ée/familiale	Fosse com	munautaire
g	Boue	Boue	Boue	Lixiviat	ILixiviat	Boue
рН	8	7,74	7,68	7,49	7,01	4,04
T°	24,1°C	24,0°C	34°C	33,2°C	28,7°C	28,6°C
Conductivité	5,5ms/cm	8,34ms/cm	4,03ms/cm	7,45ms/cm	3,83ms/cm	7,3ms/cm
DCO (mgO2/l)	935	851	970	844	858	1940
DBO5(mgO2/l)	48	42	49	44	30	51
M_0	66,3532	65,693	76,9328	87,4842	88,4333	64,3779
M_1	116,2376	115,9978	126,9008	137,4365	138,0326	114,5023
M_2	66,7563	66,5806	77,19	87,5867	88,509	65,1149
M_3	66,4646	66,3925	77,069	87,5459	88,4684	64,6331
M_e	49,4813	49,4172	49,7108	49,8498	49,5236	49,3874
-	0,989626	0,988344	0,994216	0,996996	0,990472	0,987748
M_s	0,4031	0,8876	0,2572	0,1025	0,0757	0,737
M_{m}	0,2917	0,6995	0,1362	0,0408	0,0406	0,4818
Humidité	0,99	0,98	0,99	1,00	1,00	0,99
taux de Ms	0,008	0,018	0,005	0,002	0,002	0,015
taux de Mm	0,006	0,014	0,003	0,001	0,001	0,010
	5,555	2,2 : :	2,222	2,221	2,221	2,212
Carbone C	0,155	0,371	0,072	0,022	0,022	0,255
Azote N	0,035	0,084	0,016	0,005	0,005	0,058
Phosphore P	0,018	0,043	0,008	0,003	0,003	0,030
Rapport N/C	0,226	0,226	0,226	0,226	0,226	0,226
Rapport P/C	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117

MATIERES SECHES DU LIT PERCOLANT

mercredi 09 mai du lit percolant			jeudi 10 mai du lit percolant		
	casi	er 8	casier 8		
	tête	sortie		tête	sortie
M_0	67,2754	64,0638	M_0	65,6956	67,7667
M_1	86,9025	147,3512	M_1	82,308	98,1978
M_2	76,2469	77,6236	M_2	79,1978	73,4068
M_3	73,9496	65,3491	M_3	71,6716	69,1787
M_{e}	10,6556	69,7276	M_e	3,1102	24,791
M_s	8,9715	13,5598	M_s	13,5022	5,6401
M_{m}	6,6742	1,2853	M_{m}	5,976	1,412
Humidité	0,542902	0,837193	Humidité	0,18722159	0,81466
taux de Ms	0,457098	0,162807	taux de Ms	0,81277841	0,18534
taux de Mm	0,34005	0,015432	taux de Mm	0,35973129	0,0463999

vendredi 11 mai du lit percolant			samedi 12 mai du lit percolant		
	casi	er 8	casier 8		
	tête	sortie		tête	sortie
M_0	65,0164	66,1465	M_0	65,6907	67,2781
M_1	75,2612	121,0156	M_1	73,258	123,9801
M_2	73,4675	78,4617	M_2	72,8398	91,6098
M_3	67,9549	70,7793	M_3	67,7866	73,9469
M_e	1,7937	42,5539	M_e	0,4182	32,3703
M_s	8,4511	12,3152	M_s	7,1491	24,3317
M_{m}	2,9385	4,6328	M_{m}	2,0959	6,6688
Humidité	0,175084	0,775553	Humidité	0,0552641	0,57088462
taux de Ms	0,824916	0,224447	taux de Ms	0,9447359	0,42911538
taux de Mm	0,286828	0,084434	taux de Mm	0,27696801	0,11761137

dimanche 13 mai du lit percolant			lundi 14 mai du lit percolant		
	casi	er 8	casier 8		
	tête	sortie		tête	sortie
M_0	65,0181	66,1466	M_0	67,7644	65,749
M_1	76,6951	97,8169	M_1	76,6451	98,0283
M_2	75,8159	86,3841	M_2	72,9521	82,6134
M_3	68,3731	76,6106	M_3	73,9496	73,2164
M_e	0,8792	11,4328	M_e	3,693	15,4149
M_s	10,7978	20,2375	M_s	5,1877	16,8644
M _m Humidité taux de Ms taux de Mm	3,355 0,075293 0,924707 0,287317	10,464 0,360994 0,639006 0,330404	M _m Humidité taux de Ms taux de Mm	6,1852 0,4158456 0,5841544 0,69647663	7,4674 0,47754753 0,52245247 0,23133711

mardi 15 mai du lit percolant		mercredi 16 mai du lit percolant			
	casi	ier 8		er 8	
	tête	sortie		tête	sortie
M_0	64,0775	64,3005	M_0	65,0152	66,144
M_1	75,3509	91,6845	M_1	72,2144	88,6268
M_2	74,8228	76,2973	M_2	72,1038	87,8943
M_3	67,3615	69,7212	M_3	67,0831	75,152
M_{e}	0,5281	15,3872	M_e	0,1106	0,7325
M_s	10,7453	11,9968	M_s	7,0886	21,7503
M_{m}	3,284	5,4207	M_{m}	2,0679	9,008
Humidité	0,046845	0,561905	Humidité	0,01536282	0,03258046
taux de Ms	0,953155	0,438095	taux de Ms	0,98463718	0,96741954
taux de Mm	0,291305	0,197951	taux de Mm	0,28724025	0,40066184

jeudi 17 mai du lit percolant			vendredi 18 mai du lit percolant		
	cas	ier 8		casier 8	
	tête	sortie		tête	sortie
M_0	67,2779	67,2919	M_0	67,7674	65,0194
M_1	72,8006	90,5376	M_1	74,547	81,4721
M_2	72,6311	85,6402	M_2	74,1398	80,7497
M_3	68,9665	75,6474	M_3	69,8348	72,4339
M _e	0,1695	4,8974	M _e	0,4072	0,7224
M_s	5,3532	18,3483	M_s	6,3724	15,7303
M_{m}	1,6886	8,3555	M_{m}	2,0674	7,4145
Humidité	0,030692	0,21068	Humidité	0,06006254	0,04390769
taux de Ms	0,969308	0,78932	taux de Ms	0,93993746	0,95609231
taux de Mm	0,305756	0,359443	taux de Mm	0,30494424	0,45065552

samedi 19 mai du lit percolant		dimanche 20 mai du lit percolant		
casie	r 8	casier 8		
tête	sortie		tête	sortie
64,9197	64,3069	M_0	65,7527	66,1516
95,5797	84,907	M_1	86,0061	80,3125
94,1276	83,6839	M_2	85,4776	79,8331
77,7425	71,5231	M_3	74,7648	72,2033
1,4521	1,2231	M_{e}	0,5285	0,4794
29,2079	19,377	M_s	19,7249	13,6815
12,8228 0,047361 0,952639 0,418226	7,2162 0,059373 0,940627 0,350299	M _m Humidité taux de Ms taux de Mm	9,0121 0,02609438 0,97390562 0,44496726	6,0517 0,03385378 0,96614622 0,42735278
	casie tête 64,9197 95,5797 94,1276 77,7425 1,4521 29,2079 12,8228 0,047361 0,952639	casier 8 tête sortie 64,9197 64,3069 95,5797 84,907 94,1276 83,6839 77,7425 71,5231 1,4521 1,2231 29,2079 19,377 12,8228 7,2162 0,047361 0,059373 0,952639 0,940627	casier 8 tête sortie 64,9197 64,3069 M ₀ 95,5797 84,907 M ₁ 94,1276 83,6839 M ₂ 77,7425 71,5231 M ₃ 1,4521 1,2231 M _e 29,2079 19,377 M _s 12,8228 7,2162 M _m 0,047361 0,059373 Humidité 0,952639 0,940627 taux de Ms	casier 8 casie tête sortie tête 64,9197 64,3069 Mo 65,7527 95,5797 84,907 Mo 86,0061 94,1276 83,6839 Mo 85,4776 77,7425 71,5231 Mo 74,7648 1,4521 1,2231 Mo 0,5285 29,2079 19,377 Mo 19,7249 12,8228 7,2162 Mo 9,0121 10,047361 0,059373 Humidité 0,02609438 0,952639 0,940627 taux de Ms 0,97390562

lundi 21 mai du lit percolant		mardi 22 mai du lit percolant			
	casi			casie	_
	tête	sortie		tête	sortie
M_0	67,7764	65,0194	M_0	66,3605	65,0171
M_1	74,5564	81,4721	M_1	77,1919	90,4641
M_2	74,3898	80,7497	M_2	76,9416	89,4332
M_3	73,9496	65,3491	M_3	69,2981	76,4696
M_{e}	0,1666	0,7224	M_{e}	0,2503	1,0309
M_s	6,6134	15,7303	M_s	10,5811	24,4161
M_{m}	6,1732	0,3297	M_{m}	2,9376	11,4525
Humidité	0,024572	0,043908	Humidité	0,02310874	0,04051165
taux de Ms	0,975428	0,956092	taux de Ms	0,97689126	0,95948835
taux de Mm	0,910501	0,020039	taux de Mm	0,27121148	0,45005305
mercredi 23 m	-		jeudi 24 mai du	-	_
		er 8		casie	-
	tête	sortie		tête	sortie
M_0	67,2937	66,3581	M_0	64,382	64,9224
M_1	76,5751	84,9793	M_1	69,9492	81,6296
M_2	76,3695	84,2874	M_2	69,8344	81,1202
M_3	70,1113	74,5317	M_3	65,7691	72,7098
M_e	0,2056	0,6919	M_e	0,1148	0,5094
M_s	9,0758	17,9293	M_s	5,4524	16,1978
M_{m}	2,8176	8,1736	M_{m}	1,3871	7,7874
Humidité	0,022152	0,037157	Humidité	0,02062078	0,03048985
taux de Ms	0,977848	0,962843	taux de Ms	0,97937922	0,96951015
taux de Mm	0,303575	0,438941	taux de Mm	0,24915577	0,46611042
	a: do lit mana	.la.u.t			
vendredi 25 ma	aı du iit perco casi		samedi 26 mai du lit percolant casier 8		
	tête	sortie		tête	sortie
M_0	65,7503	67,7655	M_0	64,3056	88,4396
M_1	74,9134	104,1873	M_1	72,7393	106,5308
M_2	74,7335	103,1655	M_2	71,5756	104,6246
M_3	69,0316	83,1847	M_3	67,1412	96,1948
M _e	0,1799	1,0218	M_{e}	1,1637	1,9062
M_s	8,9832	35,4	M_s	7,27	16,185
M_m	3,2813	15,4192	M_{m}	2,8356	7,7552
Humidité	0,019633	0,028055	Humidité	0,13798214	0,10536614
taux de Ms	0,980367	0,971945	taux de Ms	0,86201786	0,89463386

0,423351

taux de Mm

0,33622254

0,358099

taux de Mm

0,4286725

dimanche 27 mai du lit percolant		lundi 28 mai du lit percolant			
	casi	ier 8	casier 8		
	tête	sortie		tête	sortie
M_0	67,9387	67,7664	M_0	66,3557	65,0437
M_1	78,1888	89,7122	M_1	77,9103	97,9296
M_2	77,5564	88,8506	M_2	76,9352	95,4746
M_3	70,7256	77,3429	M_3	69,9239	79,6175
M_e	0,6324	0,8616	M_e	0,9751	2,455
M_s	9,6177	21,0842	M_s	10,5795	30,4309
M_{m}	2,7869	9,5765	M_{m}	3,5682	14,5738
Humidité	0,061697	0,03926	Humidité	0,08439063	0,07465205
taux de Ms	0,938303	0,96074	taux de Ms	0,91560937	0,92534795
taux de Mm	0.27189	0.436371	taux de Mm	0.30881207	0.44316257

matières sèches du lit percolant

Date	ms	Date	ms
09-mai	0,457	09-mai	0,163
10-mai	0,813	10-mai	0,185
11-mai	0,825	11-mai	0,224
12-mai	0,945	12-mai	0,429
13-mai	0,925	13-mai	0,639
14-mai	0,584	14-mai	0,522
15-mai	0,953	15-mai	0,438
16-mai	0,985	16-mai	0,967
17-mai	0,969	17-mai	0,962
18-mai	0,940	18-mai	0,956
19-mai	0,953	19-mai	0,941
20-mai	0,968	20-mai	0,966
21-mai	0,940	21-mai	0,956
22-mai	0,977	22-mai	0,959
23-mai	0,978	23-mai	0,963
24-mai	0,979	24-mai	0,970
25-mai	0,980	25-mai	0,972
26-mai	0,862	26-mai	0,895
27-mai	0,938	27-mai	0,961

Teneur en eau

Date	tête	Date	sortie
09-mai	0,543	09-mai	0,775
10-mai	0,187	10-mai	0,880
11-mai	0,175	11-mai	0,776
12-mai	0,055	12-mai	0,571
13-mai	0,075	13-mai	0,329
14-mai	0,416	14-mai	0,478
15-mai	0,047	15-mai	0,562
16-mai	0,015	16-mai	0,258
17-mai	0,031	17-mai	0,211
18-mai	0,060	18-mai	0,044
19-mai	0,047	19-mai	0,059
20-mai	0,032	20-mai	0,034
21-mai	0,060	21-mai	0,044
22-mai	0,0231	22-mai	0,0405
23-mai	0,0222	23-mai	0,0372
24-mai	0,0206	24-mai	0,0305
25-mai	0,0196	25-mai	0,0281
26-mai	0,138	26-mai	0,105
27-mai	0,062	27-mai	0,039
28-mai	0,512	28-mai	0,521

matières sèches du lit étanche

dimanche 20 mai du lit étanche		lundi 21 mai du lit étanche			
	casie	r 8		cas	ier 8
	tête	sortie		tête	sortie
M_0	64,085		M_0	67,2822	67,7679
M_1	94,7832		M_1	80,4219	84,507
M_2	78,1128		M_2	78,8436	75,0411
M_3	72,8191		M_3	71,5512	73,9119
M_e	16,6704		M_e	1,5783	9,4659
M_s	14,0278		M_s	11,5614	7,2732
M_{m}	8,7341		M_{m}	4,269	6,144
Humidité	0,54304161		Humidité	0,1201169	0,56549635
taux de Ms taux de	0,45695839		taux de Ms	0,8798831	0,43450365
Mm	0,28451505		taux de Mm	0,32489326	0,36704482

mardi 22 mai du lit étanche			mercredi 23 mai du lit étanche		
	cas	ier 8	casier 8		
	tête	sortie		tête	sortie
M_0	65,6948	67,2944	M_0	65,0172	65,694
M_1	76,7696	110,7142	M_1	78,3103	91,6669
M_2	76,0809	86,6624	M_2	77,5835	77,7931
M_3	70,5401	80,7566	M_3	70,6352	72,0172
M_e	0,6887	24,0518	M_e	0,7268	13,8738
M_s	10,3861	19,368	M_s	12,5663	12,0991
M_{m}	4,8453	13,4622	M_{m}	5,618	6,3232
Humidité	0,06218622	0,55393622	Humidité	0,05467498	0,53416446
taux de Ms taux de	0,93781378	0,44606378	taux de Ms	0,94532502	0,46583554
Mm	0,43750677	0,31004749	taux de Mm	0,42262527	0,24345375

jeudi 24 mai du lit étanche			vendredi 25 mai du lit étanche		
	cas	ier 8	casier 8		
	tête	sortie		tête	sortie
M_0	66,1471	64,0825	M_0	64,3041	67,2816
M_1	84,3937	82,0712	M_1	95,1253	98,2809
M_2	83,8876	76,9896	M_2	94,1326	89,6613
M_3	75,6221	71,4446	M_3	78,6761	83,5543
M_e	0,5061	5,0816	M_e	0,9927	8,6196
M_s	17,7405	12,9071	M_s	29,8285	22,3797
M_{m}	9,475	7,3621	M_{m}	14,372	16,2727
Humidité	0,02773667	0,28248845	Humidité	0,03220835	0,27805789
taux de Ms taux de	0,97226333	0,71751155	taux de Ms	0,96779165	0,72194211
Mm	0,51927482	0,40926248	taux de Mm	0,46630242	0,52493766

samedi 26 mai du lit étanche			dimanche 27 mai du lit étanche			
	cas	ier 8		casier 8		
	tête	sortie		tête	sortie	
M_0	64,0827	87,4985	M_0	64,3824	76,9387	
M_1	82,4082	115,0888	M_1	86,3846	106,9542	
M_2	79,9627	109,9822	M_2	85,2499	103,6529	
M_3	71,0216	101,6203	M_3	74,3418	95,2432	
M_e	2,4455	5,1066	M_{e}	1,1347	3,3013	
M_s	15,88	22,4837	M_s	20,8675	26,7142	
M_{m}	6,9389	14,1218	M_{m}	9,9594	18,3045	
Humidité	0,13344793	0,18508679	Humidité	0,05157212	0,10998651	
taux de Ms taux de	0,86655207	0,81491321	taux de Ms	0,94842788	0,89001349	
Mm	0,37864724	0,51183931	taux de Mm	0,45265473	0,60983492	

lundi 28 mai du lit étanche

	casier 8				
	tête	sortie			
M_0	67,3651	65,6933			
M_1	97,2462	98,127			
M_2	85,2499	103,6529			
M_3	74,3418	95,2432			
M_e	11,9963	-5,5259			
M_s	17,8848	37,9596			
M_{m}	6,9767	29,5499			
Humidité	0,40146782	0,17037526			
taux de Ms	0,59853218	1,17037526			
taux de Mm	0,23348203	0,91108631			

matières sèches du lit étanche

	0.0	4110110	
Date	ms	Date	ms
20-mai	0,457	20-mai	
21-mai	0,880	21-mai	0,435
22-mai	0,938	22-mai	0,446
23-mai	0,945	23-mai	0,466
24-mai	0,972	24-mai	0,718
25-mai	0,968	25-mai	0,722
26-mai	0,867	26-mai	0,815
27-mai	0,948	27-mai	0,890

Teneur en eau

Date	tête	Date	sortie
20-mai	0,543	20-mai	
21-mai	0,120	21-mai	0,565
22-mai	0,062	22-mai	0,554
23-mai	0,055	23-mai	0,534
24-mai	0,028	24-mai	0,282
25-mai	0,032	25-mai	0,278
26-mai	0,133	26-mai	0,185
27-mai	0,052	27-mai	0,110

ANNEXE 7

	DONNEES DU MOIS D'AVRIL						
Jour	Temp min Tn	Temp max Ix	Evaporation	Insolation	Précipitations		
1	29	39,2	10	6,3			
2	30,5	39,5	10,7	0			
3	30,7	41,4	11,9	0			
4	33	42,3	11,5	0			
5	22	37	8,2	0	11,4		
6	24,3	36,5	5,7	5,5			
7	26,4	38,3	10,3	7			
8	26,6	38,4	9,4	8,1			
9	27	40,8	9,7	9,7			
10	26	42,3	12,4	10			
11	30,2	42,4	9,9	9,3			
12	28	40,2	10,4	6			
13	27,6	38,5	9,9	1,9			
14	29	40,5	10,8	8,6			
15	30,5	41,5	11,6	8,2			
16	30,5	40,5	11,5	6,6			
17	29,6	39,6	17	8,5	30,2		
18	22	32,4	2,5	0,2	1,7		
19	25	37,6	7,6	10,6			
20	28,6	39,5	10,1	8,3			
21	27,7	40,8	11,1	10,7			
22	25,1	35,6	10,2	3,3	20,2		
23	24,5	37,5	7	6,2			
24	27,5	40	10,7	9,4			
25	27,5	40	9,5	10,6			
26	29	39,9	11,8	9,9			
27	28,4	37,6	10,5	5,7	22,2		
28	24	37,4	5,3	5,4			
29	28,5	38,6	9,4	5,1	TR		
30	25,5	37	7,4	4,1	TR		
	27,5	39,1	9,8	6,2			

ANNEXE 8

	DONNEES DU MOIS DE MAI								
Jour	Tmin	Tmax	Tmoy	Hrmin	Hrmax	Hrmoy	Insolation	Evaporation	Pluviométrie
1	24	37,5	30,75	34	77	55,5	6,7	6,5	
2	24,5	33,1	28,8	48	81	64,5	0,3	5,6	
3	26,1	40	33,05	32	79	55,5	10,7	12,1	
4	28,2	40,9	34,55	29	69	49	10,8	10,2	
5	30	39,5	34,75	35	73	54	10,9	11,1	
6	29,2	38	33,6	41	83	62	10,3	9,5	0,6
7	27,5	36,5	32	48	79	63,5	8,4	9,8	
8	26,4	39,1	32,75	26	76	51	9	12,3	
9	29,2	39	34,1	16	40	28	0,1	7,2	
10	30,3	41,2	35,75	22	63	42,5	6,4	8,4	
11	31	39,8	35,4	29	67	48	4	12,7	
12	30	39	34,5	35	66	50,5	3,7	10,9	
13	30	39,5	34,75	33	84	58,5	7,6	14,1	36
14	24	30	27	53	87	70	0	5,8	
15	25,2	34,5	29,85	46	84	65	8,7	12,3	TR
16	27	34,2	30,6	47	80	63,5	2,7	4	
17	27,5	37,9	32,7	39	79	59	7,5	7,9	
18	28,5	39,3	33,9	30	73	51,5	10,1	10	
19	28	39,6	33,8	29	71	50	10,8	8,8	
20	27,5	39,7	33,6	25	67	46	11,1	11,1	
21	29,2	40,8	35	24	73	48,5	9,9	10	
22	27,4	38	32,7	34	73	53,5	10,4	13,4	
23	29	36,7	32,85	40	69	54,5	8,6	12,3	
24	28	39,8	33,9	27	69	48	10,5	11,5	
25	29,1	39,1	34,1	34	68	51	9,3	10,3	
26	22,1	33,7	27,9	46	95	70,5	3,4	4,9	4,6
27	26,8	40,3	33,55	25	73	49	10,8	10,5	
28	27,3	34,3	30,8	48	78	63	2,8	7,6	1,5
29	26,5	38,7	32,6	34	79	56,5	11	11	
30	27,4	31,2	29,3	51	71	61	0	4,3	TR
31	25,5	37,4	31,45	37	79	58	11,3	9,3	
Moyenne	27,5	37,7	32,6	35,4	74,4	54,9	7,3	9,5	10,7
Total		,		,			227,8	295,4	42,7

ANNEXE 9
Devis quantitatif et estimatif des travaux confortatifs des lits et de station de pompage

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total
I-Lits de séchage				
I-1 Nettoyage général	U	28	500	14 000
I-2 Remblais des zones de dépression	m ²	20	3750	75 000
I-3 Colmatage des grosses fissures	ml	194	1600	310 400
I-4 Pose d'enduit lissé sur les parois	m ²	1050	3600	3 780 000
I-5 pose de bastings plastiques	U	280	42 750	11 970 000
I-6 Fourniture et pose de limnimètres	U	28	15 000	420 000
I-7 pose de dégrilleur amovible	U	2	25000	50 000
Sous total I				16 619 400
II- Station de pompage de percolât				
II-1 curage de bassins	U	2	5000	10 000
II-2 construction de cabine	U	2	6500	13 000
II-3 pose de motopompe	U	2		PM
II-4 pose de canalisation en PVC 100	ml	68	6000	408 000
II-5 canalisation d'aspiration en fonte D 90	ml	8	28398	227 184
II-6 pose de crépines	U	2	122846	245 692
II-7 Clapet	U	2	296500	593 000
Sous total II				1 496 876
III- Tapis drainant de sable				
I-8 Fourniture et pose d'un tapis drainant de sable	m ³			
Sous total III				
IV- Aire de stockage de BV séchées				PM
Réserve pour Imprévus (10 %)				1 811 628
TOTAL GENERAL				19 927 904

 ${\bf ANNEXE~10}$ Devis quantitatif et estimatif des travaux confortatifs des lits

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total
I-Lits de séchage				
I-1 Nettoyage général	U	28	500	
I-2 Remblais des zones de dépression	m ²	20	3750	
I-3 Colmatage des grosses fissures	ml	194	1600	
I-4 Pose d'enduit lissé sur les parois	m ²	1050	3600	
I-5 pose de Vannes plastiques	U	56	87 750	4 914 000
I-6 Fourniture et pose de limnimètres	U	28	15 000	
I-7 pose de dégrilleur amovible	U	2	25000	
Sous total I				4 914 000
II- Station de pompage de percolât				
II-1 curage de bassins	u			
II-2 construction de cabine	u			
II-3 pose de motopompe	u			
II-4 pose de canalisation en PVC 100	ml			
II-5 canalisation d'aspiration en fonte D 90	ml			
II-6 pose de crépines	u			
II-7 Clapet	u			
Sous total II				
III- Tapis drainant de sable				
I-8 Fourniture et pose d'un tapis drainant de sable	m ³			
Sous total III				
IV- Aire de stockage de BV séchées				PM
Réserve pour Imprévus (10 %)				491 400
TOTAL GENERAL				5 405 400

ANNEXE 11

Devis quantitatif et estimatif des travaux confortatifs des lits

Devis quantitatif et estimatif des travaux confortatifs des lits							
Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total			
I-Lits de séchage							
I-1 Nettoyage général	U	28	500				
I-2 Remblais des zones de dépression	m^2	20	3750				
I-3 Colmatage des grosses fissures	ml	194	1600				
I-4 Pose d'enduit lissé sur les parois	m^2	1050	3600				
I-5 pose de bastings plastiques	U	280	42 750				
I-6 Fourniture et pose de limnimètres	U	28	15 000				
I-7 pose de dégrilleur amovible	U	2	25000				
Sous total I							
II- Station de pompage de percolât							
II-1 curage de bassins	u	2	5000				
II-2 construction de cabine	u	2	6500				
II-3 pose de motopompe	u	2					
II-4 pose de canalisation en PVC 100	ml	68	6000				
II-5 canalisation d'aspiration en fonte D 90	ml	8	28398				
II-6 pose de crépines	u	2	122846				
II-7 Clapet	u	2	296500				
Sous total II							
III- Tapis drainant de sable							
I-8 Fourniture et pose d'un tapis drainant de sable	m ³	212 ,8	10000	2 128 000			
Sous total III							
				212 800			
Réserve pour Imprévus (10 %)							
TOTAL GENERAL				2 340 800			