



Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
International Institute for Water and Environmental Engineering



FORMATION POST-UNIVERSITAIRE (MASTER SPECIALISE) GENIE SANITAIRE ET ENVIRONNEMENT

Mémoire de fin de formation Année 2005-2006

Caractérisation des boues de vidange et performance de la déposante de Cambérène



Présenté par :

Abdoul Aziz NDIAYE

Responsables EIER :

D. ZOUNGRANA

J. WETHE

Encadrement :

ONAS : Mamadou GUEYE/Alioune NDIAYE

SANDEC : Doulaye KONE



Mars 2007

DEDICACES

A

MON ENFANT ALIOUNE NDIAYE ;

A

**MON EPOUSE FATOU BINETOU NGOM
POUR SA PATIENCE ET SA
COMPREHENSION ;**

A

**LA FAMILLE NDIAYE ET MA BELLE
FAMILLE NGOM POUR LEUR CONSEIL
ET LEUR SOUTIEN ;**

A

**MA BELLE MERE BADIENE FATOU DIOP
POUR M'AVOIR SOUTENU MORALEMENT
ET SPIRITUELLEMENT.**

Remerciements

Avant toute chose, je tiens à remercier toutes celles et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Mes remerciements vont particulièrement à ces MM. de l'ONAS pour leur accueil généreux, je veux citer M. ALASSANE DIENG, Directeur des Etudes et Travaux de l'ONAS, M.MAMADOU GUEYE, Chef du service Assainissement Autonome, M.ALIOUNE NDIAYE, Consultant de la banque au service Assainissement Autonome, Ali TOUNKARA Ingénieur Sanitaire et tout le personnel du service Assainissement Autonome.

Mes remerciements vont également à MM.Doulaye KONE de Sandec, WETHE Joseph de l'EIER et Mbaye MBEGUERE chef du projet VELUX, pour leur encadrement. Je les remercie pour leur disponibilité pendant toute la période de réalisation de ce mémoire.

Je tiens également à remercier M.IBRAHIMA NDIONE, Chef du laboratoire de l'ONAS Cambérène et tout le personnel du Laboratoire pour m'avoir accueilli dans son laboratoire et pour m'avoir facilité les analyses. Je remercie également toute l'équipe du Laboratoire, notamment Mlle Aïssatou NDOYE, Idrissa DIALLO et Ousmane DIALLO pour leur soutien et leur disponibilité.

Je tiens aussi à remercier mon collaborateur direct Lukas VONWILLER pour son entière collaboration durant nos activités d'analyse des échantillons ;

Je tiens à remercier toute l'équipe de gérance de la dépositante de Cambérène depuis son gérant M.El Hadj DIAGNE, Fatou Binetou Cissé, Ousmane Diop et Saêr Socé.

En fin, j'adresse mes remerciements les plus chaleureux à tous mes camarades de la promotion de l'EIER, avec qui nous avons passé dix (10) mois ensemble et dans des moments chaleureux à Ouagadougou.

Mes remerciements vont également à l'endroit de tous les professeurs du groupe EIER/ETSHER avec lesquels j'ai beaucoup appris pendant la durée de ma formation.

Liste des figures

- Figure 1 : Volume et fréquence**
- Figure 2 : Déposante de Cambérène**
- Figure 3 : Ouvrage de réception**
- Figure 4 : Grilles canal ouvrage de réception**
- Figure 5 : Les deux bassins de sédimentation/épaississement**
- Figure 6 : Géométrie du bassin de sédimentation**
- Figure 7 : Délimitations des zones du bassin de sédimentation**
- Figure 8 : Mode de fonctionnement des bassins de sédimentation**
- Figure 9 : Lits de séchage**
- Figure 10 : Aire de stockage**
- Figure 11 : Résultats des essais (33) de décantations réalisés dans des cônes d'Imhoff**
- Figure 12 : histogramme des MS, Boues Brutes et Effluent**
- Figure 13 : valeurs moyennes DCO et NH4**
- Figure 14 : Taux de Performances du Bassin de sédimentation**
- Figure 15 : MS de l'effluent du Lundi au Jeudi**
- Figure 16 : Volume de boues déversées du Lundi au Jeudi**
- Figure 17 : Charges journalières (Kg/L) de l'effluent du bassin de sédimentation**
- Figure 18 : M S (%) de l'effluent STBV**
- Figure 19 : DCO (mg/L) de l'effluent STBV**

Liste des tableaux

- Tableau 1 : Température moyenne mensuelle
Tableau 2 : Evaporation journalière moyenne
Tableau 3 : Humidité relative moyenne mensuelle
Tableau 4 : Radiation mensuelle moyenne
Tableau 5 : Fréquences et Débits Moyens
Tableau 6 : Résumé fréquence et débits moyens
Tableau 7 : Pourcentage des lieux de provenance des camions
Tableau 8 : Volume et fréquence moyens pour le mois de Septembre 2006
Tableau 9 : Volume et fréquence moyens pour le mois de Janvier 2007
Tableau 10 : Surfaces et volumes du système de traitement à Cambérène
Tableau 11 : Dimensions de l'Ouvrage de réception
Tableau 12 : Dimensions du canal de l'ouvrage
Tableau 13 : Dimensions des 02 dégrilleurs et du Canal ouvrage de réception
Tableau 14 : Dimensionnement des bassins de sédimentation
Tableau 15 : Dimensionnement des lits de séchage
Tableau 16 : Dimensionnement de l'aire de stockage
Tableau 17 : Dimensionnement du bassin de régulation
Tableau 18 : Valeurs moyennes résumées des paramètres physiques du bassin de sédimentation
Tableau 19 : Valeurs moyennes résumées des paramètres chimiques du bassin de sédimentation
Tableau 20 : Valeurs moyennes résumées des paramètres physiques des MS et MES
Tableau 21 : Valeurs moyennes résumées des paramètres physiques de la station STBV
Tableau 22 : Valeurs moyennes résumées des paramètres chimiques de l'Effluent STBV
Tableau 23 : Moyenne des essais de décantation
Tableau 24 : Valeurs moyennes des MS et MVS du bassin de sédimentation
Tableau 25 : Valeurs moyennes des paramètres chimiques des boues brutes et de l'effluent du bassin
Tableau 26 : Valeurs moyennes prises pour le calcul du taux moyen de performance
Tableau 27 : Valeurs moyennes résumées des paramètres physiques de l'effluent du bassin de sédimentation
Tableau 28 : Valeurs moyennes résumées des paramètres physiques et chimiques de l'effluent de la station STBV
Tableau 29 : Valeur de l'eau usée pour la période du 11/12/2006
Tableau 30 : Valeurs MS des boues épaissies

Liste des acronymes

- ▶ **DBO5 – Demande Biochimique en Oxygène en 05 jours** : elle représente la partie biodégradable en 05 jours de la pollution organique, dite « carbonée ». Il s'agit d'une mesure de la quantité d'oxygène consommée en 05 jours, par les micro-organismes placés dans des conditions de développement non militantes en oxygènes et nutriments, à 20°C et dans l'obscurité.
- ▶ **DCO – Demande Chimique en Oxygène** : Elle quantifie globalement la pollution organique au moyen d'une oxydation chimique à chaud et en milieu acide concentré.
- ▶ **EH – Equivalent Habitant** : Terme permettant de schématiser la charge polluante rejetée par un habitant qui ne recouvre cependant pas toujours la(es) même(s) valeur(s) selon les paramètres considérés et leur contexte. Il est souvent utilisé pour désigner la capacité globale d'une station d'épuration pour en donner une version imagée et appréciable par des non spécialistes.
- ▶ **EAWAG** : Institut Fédéral Suisse pour l'Assainissement, l'Épuration et la Protection des Eaux.
- ▶ **MES – Matières En Suspension** : Ce paramètre permet de quantifier les particules présentes dans les eaux usées, qu'elles soient organiques ou minérales après séchage à l'étuve à 105°C. Les en suspension sont isolées au préalable par centrifugation ou filtration sous vide sur membrane adaptée. On peut aussi caractériser la Matière Séche (MS), qui représente à la fois les MES et la matière dissoute (sels minéraux + matière organique dissoute dans le liquide). On fait alors sécher de l'échantillon liquide à 105°C, sans séparer préalablement les particules qu'ils contiennent.
- ▶ **M VS – Matières volatiles en suspension** : Ce paramètre caractérise la fraction organique des M S, c'est-à-dire la fraction détruite par passage au four à 550°C pendant 1 heure. Il est obtenu après pesée de la fraction minérale des MES.
Après avoir mesuré la MS, on peut aussi quantifier la fraction organique après incinération au four (550°C en général, 1 heure). On la dénomme en général Matière Volatile (MV).
- ▶ **NTK– Azote Kjeldahl** : Il représente la somme : azote organique et sels ammoniacaux. La matière organique azotée (protéines, urée,....) est transformée en sels ammoniacaux après minéralisation acide à chaud avant dosage de l'ion ammonium.
Il est à noter qu'une forte présence en NO₃⁻ nuit à la détermination de NTK ayant pour conséquence d'en sous estimer la valeur.
- ▶ **N-NH₄⁺- Ion ammonium** : Il s'agit d'une forme dissoute non oxydée d'azote minéral obtenue naturellement après hydrolyse en sels ammoniacaux des formes organiques de l'azote par action de bactéries aérobies ou anaérobies.
- ▶ **PT- Phosphore total** : Il représente l'ensemble des formes, organique et minérale, sous lesquelles se trouve le phosphore dans les effluents.
- ▶ **Sandec** : Département eau et assainissement dans les pays en développement dépend de l'EAWAG.

-
- ▶ **ONAS** :Office National de l'Assainissement du Sénégal,il est chargé de la collecte, du traitement, de la valorisation et de l'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales en zone urbaine et périurbaine.
 - ▶ **TS** : Total Solids (en français MS)

 - ▶ **TVS** : **Total Volatile Solids** (en français MV)

 - ▶ **STEP** : **Station d'Épuration des Eaux Usées.**

 - ▶ **SS** : **Settled Sludge** (en français Boues décantées)

 - ▶ **TSS** : **Total Suspended Solid** (en français MES)

 - ▶ **Boues de vidange** : Boues de consistance variable collectées du système d'assainissement non raccordées au réseau d'égouts (latrines, toilettes non raccordées au réseau d'égouts, fosses septiques et cabinets à eaux).

 - ▶ **Boues de vidange de Toilette publiques** : Boues collectées de toilettes publiques non raccordées au réseau d'égouts (en général de consistance + élevée que les boues des fosses septiques) et de stabilité biochimique inférieure.

 - ▶ **Percolat ou Liquide de percolation** : Liquide percolant à travers le lit de séchage des boues et collectées dans le drain souterrain.

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION GENERALE

II. CADRE DE L'ETUDE

A. Présentation de la région de Dakar

B. Présentation de la zone d'étude : la dépositante de Cambérène

C. Présentation du projet de l'ONAS

III. PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

A. Problématique

B. Objectif principal de l'étude

C. Objectifs spécifiques

D. Résultats attendus ou choix du traitement pour le PROJET

IV. RECENSEMENT DES CAMIONS ARRIVANT A LA DEPOSITANTE

A. Données des camions

a) Volumes

b) Fréquence

c) Manières de vidange

d) Lieu de vidange (quartier où la fosse est située) ou Provenance des camions)

V. LA DEPOSITANTE DE CAMBERENE : FILIERES PROPOSEES

A. Fonctionnement et Description de chaque filière

a) Ouvrage de réception

b) Canal ouvrage de réception, dégrillage

c) Bassin de sédimentation

c.1 Description

c.2 Dimensionnement

c.3 Fonctionnement

d) Lits de séchage

d.1 Description

d.2 Dimensionnement

d.3 Fonctionnement

d.4 Aire de stockage

e) Bassin de régulation

VI. CARACTERISATION DES BOUES

- A. Nombre de prélèvements à réaliser*
- B. Résultats de la campagne d'analyses effectuées*
- C. Discussions*
- D. Efficience du traitement*
- E. L'Effluent du bassin de sédimentation suivi pendant une semaine de chargement du bassin*
- F. Effluent STBV suivi pendant deux semaines*

VII. VALORISATION DES BOUES

Pourquoi valoriser

- a) valoriser afin de limiter le déficit de matières organiques et minérales des parcelles agricoles*
- b) aptitudes des boues de vidange à l'amendement*

VIII. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

IX. BIBLIOGRAPHIE

X. ANNEXES

I. INTRODUCTION GENERALE

La population des agglomérations urbaines du Sénégal à l'instar de toutes les villes du monde augmente à un rythme accéléré et particulièrement dans l'agglomération dakaroise qui voit sa population passée à 2 908 000 habitants à 2010.

Cette concentration urbaine engendre des rejets importants d'eaux usées et excréta notamment dans les zones périurbaines où l'assainissement autonome prédomine. Ces installations d'assainissement autonomes (latrines, fosses septiques) produisent des quantités de boues de plus en plus impressionnantes et inquiétantes dont la problématique dans le contexte africain impose la nécessité de trouver des solutions durables et adaptées aux réalités socio économique, technique et financières du pays.

Ainsi le gouvernement du Sénégal avec l'appui de la Banque mondiale à travers son crédit IDA a mis en place dans le cadre du Projet Eau à long Terme (P L T) , la composante « assainissement autonome » avec le programme d'amélioration des quartiers péri urbains de la région de Dakar(PAQPUD) qui s'établira dans 31 communes d'arrondissement ,2communautés rurales et une commune de ville. Ce programme dont la maîtrise d'ouvrage est assurée par l'ONAS comprend :

- La réalisation de 60 000 ouvrages d'assainissement individuels, 160 systèmes collectifs ;
- 10 édicules publics et 70 blocs de latrines scolaires avec un programme d'éducation à l'hygiène en milieu scolaire ;
- La construction de trois (3) stations de traitement des boues de vidange à Cambérène, Niayes et Rufisque ;
- la mise en œuvre d'un programme d'information, d'échange et de communication (I E C)
- La mise en place d'une filière de gestion des matières de vidange permet de préserver la ressource en eau en limitant les impacts sanitaires et environnementaux d'une mauvaise gestion de ces produits .Un accord de partenariat entre EAWAG/SANDEC et ONAS a été signé pour un meilleur appui à la recherche sur ces stations de traitement des boues de vidange dont cette étude en fait partie.

Le schéma de cette étude prévoit en premier lieu, la présentation de la zone d'étude, la caractérisation qualitative et quantitative des boues de vidange et les performances de la filière.

Cette étude a été menée durant cinq (05) mois (de Juillet à Décembre) à la Dépositante de Cambérène. Ce travail a été réalisé dans le cadre du stage de fin d'étude de l'étudiant Abdoul Aziz NDIAYE, Master spécialisé #**GENIE SANITAIRE ET ENVIRONNEMENT**#, Ecole **EIER/ETSHER** devenue maintenant **2IE**.

L'intitulé de ce stage « *Caractérisation des boues de vidange et performance de la dépositante de Cambérène* » a été défini par :

Eawag//Sandec : MM. Doulaye KONE & Michael STEINER
2IE (EIER) : M. Joseph WETHE
ONAS : MM. Mamadou GUEYE et Alioune NDIAYE

II. CADRE DE L'ETUDE

A. Présentation de la région de Dakar

La zone de l'étude concerne la région de Dakar qui compte quatre départements (Dakar, Pikine, Guédiawaye et Rufisque). Elle est subdivisée en 43 communes d'arrondissement.

La région de Dakar comptait 2 267 356 habitants en 2002, soit environ 23% de la population nationale (9 956 202).

La région de Dakar est située dans la presqu'île du Cap vert et s'étend sur une superficie de 550 Km², soit 0,28% du territoire national. Elle est comprise entre les 17°10C et 17°32C longitude Ouest et les 14°53 et 14°35 latitude Nord. Elle est limitée à l'Est par la région de Thiès et par l'Océan Atlantique dans ses parties Nord, Ouest et Sud. C'est ce qui fait qu'il est au carrefour des routes maritimes et aériennes reliant l'Europe et l'Amérique.

Cette position géographique lui permet d'exploiter judicieusement le port et l'aéroport qui sont les infrastructures de dimensions internationales (en effet, elle tire d'énormes ressources des activités halieutiques).

La région de Dakar connaît une croissance démographique remarquable et une explosion urbaine essentiellement dues à l'exode rural. Cette situation a entraîné la création de cités dortoirs de bidonvilles où on note un déficit en équipements de base (eau, électricité, assainissement, etc....)

Dakar est au centre des activités politiques, économiques et culturelles. Sur le plan économique, elle abrite 80% des établissements industriels et commerciaux. C'est aussi la seule région des pays où les productions horticoles dominent toutes les autres productions agricoles.

Le relief de l'étude est généralement bas, avec une élévation maximale de 105 m aux Mamelles. L'extrémité Ouest, la zone de l'aéroport Dakar Yoff et les parties Sud de la zone urbaine de Dakar sont assez élevées de 10 à 20m, formant des falaises sur la ligne de rivage. La plupart des parties Est de la zone de l'étude Pikine sont basses.

Une des caractéristiques topographiques de la zone de l'étude, réside dans l'existence de bassins fermés ni exutoires sur d'autres bassins ni sur la mer. Dans les zones basses, ces bassins fermés sont appelés "Niayes", ce qui signifie terres basses entre les dunes de sable parallèles. Parmi eux, le Grand Niaye est une large zone basse, s'étendant entre Pikine et Dakar. C'est dans cette zone que se situe la dépositrice de Cambérène contiguë à la station de traitement des eaux usées du même nom.

Climat

Le climat de la région de Dakar alterne avec une saison des pluies ou hivernage de Juillet à Octobre et une saison sèche de Novembre à Juin, pendant laquelle souffle l'alizé maritime.

Les températures moyennes annuelles se situent entre 23,7°C et 25°C avec des minima variant de 20°C à 21,6°C et des maxima pouvant aller de 28,4°C à 30°C. L'amplitude thermique varie entre 6,8°C et 8,3°C.

Les précipitations annuelles sont comprises entre 300 et 500mm avec des maxima pendant le mois d'Août. Les tableaux suivants présentent les données climatiques dans la région de Dakar :

Tableau 1 : Température moyenne mensuelle

	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Max. Journalière	24,2	24,1	24,8	24,8	25,8	28,3	29,7	29,9	30,1	30,4	28,8	26,5
Min. journalière	17,1	17,1	17,6	18,6	20,4	23,2	24,8	24,8	24,6	24,6	22,4	19,7
Moyenne (°C)	20,6	20,6	21,2	21,7	23,1	25,7	27,2	27,3	27,3	27,5	25,6	23,1

Tableau 2 : Evaporation journalière moyenne

	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Evaporation Journalière (mm)	3,4	2,9	3,0	2,6	2,4	2,6	2,8	2,3	1,9	2,5	3,3	4,2

Tableau 3 : Humidité relative moyenne mensuelle

	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Max. journalière	88,8	92,3	92,5	92,8	92,0	90,8	89,4	91,2	93,8	92,8	91,0	86,8
Min. Journalière	47,9	55,9	56,9	64,5	66,6	67,1	67,5	71,0	71,5	65,6	54,5	44,0
Moyenne%	68,3	74,1	74,7	78,6	79,3	78,9	78,5	81,1	82,7	79,2	72,8	65,4

Tableau 4 : Radiation mensuelle moyenne

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Radiation mensuelle	82	86	94	99	96	86	75	69	73	83	84	77

B. Présentation de la zone d'étude : la déposante de Cambérène

La surface disponible pour la déposante de Cambérène est située dans l'enceinte de la STEP (station d'épuration de Cambérène qui est située à la limite des départements de Pikine et de Dakar). Le terrain est plat dans sa plus grande partie.

Une partie du terrain située à l'Est des ouvrages d'entrée de la STEP est à environ 4,40m au dessus du niveau d'entrée des eaux usées dans la bache de pompage. La partie Ouest du terrain est plus basse à environ 3,00m au dessus du niveau d'arrivée des eaux usées.

Le sous sol du site de Cambérène est constitué de sable de dune uniforme jusqu'à une profondeur relative à la côte de 15,80m. La nappe phréatique est assez proche de la surface qu'elle affleure à certains endroits. Les sables de dune possèdent une forte conductivité hydraulique et l'infiltrabilité de l'eau dans ce type de sol est très élevée.

Le site est d'accès très facile et proche de l'autoroute. Il y a quelques habitations (construites récemment malgré l'existence de la STEP) dans le voisinage direct de la surface prévue pour la déposante.

Ce site présente des avantages évidents relatifs à :

- la surface disponible (0,75 Hectare)
- l'accessibilité
- Accès facile et position centrale pour les zones périurbaines
- La possibilité de co -traitement dans une grande STEP fonctionnant sur le site avec une capacité de 11 000m³/j et une extension en vue à 30 000m³/j prévue.

C. Présentation du projet de l'ONAS

L'Office National de l'Assainissement du Sénégal (ONAS) a confié au bureau d'études allemand GWK Consult la mission pour le projet intitulé :

« Etudes de Faisabilité, Etudes Techniques détaillées, Supervision des Travaux des trois (03) Déposantes des Boues de vidange à Cambérène, aux Niayes et à Rufisque. »

Le projet s'insère dans le cadre général du Projet d'approvisionnement en Eau à Long Terme (P E L T), mis en œuvre par le Gouvernement du Sénégal à travers l'ONAS pour sa composante Assainissement.

Il vise entre autres, à améliorer la santé et le cadre de vie des populations des quartiers périurbains des villes de Dakar, Pikine, Guédiawaye et Rufisque, concernés par l'assainissement autonome avec des taux respectifs de 60% ,93% ,97%.

Selon les projections de la Direction de la Prévention et de la Statistique, cette population estimée à 1 580 000 habitants en 1999, devrait passer à 2 908 000 habitants en 2010.

Ce projet cofinancé par la Banque Mondiale (crédit IDA) et par le Gouvernement du Sénégal est prévu pour une population cible estimée à 750 000 équivalents habitants environ.

Le maître d'ouvrage est l'ONAS, le Maître d'œuvre (ou l'Ingénieur) est le bureau d'études Allemand GWK Consult. Les travaux sont réalisés par l'entreprise « FOUGEROLLE S.A. ».

Les montants contractuels des marchés et avenants approuvés par le Maître d'ouvrage sont les suivants :

FOUGEROLLE :	792	190	931	FCFA	HT/HD
(Marché n°T/189/FM du 13 Février 2004)					
Avenant relatif aux travaux supplémentaires :	160	172	409	FCFA	HTT
 GWK CONSULT :					
Le montant du marché de base est le suivant :	114	972	750	FCFA	HTT et
		99	287, 23	EUROS	
(Marché n° C/008/DET/MEH du 18/04/2001)					
Avenant au marché	16	723	209	FCFA	HTT

La date officielle de démarrage des travaux a été fixée le 01 Avril 2004, la notification à l'entreprise le 01 Mars 2004, par ordre de service N°00353 DG/DET/ONAS et le délai pour l'exécution des travaux fixé à dix (10) mois de mobilisation.

Cependant la réception provisoire des travaux n'a pu être prononcée que le 31 Octobre 2005. La mise en fonction a eu lieu le 04 Septembre 2006.

III. PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

A. Problématique

Dans la plupart des villes africaines, la majorité des habitants utilise des installations d'évacuation individuelles des excréta (latrines traditionnelles et latrines améliorées). Dans les quartiers périurbains les rejets quotidiens des eaux usées ménagères dans les rues, sources de maladies et de conflits entre voisins sont devenus intolérables. Les camions de vidange se rendent difficilement au seul point de vidange (BEL AIR) excentré dans l'agglomération dakaroise (moins de 50% y sont déversés). Une grande partie des boues de vidange produites, collectées et évacuées soit manuellement ou soit mécaniquement dans ces villes ne fait l'objet d'aucune évaluation, d'aucun traitement (les boues sont déversées dans les terrains vagues ou utilisées dans les champs sans traitement ou au hasard dans les ruelles, les caniveaux, les estuaires, la mer ou les cours d'eau). Très peu d'études se sont penchées sur l'évaluation des modes de vidange, de collecte et de traitement de ces boues.

Cette situation mène à une propagation continue des maladies gastro-intestinales et à une pollution importante de l'environnement.

L'état du Sénégal, à travers l'ONAS a mis sur pied un programme dénommé Eau potable assainissement du millénaire (Pepam). Grâce à ce programme, notre pays est en train de réaliser 135 000 ouvrages de type autonome et 160 édicules publics pour un investissement de 220,6 milliards de francs Cfa étalés sur 15 ans.

Ces installations prévues, vont certainement produire d'importantes quantités de boues. A titre d'exemple, la région de Dakar produit une quantité de boues de vidange estimée l'année dernière à 172.445 m³ soit quelque 21.000 camions de 8 m³ : source ONAS 2006. C'est pour cette raison qu'il importe de sonner l'alerte pour lutter contre la mauvaise gestion des boues et améliorer le cadre de vie en construisant une station de traitement des boues de vidange afin d'éviter d'exposer les populations aux nombreuses nuisances et maladies engendrées par le système incomplet au niveau environnemental et de la santé publique. Cette station étant construite reste à évaluer ses performances.

B. Objectif principal de l'étude

La décharge des boues dans une dépositrice a essentiellement comme but d'éliminer les risques pour la santé publique et les risques de pollution de l'environnement urbain causés par leur décharge sauvage.

L'objectif principal du traitement dans une station de traitement de boues de vidange est :

- Eliminer au moins en partie et de manière appropriée ces fortes charges polluantes tant biologique (DBO5), chimiques (AZOTE), que parasitaire (œufs d'helminthes) de manière à éviter un péril fécal pour les populations ;
- Eviter les pollutions des milieux récepteurs (rivières, mers) et donc une forte eutrophisation des milieux naturels ;
- Empêcher la pollution des nappes phréatiques par de fortes charges parasitaires et chimiques ;
- Eviter le déséquilibre écologique du milieu ambiant par moins d'odeurs nauséabondes ;
- Eviter les nuisances esthétiques.

C. Objectifs spécifiques

Il a été décidé de co-traiter l'effluent liquide des boues de vidange sur les trois sites dans une STEP. Les dépositrices se situent en amont d'une STEP sur chacun des sites, l'effluent liquide du traitement des boues est destiné au co-traitement des eaux usées, ainsi il est important de veiller à ce que l'injection de l'effluent des boues de vidange dans la STEP ne pose pas de problèmes au bon fonctionnement de la STEP

La réutilisation des boues séchées en agriculture ou une valorisation par d'autres fins est souhaitable en vue de la valorisation globale des ressources et comme source additionnelle de revenus. Un traitement supplémentaire est nécessaire, pour garantir la sécurité sanitaire de la réutilisation par exemple, le compostage avec d'autres matières organiques ou le séchage et le stockage prolongé pendant quelques mois.

D. Résultats attendus ou choix du traitement pour le PROJET

Le projet a choisi dans un premier temps une stratégie de traitement des boues très proche de leur milieu de production en lieu et place grande station centralisée dans un seul site de Dakar.

La mise en place par le projet de systèmes décentralisés de dépositantes offre les avantages suivants :

- un rayon de polarité moins grand pour les camions de vidange tout autour des dépositantes, ce qui réduit la durée et le coût de transport ainsi que la tentation de déversements sauvages ;
- les volumes de boues transportées seront plus importants à cause de l'efficacité et la meilleure rentabilité du service de collecte ;
- l'impact d'un problème éventuel de dysfonctionnement de rejet la dépositante sur la santé publique ne se ferait ressentir que dans une zone restreinte ;
- du point de vue environnemental les rejets des produits épurés en plusieurs points de la ville sont moins lourds et moins néfastes.

Les traitements de la fraction liquide par des STEP permettront, un final mieux affiné et maîtrisé, qu'un traitement et rejet direct dans la nature par la dépositante.

Le choix des processus simples basés sur les décanteurs et le lagunage est très important, si l'on considère comme souci principal du projet de l'ONAS, l'objectif de disposer d'installations pouvant servir comme exemple (qui pourraient être répliquées dans les autres villes du pays) ou comme objet d'étude en prévision de futures installations du même type.

Un autre argument très important en faveur des technologies simples est celui de la réduction des charges financières d'exploitation.

Les dépositantes de boues de vidange visent spécialement les populations non couvertes par l'assainissement collectif, en particulier la frange de la population économiquement la plus faible qui juge déjà excessif le coût actuel d'une vidange sans traitement.

IV. RECENSEMENT DES CAMIONS ARRIVANT A LA DEPOSITANTE

A. Données des camions

a) Volumes

J'ai effectué pendant trois mois complets (septembre à décembre 2006) des observations à la dépositante de Cambérène qui ont permis de définir la courbe montrant la densité du trafic en fonction des heures de la journée (fréquence) et la courbe du volume de boues déposées.

La dépositante recevant les camions chaque semaine ouvrable du Lundi au Vendredi, le samedi étant réservé pour la vidange et la maintenance du bassin et le remplissage de deux lits de séchage.

Pour chaque camion déversant la boue de vidange, les données concernant le volume de boue, le lieu ou quartier vidangé et le type de fosses vidangées ont été relevées

La Dépositante de Cambérène reçoit en moyenne **515 m³/jour** de boues de vidange, apportées par **57** camions, **98%** proviennent des fosses septiques et **2%** des toilettes publiques.

Ces boues provenant des différentes communes d'arrondissement de Dakar principalement de Grand Yoff et de Dalifort comme l'atteste le tableau des lieux de vidange suivants (tous les camions avaient leur citerne pleine lors du déversement car la tarification se basait sur la capacité de la citerne et non sur le volume déversé et en plus de cela on disposait d'un appareil qui nous permettrait de mesurer le volume déversé si la citerne n'est pas pleine).

b) Fréquence

Tableau 5 : Fréquences et Débits Moyens

Période du 11 au 15 septembre 2006

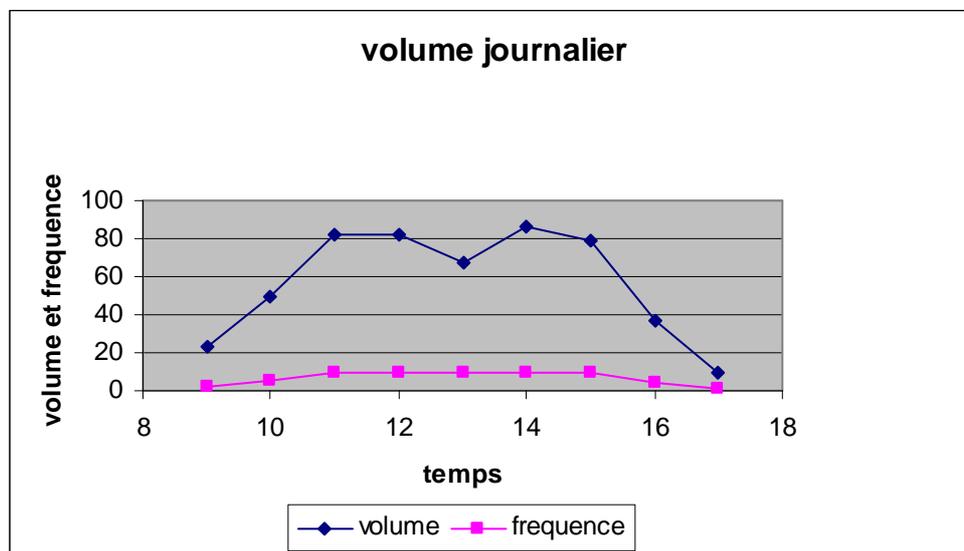
Tranche Horaire	Volume (m ³)	Cumul (m ³)	fréquence
7h-8h			
8h-9h	23	23	2
9h-10h	50	73	5
10h-11h	82	155	9
11h-12h	82	237	9
12h-13h	67	304	9
13h-14h	86	389	9
14h-15h	79	468	9
15h-16h	37	505	4
16h-17h	10	515	1
17h-18h		515	
18h-19h		515	
19h-20h			
20h-21h			
21h-22h			
22h-23h			
23h-0h			

Tableau 6 : Résumé fréquence et débits moyens

Volume (m3)	Cumul (m3)	Fréquence	Cumul -fréquence
23	23	2	2
50	73	5	7
82	155	9	16
82	237	9	25
67	304	9	34
86	389	9	43
79	468	9	52
37	505	4	56
10	515	1	57
	515		57
	515		57

Figure 1 : Volume et fréquence

Pour la semaine du 11 au 15 Septembre 2006



c) Lieu de vidange (quartier où la fosse est située) ou provenance des camions.

Tableau 7 : Pourcentage des lieux de provenance des camions

VILLES	Communes d'arrondissement	Pourcentages %
GUEDIAWAYE	Golf Sud	1
	Sam Notaire	11
	Ndiareme Limamoulaye	
	Nimzatt Wakhinane	
	Médina Gounass	
PIKINE	Pikine Nord	
	Pikine Ouest	
	Pikine Est	10
	Dalifort Foirail	11
	Thiaroye/mer	
	Guinaw Rail Sud	
	Guinaw Rail Nord	
	Thiaroye Gare	2
	Djida Thiaroye Kao	
	Tivaouane Diack Sao	
	Diamaguène Sicap Mbaou	2
	Yeumbeul Sud	
	Yeumbeul Nord	1
	Malika	
Keur Massar		
Mbaou	1	
DAKAR	Gorée	
	Grand Yoff	30
	Ouakam	2
	Parcelles Assainies	3
	Ngor	6
	Yoff	8
	Cambérène	10
	Plateau	
	Médina	
	Gueule/Fass/Colobane	
	Fann/Point E/Amitié	
	Grand-Dakar	
	Biscuiterie	
	H L M	
	Hann Bel Air	1
	Sicap Liberté	
Dieuppeul/Derklé		
Mermoz Sacré cœur		
Patte d'Oie	1	

Avec ce débit journalier de 515m³, pour un bassin de sédimentation de longueur 18m²res et de largeur 4mètres rempli d'eau claire jusqu'à une profondeur de 2,15mètre et ayant un le temps de rétention hydraulique est calculé comme suit :

- le **volume d'eau claire** est de $18 \times 4 \times 2,15 = 154,8 \text{m}^3$
- le **volume moyen horaire** pour un temps de travail journalier de 8heures est de

$$515 \text{m}^3 / 8 \text{h} = 64,375 \text{m}^3 / \text{h}$$

- le **temps de rétention hydraulique** (trh) de l'eau claire est de :
 $154,8 / 64,375 = 2,4 \text{heures}$

Ce temps trh est petit.

Tableau 8 : Volume et fréquence moyens pour le mois de Septembre 2006

Tranche horaire	Semaine du 11 au 15/09/06				Semaine du 18 au 22/09/06				Semaine du 25 au 29/09/06			
	Volume (m3)	cumul (m3)	frequenc (m3)	cumul	Volume (m3)	Cumul (m3)	frequenc (m3)	cumul	Volume (m3)	cumul (m3)	frequenc (m3)	cumul
7h-8h												
8h-9h	23	23	2	2	35	35	4	4	27	27	3	3
9h-10h	50	73	5	7	72	107	8	12	69	96	8	11
10h-11h	82	155	9	16	108	215	11	23	89	185	9	20
11h-12h	82	237	9	25	95	310	11	34	92	277	10	30
12h-13h	67	304	9	34	112	422	12	46	93	340	10	40
13h-14h	86	389	9	43	102	524	11	57	93	433	10	50
14h-15h	79	468	9	52	71	595	9	66	94	527	10	60
15h-16h	37	505	4	56		595		66	21	548	3	63
16h-17h	10	515	1	57		595		66		548		63
		515		57		595				548		
		515		57								

Tableau 9 : Volume et fréquence moyens pour le mois de Janvier 2007

Tranche horaire	Semaine du 08 au 12/01/07				Semaine du 15 au 19/01/07				Semaine du 22 au 26/01/07			
	Volume (m3)	cumul (m3)	frequenc	cumul	Volume (m3)	Cumul (m3)	frequenc	cumul	Volume (m3)	cumul (m3)	frequenc	cumul
7h-8h												
8h-9h	40	40	4	4	13	13	1	1	31	31	4	4
9h-10h	63	103	7	11	67	80	8	9	53	84	5	9
10h-11h	86	189	9	20	89	169	9	18	84	168	8	17
11h-12h	92	281	11	31	96	265	10	28	87	255	9	26
12h-13h	85	366	8	39	82	347	9	37	74	329	7	33
13h-14h	78	444	8	47	80	427	9	46	70	399	7	40
14h-15h	75	519	8	55	101	528	11	57	75	474	9	49
15h-16h	81	600	9	64	47	575		57	72	546	7	56
		600		64		575		57		546		56

La fréquence horaire moyenne pour une journée de 8 heures est de 57 camions : 8heures = 7 camions par heures.

Cette fréquence horaire est depuis le début (mois de septembre jusqu'au mois de janvier) dépassé pour certaines tranches horaires [10h-11h, 11h-12h, 12h-13h et 13h-14h] ainsi que le volume horaire

Ceci influe sur le temps de rétention hydraulique et sur la décantation c'est-à-dire sur la qualité de l'effluent (le liquide surnageant)

Par exemple,

Pour la semaine du 18 au 22 septembre et entre :

► **10h - 11h**

On a **108 m³/h** le temps de rétention hydraulique est :

154,8 m³ : 108M³/h = **1,5 heures** inférieur à 02 heures

► **12h - 13h**

On a **112m³/h** le temps de rétention est :

154,8m³ : 112m³/h = **1,4 heures** inférieur à 02 heures

A ces tranches d'heures, on aura une mauvaise décantation des boues donc une mauvaise qualité de liquide surnageant (effluent).

V. LA DEPOSANTE DE CAMBERENE : FILIERES PROPOSEES

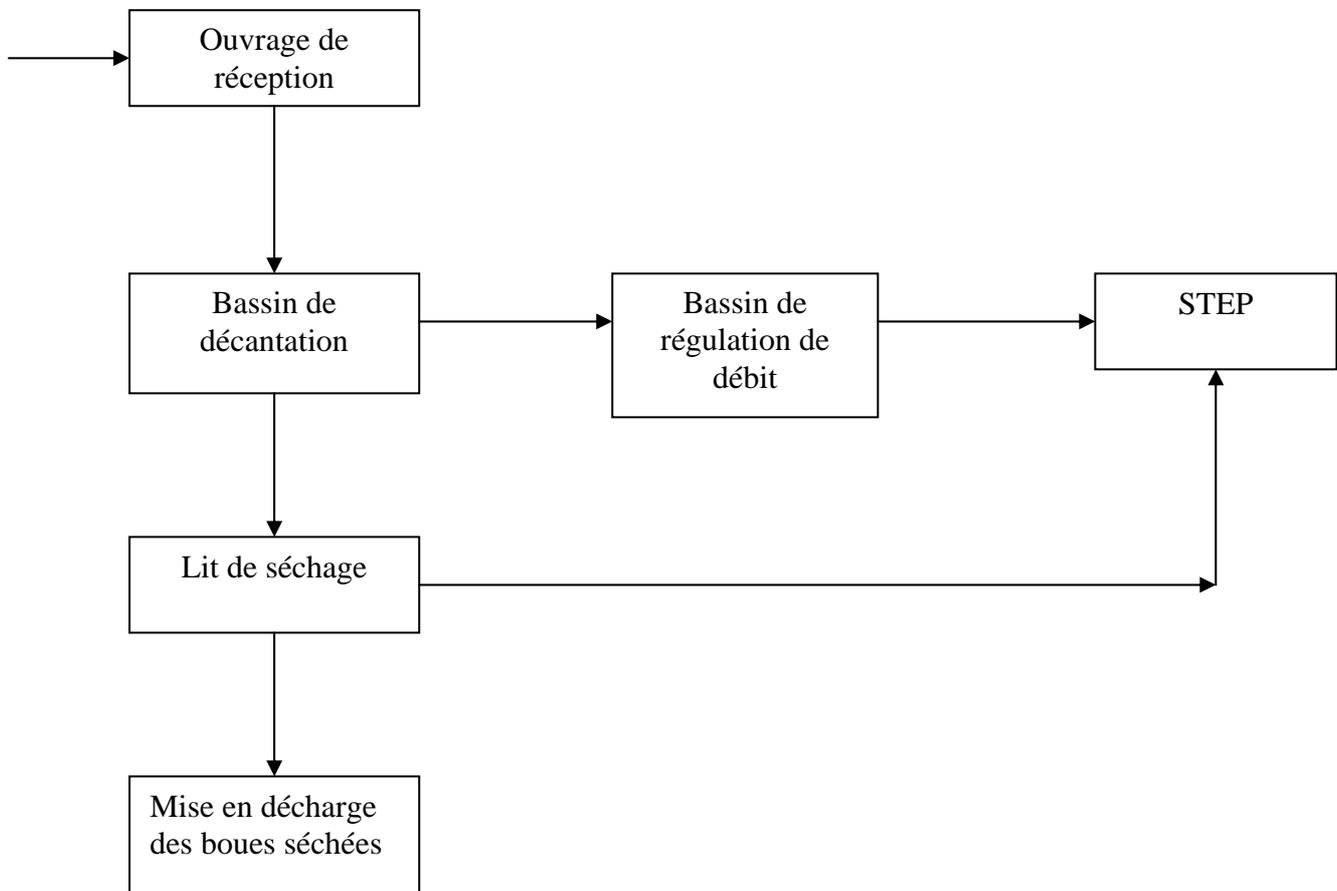
La station de traitement des boues de vidange ou dépositante de Cambérène a été réceptionnée provisoirement le 31 Octobre 2005 et mise en fonction le 04 Septembre 2006. Elle consiste en un système de deux bassins de sédimentation /épaississement exploités en alternance précédés d'un ouvrage de réception et une série de dix lits de séchage non plantés en plus d'une aire de stockage des boues séchées et un bassin de régulation de débit. Il y a également un local technique et social pour la gestion et le contrôle de la station de traitement des boues de vidange.

L'ouvrage de réception permet l'accès facile pour les camions de vidange et conçu comme un bassin rectangulaire avec un fond incliné pour forcer les boues à s'écouler vers le canal de dégrillage. Il comporte un dispositif en tôle muni de pertuis pour éviter les éclaboussures et le débordement des boues de vidange causés par les débits trop forts observés au début de vidange des camions.

Le bassin de sédimentation/épaississement utilise la sédimentation de la matière en suspension pour séparer la fraction solide de la fraction liquide (effluent) des boues fraîches dégrillées. L'effluent passe dans le bassin de régulation avant d'être injecté dans la STEP

Le lit de séchage reçoit les boues décantées qui y séjourneront pendant plusieurs jours (**8à15**) avant d'être mises à la décharge tandis que le filtrat très chargé en polluants organiques, collecté par le drain, est injecté dans la STEP.

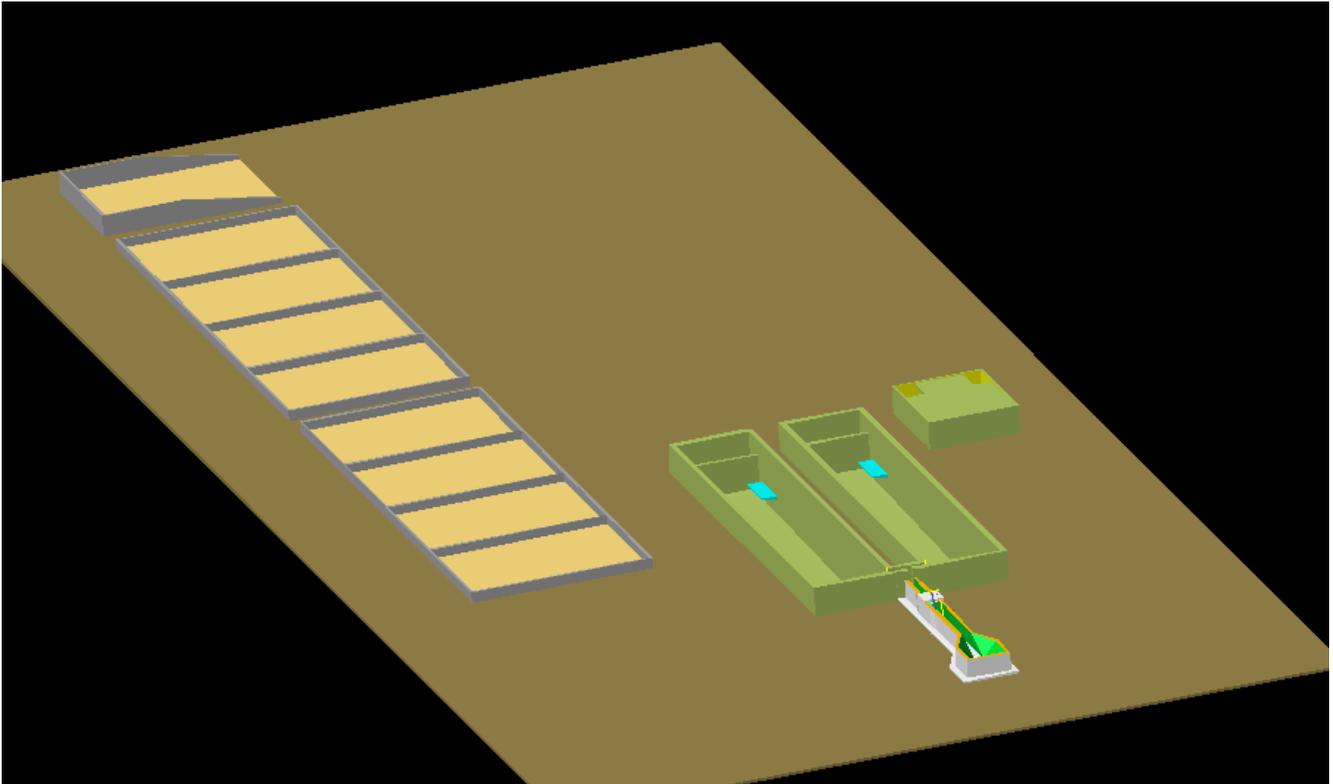
Le bassin de régulation de débit permet de stocker le volume d'effluents collecté dans la journée afin de garantir une injection contrôlée dans la STEP

COMPOSANTE DE LA DEPOSANTE DE CAMBERENE**Tableau 10 : Surfaces et volumes du système de traitement à Cambérène**

Noms des bassins	Surface (m2)	Volume (m3)	Profondeur maximale (m)
2 Bassins de décantation	2x72	2x144	3,3
10 Lits de séchage	1280	640	0,5
Bassin de régulation	8x7,5=60	150	2 ,5
Aire de stockage	100	100	1

A. Fonctionnement et Description de chaque filière

Figure 2 : Déposante de Cambérène



a) Ouvrage de réception

C'est un bassin avec un fond incliné, de forme rectangulaire comportant une zone de convergence dans laquelle la largeur du bassin est rétréci jusqu'à la largeur du canal conduisant les boues vers le dé grilleur puis vers les bassins de sédimentation.

Il reçoit sans débordement, le jet de boues sortant des camions et à son niveau de l'ouvrage il est prévu d'installer un détecteur électromagnétique pour signaler la présence des hydrocarbures.

En plus il est strictement interdit de déposer des boues provenant des unités industrielles et des hydrocarbures.

Figure 3 : Ouvrage de réception**Tableau 11 : Dimensions de l'Ouvrage de réception**

Dimensions	Valeurs
Largeur bassin	2,00m
Longueur bassin	2,40m
Longueur zone de convergence	1,5m
Hauteur	0,80m

b) Canal ouvrage de réception, dégrillage

Figure 4 : Grilles canal ouvrage de réception



C'est un système de dégrillage manuel composé de deux grilles métalliques posées à travers le canal, l'une devant, d'espacement de 25mm sert à retenir les objets grossiers ; et l'autre derrière, de 20mm d'espacement sert à retenir les objets comme les algues ou les objets qui ont traversé la première grille.

Le canal de 3m de long, 0,3m de large et de pente 5% est élargi à l'endroit du dégrillage afin d'éviter les débordements des boues dus au freinage de l'écoulement par la première grille qui doit recevoir un jet de boues venant du camion avec une vitesse maximale de 4m/s et un débit maximal de 70l/s.

Le nettoyage des grilles se fait de manuellement normalement entre deux déchargements de boues, et les déchets mis dans le chariot pour être acheminé plus tard vers la décharge.

Tableau 12 : Dimensions du canal de l'ouvrage

Dimensions	Première grille	Deuxième grille
Largeur	60cm	44cm
Longueur	170cm	77,5
Hauteur	80cm	80cm
Espacement	25mm	20mm

Tableau 13 : Dimensions des 02 dégrilleurs et du Canal ouvrage de réception

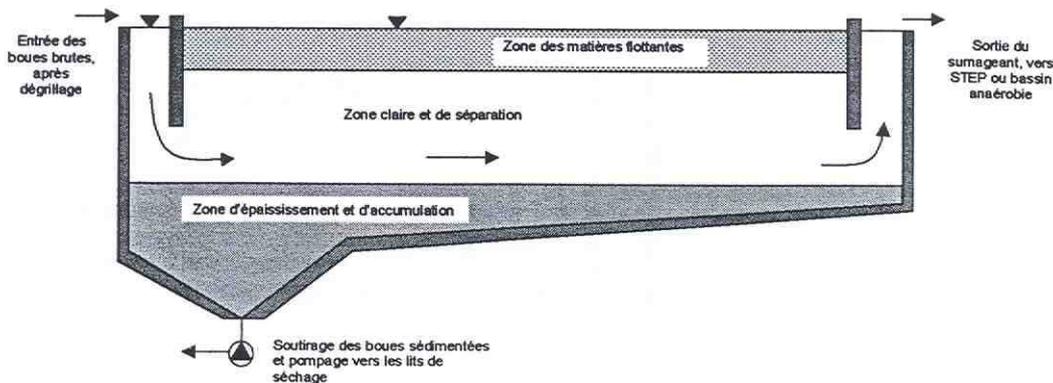
Dimensions du canal ouvrage de réception	Valeurs
Largeur du canal	0,3m
Longueur du canal	0,8m
Hauteur du canal	3m
Pente du canal	5%

Figure 5 : Les deux bassins de sédimentation/épaissement



c) Bassin de sédimentation

Figure 6 : Géométrie du bassin de sédimentation



c.1 Description

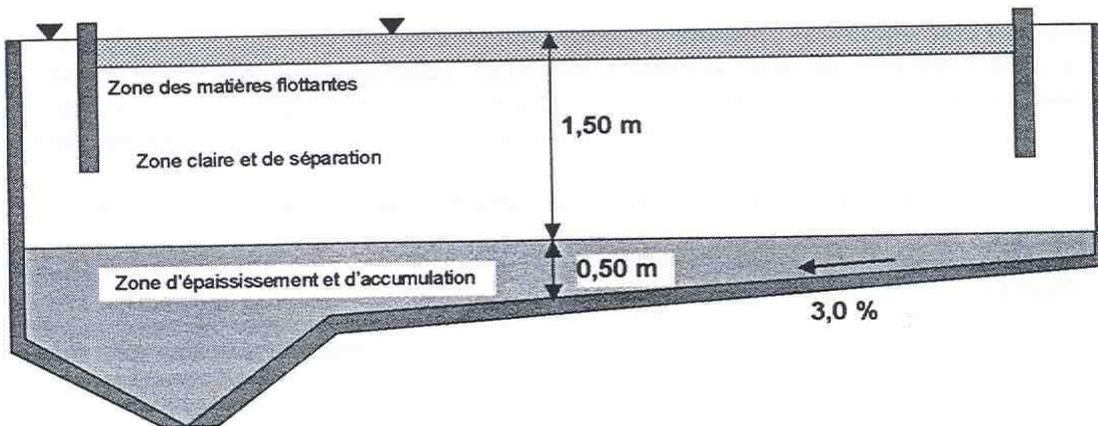
Après le canal de l'ouvrage de réception, l'entrée des boues déversées par les camions (appelées Boues fraîches ou boues brutes) dans le bassin de sédimentation se fera sur toute la largeur de celui-ci à travers un seuil de déversement. La zone d'entrée est séparée du reste du bassin par une cloison immergée (ou plongeante) qui sert à minimiser les turbulences hydrauliques à l'intérieur du bassin en brisant la vague des boues entrantes et en orientant l'écoulement horizontal du liquide le long du bassin.

La sortie du liquide surnageant (ou effluent) se fait par trop plein au niveau de l'autre côté qui est muni d'une cloison immergée plus profonde que l'autre et qui sert à retenir les matières flottantes.

En effet dans le bassin, l'on distingue trois zones :

- une zone claire, lieu du flux longitudinale dans le bassin et de séparation des solides (matières en suspension) par sédimentation ;
- une zone d'accumulation au fond (le fond du bassin a une pente de **2,5%**), où les sédiments s'accumulent et s'épaississent ;
- une zone de matières flottantes qui s'accumulent en surface.

La sédimentation pouvant se faire normalement que si la zone d'eau claire a une profondeur minimale de 1,5 met la zone d'épaississement et d'accumulation des boues décantées ne dépassant pas 50cm afin de limiter l'effet de compactage comme le montre la figure suivante :

Figure 7 : Délimitations des zones du bassin de sédimentation

c.2 Dimensionnement

Tableau 14 : Dimensionnement des bassins de sédimentation

Dispositions constructives		Valeurs
Largeur du bassin	L	4m
Longueur du bassin	L	18m
Profondeur moyenne du bassin	Pmoy	2m
Volume du bassin	V	144m ³
Nombre de bassins	Unité	2m
Pente du fond du bassin	Jfond	2,5%
Temps de rétention hydraulique (considérant le débit moyen pendant les heures de chargement des boues)	Trh	17,77h \geq trhmin
Profondeur de la vanne de passage du liquide surnageant	Pvan	1m
Position de la plate forme pour le raclage manuel (au dessous du plan d'eau)	Ppla	0,70m
Dimensions de la plate forme		0,80m x 2,00m
Profondeur minimale du liquide surnageant (zone de couche flottante+zone de clarification+zone de séparation)	Pliq	\geq 1,50m
Profondeur maximale de la zone de stockage des boues sédimentées	Pstock	\leq 0,50m
Données de base		
Débit moyen journalier prévu par GWK	Qent	100m ³
Débit moyen journalier Réel	Q'ent	515m ³
Temps de décharge des boues	tdéch	8h/j
Concentration en matières sèches (estimé en admettant un rapport MS/MES de 2, d'après les valeurs tirées de la littérature standard)	MS	7000 mg/L
Charge journalière en MS prévue par GWK	C _{MS}	700KgMS/j
Critères de Dimensionnement		
Volume spécifique d'accumulation des boues par charge en MS entrée, valeur tirée d'expériences d'un bassin de sédimentation à Accra, Ghana	VSacc	7L/KgMS
Temps de rétention hydraulique minimale prévu par GWK	trhmin	\geq 2h
Fréquence de soutirage des boues sédimentées prévue par GWK	Fsout	7j
Fréquence de soutirage des boues sédimentées Actuelle	F'sout	5j
Volume de stockage des boues sédimentées	Vstock= C _{MS} x Fsout x VSacc	34,3m ³

c.3 Fonctionnement

Les deux bassins de sédimentation appelés A et B sont prévus pour fonctionner de façon alternative. Pendant cinq (05) jours [du Lundi à Vendredi], le bassin A de sédimentation est chargé de boues brutes dégrillées qui vont y stagner pendant plusieurs heures (au moins 2 heures), ce qui permet la sédimentation des matières en suspension. Ces matières décantées appelées Boues épaissies s'accumulent au fond du bassin (dans la zone appelée entonnoir) tandis que le liquide surnageant (effluent) sort du bassin par un seuil pour aller au niveau du bassin de régulation.

En fait, l'écoulement à travers le bassin est discontinu et il se produit par vagues, avec un fort débit entrant de boues fraîches pendant quelques minutes et un débit d'effluent sortant réagissant avec un certain retard. Seul le liquide clarifié (effluent) sort du bassin lors d'une vague entrante ; les pauses entre deux chargements assurent la tranquillisation du bassin et permettent la sédimentation des matières sèches sans perturbation.

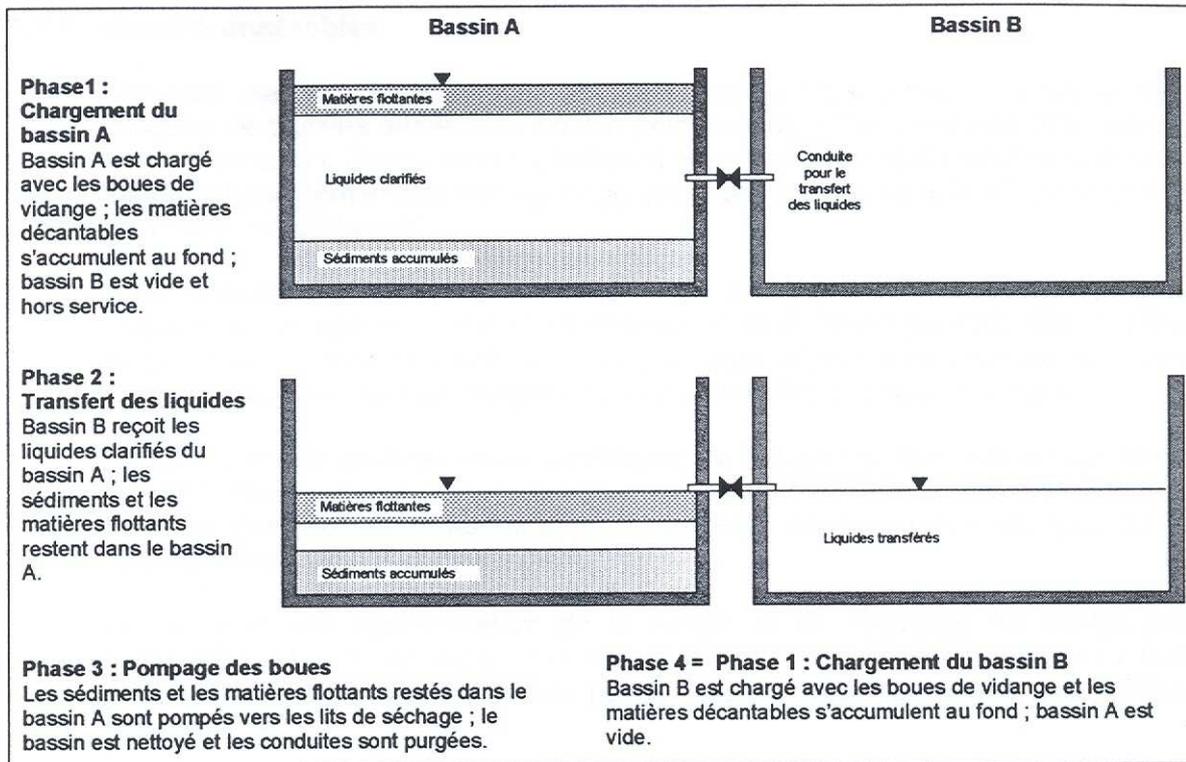
L'alimentation du bassin A est arrêté le Vendredi soir et mis hors service pour être vidangé et nettoyé. La moitié de son liquide surnageant est transféré dans l'autre bassin, le bassin B attendant qui est vide à ce moment et qui sera alimenté de boues fraîches la semaine suivante. Ce transfert du liquide surnageant se fait par gravité à l'aide d'une conduite reliant les deux bassins.

Le volume restant du bassin A correspondant à la moitié du volume total, contient les boues décantées, les matières flottantes et une quantité de liquide. Ce volume restant sera pompé vers deux lits de séchage chaque Samedi.

Les boues décantées sont dirigées vers le regard situé entre les deux bassins, regard à partir duquel elles sont orientées vers la bêche de pompage des boues destinées aux lits de séchage. Au démarrage de la pompe, les boues décantées s'écouleront vers par gravité vers la bêche.

A la fin du pompage un raclage manuel avec un jet d'eau sous pression est nécessaire pour pousser les dépôts et des boues plus consistantes restant sur les parois et au fond du bassin vers la zone de l'entonnoir.

Une plate forme avec garde corps, aménagée de part et d'autre de chaque bassin sert comme appui et permet à l'ouvrier de descendre dans le bassin pour procéder au raclage des restes se trouvant au fond du bassin avec le jet d'eau et purger les conduites.

Figure 8 : Mode de fonctionnement des bassins de sédimentation

d) Lits de séchage

d.1 Description

De forme rectangulaire, les lits de séchage s'étendent sur une de 1280m² et sont agencés en 2 séries de 5lits de dimensions 16m x 8m chacun. Ils sont réalisés en béton avec des couches d'argiles au fond, du gravier et du sable (graviers gros, gravier fin et sable constituent le filtre d'une épaisseur de 50cm) avec en dessous du gravier gros un système de drainage dont les tuyaux sont étendus dans des tranchées pour drains.

A chaque lit, une conduite d'amenée avec une vanne est installée afin d'approvisionner les lits en boues sédimentées individuellement.

Cette configuration permet une déshydratation suffisante des boues décantées en réduisant leur teneur en eau par percolation de l'eau dans les drains et par évaporation, afin de les rendre plus facile à être évacuer. Le temps nécessaire pour obtenir une siccité suffisante (70 -80% de teneur en eau) dépend des conditions climatiques qui sont largement favorables dans la zone du projet/une semaine est suffisante en saison sèche et 2 à 3 semaines en saison des pluies (hivernage).

d.2 Dimensionnement

Tableau 15 : Dimensionnement des lits de séchage

Dimensionnement		Valeurs
Surface totale	$S_{min}=C_{MS} \times 365j/CS_{MS}$	1280m ²
Nombre d'ouvrage (2 lits sont remplis chaque semaine/5jours)		10m
Largeur d'un lit	B	8m
Longueur d'un lit	L	16m
Epaisseur du filtre(sable et graviers)	P_{filtre}	0,50m
Profondeur des boues étalées sur le lit	P_{max}	0,3m
Données de base		
Charge en MS (C_{MS}	700KgMS/J
Volume des boues par soutirage (tous les 5 jours), égal à la moitié du volume total du bassin +10% d'eau de rinçage	V_{b-sout}	82m ³ /semaine
Critères de dimensionnement		
Charge spécifique en MS par surface de lits de séchage et par an	CS_{MS}	200KgMS/m2/an
Temps minimal de séchage des boues		7 ou 15j
Profondeur maximale des boues sur les lits de séchage	$P= V_{b-sout}/(B \times L)$	0429

d.3 Fonctionnement

Une fois par semaine, les boues retenues dans les bassins de sédimentation, constituées par les matières flottantes et décantables sont pompées vers 2 lits de séchage avec chacun 30 cm de boues décantées. Une grande partie du liquide est évacuée par percolation à travers le filtre et est collectée par le réseau de drainage est appelée filtrat.

Ce filtrat, possédant une teneur fortement réduite en matières en suspension mais très chargé en polluants organiques est injecté dans la STEP. Tandis que l'autre partie s'est évaporée.

Les boues ainsi séchées sont évacuées au niveau de l'aire de stockage pour un stockage plus prolongé et pour libérer les 2 lits de séchage qui seront chargés au prochain tour.

Cependant le séchage pendant 1,2 ou 3 semaines seulement n'est pas suffisant pour s'assurer que les organismes pathogènes sont éliminés.

Figure 9 : Lits de séchage



d.4 Aire de stockage

Figure 10 : Aire de stockage



L'aire de stockage, de forme rectangulaire, s'étend sur une surface de 168m² qui lui permet de recevoir et de stocker pendant un mois encore les boues séchées issues des lits de séchage en attendant leur évacuation pour brûlage ou récupération (réutilisation en agriculture).

L'aire de stockage est située dans la proximité immédiate des lits de séchage et est accessible par les camions par la voirie interne aménagée à cet effet, les camions qui vont transporter les boues séchées destinées à la décharge.

La surface nécessaire pour l'aire de stockage a été calculée pour une hauteur moyenne des tas de boues séchées de 1 m. Le volume des boues séchées est calculé en admettant une concentration de matières sèches de 250g/L dans les boues séchées.

Tableau 16 : Dimensionnement de l'aire de stockage

Dimensionnement	
Surface totale de l'aire de stockage	168m ²
Hauteur moyenne des tas des boues séchées	1m
Temps de stockage souhaité	30j
Données de base	
Charge en MS	700KgMS/j
Teneur en MS après séchage	250g/L

e) Bassin de régulation

Le bassin de régulation de débit se situe à la fin de la chaîne de prétraitement des boues et avant leur injection dans la STEP. C'est un tampon qui sert à stocker le volume des boues arrivant dans la journée dans le système et d'injecter ce volume de manière contrôlée dans la STEP.

Ce qui permet d'éviter une injection brusque dans la STEP, en transformant les déversements ponctuels des boues de vidange en débit continu.

La sortie située au niveau du bassin dont le fond est légèrement incliné pour permettre la purge des matières décantées lors du pompage du volume mort. Une vanne de réglage fin, insérée dans un regard à la sortie du bassin, permet le dosage dans la STEP pour une injection de manière ciblée pendant les périodes souhaitées, par exemple, pendant la nuit lorsque la STEP est moins sollicitée.

La génératrice inférieure de la conduite de sortie se situe à 0,50cm du radier du bassin, et ce, afin d'assurer un volume mort qui pourrait être extrait par la pompe à « eaux claires » prévue pour les opérations de rinçage des bassins de sédimentations et autres ouvrages ainsi que les conduites de drainages des lits de séchage.

Tableau 17 : Dimensionnement du bassin de régulation

Dimensionnement		
Volume du bassin	V	100m ³ /j
Profondeur du bassin	P	2m
Revanche	R	0,50m
Largeur du bassin	B	7m
Longueur du bassin	L	7,5m

VI. CARACTERISATIONS DES BOUES

La caractérisation des boues de vidange est une des étapes essentielles du thème de mon Mémoire. Elle permet de connaître les particularités, les potentiels et les risques éventuels des boues de vidange mais surtout elle est primordiale pour la conception des systèmes de traitements performants. La méthodologie retenue s'inspire en grande partie des recommandations de l'EAWAG.

Les paramètres à analyser sont :

- Les Matières Sèches et les Matières Totales Volatiles
- La Demande Chimique en Oxygène
- La Demande Biochimique en Oxygène
- Conductivité, pH et salinité
- Azote ammoniacal et NTK.

A. Nombre de prélèvements à réaliser

La caractérisation des boues de vidange repose en grande partie sur une campagne d'analyses. Selon l'EAWAG, la variabilité des boues de vidange nécessite un nombre important d'échantillons. Si 50 échantillons peuvent fournir des résultats significatifs, moins de 30 échantillons ne donnent que des tendances. L'EAWAG précise en outre que les moyens financiers engagés doivent favoriser davantage le nombre d'échantillons plutôt que le nombre de paramètres.

Le nombre de prélèvements effectués est conditionné par les facteurs suivants :

- La fréquence des camions,
- La disponibilité des réactifs au niveau du laboratoire,
- Les délais d'analyses,
- Les contraintes au niveau du laboratoire.

Cette campagne a été menée du 19 décembre 2006 au 08 janvier 2007 pour la décantation des boues brutes entrant au niveau du canal de l'ouvrage de réception et de l'effluent du bassin de sédimentation et du 08 janvier au 16 février 2007 pour les analyses.

Les prélèvements pour les boues brutes sont effectués au niveau du canal de l'ouvrage de réception lors du dépotage des camions de vidange. Une louche de 2 litres nous permet de prélever le mélange de boues entrant dans le canal. Tandis que le prélèvement de l'effluent du bassin de sédimentation se faisait d'abord toutes les 2 heures puis chaque une de temps au niveau du regard collecteur qui relie le bassin au bassin de régulation.

Le prélèvement de l'effluent de toute la station se faisait chaque heure du 06 au 16 février 2007 au niveau du regard collecteur qui se trouve au niveau de la STEP

Les prélèvements se faisaient chaque Mardi et Jeudi de la semaine et les analyses le Mercredi, le Vendredi et Samedi de la même semaine pour les paramètres autres que le pH, la conductivité et la salinité qui se faisaient sur place (in situ).

B. Résultats de la campagne d'analyses effectuées

a) Pour le bassin de sédimentation

Tableau 18 : Valeurs moyennes résumées des paramètres physiques du bassin de sédimentation

Paramètres	Boues Brutes (BB)	Effluent du bassin de sédimentation (EF)	Nombre d'Echantillons	
			(BB)	(EF)
Température	26,1°C	25,26°C	44	55
Conductivité	4,45mS/cm	4,33mS/cm	44	55
Salinité	2,33g/L	2,24g/L	44	55
pH	7,57	7,55	44	55
MS	0,52 % (4455mg/L)	0,31 % (2621mg/L)	44	27
MVS	70,05 %deMS	78 %de MS	7	3

Tableau 19 : Valeurs moyennes résumées des paramètres chimiques du bassin de sédimentation

Paramètres	Boues Brutes (BB)	Effluent du bassin de sédimentation (EF)	Nombre d'Echantillons	
			(BB)	(EF)
NH ₃ -NH ₄ -N	295mg/L	287mg/L	26	14
DCO	7119mg/L	3491mg/L	35	18
NTK	931mg/L	-	28	-
Norganic	677mg/l	-	22	-
DBO5	2100mg/L	-	1	-

b) Pour l'effluent du bassin de sédimentation suivi pendant une semaine de chargement du bassin

Tableau 20: Valeurs moyennes résumées des paramètres physiques des MS et MES

	MS			MES	
	[%]	[mg/L]	N° d'échantillons	[mg/L]	N° d'échantillons
Effluent bassin desédimentation	0,38	3265	31	2670	8

c) Pour l'effluent de toute la station STBV suivi pendant deux semaines

Tableau 21 : Valeurs moyennes résumées des paramètres physiques de la station STBV

Paramètres	Effluent STBV	Nombre d'Echantillons
Température	25°C	16
Conductivité	4,47mS/cm	16
Salinité	2,33g/L	16
pH	7,63	16
MS	0,37 % (3184mg/L)	31

Tableau 22 : Valeurs moyennes résumées des paramètres chimiques de l'Effluent STBV

	NH₃-NH₄-N		DCO		NTK	
	[mg/L]	N° d'échantillons	[mg/L]	N° d'échantillons	[mg/L]	N° d'échantillons
Effluent STBV	196	16	3210	31	355	11

C. Discussions

C. 1 Décantation

D'après les résultats des essais de décantation faits dans 6 cônes d'Imhoff sur 33 échantillons de boues brutes prélevées au niveau du canal de l'ouvrage de réception ont montré :

En moins de 10 minutes la décantation atteint son maximum, puis le phénomène de tassement (épaississement) commence.

Une séparation complète dans les conditions calmes est atteinte dans un délai de 60 minutes
Un minimum de temps de rétention nominal de quatre (04) heures est proposé pour des raisons de sécurité étant donné que les temps de rétention effectifs sont plus courts que les temps nominaux en raison des courts-circuits hydrauliques (comme on l'a vu lors des périodes d'affluence).

Le taux d'accumulation des boues sédimentées est de 118,4mL/L de boues fraîches ou 0,118m³/m³de boues fraîches. Voir le tableau.

Figure 11 : Résultats des essais (33) de décantations réalisés dans des cônes d’Imhoff

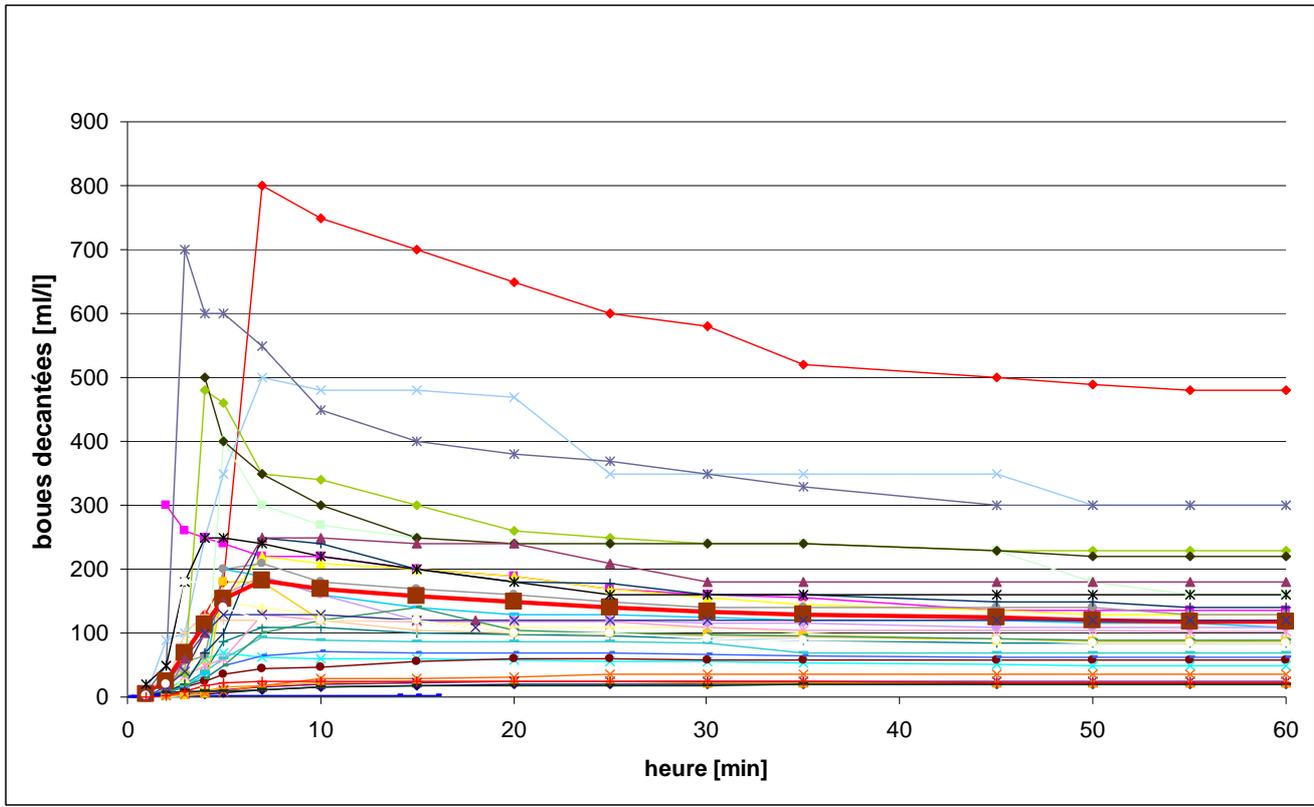


Tableau 23 : Moyenne des essais de décantation

45,05 ml /l/min est la vitesse maximale de décantation

Temps [min]	Moyenne(ml/L)	vitesse de décantation ml/l/min
1	3,7	3,75
2	24,5	20,78
3	69,6	45,07
4	114,1	44,45
5	152,9	38,87
7	182,2	14,62
10	169,5	-4,22
15	157,5	-2,39
20	148,4	-1,83
25	139,4	-1,80
30	134,0	-1,08
35	129,7	-0,85
45	124,8	-0,49
Melange		
50	120,4	-0,87
55	118,7	-0,35
60	118,4	-0,05
tassement	87,1	

C. 2 Bassin de sédimentation

Matières sèches

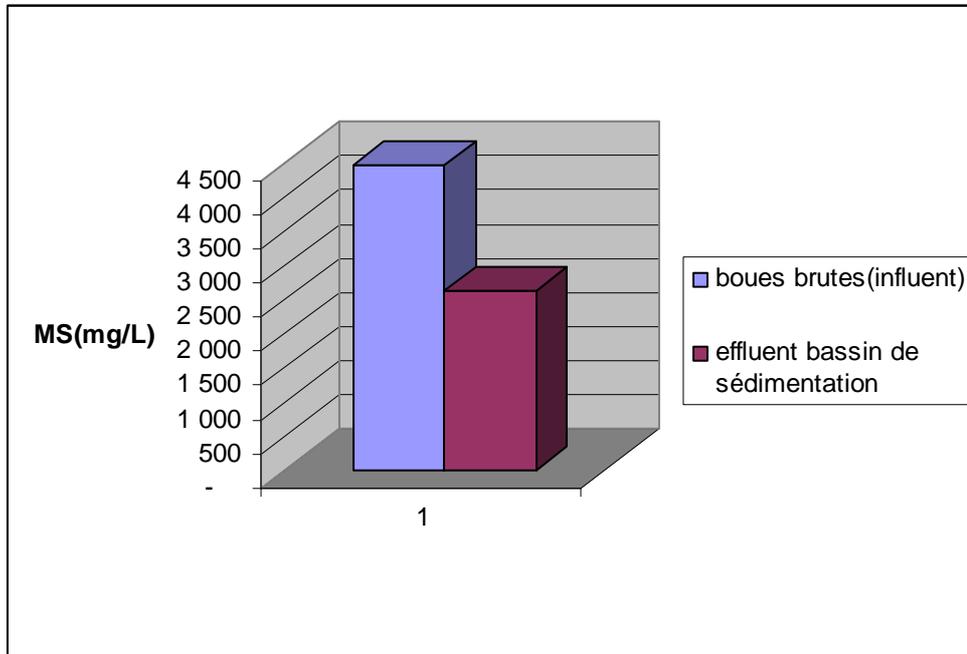
Tableau 24 : Valeurs moyennes des MS et MVS du bassin de sédimentation

	MS		MVS	
	[%]	(mg/L)	Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons
Boues brutes	0,52	(4455)	44	70,05%deMS
Effluent du bassin de sédimentation	0,31	(2621)	27	78%de MS

Les valeurs trouvées sont proches de celles de la littérature (**valeurs de la littérature Strauss et al.1997, NB : 1,0% MS=10 000mg/L**).

Le pourcentage de MS mesuré dans les boues fraîches est de 0,52 % (4455 mg/L) est trop faible comparé à la valeur de la littérature qui est de 3% pour des boues fraîches provenant des fosses septiques .mais avec le traitement le pourcentage est descendu jusqu'à la valeur moyenne**0, 31% (2621 mg/L) dans l'effluent**. Cette valeur du MS est grande que la moitié de la valeur moyenne du MS des boues fraîches. (Valeurs **de la littérature Strauss et al. 1997, NB : 1,0% MS=10 000mg/L**)

Les boues brutes ou fraîches ou influent sont donc trop diluées (c'est normal puisque les camions ne peuvent pomper que la partie liquide contenue dans les fosses septiques).

Figure 12 : histogramme des MS, Boues Brutes et Effluent

Conductivité, pH, salinité et température

L'influent et l'effluent présentent les mêmes caractéristiques pour les valeurs moyennes de ces paramètres (les valeurs moyennes sont presque identiques concernant pH, température Conductivité et salinité). (Voir Tableau A).

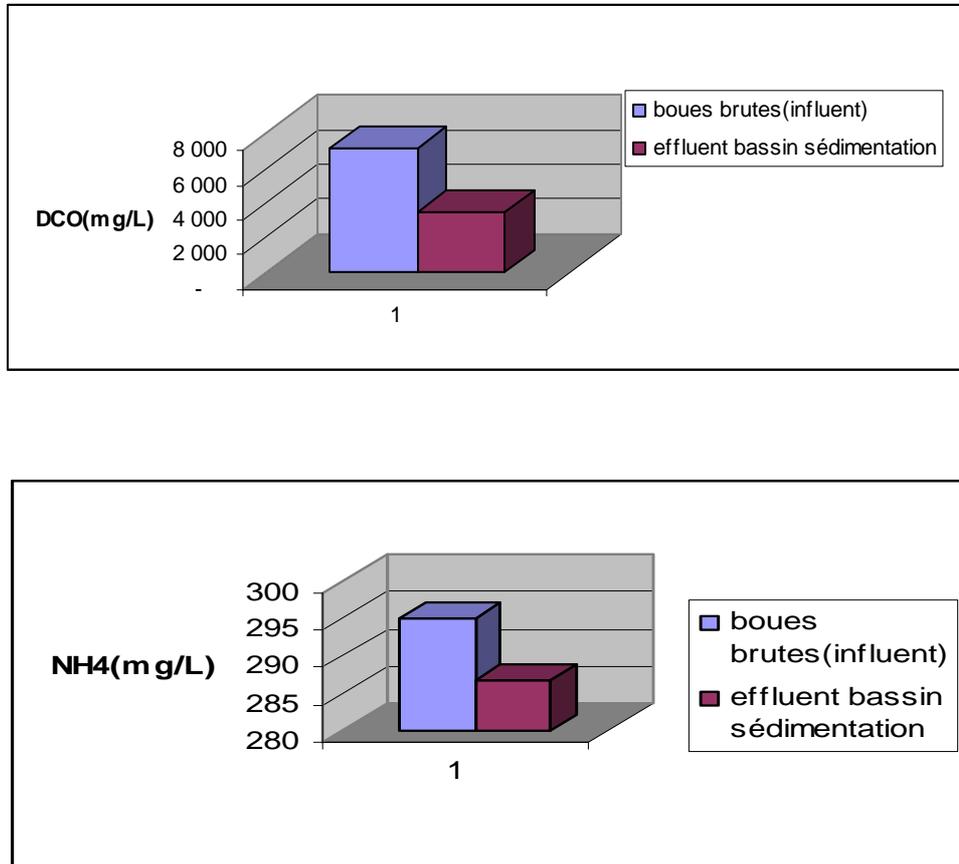
Des valeurs de conductivités électriques de 7,89-1,63 et 2,94-5,9mS/cm ont été observées respectivement dans les boues brutes et les effluents des bassins de sédimentation.

Cependant l'effluent est trop chargé en sel dissous et qu'il faudrait le traiter avant son utilisation en agriculture conductivité inférieure à 3mS/cm) de peur d'affecter la croissance des plantes par les effets osmotiques ou la dispersion du complexe argilo-humique des particules du sol.

DCO et Ammonium

Tableau 25 : Valeurs moyennes des paramètres chimiques des boues brutes et de l'effluent du bassin

	NH ₃ -NH ₄ -N		DCO		NTK	
	[mg/L]	N°d'échantillons	[mg/L]	N°d'échantillons	[mg/L]	N°d'échantillons
Boues brutes	295	26	7119	35	931	28
Effluent du bassin de sédimentation	287	14	3491	18	-	-

Figure 13 : valeurs moyennes DCO et NH4

Les valeurs moyennes obtenues (DCO et NH_4^+) sont proches de celles recueillies dans la littérature pour les boues des fosses septiques. (**Valeurs de la littérature Strauss et al.1997, NB : 1,0% MS=10 000mg/L**).

La valeur moyenne de la DCO dans les boues brutes est de 7119 mg/L mais elle décroît le long du traitement pour atteindre la valeur de **3491 mg/L dans l'effluent final** du bassin de sédimentation. Des valeurs de DCO de 1200-15720 et 1544 -6600 mg/L ont été observées respectivement dans les boues brutes et dans l'effluent des bassins de sédimentation.

La teneur en Azote n'apparaît pas aussi élevée que pourrait le laisser penser un produit essentiellement issu de l'accumulation de matières fécales.

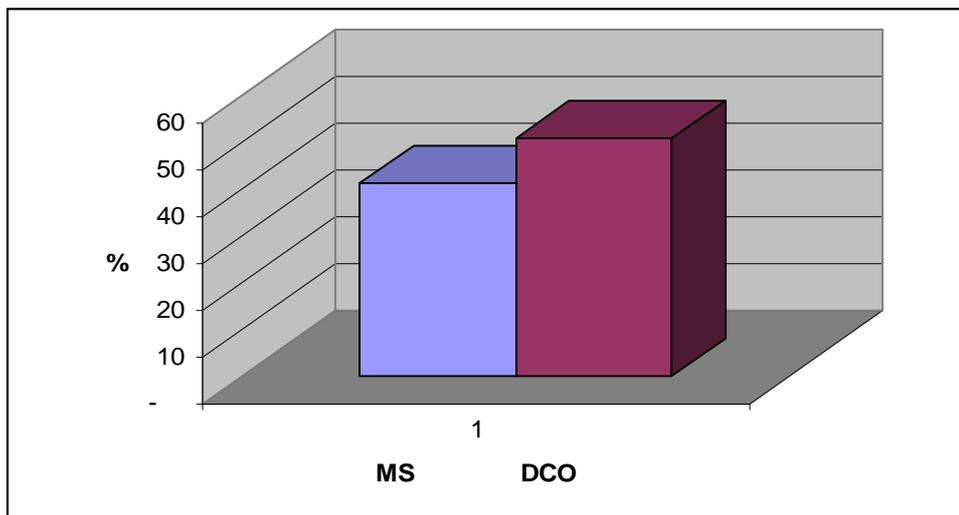
L'élimination de l'Azote est limitée dans ces décanteurs et seul l'Azote organique Norganic dont la valeur moyenne (677mg/L) incluse dans celle de NTK est éliminé par sédimentation.

D. Efficience du traitement

Tableau 26 : Valeurs moyennes prises pour le calcul du taux moyen de performance

Valeurs moyennes	MS (mg/L)	DCO (mg/L)
Influent	4455	7119
Effluent bassin sédimentation	2621	3491
Rendement (%)	41%	51%

Figure 14 : Taux de Performances du Bassin de sédimentation



Le bassin de sédimentation/épaississement a un effet épurateur (élimination) d'environ 51% de la DCO, ce qui est un bon pourcentage (D'après la littérature Doulaye Koné et Martin Strauss).

Par contre le pourcentage d'épuration des MS est faible ; ce qui était prévisible à cause de la forte affluence de camions qui fausse le temps de rétention qui est parfois de 1heure seulement pour certaines tranches d'heures (10h, 11h, 12h, 13h, 14h et 15h). Les effluents sont trop fortement chargés en matières sèches à cause d'une mauvaise décantation.

L'autre cause de la forte teneur en MS au niveau de l'effluent est les conditions anaérobiques qui règnent dans les bassins de sédimentation.

E.L'Effluent du bassin de sédimentation suivi pendant une semaine de chargement du bassin

Tableau 27 : Valeurs moyennes résumées des paramètres physiques de l'effluent du bassin de sédimentation

	MS			MES	
	[%]	[mg/L]	N°d'échantillons	[mg/L]	N°d'échantillons
Effluent bassin de sédimentation	0,38	3265	31	2670	8

Figure 15 : MS de l'effluent du Lundi au Jeudi

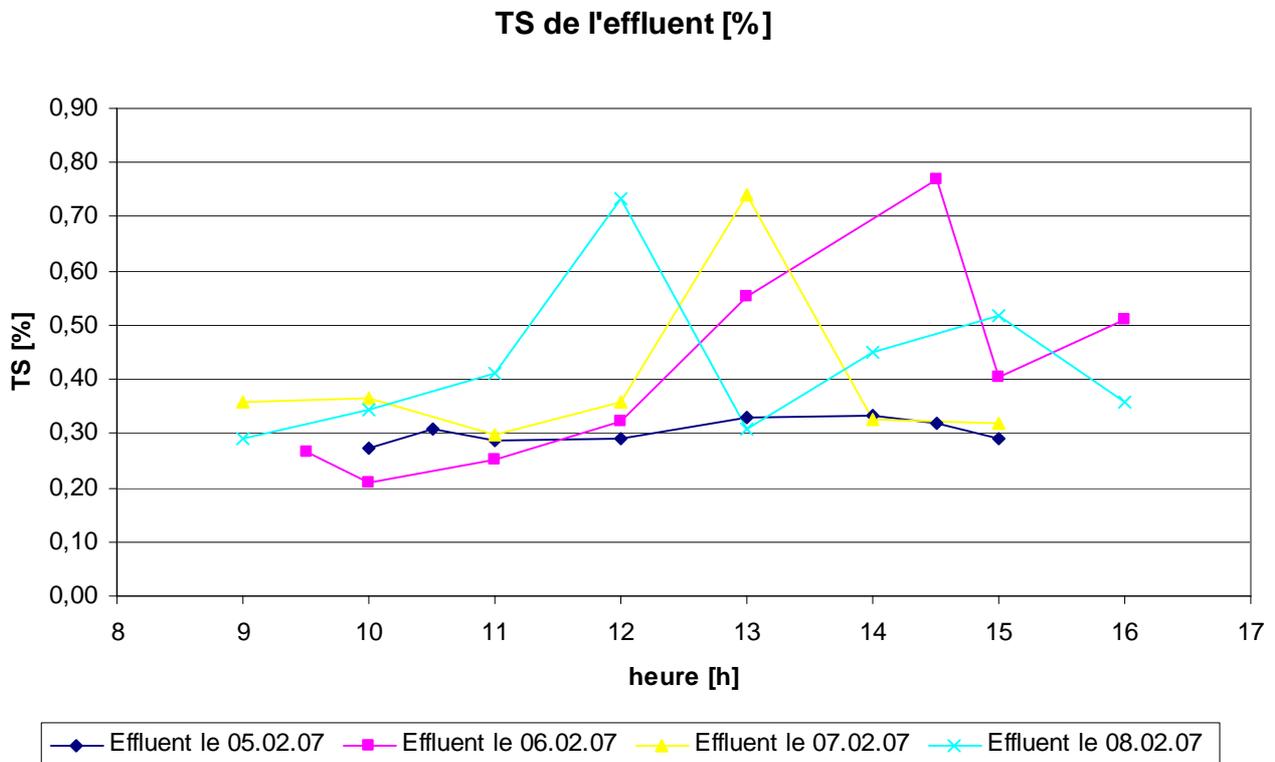
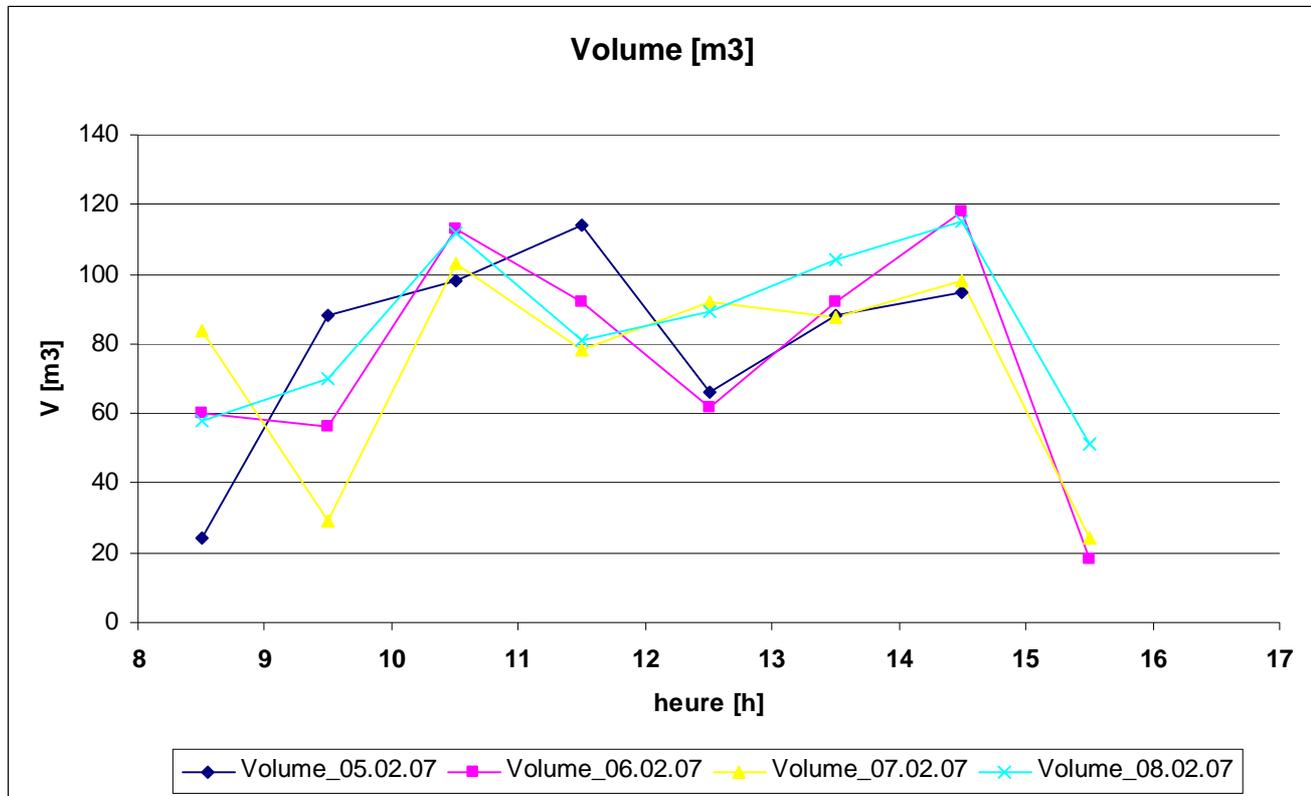


Figure 16 : Volume de boues déversées du Lundi au Jeudi

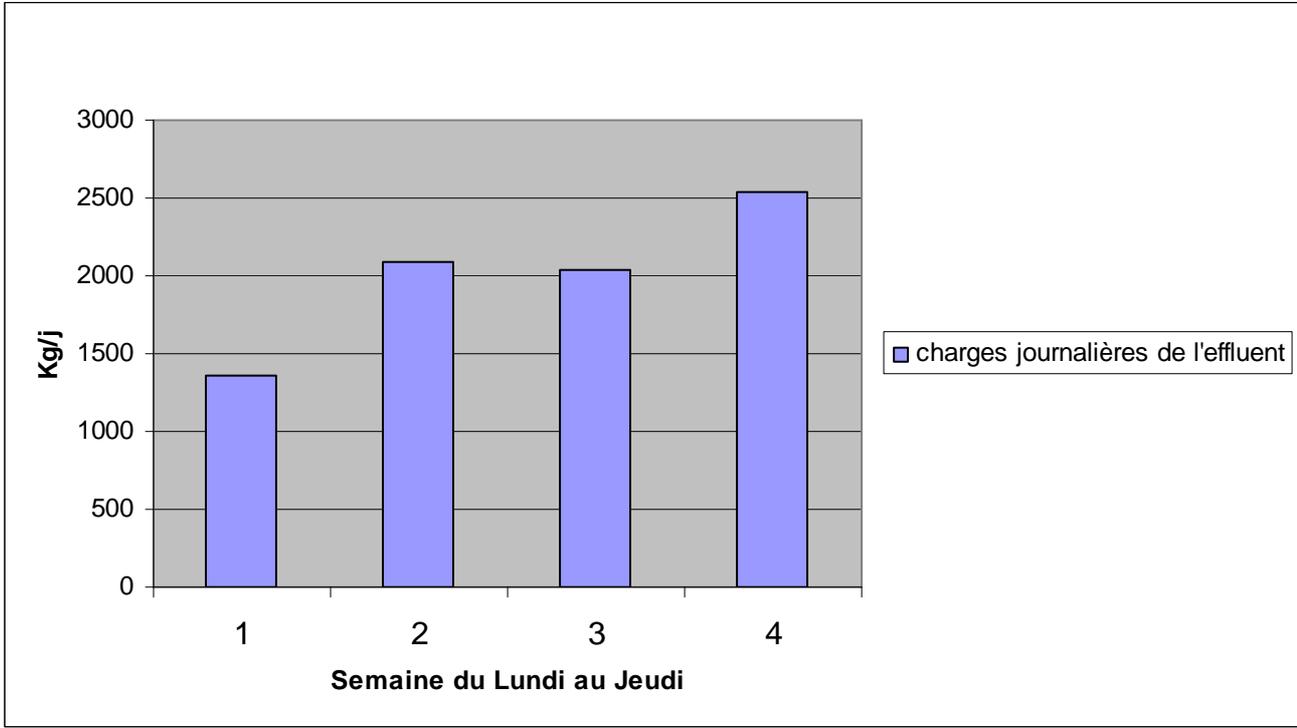
On voit d'après les deux (02) figures que :

- La MS de l'effluent du Lundi varie peu, **de 0,27%** (2300mg/l) à **0,33%** (2820mg/L) qui est la plus haute valeur de MS observée à 12Heures (heure de forte affluence de camions). **Il faut signaler que c'est le Lundi où l'on change de bassin ;**

- Le Mardi, les MS atteignent la valeur la plus petite de cette semaine **0,21%** (1760mg/L), mais augmente rapidement pour atteindre la valeur la plus élevée de la journée et de cette semaine **0,77%** (6240mg/L) entre 13h -14h, et après, elle se stabilise à **0,51%** (4200mg/L) en fin de journée ;

- Le Mercredi, les MS augmentent lentement de **0,36%** pour atteindre un pic à **0,74%** (7120mg/L) entre 13h -14h et après, elle se stabilise à **0,32%** en fin de journée vers 16h ;

- Le Jeudi, on note deux pics de MS dans la journée : **0,73%**(6080mg/L) vers 12h et **0,52%** (4420mg/L) entre 14 h -15h et enfin une stabilisation à **0,36%** en fin de journée.

Figure 17 : Charges journalières (Kg/L) de l'effluent du bassin de sédimentation

Les charges journalières de l'effluent du bassin de sédimentation augmentent du Lundi (1358,4Kg/j) au jeudi (2534,34Kg/j)

Ces charges journalières de l'effluent du bassin dépassent de loin les charges journalières d'entrée qui sont 700 Kg/j prévues pour les boues fraîches par GWK.

F. Pour l'effluent de toute la station STBV suivi pendant deux semaines

On a prélevé pendant deux semaines consécutives l'effluent STBV et en prélevant uniquement mardi et jeudi de chaque semaine (à cause des contraintes au niveau du labo). Les résultats de l'analyse en MS et en DCO de cet effluent sont représentés sur les figures ci-dessous et les valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques sont consignées dans le tableau suivant. C'est cette eau qu'on envoie à la STEP.

Tableau 28 : Valeurs moyennes résumées des paramètres physiques et chimiques de l'effluent de la station STBV

	Effluent STBV	Nombre d'échantillons
Température (°C)	25	16
Conductivité (mS/cm)	4,47	16
Salinité (g/L)	2,33	16
pH	7,63	16
M S (mg/L)	3184	31
DCO (mg/L)	3210	31
NH ₄ ⁺ (mg/L)	196	16
N T K (mg/L)	355	11

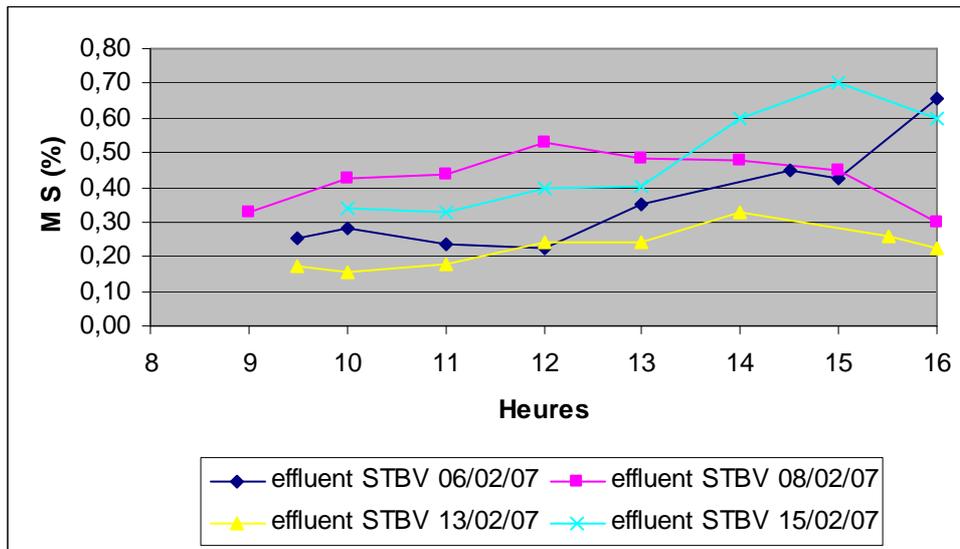
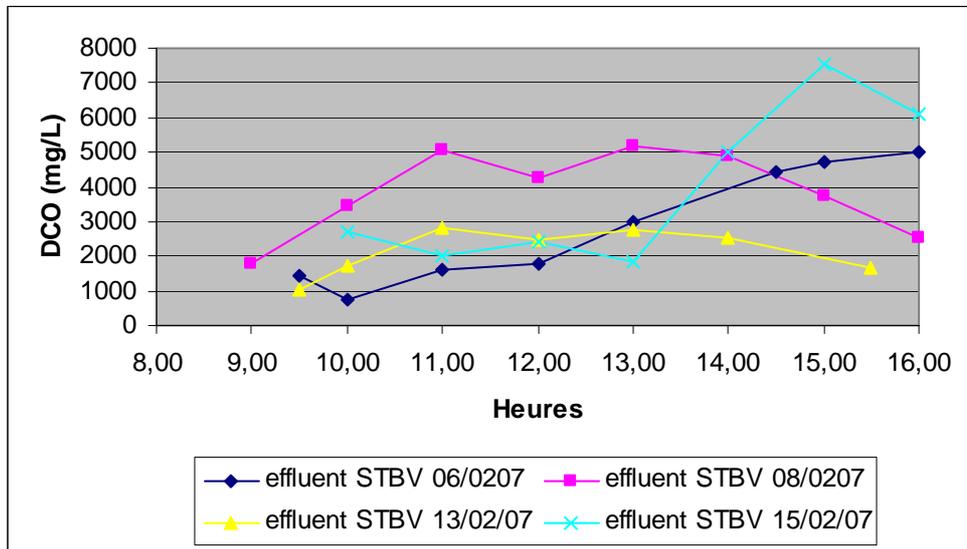
Figure 18 : M S (%) de l'effluent STBV

Figure 19 : DCO (mg/L) de l'effluent STBV

Les effluents STBV des dates 08/02 et 15/02/ 2007 sont les plus fortement chargés en MS avec un pic de **0,70%** (6040 mg/L) de MS.

L'effluent du 13/02/07, avec un pourcentage **0,17%** en MS

A-1-Ligne des eaux

Tableau 29 : Valeur de l'eau usée pour la période du 26/02/2007

	Eau Brute Dessablée
pH	7,56
MES (mg/l)	1000
DBO ₅ (mg/l)	*1350
DCO (mg/l)	2212
NH ₄ ⁺ (mg/l)	146
N _{TK} (mg/l)	193
P _T (mg/l)	17
Cl ₂ (mg/l)	-

Par comparaison avec l'eau usée, l'effluent STBV est trop chargé en MS (d'après Sandec si on considère que le rapport MS/MES =2, on a la valeur de MES pour l'effluent est de 1592mg/L est plus élevée que celle de l'eau usée) et la DCO est très élevée, 3210mg/L .

Remarque

Pour ce qui est de la performance des lits de séchage, l'accès au liquide de percolation est difficile car le regard collecteur où se situe le drain est toujours plein.

Malgré notre intervention et celle du chargé du projet VELUX, son curage n'a pas été effectué. Ce qui nous a beaucoup pénalisé, cependant quelques boues épaissies pendant cinq jours des bassins de sédimentation ont été analysées et les valeurs de MS consignées dans le tableau suivant :

Tableau 30 : Valeurs MS des boues épaissies

Boues épaissies	1	2	3
MS (mg/L)	65940	58040	51150
MS (%)	7,42	6,86	5,45

Avec ces teneurs, les pompes à Boues qu'on a à la station ne marchent pas puisqu'elles étaient dimensionnées pour des teneurs en boues épaissies de l'ordre de 20 000 à 50 000 mg/L. En plus de ces teneurs il y a le sable et les filasses qui s'enroulent dans les vis des pompes.

VII. VALORISATION DES BOUES

a) Pourquoi valoriser

Valoriser afin de limiter le déficit de matières organiques et minérales des parcelles agricoles.

Un mètre cube de boues de vidange contient en moyenne 25Kg de matières sèches. Cette fraction est généralement extraite des dispositifs de traitement primaire des boues de vidange à savoir des bassins de sédimentation/ épaissement. Plusieurs alternatives s'offrent à l'exploitant pour la destination de ces matières, les deux principaux modes d'évacuation envisageables sont :

- l'élimination par dépôt et enfouissement au sein des installations de stockage de déchets ;

- L'épandage agricole et /ou le compostage

La valorisation des boues séchées présente plusieurs intérêts :

- o limiter le déficit de matières organiques et de minéraux de certaines parcelles agricoles ;
- o Trouver une alternative à l'import d'engrais en matières organiques ;
- o Trouver une alternative au stockage et à l'enfouissement, particulièrement dans un contexte où les installations de stockage de déchets font défaut ;

- o De mettre en œuvre des techniques simples telles le co-compostage ou le séchage naturel. Si au Sénégal les besoins en matières organiques et en oligo-éléments ne font pas l'objet d'estimations précises, ils apparaissent néanmoins manifestes. Et les techniciens en charge de l'agriculture s'accordent sur les besoins en matières organiques de la plupart des parcelles cultivées. Ces besoins en amendements organiques se concrétisent par l'achat notamment d'engrais généralement importés.

b) Aptitudes des boues de vidange à l'amendement

Les littératures précises que comparées aux caractéristiques généralement rencontrées des boues de station d'épuration d'eaux usées, les boues issues des Boues de vidange, telles qu'elles apparaissent généralement, sont plus organiques et plus chargées en carbone. Elles le seraient moins en azote qui, compte tenu du caractère franchement anaérobie du produit, migre principalement dans la phase liquide.

VIII. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Ce rapport de mémoire fait l'état des lieux de la gestion de la déposéante des boues de vidange de Cambérène. Il pourra servir pour les études futures relatives à cette déposéante. Mais compte tenu du temps qui nous ait accordé pour son élaboration, nous recommandons pour la suite des travaux ce qui suit :

Un personnel consciencieux et ayant assez d'expériences dans l'assainissement est indispensable pour le bon fonctionnement de la déposéante

Une meilleure collaboration entre les différentes Directions (Direction des études et travaux dont dépend le service assainissement autonome, la direction de l'exploitation et la direction commerciale) de l'ONAS permet de mieux gérer la déposéante

Des pompes à Boues adaptées aux types de boues épaissies que l'on rencontre dans cette déposéante (Ce sont des boues épaissies trop concentrées comportant trop de sable et pleines de filasses). Ces pompes à vis excentrique de marque FLYGT que l'on a à la déposéante fonctionnent difficilement avec ces boues épaissies pleines de filasses qui s'enroulent sur les vis des pompes.

Je pense qu'il nous faut des pompes centrifuges de marque FLYGT

Pour moi, à part le gérant de la station, le personnel qui est indispensable pour la bonne marche de la déposéante

-un électromécanicien ayant déjà travaillé avec des pompes à boues

2 manœuvres pour exécuter les travaux quotidiens (enlever les refus de grilles, nettoyer l'avaloir, décaper les lits de séchage et nettoyer le bassin lors de la vidange enlever les boues séchées et les stocker au niveau de l'aire de stockage.

Le projet de l'ONAS a donc un caractère novateur dans la mesure où il vise à faire de l'ONAS un membre actif dans la gestion des boues de vidange.

Mais ceci n'est possible que grâce à une synergie de ses différentes directions (direction des études et travaux, direction de l'exploitation et direction commerciale) pour une meilleure collaboration en vue de définir un bon planning de gestion de la déposéante. Un comité de gestion composé de 3 directions existe déjà mais il doit être renforcé pour que ses décisions puissent être appliquées et respectées.

Bien que les conditions de traitement ne soient pas optimales (sédimentation peu efficace due à la forte affluence de camions de vidange), il faut tout de même mentionner le fait que le système permet l'élimination de 51% de DCO. L'ouverture des autres déposéantes va peut-être réguler cette affluence.

IX. BIBLIOGRAPHIE

GKW, Etude de Faisabilité et Etudes de Traitement des Boues de Vidange à Dakar. RAPPORT PROVISOIRE Août 2002.

Steiner M., Montan Gero A., Koné D., Strauss M., 2004, Un concept novateur de financement pour la gestion durable des boues de vidange Analyse des options de flux monétaires, Duebendorf, EAWAG-SANDEC, 25p.

Etudes de faisabilité, études techniques détaillées et supervision des travaux de déposantes de boues de vidange à Dakar. Projet eau à long terme (PELT). volume 1 - Version définitive 2002. GKW Consult

Heinss U., Larmie S., Strauss M.; Solids Separation and Pond Systems for the Treatment of Faecal Sludges in tropics; Lessons Learnt and recommandations for preliminary Design; Swiss Federal Institute for Environmental Science and technology EAWAG, Sandec Report N.5/98.

Agnés M., Strauss M., Avril 2002, Gestion des Boues de vidange.

GKW, Supervision des travaux de déposantes des boues de vidange, Rapport d'avancement des travaux N°2, Mai 2004, GKW Consult

X. ANNEXES

MODE OPÉRATOIRE pour la DCO

Nous utilisons la méthode HACH.

- Introduire 2 ml d'eau distillée dans un tube DCO Hach (blanc*),
- introduire (0,5 à 1ml) d'échantillon dilué au dixième [5ml d'échantillon est prélevé puis dilué dans un volume de 50ml] dans un second tube DCO Hach avec 1,5 à 1 ml d'eau distillée.
- agiter, puis chauffer les deux tubes dans un four à DCO à 150°C, pendant deux heures,
- Laisser refroidir et lire au spectrophotomètre DR 2000 HACH, à 620 nm.

La DCO est donnée directement en mg O₂/l.

* Le blanc permet la mise à zéro du spectrophotomètre.

La teneur réelle est $=50/5 * 2/0,5 * \text{lecture}$ ou $50/5 * 2/1 * \text{lecture}$

L'unité est en mg/L d'oxygène

MODE OPÉRATOIRE pour la DBO

- Introduire un volume connu d'échantillon dans un flacon à DBO contenant un barreau magnétique,
- déposer 0,5 à 1 ml de potasse 30 à 45% dans le bouchon prévu à cet effet,
- placer le flacon sur le DBOMètre,
- fermer le flacon, puis introduire le DBOMètre dans son enceinte,
- attendre 30 mn, ajuster au zéro et noter l'heure,
- lire la DBO₁ le lendemain à la même heure. Le résultat est lu directement en mg/l d'oxygène.

Il en sera de même les 2^e, 3^e, 4^e et 5^e jour. On obtient alors la DBO₅.

MODE OPÉRATOIRE pour NH₄⁺

- Filtrer une petite quantité de l'échantillon
- Introduire une prise d'essai (0,1 ml) dans une fiole jaugée de 50 ml,
- Ajouter 2 ml de tartrate double, agiter,
- Ajouter 2 ml de réactif de Nessler, agiter,
- Compléter à 50 ml avec de l'eau distillée, agiter,
- Laisser reposer 10 mn et lire au spectrophotomètre à 420 nm,
- Déduire la concentration de la courbe d'étalonnage.

La teneur NH₄⁺ = $50/0,1 * \text{lecture}$

La teneur est exprimée en mg/L de N

2. MODE OPÉRATOIRE pour NTK

Digestion :

- Introduire 50 ml d'échantillon non filtré dans un tube de digestion contenant quelques pierres ponce,
- ajouter 9 ml de H₂SO₄ et 5 g de K₂SO₄,
- digérer pendant trois à quatre heures (l'échantillon devient alors clair) et laisser refroidir,
- introduire le digestat dans une fiole de 250 ml et ajuster avec de l'eau distillée,
- prélever 25 ml du digestat dilué et neutraliser avec un volume connu de NaOH 5N,

(le volume de soude est préalablement déterminé grâce à un dosage précis en présence de bleu de bromothymol).

Dosage de l'azote Kjeldahl :

- introduire dans une fiole jaugée de 50 ml, une prise d'essai (0,5ml) à partir de l'aliquote neutralisé,
- ajouter 2 ml de tartrate double, agiter,
- ajouter 2 ml de réactif de Nessler, agiter,
- compléter à 50 ml avec de l'eau distillée, agiter,
- laisser reposer 10mn et lire au spectrophotomètre à 420 nm,
- déduire la concentration de la courbe d'étalonnage c-à d la lecture.

La concentration en NTK est = $250/50 * (25+\text{volume de NaOH})/25 * 50/0,5 * \text{lecture}$

On trouve la valeur en mg/L de N

Dosage du phosphore total :

- introduire dans une fiole jaugée de 100 ml, une prise d'essai à partir de l'aliquote neutralisé,
- ajouter 25 ml de liqueur ternaire,
- compléter à 100 ml avec de l'eau distillée,
- laisser reposer 10mn et lire au spectrophotomètre à 460 nm,
- déduire le résultat de courbe d'étalonnage.

Mode opératoire de MS :

- Peser la capsule sèche soit P1
- prendre 5ml de l'échantillon et le mettre dans la capsule
- repeser la capsule pleine soit P2 puis la mettre dans le four pendant 2 heures à 105°C
- ensuite on pèse la capsule sortie du four puis refroidie soit P3

La teneur en MS est (mg/l) = $(P3-P1)/5$

La teneur de MS en % = $(P3-P1)/P2-P3$