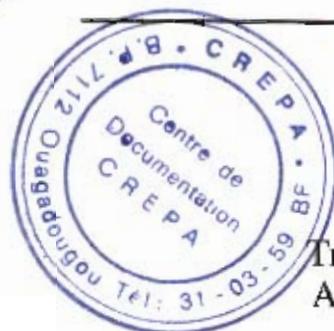


DÉPARTEMENT DE GÉNIE RURAL  
INSTITUT DE GÉNIE DE  
L'ENVIRONNEMENT  
IGE/GS GÉNIE SANITAIRE

**EPFL**  
ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE



Février 1996

Travail de diplôme en  
ASSAINISSEMENT

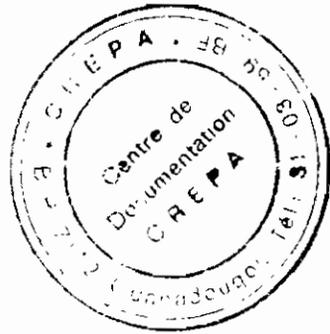
## GESTION DES BOUES DE VIDANGE DE LA VILLE DE OUAGADOUGOU



Candidate: Susanne REHACEK

Professeur: Lucien Yves MAYSTRE

Encadrement: Ch. TOURE, CREPA, Ouagadougou  
O. GUENE, CREPA, Ouagadougou  
L. KRAYENBUHL, IGE/GS



## REMERCIEMENTS

Je remercie les personnes et associations suivantes pour m'avoir permis de réaliser ce travail à l'étranger, m'avoir conseillé et donné de précieuses informations:

- Le professeur L-Y. Maystre, à l'EPFL
- M. Laurent Krayenbühl, à l'EPFL
- Ingénieurs du Monde
- Le docteur Cheikh Touré, du CREPA à Ouagadougou
- Ousseynou Guene, du CREPA à Ouagadougou
- Seydou Traore et Kokou Denyigba, du laboratoire de l'EIER à Ouagadougou
- Les diverses sociétés de vidange, en particulier Burkina vidange et Welcome vidange
- M. Abdullaih Kone de l'ONEA

# RESUME

La gestion des boues de la ville de Ouagadougou n'est pas organisée pour l'instant. Les matières de vidange sont déversées n'importe où et menacent la santé des populations environnantes. Les eaux usées domestiques et industrielles sont rejetées dans la rue ou dans les marigots, et sont en partie utilisées pour l'irrigation des maraîchages. Pour remédier à ces problèmes, le bureau français OTH s'est vu confier l'Etude de Faisabilité de la Collecte et de l'Epuración des effluents urbains et industriels de Ouagadougou; un réseau d'assainissement et une station de lagunage (effluents domestiques, industriels et matières de vidange mélangés) ont donc été dimensionnés pour en assurer le traitement.

L'objet du présent travail est d'étudier la gestion des matières de vidange de la ville de Ouagadougou et, d'après les résultats, de porter un jugement critique sur la conception et le dimensionnement de la station proposée par l'OTH. Cette dernière ne sera opérationnelle que lorsque le réseau d'assainissement aura été mis en place, ce qui peut durer jusqu'à plusieurs décennies; elle semble d'ailleurs surtout conçue pour le traitement des effluents raccordables au réseau, représentant d'après leurs estimations plus de 99% du débit. Les matières de vidange semblent donc tout à fait négligeables.

Dans le présent travail, on a cherché à déterminer le volume des boues effectivement vidangées; celui-ci se révèle être beaucoup plus important qu'escompté et concerne la plus grande partie de la population (80%). Les analyses montrent qu'elles sont un peu plus diluées. D'autre part, il paraît évident que les effluents collectables par le réseau (d'après l'OTH) ne seront pas totalement connectés, pour des raisons de coût entre autres. On en a finalement déduit que la proportion des matières de vidange n'est pas aussi insignifiante que le laisse paraître l'étude du bureau français.

L'installation proposée par le bureau OTH est donc fortement sous-dimensionnée en ce qui concerne les boues de vidange, et ne permettra de les assainir que dans un certain nombre d'années. La seule possibilité pour s'en occuper immédiatement est de les traiter séparément.

Dans ce travail on présente deux possibilités:

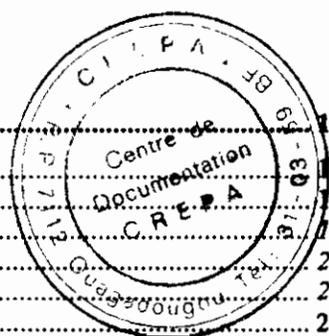
- Faire un traitement provisoire assez grossier des boues de vidange en attendant la mise en service du reste de la station. Elles y seront ensuite raccordées pour parachever l'épuration.

- Séparer complètement les traitements et construire plusieurs installations décentralisées pour les boues de vidange.

L'effluent épuré aura une qualité acceptable pour être réutilisé dans l'irrigation, et les boues résiduelles seront mélangées aux ordures ménagères pour faire du compost.

En conclusion, la solution proposée par l'OTH n'est pas du tout appropriée au traitement des matières de vidange. Après avoir comparé les variantes exposées ci-dessus sur divers critères, on a retenu la deuxième. On propose donc dans ce travail la construction de trois installations pour les matières de vidange, situées de sorte à minimiser les trajets des camions pour déverser.

# TABLE DES MATIERES



<b>I INTRODUCTION</b> .....	
1 GENERALITES .....	
2 SITUATION.....	
2.1 Géographie.....	
2.2 Climat.....	
2.3 Evolution .....	
3 BUT DU TRAVAIL.....	2
4 PROTOCOLE EXPERIMENTAL .....	4
<b>II COLLECTE ET DEVENIR ACTUELS DES BOUES</b> .....	5
1 LES SOCIETES DE VIDANGE.....	5
1.1 Les sociétés privées.....	5
1.2 Les sociétés publiques.....	7
2 DEROULEMENT D'UNE VIDANGE.....	7
3 LES TRAJETS.....	9
4 TYPE DE FOSSES VIDEES.....	9
4.1 Fosses septiques (F.S.).....	10
4.2 Latrines à fosse étanche (F.E.).....	10
4.3 Latrines traditionnelles (L.T.).....	11
4.4 Proportion des divers types de fosses.....	11
5 LIEUX DE DEVERSEMENT .....	12
6 ANALYSE ET CRITIQUES.....	14
<b>III VOLUMES DE BOUE VIDANGEE</b> .....	15
1 TAUX DE REMPLISSAGE DES CAMIONS.....	15
2 ESTIMATION MENSUELLE.....	17
3 ESTIMATION JOURNALIERE .....	18
<b>IV. ANALYSES</b> .....	18
1 PARAMETRES CHOISIS.....	18
1.1 Paramètres physiques .....	18
1.2 Paramètres chimiques.....	19
2 LIEUX DE PRELEVEMENT.....	21
3 METHODE D'ECHANTILLONAGE.....	21
4 ANALYSE DES RESULTATS.....	22
4.1 Paramètres physiques .....	22
4.2 Paramètres chimiques.....	23
<b>V. PRESENTATION ET CRITIQUE DE LA STATION DE LAGUNAGE ETUDIEE PAR L'OTH30</b>	
1 VARIANTES.....	30
1.1 Emplacements possibles.....	30
1.2 Zones desservies par le réseau .....	31
2 PROVENANCE DES EFFLUENTS-VOLUMES ET CHARGES POLLUANTES .....	31
2.1 Centre ville.....	31
2.2 Principaux pollueurs.....	32
2.3 Matières de vidange.....	33
3 COLLECTEURS .....	34
4 DIMENSIONNEMENT DE LA STATION DE LAGUNAGE .....	34
4.1 Prétraitement.....	35
4.2 Lagunage.....	36
5 COMPARAISON ENTRE VOLUME DE BOUES RELEVÉ ET CELUI ESTIMÉ DANS LE RAPPORT OTH .....	39
6 COMPARAISON ENTRE LA CHARGE DES BOUES RELEVÉE ET CELLE DÉTERMINÉE PAR L'OTH.....	39
7 CRITIQUE DU DIMENSIONNEMENT .....	40
8 PROPOSITIONS .....	40
8.1 Statu quo.....	40
8.2 Construction d'une installation de traitement spécifique aux matières de vidange.....	41
8.3 Décentralisation des sites de traitement des eaux et des boues.....	41

9 SOLUTION ENVISAGEE .....	41
<b>VI DIMENSIONNEMENT DE LA STATION DE LAGUNAGE PROPOSEE .....</b>	<b>42</b>
1 DIMENSIONNEMENT .....	42
1.1 <i>Traitement spécifique des matières de vidange</i> .....	42
1.2 <i>Traitement des eaux usées domestiques et industrielles + polissage des matières de vidange</i> .....	47
2 GESTION DES BOUES .....	53
2.1 <i>Estimation de la quantité de boues</i> .....	53
2.2 <i>Curage des bassins</i> .....	54
2.3 <i>Deshydratation des boues</i> .....	54
2.4 <i>Compostage</i> .....	56
3 INCONVENIENTS.....	56
<b>VII SOLUTION DE DECENTRALISATION .....</b>	<b>57</b>
1 COMPARAISON DES DEUX VARIANTES .....	58
2 DIMENSIONNEMENT D'UNE INSTALLATION DECENTRALISEE .....	59
<b>VIII CONSIDERATIONS FINALES .....</b>	<b>63</b>
1 TRAITEMENT DES EFFLUENTS URBAINS ET INDUSTRIELS .....	63
1.1 <i>Collecteurs</i> .....	63
1.2 <i>Chrome rejeté par la tannerie</i> .....	64
2 RESULTATS PREVISIBLES DU TRAITEMENT PAR LAGUNAGE .....	64
2.1 <i>Effluent pour l'irrigation</i> .....	64
2.2 <i>Boue pour le compostage</i> .....	64
3 CONCLUSION .....	64

# I. INTRODUCTION

## 1 GENERALITES

Les grandes villes des pays en voie de développement présentent dans la grande majorité des cas des problèmes d'insalubrité et de propagation des épidémies. Chaque année 12.4 millions de personnes succombent à des maladies causées par l'eau, les matières fécales ou le manque d'hygiène (enquête effectuée en 1987 par l'UNICEF); au Burkina, la quasi totalité de la population a été atteinte au moins une fois du paludisme. D'autres maladies sévissent telles que l'hépatite, la dysenterie, le choléra, le tétanos...

Les lacunes en ce qui concerne l'assainissement et la gestion des déchets en sont une cause évidente. En effet, les hautes températures que l'on y trouve tout au long de l'année favorisent la prolifération d'une multitude d'insectes et autres parasites vecteurs de maladies, souvent mortelles. La population est pauvre et doit lutter pour se procurer de la nourriture. La fertilisation et l'irrigation des cultures se fait donc avec ce qui est disponible et bon marché: déchets en tous genres, boues de vidange et eaux usées non traitées. Les préoccupations d'ordre sanitaire passent au second rang et sont, à tort, souvent négligées.

La prestation des services d'alimentation en eau potable et d'assainissement n'est pas considérée comme un élément de la croissance économique. La croissance démographique s'accroissant elle aussi, les systèmes mis en place deviennent rapidement désuets. De nombreuses vies pourraient être sauvées et par conséquent être utiles au développement économique si des moyens simples étaient dispensés.

Ces dernières années, un grand soutien (aides financières, projets) a été offert au Tiers-Monde pour améliorer les conditions existantes. Les résultats sont encourageants et incitent à continuer sur cette voie. Le présent travail traitera des possibilités d'amélioration de la gestion des boues de vidange de la ville de Ouagadougou au Burkina Faso.

## 2 SITUATION

### 2.1 Géographie

Le Burkina Faso est un pays sahélien enclavé de 274'000 km<sup>2</sup>, situé entre les latitudes de 9°N et 15°N. Il est délimité par le Mali et le Niger au nord; par les pays côtiers de la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Togo et le Bénin au sud<sup>1</sup>. Le Burkina Faso est un pays plat et son altitude moyenne ne dépasse pas 400 m.

---

<sup>1</sup> Voir Annexe I-1

La capitale, Ouagadougou, se situe au centre du plateau Mossi. Le terrain très peu modelé (pentes < 1%) n'est pas favorable à l'écoulement gravitaire des eaux et il en résulte des problèmes d'évacuation. L'altitude moyenne est d'environ 300 m.

## **2.2 Climat<sup>2</sup>**

La situation en latitude et la continentalité agissent sur les éléments du climat et font du Burkina Faso un pays intertropical à caractère soudano-sahélien nettement marqué. Les saisons se différencient par l'alternance d'une longue saison sèche de 8 mois (octobre à mai) durant laquelle il ne pleut pratiquement pas et d'une saison pluvieuse brève et violente (juin à septembre) où la pluviométrie moyenne est de 814 mm. Le déficit hydrique est très fort (près de 1500 mm/an). Cette situation nuit à l'assainissement naturel et de nombreux quartiers de la ville sont chaque année en proie aux inondations.

Une étude des situations climatiques des 30 dernières années permet de détecter une diminution globale de la quantité de pluie reçue. Cette tendance à l'aridification a pour conséquences de graves problèmes d'approvisionnement en eau; elle entraîne des bouleversements du calendrier agricole et provoque des changements dans les pratiques culturelles.

## **2.3 Evolution<sup>3</sup>**

Ouagadougou constitue un pôle prédominant grâce à son statut de capitale d'Etat; la ville compte environ 900'000 habitants avec un taux de croissance démographique (6% par an actuellement) essentiellement dû à l'exode rural qui constitue 54.6% de la population. Les estimations prévoient 1'350'000 habitants pour l'an 2010. Cependant, la densité moyenne reste relativement faible vu la grande superficie de la ville.

L'évolution spatiale de Ouagadougou est spectaculaire: en 1960, la ville occupait 6000 ha; en 1984 elle occupait 10'565 ha. Sa superficie est actuellement de 19'500 ha. Jusqu'en 1984, l'espace urbain comportait de nombreux quartiers spontanés dits "non lotis". Ceux-ci ont ensuite été détruits puis rebâti; un Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme a été réalisé, selon lequel les quartiers spontanés devraient disparaître. Ceux-ci continuent néanmoins à se développer, l'exode rural n'ayant pas été contenu.

Le niveau d'équipement est encore faible: 70% des logements ne possèdent pas l'eau courante et l'évacuation des eaux usées/pluviales n'est prévue que pour une petite partie de la ville.

## **3 BUT DU TRAVAIL**

La gestion des effluents (industriels, hospitaliers, domestiques) et des boues de vidange de la ville de Ouagadougou est actuellement un grand problème. Les eaux usées urbaines et industrielles sont évacuées dans les collecteurs d'eaux pluviales; ils sont ensuite rejetés sans traitement dans les

---

<sup>2</sup> Voir Annexes I-2

<sup>3</sup> Voir Annexes I-3

marigots et s'écoulent en partie dans la forêt classée du Barrage qui est une zone de grand intérêt écologique. Ces effluents sont également prélevés dans les marigots par les maraîchers pour l'irrigation des cultures en saison sèche. Le circuit de ces eaux usées comporte donc un risque évident pour la santé des populations habitant à proximité des marigots et/ou consommant les produits de maraîchage (en particulier les salades). La propagation de maladies par les moustiques en est également une conséquence importante. De plus, les mauvaises odeurs engendrées par les effluents stagnants compromettent le bien-être dans tout le voisinage des marigots.



*Photo 1: Maraîchage à proximité d'un marigot*

La plupart des habitations possèdent pour le mieux un système d'assainissement autonome, mais la gestion des boues qui y sont produites n'est pas organisée. Ces dernières sont simplement déversées à la périphérie de Ouagadougou, dans des dépressions ou des cultures de mil. Il en résulte donc plusieurs dangers tels que la contamination de la nappe phréatique lors de l'infiltration de ces boues très liquides, et la propagation de maladies.

Dans le cadre du Plan Stratégique d'Assainissement de la Ville de Ouagadougou, l'ONEA (Office National de l'Eau et de l'Assainissement) a confié à l'OTH une Etude de Faisabilité de la Collecte et de l'Épuration des effluents urbains et industriels de Ouagadougou. Celle-ci consiste en la conception d'un réseau de collecteurs d'eaux usées pour le centre ville et les principaux pollueurs (hôpital, industries, grands hôtels) et l'assainissement autonome pour les autres quartiers. Elle prévoit aussi le dimensionnement d'une station de lagunage en vue de traiter ces effluents et les boues de vidange des habitations à assainissement autonome.

Le but du présent travail sera d'étudier le système actuel de collecte et de vidange des boues de la ville, et, selon ces résultats, de porter un jugement critique sur le dimensionnement de la future station de lagunage. On tentera d'estimer la quantité et la qualité des boues à la sortie de la station (deshydratation, composition). On cherchera aussi une solution pour les gérer et si possible les réutiliser.

#### **4 PROTOCOLE EXPERIMENTAL**

Le premier pas sera de collecter toutes les données possibles en ce qui concerne les volumes et la qualité des boues vidangées. C'est une démarche indispensable à l'analyse critique de la future station.

Une fois toutes les sociétés de vidange recensées, la manière la plus simple d'estimer les quantités vidangées est de suivre les camions dans leurs tournées et de relever d'après les factures le nombre de trajets effectués en une journée. Le suivi des camions permettra de découvrir les sites de déversement et de se faire une idée sur la manière de travailler de chaque société: par exemple rapidité, taux de remplissage des camions, type de fosses vidangées et qualité visuelle des boues etc...

Vu que la plupart des sociétés travaille très irrégulièrement, il est impossible de déduire le volume de boues mensuel à partir des observations de quelques journées seulement. En effet, il faut tenir compte des pannes de camion (très fréquentes!), des journées où les sociétés ne sortent pas et de la saison. La seule solution a donc paru de passer dans les bureaux de chaque société pour feuilleter les camets de comptabilité, généralement disponibles pour l'année ou les deux années précédentes. Il s'agira de dénombrer les trajets effectués chaque jour de l'année pour se rendre compte des fluctuations journalières et saisonnières que la future station de lagunage devra encaisser; il faut cependant se méfier, les camets n'étant pas toujours très à jour. En multipliant ces données par la capacité des camions respectifs, il sera possible d'estimer le débit de boues qui parviendra à la station, ainsi que ses variations journalières et saisonnières. On peut déjà s'attendre à des variations au cours du mois, dues à l'argent disponible dans les ménages: il y aura sans doute une forte demande en vidanges juste après la distribution des salaires et un creux avant la distribution du prochain salaire. Les variations saisonnières, quant à elles, sont dues à l'infiltration d'eau dans les fosses pendant la période des pluies.

Mis à part les volumes, il est indispensable de connaître la qualité des boues arrivant à la station. A cet effet, des campagnes de prélèvement sont prévues aux sites de déversement. Il faudra avoir des échantillons représentatifs des boues en provenance des fosses étanches, fosses septiques et autres ainsi que la proportion de ces dernières dans la ville de Ouagadougou. Cela permettra d'évaluer les charges polluante et organique que devra supporter la station. On pourra ainsi émettre un jugement sur sa conception et son dimensionnement.

## II. COLLECTE ET DEVENIR ACTUELS DES BOUES

### 1 LES SOCIETES DE VIDANGE

Les sociétés de vidange ont été découvertes à partir des trois sociétés les plus connues à Ouagadougou: Burkina vidange, Welcome et le Génie militaire. Elles sont apparues au fil des journées de travail et grâce aux renseignements obtenus auprès des employés. Sept sociétés ont finalement été dénombrées, dont quatre privées et trois publiques. Les caractéristiques de ces différentes sociétés sont récapitulées dans le tableau ci-dessous:

Société	Nombre de camions	Volume du camion [m3]	Prix par vidange [FCFA]	Observations
<b>Burkina vidange</b>	2	6	7000/vidange	Dès le 10.12.95.
	1	10	7000/vidange	
<b>Welcome</b>	1	5	7000/vidange	Toujours un camion en panne
	1	3	7000/vidange	
<b>Génie militaire</b>	2	8	7000/vidange	Militaires
			9000/vidange	Particuliers
<b>ONATEL</b>	1	7	7000/vidange	Collaborateurs
			8000/vidange	Particuliers
<b>Hyppolite</b>	1	3.5	7000/vidange	
<b>Fadul SBTR</b>	1	6	6000/vidange	Relations
			7000/vidange	Autres
<b>Mairie</b>	1	10	8000/vidange	

*Tableau 1*

#### 1.1 Les sociétés privées

Les sociétés privées sont surchargées de travail; en effet, ces dernières sont plus populaires et les prix qu'elles pratiquent plus bas. En-dehors des vidanges prévues les camionneurs (en général un chauffeur et deux vidangeurs par camion) acceptent souvent du travail supplémentaire qu'ils négocient dans la rue; ces vidanges ne sont pas déclarées au patron et permettent aux employés d'arrondir leurs fins de mois. Certaines de ces sociétés privées sont vraiment surchargées de travail: elles sont en route 7 jours sur 7 et peuvent laisser patienter leurs clients jusqu'à dix jours.

### ◆ Burkina vidange

Burkina vidange est, avec Welcome, la société de vidange la plus grande et la plus active de Ouagadougou. La journée commence à 7h30 et peut durer jusqu'à 20h00, avec une courte pause de 20 minutes à midi. Jusqu'à début décembre elle possédait deux camions de 6 m3 qu'elle exploitait au maximum, ce qui engendrait de fréquentes pannes. Maintenant Burkina s'est procuré un troisième véhicule de 10 m3 qui doublera son potentiel de vidange.

Les camions sont dans un état convenable; l'aspiration se fait au moyen de tuyaux assemblables (cela facilite le débouchage en cas d'obstruction), d'un diamètre suffisant pour qu'ils ne se bouchent pas continuellement (20 cm). Le poids de ces tuyaux, qui demande de grands efforts physiques, et le travail d'assemblage qui engendre des pertes de temps sont cependant des inconvénients.

Burkina vidange a une demande très forte; il arrive souvent que la vidange se fasse avec retard, au grand mécontentement des clients car les fosses débordent. Sur place le travail est effectué correctement; les fosses sont vidées jusqu'au fond sous l'oeil vigilant de leurs propriétaires.

Mises à part les vidanges officielles qui ont été commandées au bureau, les employés de Burkina desservent clandestinement deux à trois clients par jour.

### ◆ Welcome vidange

Welcome est la plus ancienne société de vidange de Ouagadougou. Elle possède deux camions très archaïques: le volant tient grâce à une chambre à air, les multiples trous dans le réservoir sont bouchés à l'aide de torchons, les portes se ferment avec des lacets... Vu leur état, les véhicules ne fonctionnent que rarement en même temps.

Welcome est une entreprise bon marché et connue de tout le monde, d'où une forte demande. Les employés n'ont que deux jours de congé par mois.

L'aspiration se fait par un long tuyau en caoutchouc, ce qui facilite sa mise en place. Son diamètre est cependant trop faible et il se bouche sans arrêt. De nombreuses vidanges se trouvent ainsi interrompues.

### ◆ Hyppolite vidange

Hyppolite possède un seul camion de vidange; ce dernier étant fort bien entretenu, il ne tombe quasiment jamais en panne. Sa citerne est inclinée pour qu'il ne reste rien au fond après un déversement. L'aspiration se fait comme pour Burkina vidange. Les employés d'Hyppolite ont des horaires de travail fixes (8h00 à 12h00, 15h00 à 17h30) et le patron planifie les trajets; il les communique au chauffeur par radio au fur et à mesure que les clients s'annoncent. Cette surveillance empêche évidemment toute vidange clandestine.

### ◆ Fadul SBTR

Fadul est une société libanaise gérée très sérieusement et avec efficacité. Elle possède un camion de 6 m3 en excellent état mais n'accepte de vidanger que dans les grandes entreprises où elle peut faire plusieurs fois le plein; cela évite donc les déplacements intermédiaires. SBTR vidange surtout dans ses succursales (grande entreprise de transports, travaux métallurgiques et bois) et n'est pas très sollicitée par l'extérieur car son tarif est élevé.

Les employés ont un salaire assez élevé (environ trois fois plus que dans les autres sociétés privées) et ne font pas de trajets clandestins.

## 1.2 Les sociétés publiques

Les sociétés publiques pratiquent des prix plus élevés que les sociétés privées, mais elles sont généralement plus fiables et ne laissent pas attendre le client; elles ne sont pas surchargées et assument toutes leurs commandes. Les sorties ne se font que lorsque le nombre de clients est suffisant pour rentabiliser la journée.

### ◆ Génie militaire

L'armée possède deux camions de vidange; l'un est en panne depuis fort longtemps et il n'en reste qu'un qui soit fonctionnel. Les sorties ne sont organisées que lorsqu'un certain nombre de clients est atteint (environ huit à dix par jour), c'est-à-dire trois à quatre jours par semaine. En général le client est satisfait car le travail est effectué le jour convenu.

### ◆ ONATEL

ONATEL (Office National de la Télécommunication) possède un camion de 7 m<sup>3</sup> qui n'est utilisé que pour les vidanges dans ses établissements et chez ses employés. Cette société ne travaille pas beaucoup.

### ◆ Mairie

La mairie possède un seul camion d'une capacité de 10 m<sup>3</sup>. Son utilisation pour la vidange est très irrégulière car il est aussi utilisé à d'autres fins (arrosage, transport de matériaux etc...). L'état du camion est convenable et l'aspiration se fait comme décrit pour Burkina vidange.

A part les sociétés de vidange il existe aussi des vidangeurs manuels. Il est impossible de les dénombrer car ils travaillent souvent la nuit ou ce sont les propriétaires eux-mêmes qui exécutent le travail. Selon un relevé fait pour le Plan stratégique d'Assainissement (1990), la quantité de boue extraite manuellement se monterait à 8300 m<sup>3</sup>/an; je n'en tiendrai pas compte dans ce travail car elles ne seront de toute manière pas acheminées vers la future station de lagunage (on ne peut pas contrôler ce flux!).

## 2 DEROULEMENT D'UNE VIDANGE

Pour obtenir un rendez-vous, les clients s'inscrivent chez un vidangeur soit par téléphone, soit en passant directement au bureau. Selon les sociétés, la facture peut se régler à l'inscription ou une fois que le travail a été effectué.

Le camion se rend chez le client et met en place les tuyaux; cette opération, qui est rapide si la fosse est à proximité immédiate de la route, peut devenir difficile s'il faut passer par-dessus un mur ou traverser une cour (=>beaucoup de raccords). La durée d'une vidange dépend aussi du type de

fosse: en effet, elle sera plus courte pour une fosse étanche où il suffit de plonger le tuyau que pour une fosse septique qu'il faudra d'abord desceller. D'autres facteurs peuvent aussi influencer le déroulement d'une vidange:

-Le type de tuyau: comme déjà mentionné plus haut, il existe des tuyaux d'aspiration assemblables de grand diamètre et des tuyaux souples déroulables de diamètre plus faible. J'ai observé que les premiers, bien que plus lourds et plus longs à mettre en place, sont meilleurs car ils s'obstruent rarement et sont faciles à déboucher. Les seconds peuvent faire perdre plus d'une heure en cas de bouchon.

-La présence de déchets dans la fosse: il arrive souvent que le fond d'une fosse soit comblé de déchets grossiers. Cela empêche de vider totalement la fosse et occasionne des bouchons et des dégâts dans les tuyaux.

*Remarques:* Malgré les nombreux avertissements des vidangeurs, des déchets solides tels que bouteilles, chiffons et autres objets hétéroclites continuent à être jetés dans les fosses. Il serait pourtant simple de placer un bidon à proximité! Les usagers ne pensent qu'au moment présent et il ne leur vient pas à l'idée que ce serait une économie considérable! On peut dire que ce sont les locataires qui utilisent les latrines et qu'ils ne paient pas directement eux-mêmes le prix de la vidange; celui-ci est ajouté au loyer donc ils n'en ressentent pas directement les conséquences.

Il faut souvent ajouter de l'eau pour vider les fosses étanches car leur contenu est trop compact; il arrive aussi que le propriétaire ait prévu la vidange en liquéfiant ce contenu avec de la soude.



*Photo 2: Vidange d'une fosse étanche*

### **3 LES TRAJETS**

Chaque matin le patron de l'entreprise dresse la liste des clients à desservir pendant la journée. En général les vidanges se font du quartier le plus proche du siège de la société jusqu'au quartier le plus éloigné; le déversement se fait au site le plus proche de la dernière fosse vidangée (4 km de distance au maximum).

On peut d'ores et déjà remarquer que le fait d'avoir un emplacement fixe pour les déversements, comme la future station de lagunage, sera une complication du point de vue des trajets; en effet, il ne sera pas rare que les camions doivent parcourir 15 kilomètres pour vider leur contenu si le quartier à desservir se trouve à l'opposé de la ville. On peut en tout cas prévoir une augmentation des vidanges clandestines.

Il arrive que le chauffeur déverse le contenu de son camion avant d'entreprendre la vidange d'une nouvelle fosse, sans que ce dernier ne soit plein. Cela évite en effet de revenir deux fois au même endroit. La meilleure façon de rentabiliser les trajets est de vidanger chez les grandes entreprises telles que les hôtels, banques, marché... Cela permet de remplir chaque fois la citerne et de supprimer les déplacements intermédiaires.

On peut donc voir que les trajets ne sont pas organisés, cela n'est d'ailleurs pas nécessaire. Le chauffeur suit simplement un circuit logique d'après les adresses qui figurent sur sa liste. Lorsque le camion est plein il déverse au site le plus proche ou le plus facile d'accès (les routes qui mènent aux sites de déversement sont souvent défoncées)<sup>4</sup>.

### **4 TYPE DE FOSSES VIDEES**

Pour évaluer la composition globale des boues arrivant à la station et leur impact potentiel sur cette dernière, il est indispensable de connaître leur provenance. Les boues de fosses septiques seront de composition et de consistance fort différentes des boues de fosses étanches; cela sera étudié en détail dans les analyses. Il va donc s'agir de déterminer les divers types de fosses et autres producteurs de boues à Ouagadougou, ainsi que leurs proportions respectives.

On distingue à Ouagadougou:

- Les fosses septiques ou WC à chasse
- Les latrines à fosse étanche (privées et publiques)
- Les latrines traditionnelles

De plus, beaucoup de personnes ne possèdent pas de latrines du tout; elles utilisent la brousse ou les terrains vagues pour déféquer.

---

<sup>4</sup>Voir Annexes II-1

#### 4.1 Fosses septiques (F.S.)

Les fosses septiques sont des ouvrages de prétraitement des eaux vannes et des eaux ménagères. Les eaux usées y sont collectées; les matières organiques décantent et sont digérées par fermentation anaérobie. Une fosse septique peut contenir un ou plusieurs compartiments de décantation ainsi qu'un filtre biologique<sup>5</sup>. Une fois que les eaux usées ont passé à travers ce processus elle s'acheminent vers un drain ou un puits perdu qui assure leur infiltration dans le sol. Les boues décantées et minéralisées restent au fond du ou des compartiments de décantation et doivent être vidangées de temps en temps (ordre de grandeur: tous les 2 à 5 ans). Dans le cas où le puits perdu est colmaté, la fosse septique se remplit beaucoup plus vite et des vidanges fréquentes sont nécessaires (tous les 6 mois à une année); la boue retirée est diluée et peut presque ressembler à de l'eau.

Cette installation se rencontre dans les ménages de familles aisées (5 à 6 personnes). Lors d'une vidange les fosses septiques sont entièrement vidées; le contenu du camion ressemble donc plutôt à une eau grise-verdâtre qu'à de la boue.

#### 4.2 Latrines à fosse étanche (F.E.)

Les latrines étanches sont des fosses de 2.5 à 4m de profond qui recueillent les excréta et les eaux de douche. Les boues qui en proviennent sont de couleur verte olive à noire, plus ou moins épaisses selon la proportion d'eau qui s'y écoule (douche, eaux pluviales de mai à juillet); elles sont beaucoup plus chargées que celles des fosses septiques et contiennent de nombreux asticots. Les conditions anaérobies qui règnent dans les fosses étanches provoquent un début de dégradation.

Les fosses étanches se rencontrent le plus souvent dans les concessions (10 personnes ou plus) mais sont aussi fréquemment utilisées par des voisins qui ne possèdent pas de latrines. Vu que l'eau ne peut pas s'infiltrer dans le sol, ce type de fosse se remplit assez rapidement et la vidange doit se faire tous les 6 mois à une année.



*Photo 3:  
Fosse étanche  
devant bientôt être  
vidangée*

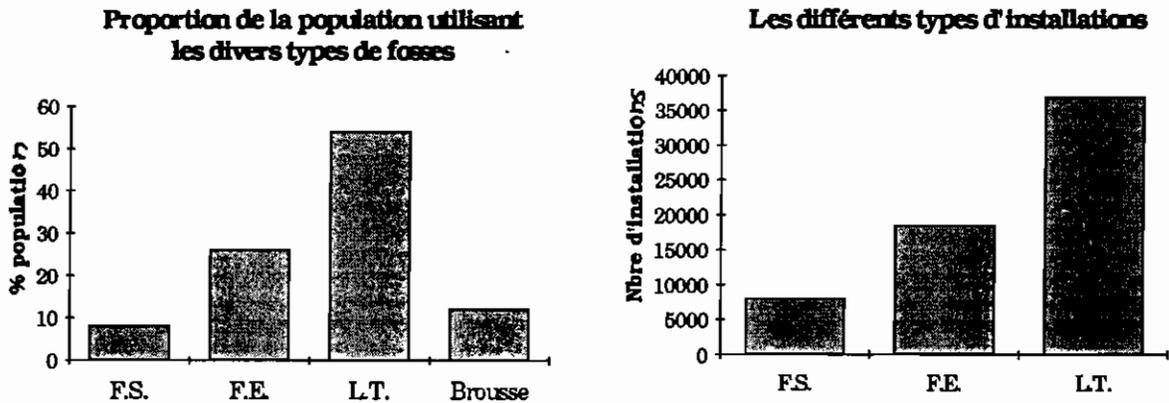
<sup>5</sup> Voir Annexes II-2

### 4.3 Latrines traditionnelles (L.T.)

Les latrines traditionnelles sont de simples fosses non étanchéifiées. Elles ne récoltent que les excréta, dont la phase liquide s'infiltré directement dans le sol. Les eaux usées ménagères sont rejetées dans un puisard ou dans la rue. Ces fosses se remplissent très lentement; en général elles sont rebouchées sans être vidangées, ou alors vidangées manuellement. On y trouve également de nombreux asticots.

### 4.4 Proportion des divers types de fosses

D'après un relevé de 1991 fait dans le cadre du PSAO, les fosses septiques sont utilisées par 8% de la population ouagalaise. 26% de la population utilise les fosses étanches et 54% les latrines traditionnelles. 12% ne possède pas de latrines et utilise les terrains vagues. Les données sont récapitulées dans le tableau ci-dessous:



Graphique 1

Pour évaluer les proportions des différents types de boues qui arriveront à la station, il faut tenir compte du fait suivant: les propriétaires de fosses septiques font plus appel aux camions vidangeurs que les propriétaires de fosses étanches qui manquent de moyens. Cela se vérifie d'ailleurs par les observations faites sur le terrain, lors des trajets avec les camions ou des journées passées sur les lieux de prélèvements:

#### Tournées avec les camions (chacune 1 jour)

	Burkina	Génie Militaire	Welcome	Hyppolite
% Fosses septiques	22	75	0	66
% Fosses étanches	67	25	100	34
% eaux de lavage/cuisine	11	0	0	0

Tableau 2

**Journées de prélèvements**

	13.11.95	20.11.95.	27.11.95.	5.12.95.	13.12.95.
% Fosses septiques	25	60	20	40	50
% Fosses étanches	75	20	40	60	30
% eaux de lavage/cuisine	0	20	40	0	20

Tableau 3

Après avoir considéré tous ces résultats, j'ai finalement évalué une qualité globale de la boue qui parviendra à la station. Sa composition approximative est:

Fosse septique	30%
Fosse étanche	50%
Eaux de lavage	10%
Eaux de cuisine	10%

**5 LIEUX DE DEVERSEMENT**

Il existe plusieurs lieux de déversement fixes aux abords de Ouagadougou<sup>6</sup>, ou à l'intérieur même de la ville. Ce sont dans la majorité des cas des trous creusés par les habitants du quartier en vue de fabriquer des briques. Lors des journées passées avec les camions, 6 sites de déversement fixes ont été repérés, dont la distance aux premières habitations varie de 200m à 1km.

J'ai passé plusieurs matinées à ces sites de déversement et cela m'a permis de me rendre compte du danger qu'ils représentent pour la population: à plusieurs reprises des chiens se sont jetés dans la lagune pour nager et des enfants s'y sont avancés jusqu'à la hauteur des genoux; en effet, les boues ont déjà décanté et ressemblent juste à une eau un peu sale. Cela est un important facteur de propagation des maladies.

Les lagunes de déversement ne sont pas étanches et on peut craindre une infiltration de ces boues jusqu'à la nappe. Vu que les puits les plus proches se situent à environ 200m, le risque de contamination de l'eau potable est grand.

<sup>6</sup>Voir Annexe II-3



*Photo 4: déversement (boues de fosse étanche) dans un trou*

*Photo 5: déversement (boues de fosse septique) dans un trou*

*Photo 6: déversement (boues de fosse étanche) dans un champ de mil*



Il arrive souvent que le contenu des camions soit versé dans des champs de mil, soit lorsque les sites fixes sont trop éloignés soit lorsqu'un paysan le demande pour fertiliser son champ. Il semblerait que l'apport de boues ait une influence très positive sur la production en mil mais je n'ai pas pu le constater de mes propres yeux, la récolte étant déjà terminée. J'ai pu entendre des protestations de la part de la population à cause des odeurs que cela dégage.

#### Sites fixes de déversement

Site	Lieu	Distance aux premières habitations	Accessibilité	Fréquentation	Remarques
1	Pissi	700m	Acceptable	+++	Trou
2	Terrain armée	300m	Acceptable	+++	Trou
3	Dassasgo	200m	Bonne	+++	Champ très fréquenté car bien situé
4	Patte d'Oie	500m	Bonne	++++	Trou
5	Somgande	1000m	Acceptable	++	Trou
6	Kalgondin	600m	Mauvaise	+	Trou

Tableau 4

## 6 ANALYSE ET CRITIQUES

La gestion actuelle des boues de la ville de Ouagadougou a certes l'avantage d'être la moins coûteuse et la plus rapide. Les camions effectuent le minimum de trajets et le déversement des boues est gratuit. Il en sera autrement une fois que la station de lagunage existera; comme l'emplacement prévu est un peu à l'extérieur de la ville, les trajets augmenteront considérablement et le traitement sera payant. Par conséquent, le prix des vidanges et le nombre de vidanges clandestines augmenteront aussi.

Cependant la situation présente comporte de grands risques pour la santé des habitants. C'est surtout le fait que les lagunes de déversement sont situées près des habitations et des puits qui est dangereux. Les germes pathogènes se propagent par l'intermédiaire des enfants et des animaux qui touchent aux boues; ils sont en outre contenus dans les eaux de consommation contaminées.

De plus, cette gestion ne permet pas de tirer profit des propriétés fertilisantes des boues de vidange ni de les réutiliser pour l'irrigation.

### III. VOLUMES DE BOUE VIDANGEE

Pour estimer la quantité de boues qui est vidangée chaque jour, le nombre de trajets effectués par les camions de chaque société par jour et par mois a été relevé. Il faut ensuite multiplier ces données par la capacité des citernes.

Les camions de vidange ne sont que rarement remplis à leur capacité maximale. En effet, lorsqu'un véhicule est déjà bien rempli, il est plus intéressant qu'il déverse son contenu avant d'aller à la fosse suivante plutôt que de faire deux trajets au même endroit. Comme toutes les sociétés ne travaillent pas de la même manière, un taux de remplissage moyen a été estimé pour chacune d'entre elles. Par exemple certaines sociétés (Fadul, ONATEL) offrent des services à leurs employés et elle ne cherchent pas forcément à faire du bénéfice; elles préfèrent donc les grandes fosses nécessitant plusieurs trajets et permettant d'exploiter toute la capacité de la citerne. Au contraire les sociétés privées comme Burkina ou Welcome vidange desservent volontiers les petits clients car le prix est fixé par vidange (quel que soit son volume); un déversement peut donc rapporter le prix de trois vidanges.

Lorsqu'un site de déversement est très proche il est préférable de déverser avant d'entreprendre une nouvelle vidange. On peut donc dire que le taux de remplissage des camions dépend:

- de la capacité des fosses
- de la proximité d'un lieu de déversement

Le volume de boue déversée sera inférieur au contenu du camion car il en reste toujours un peu au fond de la citerne.

#### 1 TAUX DE REMPLISSAGE DES CAMIONS

##### ◆ Burkina vidange

Lors des observations, Burkina possédait deux camions de 6 m<sup>3</sup>. La majorité de ses clients sont des particuliers possédant des petites fosses; le camion n'est donc presque jamais plein et son taux de remplissage devrait s'approcher des 80 à 90%. La quantité déversée est estimée à 5 m<sup>3</sup> par trajet. On majorera de 20% la quantité de boues pour tenir compte des vidanges clandestines.

##### ◆ Welcome

Cette société possède deux camions d'une capacité de 3 et 5 m<sup>3</sup>, donc 4 m<sup>3</sup> en moyenne. Ceux-ci ne sont vraiment pleins (4 m<sup>3</sup>) que lorsqu'ils font plusieurs trajets pour la même société, ce qui se produit la moitié du temps. Sinon on peut estimer le volume de boue à 2.5 m<sup>3</sup>/trajet. On arrive finalement à une quantité de 3.25 m<sup>3</sup> par trajet qu'il faudra majorer de 20% pour les vidanges clandestines.

**◆ Fadul**

La SBTR possède un camion de 6 m<sup>3</sup>. Comme elle accepte prioritairement les vidanges nécessitant plusieurs trajets, le véhicule est toujours plein. On estimera la quantité de boue évacuée à **5.75 m<sup>3</sup> par trajet**.

**◆ Hyppolite**

La capacité du camion est de 3.5 m<sup>3</sup>. Le patron organise les circuits et communique sans cesse avec le chauffeur; il s'arrange pour que le véhicule soit plein avant chaque déversement. La quantité de boue est estimée à **3.25 m<sup>3</sup> par trajet**.

**◆ Génie militaire**

Vu que le Génie Militaire ne travaille que lorsque le nombre de demandes est suffisant, il a le temps d'établir un programme pour rentabiliser le nombre de trajets. Les camions sont donc presque toujours utilisés à leur capacité maximale et le volume des boues peut être évalué à **7.5 m<sup>3</sup> par trajet**.

**◆ ONATEL**

Le camion ONATEL a une capacité de 7 m<sup>3</sup> et vidange surtout dans ses succursales. Cela nécessite plusieurs trajets par fosse donc on peut évaluer le volume déversé à **6.5 m<sup>3</sup>/trajet**.

**◆ Mairie**

La mairie possède un camion de 10 m<sup>3</sup> qui est peu utilisé. Il dessert surtout les privés, il est donc rarement plein. Le volume déversé est estimé à **8.5 m<sup>3</sup> par trajet**.

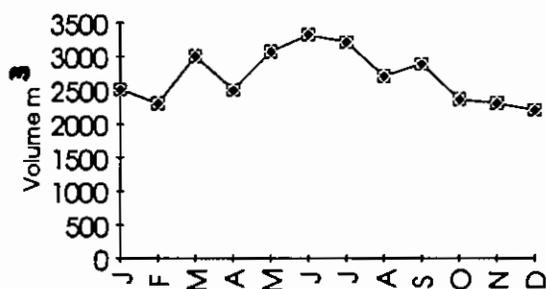
## 2 ESTIMATION MENSUELLE

L'évaluation des quantités de boues vidangées par mois a été faite en relevant le nombre de trajets effectués dans le mois par chaque société<sup>7</sup>. Ces valeurs ont ensuite été multipliées par les volumes transportés lors des trajets (cf III.1). Le détail des calculs se trouve dans les annexes et les résultats sont présentés ci-dessous:

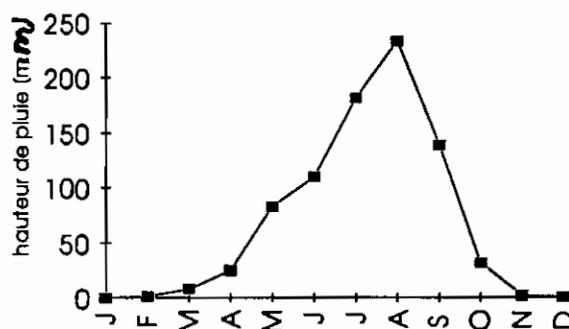
	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
<b>Volume Total</b> [m3/mois]	2553	2440	3034	2448	3228	3751	3644	3143	3150	2725	2423	2342
<b>Volume journalier</b> [m3/jour]	85	82	102	82	79	125	122	105	106	92	82	79
<b>Volume FS</b> [m3/jour]	25	24	31	24	23	38	37	32	32	27	24	23
<b>Volume FE</b> [m3/jour]	43	41	51	41	39	63	61	52	53	46	41	39
<b>Volume eau lavage</b> [m3/jour]	9	8	10	8	8	11	12	11	11	10	9	9
<b>Volume eau cuisine</b> [m3/jour]	8	8	10	8	9	11	12	10	10	9	8	8

Tableau 5

**Volumes de boues vidangées par mois**



**Pluviométrie moyenne à Ouagadougou pendant les 40 dernières années**



Graphique 2

On remarque une augmentation de la quantité de boues vidangées pendant les mois de mai, juin et juillet mais cela est tout à fait normal vu que cela coïncide avec la saison des pluies.

<sup>7</sup>Voir Annexe III-1

### **3 ESTIMATION JOURNALIERE**

D'après les relevés que j'ai effectués jour par jour, je ne peux pas constater de variation significative du nombre de trajets au cours du mois. Puisque les salaires sont versés vers la fin du mois, je m'attendais à ce qu'il y ait un creux vers à ce moment-là et une légère augmentation au début du mois suivant, mais ce n'est pas le cas. Cela est peut-être explicable par le fait qu'il y a souvent beaucoup de retard sur les commandes, et les vidanges s'étalent donc de manière homogène tout au long du mois. Il y a également des vidanges pendant les jours fériés puisque les deux sociétés les plus actives (Burkina et Welcome) ne prennent jamais de congé. On peut donc déduire les volumes de boues par jour présentés dans le tableau précédent. Vu que les boues seront acheminées à la station par camion, l'affluent ne sera pas continu et il y aura des surcharges temporaires. Celles-ci seront cependant atténuées par le bassin de dépotage prévu à l'entrée de la station.

## **IV. ANALYSES**

### **1 PARAMETRES CHOISIS**

Afin d'évaluer la qualité des boues susceptible d'arriver à la station et leur impact sur cette dernière, des analyses sur le terrain et en laboratoire ont été effectuées. Une observation visuelle des boues directement sur le terrain donne une première idée sur leur qualité; cela peut aider à estimer les dilutions à faire lors des analyses. Les paramètres intéressants pour connaître leur aptitude à la dégradation sont explicités au paragraphe suivant: Les protocoles expérimentaux sont joints en annexe<sup>8</sup>.

#### **1.1 Paramètres physiques**

##### **◆ Température**

La température est un paramètre important. En effet, c'est d'elle que dépendent la concentration en oxygène dissous, la conductivité et le potentiel redox. Elle influence donc les cinétiques de croissance des microorganismes et de dégradation des matières organiques. En général, une température élevée favorise la prolifération des microorganismes mais diminue le taux d'oxygène dissous.

---

<sup>8</sup>Voir Annexe IV-1

### ◆ pH

Le pH est mesuré à l'aide d'une électrode de verre, étalonnée avant chaque journée de prélèvements avec une solution tampon. Il sert à évaluer l'aptitude d'un milieu à la prolifération des microorganismes et à la dégradation de la charge polluante.

### ◆ Potentiel redox [mV]

Le potentiel redox ou rH se mesure à 20°C à l'aide d'une électrode AgCl. Il traduit l'aptitude d'une eau à être soit oxydée, soit réduite et permet de voir dans quelles conditions le milieu évolue. Les différentes plages du rH en fonction du pH sont récapitulées dans le tableau en annexe.

### ◆ Oxygène dissous [mg/l]

Ce paramètre se mesure à 20°C grâce à une sonde à oxygène dissous. Il est important pour connaître les prédispositions d'une eau à la dégradation aérobie.

### ◆ Conductivité [mS/cm]

La conductivité se mesure aussi à 20°C. Elle permet d'apprécier la minéralisation globale de l'eau, c'est-à-dire sa teneur en sels minéraux dissous. Cela est particulièrement utile pour la réutilisation des eaux dans l'irrigation où elle ne devrait pas dépasser 3 mS/cm.

## 1.2 Paramètres chimiques

### ◆ DBO5 [mg/l]

La DBO5 est définie comme étant la quantité d'oxygène consommée par les microorganismes pour oxyder les matières organiques biodégradables dans un échantillon. On détermine la DBO sur 5 jours car ensuite commence l'oxydation des dérivés ammoniacaux et des nitrites en nitrates.

La mesure de la DBO5 s'effectue par la méthode manométrique à 20°C, le plus rapidement possible après le prélèvement (voir protocole expérimental en annexe). Il faut prévoir la concentration en DBO5 des échantillons afin d'en préparer la bonne gamme pour l'analyse. Cette gamme peut passer de 0-800 mg/l pour une eau de lavage ou de fosse septique à 0-4000 mg/l pour une boue de latrine bien chargée.

### ◆ DCO [mg/l]

La DCO est un critère d'appréciation de la pollution carbonée. Elle renseigne sur l'ensemble de la pollution carbonée, qu'elle soit biodégradable ou non. Sa mesure se fait le plus rapidement possible après le prélèvement et nécessite une conservation au H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. La réaction a lieu sous l'action d'un oxydant énergétique, le bichromate de potassium K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, en milieu acide fort (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Les boues étant fort chargées, il faut les diluer avant l'analyse; il s'agit de trouver la bonne dilution selon la nature des boues!

### ◆ Rapport DCO/DBO5

Si l'ensemble des substances présentes dans l'eau étaient biodégradables, on aurait un rapport DCO/DBO5 de un. En général ce rapport est toujours supérieur à un du fait de la présence de molécules non biodégradables. Dans le cas des eaux usées, ce rapport a une importance capitale

pour ce qui est de la définition du traitement d'épuration. En effet une faible valeur de ce rapport implique une forte concentration en matières biodégradables et par conséquent permet d'envisager un traitement biologique, ce qui ne sera pas le cas pour une valeur élevée de ce rapport.

◆ Azote KJELDAHL [mg/l]

L'azote KJELDAHL, qui constitue le paramètre NTK, est la somme de l'azote ammoniacal et de l'azote organique (azote réduit qui devra être oxydé).

Le dosage du NTK se fait après avoir transformé l'azote organique en azote ammoniacal  $\text{NH}_4^+$ ; cela s'obtient par minéralisation de l'azote organique en milieu acide en présence d'un catalyseur. L'azote ammoniacal ainsi obtenu est entraîné à la vapeur et on en fait un dosage volumétrique.

◆ Décantabilité [ml/l]

La décantabilité est un paramètre qui se détermine à l'aide d'un cône Imhoff. En relevant le volume des boues décantées après deux heures, on peut estimer l'aptitude des boues à se décanter dans les premiers bassins et la quantité qui devra en être retirée.

◆ Matières en suspension [g/l]

La détermination des matières en suspension se fait sur le surageant, après avoir fait sédimenter les matières décantables. Elle s'obtient après centrifugation de l'échantillon et pesée du résidu. Les matières en suspension sont une bonne indication de la matière à dégrader par oxydation biologique après la décantation primaire.

◆ Matières sèches totales [g/l]

Les matières sèches se mesurent après séchage de l'échantillon brut à l'étuve à  $180^\circ\text{C}$ . Elles indiquent la totalité des matières contenues dans les boues (matières organiques+matières minérales).

◆ Matières organiques, matières minérales [g/l]

La détermination des matières minérales se fait par pesée des résidus après calcination de l'échantillon brut à  $550^\circ\text{C}$  (volatilisation des matières organiques). Les matières organiques se calculent par la différence entre les matières sèches totales et les matières minérales.

◆ Coliformes fécaux [col/100ml]

Les coliformes fécaux se dénombrent en ensemençant 0.1ml d'échantillon brut sur milieu de gélose. On compte le nombre de colonies après incubation du milieu pendant 24h à  $44^\circ\text{C}$ . Là aussi il s'agit de trouver la dilution correcte de l'échantillon pour que le résultat soit lisible: celle-ci se situe entre 1/5 pour une eau peu chargée et 1/100 pour une boue de fosse étanche. Les coliformes fécaux donnent une bonne idée de la contamination bactériologique des boues de vidange; cela est utile pour calculer le temps de séjour nécessaire dans le bassin de maturation (loi de Chick). La concentration en CF doit être inférieure à 1000CF/100ml pour une réutilisation des eaux traitées dans l'agriculture.

### ◆ Oeufs d'helminthes

La détermination des oeufs d'helminthe se fait sur les résidus de l'échantillon après centrifugation. Lors des analyses je n'ai fait que détecter la présence des différents types d'oeufs sans les dénombrer (il aurait été utile de le faire!). Dans les feuilles d'analyses un oeuf est indiqué par "+"; si une très grande quantité d'oeufs a été repérée, cela est indiqué par "++++".

D'après les résultats de plusieurs études antérieures, la probabilité de trouver des oeufs dans l'effluent traité (après stabilisation) est pratiquement nulle. On les retrouve par contre dans les sédiments; il conviendra donc de les éliminer avant la réutilisation agricole des boues extraites des bassins. Cela se fait généralement par dessiccation des boues; elles sont exposées au soleil pendant 6 mois pour éliminer les oeufs d'ascaris considérés comme les plus résistants.

## **2 LIEUX DE PRELEVEMENT**

Deux manières de prélever les échantillons ont été envisagées.

La première était de suivre les camions dans leurs tournées et de prélever lors de chaque déversement. Cela aurait permis de connaître avec certitude la provenance des boues et aurait assuré un certain nombre d'échantillons par journée de prélèvement. Cela s'est malheureusement avéré impossible du côté pratique, vu le peu de place disponible dans la cabine des camions et la quantité (+fragilité!) du matériel à emporter.

La deuxième solution était de se poster aux sites de déversement fixes et d'attendre l'arrivée des camions vidangeurs. Pour les raisons exposées plus haut, c'est cette manière de procéder qui a été choisie. Elle présente néanmoins quelques inconvénients: les sites de déversement ne sont pas fréquentés de manière régulière et il arrive, lors des jours de malchance, qu'il faille attendre une matinée entière avant de voir apparaître un véhicule! Comme les camionneurs étaient au courant du travail, ils pouvaient néanmoins fournir des informations sur la provenance des boues.

Les lieux de prélèvement choisis sont au nombre de trois, ceci dans le but de se rendre compte si la composition des boues varie avec le standing des quartiers les plus proches:

- La Patte d'Oie qui est le site le plus fréquenté, grâce à sa facilité d'accès
- Dassasgo, proche de Zogona et de la Zone du Bois (quartiers aisés)
- Somgande

Finalement, aucune différence significative n'a été constatée entre ces divers sites.

## **3 METHODE D'ECHANTILLONAGE**

Un échantillon a été prélevé par camion arrivant au site de déversement. Le type de boues était donc fonction des arrivages et il s'agissait souvent de mélanges. La prise d'échantillon s'est faite dans un seau de 20l, pour avoir une quantité et un mélange suffisants de la boue. Afin d'avoir un échantillon bien homogène et représentatif, le prélèvement a été fait pour les trois quarts au début et pour le dernier quart à la fin du déversement car il y a déjà décantation dans le camion.

## **4 ANALYSE DES RESULTATS**

Les résultats des analyses sont présentés en annexe<sup>9</sup>. Ils ont été classés en quatre catégories: les fosses étanches, les fosses septiques, les eaux de cuisine et les eaux de lavage.

### **4.1 Paramètres physiques**

#### **◆ Température**

La température des boues prélevées varie entre 27°C et 30°C pour la période de prélèvement novembre-décembre. Une température minimale de 19°C de l'eau dans un bassin de lagunage a été relevée à la station expérimentale de l'EIER.

#### **◆ pH-potentiel redox**

Les échantillons ont été classés dans un diagramme du potentiel redox en fonction du pH, ceci afin de voir dans quelle zone (aérobie, anoxie, anaérobie) les boues se situent et quelles seront les conditions optimales à leur dégradation. Les boues de fosses étanches sont toutes regroupées dans la zone d'anaérobie (pH compris entre 7.1 et 7.9; EH compris entre -138 et -215mV). Les boues de fosses septiques, les eaux de lavage et de cuisine sont plus dispersées, mais néanmoins toutes situées dans la zone d'anoxie (pH compris entre 7.1 et 7.8; EH compris entre -96 et 222 mV)<sup>10</sup>.

#### **◆ Oxygène dissous**

Les boues de fosses étanches étant dans des conditions strictement anaérobies, la concentration en oxygène dissous doit être proche de zéro, ce qui est effectivement vérifié par les analyses. Dans les boues de fosses septiques, les eaux de lavage et de cuisine cette concentration se situe aux environs de 1-2 mg/l.

#### **◆ Conductivité**

Pour les fosses étanches, la conductivité est comprise entre 6.5 et plus de 20 mS/cm; cela témoigne d'échantillons très chargés en sels dissous (11 mS/cm en moyenne). Cette conductivité devrait être inférieure à 3mS/cm après traitement des boues si on veut réutiliser l'eau pour l'irrigation. Effectivement, une trop forte concentration en sels dissous peut affecter la croissance des plantes par ses effets osmotiques, par la toxicité de certains ions ou la dispersion des particules de sol.

Les boues septiques (0.9 mS/cm), les eaux de cuisine (3 mS/cm) et les eaux de lavage (0.5 mS/cm) ont une conductivité acceptable.

---

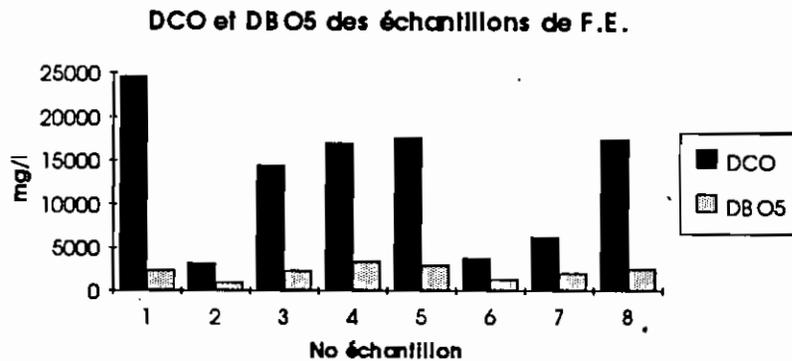
<sup>9</sup>Voir Annexe IV-2

<sup>10</sup>Voir Annexe IV-2

## 4.2 Paramètres chimiques

### ◆ DCO et DBO5

Les résultats sont présentés ci-dessous:



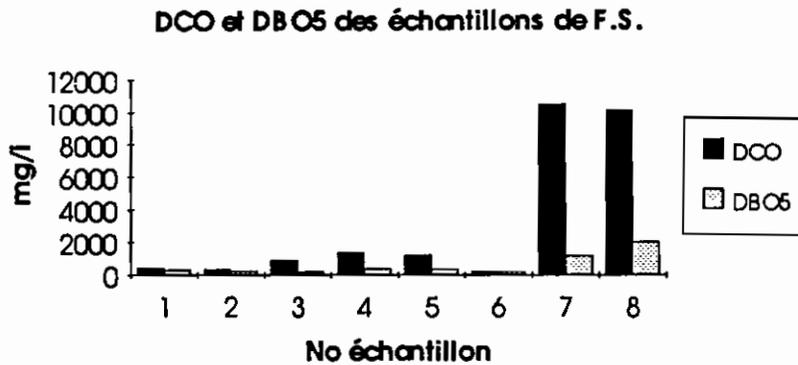
*Graphique 3*

On peut constater de grandes différences entre les échantillons de fosses étanches, tant pour la DCO que pour la DBO5. Cela est dû au fait que les fosses étanches reçoivent les excréta et souvent aussi les eaux de douche. Les faibles valeurs en DCO et DBO5 des échantillons 2, 6 et 7 signifient donc que le contenu de ces fosses était fortement dilué par les eaux de douche. Les valeurs globales de la DCO et de la DBO5 des boues de fosses étanches ont été estimées par une moyenne de tous les échantillons: on trouve **13040 (de 3220 à 24570) mg/l pour la DCO** et **2240 (de 1000 à 3400) mg/l pour la DBO5**.

Les rapports entre DCO et DBO5 varient eux aussi fortement: il peuvent passer d'un facteur 3 à un facteur 10. Ce rapport très élevé dans les échantillons 1, 3, 5 et 8 indiquerait que la plus grande partie de la charge polluante n'est pas biodégradable; cela n'est donc pas en faveur d'un traitement par lagunage où l'épuration est essentiellement biologique. Cela peut être en partie explicable par des erreurs dans le choix de la gamme de charge lors de la détermination de la DBO5: en effet, lorsque la charge est sous-estimée le maximum de la graduation est déjà atteint après 2 ou 3 jours et la valeur de DBO trouvée est inférieure à sa valeur après 5 jours. Il faut aussi tenir compte du fait que les boues de fosses étanches sont dans des conditions anaérobies: les microorganismes mettront donc plus de temps à se développer dans ce milieu et cela peut retarder l'évolution de la DBO5. Il aurait été intéressant de faire des mesures de DBO en inoculant les échantillons avec quelques gouttes d'eau claire contenant de l'oxygène dissous.

Enfin, on adopte la valeur moyenne de **5.5 (de 3 à 10) pour le rapport DCO/DBO5**.





Graphique 4

Les échantillons 1 à 6 de fosses septiques sont peu chargés en DCO et en DBO. Pour obtenir une valeur moyenne de DCO et de DBO5, on ne tiendra pas compte des échantillons 7 et 8 qui proviennent de mauvais prélèvements (trop de boue prélevée à la fin du déversement)<sup>11</sup>. On trouve finalement 752 mg/l pour la DCO et 293 mg/l pour la DBO5. Le faible rapport DCO/DBO5 (environ 2.5) indique que la plus grande partie de la charge organique est biodégradable.

Les échantillons d'eaux de lavage sont semblables à ceux des fosses septiques pour les paramètres DCO et DBO5 qui sont respectivement de 845 mg/l et de 340 mg/l. Les eaux de cuisine sont plus chargées; on trouve une DCO de 1990 mg/l et une DBO5 de 800 mg/l. Le rapport DCO/DBO5 se situe toujours aux alentours de 2.5.

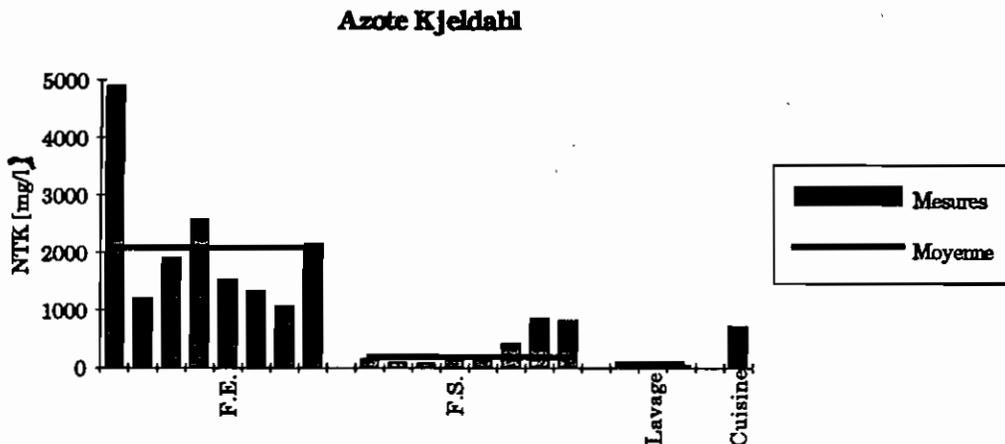
*Remarque:* Il n'est pas très orthodoxe d'effectuer les sommations de concentrations de pollution: différentes réactions chimiques et biochimiques se produisent lors du mélange des effluents de diverses origines, dont le résultat est difficilement prévisible. Néanmoins, cette approche reste acceptable en raison du niveau de précision de nombreuses autres données de base.

<sup>11</sup>Les échantillons 7 et 8 n'auraient pas dû être écartés; en effet, le nombre d'échantillons est trop restreint et n'est statistiquement pas représentatif.

**Remarque:** il y a de grandes différences entre la fréquence de vidange des fosses septiques: certaines fosses ont un puits perdu colmaté et doivent être vidangées tous les 8 mois environ, ce qui aboutit à des concentrations plus basses. D'autres fonctionnent correctement (vidange environ tous les 5 ans) et ont des concentrations plus élevées. Cette remarque est également valable pour les résultats de NTK, MST, MO, MM, Md, MeS.

### ◆ Azote Kjeldahl

Les résultats sont présentés ci-dessous:



Graphique 5

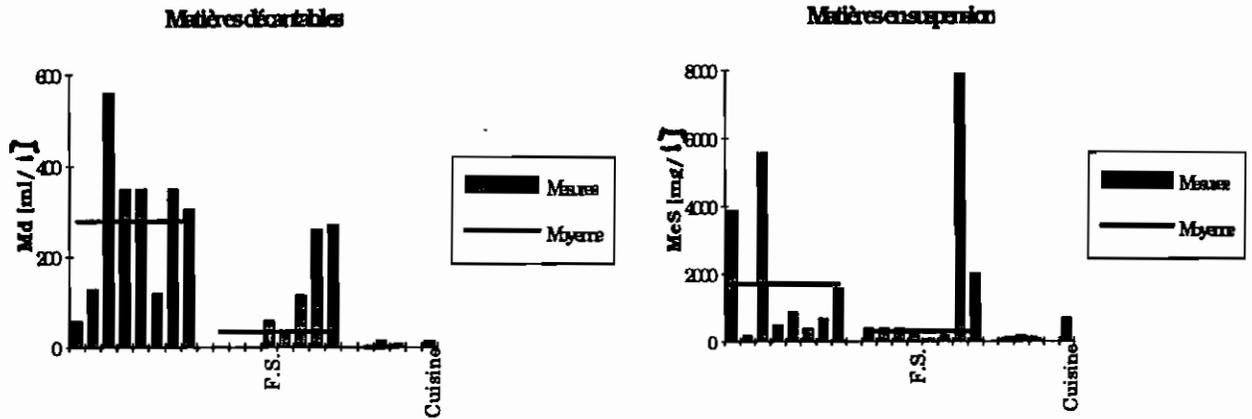
En ce qui concerne les fosses étanches, les valeurs de l'azote organique sont assez homogènes mise à part celle de l'échantillon 1 qui est beaucoup plus chargée. On obtient une **moyenne de 2100 mg/l** de NTK.

Les boues de fosses septiques sont généralement très peu chargées en NTK en comparaison avec les boues de fosses étanches. Si on écarte les deux valeurs hors norme des échantillons 7 et 8, on obtient une valeur **moyenne de 183 mg/l** de NTK. Comme expliqué plus haut, les mesures trop élevées des numéros 7 et 8 sont dues à une erreur lors des prélèvements: certainement qu'une ~~une~~ trop grande quantité a été prise à la fin du déversement où la boue est plus épaisse vu qu'il y a déjà eu décantation dans le camion.

Les eaux de lavage sont elles aussi très peu chargées en azote et on obtient une **moyenne de 72 mg/l de NTK**. Cela est normal puisqu'elles contiennent surtout du sable et des matières minérales. Quant aux eaux de cuisine, dont il n'existe qu'un seul échantillon, la teneur en azote organique se monte à **772 mg/l de NTK**.

◆ Matières décantables et matières en suspension

Les résultats sont présentés dans les histogrammes suivants:



Graphique 6

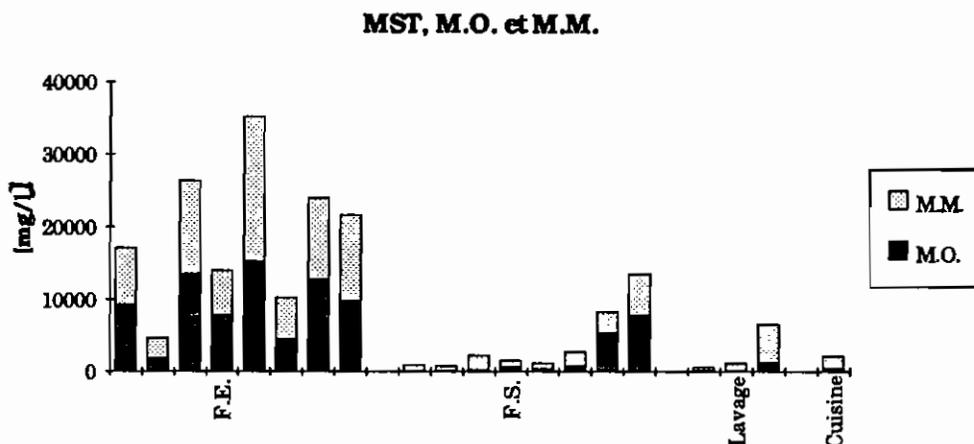
Les matières décantables sont de 278 ml/l en moyenne (60 à 560) dans les boues de fosses étanches. Les résultats avec le cône Imhoff étaient parfois difficiles à lire car le sumageant était encore très foncé. L'échantillon 1 a un faible volume de matières décantables mais cela est compensé par une grande proportion de matières flottantes. Les matières en suspension se montent à 1.7 g/l en moyenne.

Pour les boues de fosses septiques on trouve une moyenne de 34 ml/l (0.2 à 115) de matières décantables. Cette variabilité importante est encore une fois due à la manière de prélever au début et à la fin du déversement. Deux valeurs (échantillons 7 et 8) ont cependant été mises à l'écart. Les mesures de matières en suspension donnent une moyenne de 0.3 g/l.

Les eaux de lavage et eaux de cuisine ont respectivement des matières décantables de 8.8 et 15 ml/l, comme pour les eaux usées. Les matières en suspension sont de 0.1 et 0.7 g/l en moyenne.

◆ Matières sèches totales, matières organiques, matières minérales

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous:



Graphique 7

Les boues de fosses étanches contiennent en moyenne 19 g/l (1.9%) de matières sèches, dont environ 50% sont des matières organiques. La grande différence entre les échantillons 2 et 5 s'explique encore une fois par le fait que ces boues sont diluées en proportions variables avec des eaux de douche.

Les matières sèches totales pour les fosses septiques sont de 1.6 g/l (0.16%). Les eaux de cuisine contiennent 2.2 g/l et les eaux de lavage 2.8 g/l de matières sèches. On retrouve chaque fois environ 50% de matières organiques et 50% de matières minérales.

◆ Coliformes fécaux

On trouve en moyenne  $2.8E+06$  CF/100ml pour les fosses étanches,  $2.5E+06$  CF/100ml pour les fosses septiques,  $1.7 E+06$  CF/100ml pour les eaux de cuisine et  $1.1E+05$  CF/100ml pour les eaux de lavage.

◆ Oeufs d'helminthe

Les helminthes les plus fréquemment repérés sont les Ascaris, les Ankylostomes et les larves de Strongiloïdes. La présence de Ténias a aussi été observée. Il y avait bien sûr des kystes dans chaque échantillon (Amibes, Entemeta Coli, E.Kystoliticon). Les oeufs n'ont malheureusement pas été dénombrés.

Tableau récapitulatif (provenances en pourcentage du débit)

	FE 50%	FS 30%	Cuisine 10%	Lavage 10%	Mélange
<b>O2 dissous</b> [mg/L]	0.1	1	1.5	1.3	0.6
<b>Conductivité</b> [mS/cm]	11.3	0.9	3	0.5	6.3
<b>DCO</b> [mg/L]	13040	752	1986	845	7028.7
<b>DBO5</b> [mg/L]	2237	293	800	340	1330.1
<b>DCO/DBO5</b>	5.5	2.6	2.5	2.9	4
<b>NTK</b> [mg/L]	2082	183	722	72	1181.4
<b>MST</b> [g/L]	19.1	1.6	2.2	2.8	10.6
<b>MO</b> [g/L]	9.3	0.3	0.5	0.5	4.9
<b>MM</b> [g/L]	9.9	1.3	1.7	2.3	5.74
<b>Md</b> [ml/L]	278	34	15	8.8	150.6
<b>MeS</b> [g/L]	1.7	0.3	0.7	0.1	1
<b>C.F.</b> [/100mL]	2.8 E+06	2.5 E+06	1.7 E+06	0.11 E+06	2.3 E+06

Tableau 6

Vu le nombre d'évaluations qui ont déjà été faites et le caractère estimatif de cette étude, on fait l'hypothèse que les boues de différentes provenances seront mélangées homogènement dans le bassin de dépotage pour pouvoir estimer une qualité globale de la boue entrant à la station.

Ces données sont valables pour la saison sèche (mesures novembre-décembre), où le contenu des fosses n'est pas dilué par les eaux de pluie ou d'infiltration.

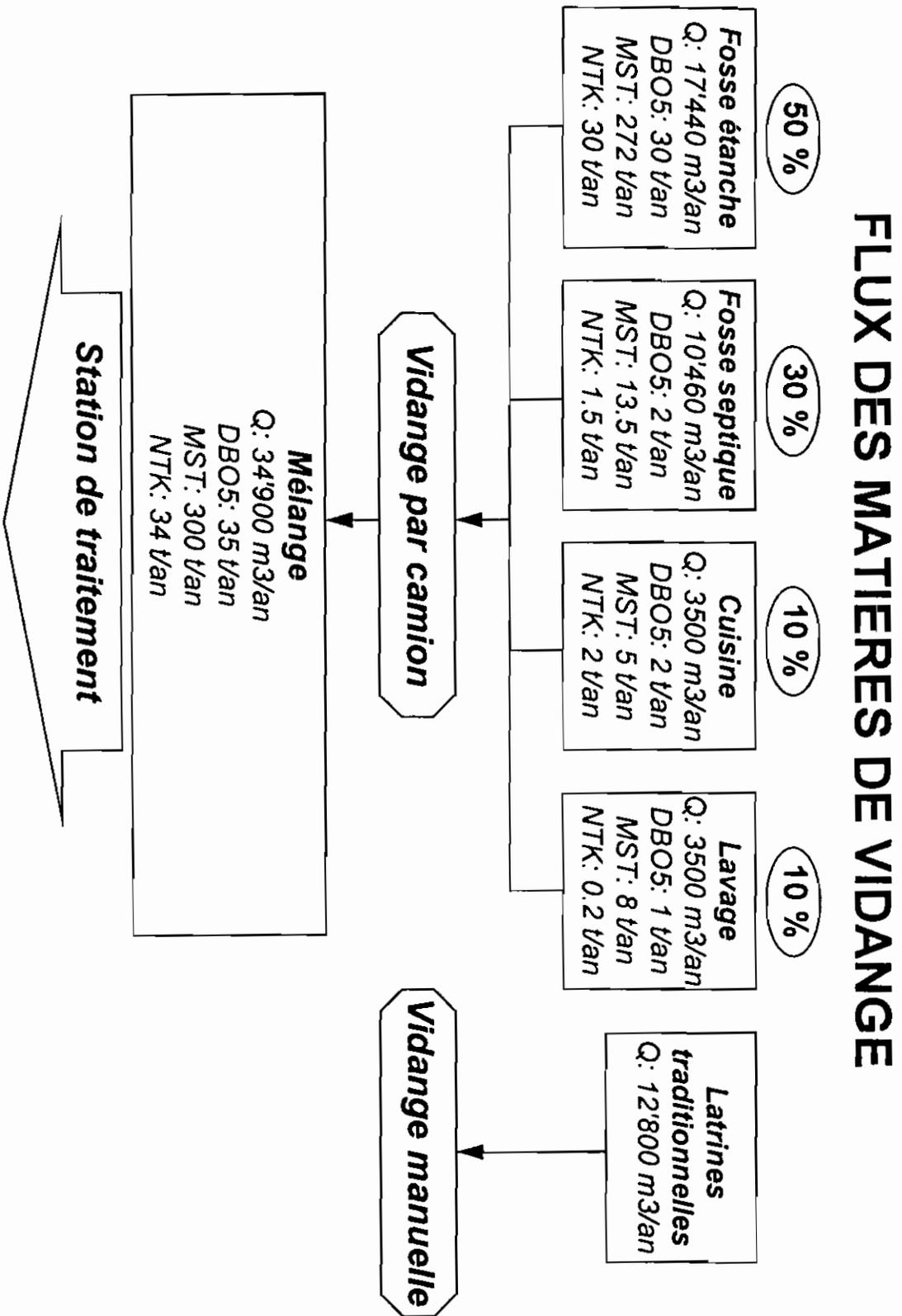


Figure 1: Schéma de flux des matières vidangées

## V. PRESENTATION ET CRITIQUE DE LA STATION DE LAGUNAGE ETUDIEE PAR L'OTH

Actuellement, les eaux usées urbaines et industrielles sont évacuées par le réseau de drainage des eaux pluviales, particulièrement dans la partie Est de la ville qui concentre les principaux établissements pollueurs et consommateurs d'eau (industries, hôtels, hôpital,...). Les effluents liquides rejetés sans traitement dans les marigots et canaux à ciel ouvert mettent en danger la santé des populations et l'intégrité du milieu naturel (Forêt classée du Barrage). Les eaux urbaines, de la tannerie, de la brasserie et de l'abattoir s'écoulent dans le Marigot Principal, dans celui de Dassasgo et dans le Canal Central; elles sont ensuite utilisées pour l'irrigation des maraîchages à contre-saison. Les eaux urbaines et celles de l'hôpital sont rejetées dans la Forêt classée du Barrage.

Afin d'améliorer la situation actuelle, le PSAO (Plan Stratégique d'Assainissement de la Ville de Ouagadougou) a recommandé la mise en place d'un réseau de collecteurs pour les usagers du Centre ville et la ZI Kossodo, et l'assainissement autonome pour les autres quartiers de la ville, avec système d'épuration par lagunage. Le projet a été revu par l'OTH et plusieurs variantes ont été étudiées quant aux zones à desservir par le réseau d'assainissement, au type de réseau et au site d'implantation de la station de lagunage. La construction de la station devrait débuter fin 1996; la mise en place des collecteurs, quant à elle, n'a pas encore été fixée mais cela pourrait bien prendre 5 à 10 ans vu les investissements considérables que cela demande. On peut donc prévoir qu'au début seules les matières de vidange pourront y être acheminées.

Plusieurs variantes ont été proposées selon l'emplacement du site de lagunage (Kossodo ou Wayalgue) et les volumes d'eaux usées collectées (hypothèse "haute" ou "basse").

### 1 VARIANTES

#### 1.1 Emplacements possibles

##### ◆ Kossodo

Le site s'inscrit dans une zone non lotie de la périphérie Nord-Est de la ville de Ouagadougou, en bordure Nord de la route de Kaya et à proximité immédiate de la ZI de Kossodo<sup>12</sup>. Le terrain y est plan, légèrement incliné (0.8%) vers le Sud-Est jusqu'au thalweg occupé par le marigot principal. Le sol est de type ferrugineux tropical, de faible conductivité hydraulique ( $10^{-7}$  m/s) et de fertilité médiocre. Le niveau statique de la nappe se trouve à plus de 10m de profondeur et aucun point d'eau n'est présentement aménagé à proximité du site.

<sup>12</sup>Voir Annexe V-1

L'endroit est occupé par un village Mossi installé là depuis de nombreuses générations. L'habitat y est de type traditionnel et le niveau de vie très bas. Le problème de l'eau se fait gravement ressentir; les villageois ne disposent d'aucune source d'eau gratuite à proximité qui, pourrait leur permettre d'entretenir leurs jardins en saison sèche.

#### ◆ Wayalque

Le site s'inscrit en bordure de la dernière zone actuellement lotie le long de la route de Fada, à la périphérie Ouest de la ville. Les contraintes pédologiques et hydrologiques y sont pareilles à celles du site de Kossodo. La population y est essentiellement citadine et plus récente; l'habitat spontané s'y densifie malgré les interdictions des services de l'urbanisme. Vu la rapide croissance de Ouagadougou, il faut envisager à long terme une intégration de cette zone dans le tissu urbain de la capitale.

L'impact social et socio-économique devrait donc s'avérer plus supportable pour la population de Kossodo qui pourra plus facilement se déplacer et surtout profiter de la présence d'eau pour l'agriculture en toute saison. De plus, l'implantation de la station de lagunage à Wayalque nécessiterait des collecteurs supplémentaires pour raccorder la ZI Kossodo.

## 1.2 Zones desservies par le réseau

#### ◆ Hypothèse "haute"

Elle regroupe les effluents provenant du Centre ville, du quartier des Ministères, de Paspanga, de la Tannerie, de l'hôtel Silmandé, de la Météo et de la ZI Kossodo.

#### ◆ Hypothèse "basse"

Cette hypothèse regroupe les effluents venant du Centre ville, de l'hôtel Indépendance, de la tannerie, de l'hôpital, de l'hôtel Silmandé et de la ZI Kossodo.

C'est l'hypothèse haute qui a finalement été retenue, englobant le quartier des Ministères et de Paspanga qui sont susceptibles de payer de fortes taxes d'assainissement<sup>13</sup>.

## 2 PROVENANCE DES EFFLUENTS-VOLUMES ET CHARGES POLLUANTES

### 2.1 Centre ville

Les consommations en eau potable ont été évaluées d'après les données ONEA sur les zones concernées. La demande en eau pour l'horizon 2005 a ensuite été calculée à partir d'hypothèses sur l'évolution de cette consommation. Le débit de restitution en eaux usées est évalué à 80% du débit d'eau consommé. Le débit pour 2005 est finalement estimé à 22.1 Vs<sup>14</sup>.

<sup>13</sup>Voir Annexe V-2

<sup>14</sup>Voir Annexe V-3

Les gros consommateurs comme la BCEAO, hôpital, hôtels (>200 m<sup>3</sup> par mois) ont aussi été inclus dans le réseau du Centre ville.

## 2.2 Principaux pollueurs

Les principaux pollueurs sont des industries et leurs rejets ont été estimés à partir de mesures effectuées à l'exutoire. Ils sont susceptibles, en raison de leur composition, d'engendrer des perturbations dans le fonctionnement hydraulique du réseau de collecte ou d'entraver les processus biologiques mis en oeuvre au sein des bassins de lagunage. Leurs eaux doivent subir un prétraitement avant d'être rejetées. Les entreprises concernées sont la tannerie existante (route de Fada), la tannerie projetée (ZI Kossodo), l'abattoir (ZI Kossodo), la brasserie BRAKINA et la Sonabel. Par manque de temps il n'a pas été possible d'effectuer les analyses des rejets industriels et ce sont les mesures faites en novembre 1994 par le LABOGS de l'EIER qui ont été reprises.

### ◆ Tanneries

La tannerie existante traite 2.2 tonnes de peaux par jour. Le volume d'eaux usées rejeté est de 125 m<sup>3</sup>/j avec une charge en DCO de 594 kg/j (4750 mg/l) et une charge en DBO5 de 438 kg/j (3500 mg/l). Selon les analyses effectuées par le LABOGS/EIER, les effluents de la tannerie contiennent une forte concentration en Chrome de 6 mg/l qui risquerait de perturber le fonctionnement de la station de lagunage.

Le traitement actuel consiste en un dégrillage des rejets alcalins, une digestion anaérobie pour diminuer les sulfures, et en une décantation. Les rejets alcalins ainsi prétraités viennent se mélanger aux effluents chromés et le mélange ainsi obtenu est conneutralisé pour ne contenir plus que 6 mg/l de Cr. Les valeurs tolérables pour une eau déversée dans la canalisation est de 0.5 mg/l au maximum pour une protection écologique des eaux.

Pour que les effluents de la tannerie soient acceptés dans la station de lagunage sans en perturber le fonctionnement, il est simplement prévu d'améliorer les installations existantes pour réduire les dégagements nauséabonds (H<sub>2</sub>S) et retenir les substances volumineuses. Aucune mesure supplémentaire n'est prévue pour réduire la concentration en Cr de l'effluent (6 mg/l) qui ne devrait pas avoir d'effet négatif sur le fonctionnement de la station<sup>15</sup>. Ce point sera discuté plus loin.

La nouvelle tannerie sera bientôt mise en service; le volume d'eau rejeté est estimé à 190 m<sup>3</sup>/j. La charge en DCO est de 713 kg/j et la DBO5 est de 323 kg/j. La concentration en Cr serait de 2 mg/l. Les traitements à installer comprennent un dégrillage, une oxydation des sulfures à l'air pour éviter les mauvaises odeurs et une décantation.

### ◆ Abattoir

L'abattoir rejette environ 170 m<sup>3</sup>/j d'eaux usées avec un débit de pointe de 25 m<sup>3</sup>/h. La situation existante en ce qui concerne l'abattoir ne peut pas durer. Le prétraitement actuel consiste en une simple décantation; les canaux à l'extérieur de l'abattoir s'embourbent et dégagent une odeur pestilentielle. Les eaux sont réutilisées telles quelles pour l'irrigation.

<sup>15</sup>Selon une étude menée par le PAVCU, la concentration en Cr dans le canal d'évacuation des eaux serait de 16 mg/l

Les améliorations proposées avant d'envoyer les eaux à la future station de lagunage sont les suivantes: curage des caniveaux, installation d'un tamis pour assurer le dessablage, décantation et dégraissage (les graisses provoqueraient la dégradation de l'épuration par la création de conditions anaérobies).

#### ◆ Brasserie BRAKINA

Le débit rejeté actuellement est de 2250 m<sup>3</sup>/j avec de faibles variations au cours de la journée du fait du processus continu de fabrication. Ce sont essentiellement des eaux alcalines de lavage (bains de soude) et des liqueurs acides provenant du nettoyage des cuves. Le traitement existant comprend une décantation pour une partie seulement des effluents.

Pour envoyer ces eaux à la station il est donc nécessaire d'améliorer le processus de traitement. Les installations proposées sont un dessablage, un tamisage fin pour les matières en suspension volumineuses, une cuve de neutralisation et une cuve cylindrique pour la décantation.

Les résultats des analyses (effluents industriels actuels) sont en annexe<sup>16</sup>.

## 2.3 Matières de vidange

C'est vers cet aspect-là que le travail s'est surtout orienté. Comme déjà dit plus haut, il est fort probable que les boues de vidange soient les seuls effluents à être acheminés à la station au début de son existence car les collecteurs mettront beaucoup plus de temps à être construits. Leur impact sera négligeable après la construction des collecteurs puisque les boues de vidange ne représenteront plus que 0.6% du débit.

Les volumes collectés, par origine, sont définis dans le PSAO<sup>17</sup>. L'évaluation de la charge polluante a été basée sur les données statistiques figurant dans un document établi par le ministre des l'Environnement français car les données analytiques précises manquent. Seules les matières de vidange transportées par les sociétés de vidange sont prises en compte bien entendu.

Fosses étanches	4868 m <sup>3</sup> /an
Fosses septiques	5233 m <sup>3</sup> /an
Latrines traditionnelles	1445 m <sup>3</sup> /an
Latrines publiques	31 m <sup>3</sup> /an
<b>Total</b>	<b>11577 m<sup>3</sup>/an, soit 39 m<sup>3</sup>/jour</b>

Le tableau des charges polluantes pour les eaux domestiques, industrielles et pour les matières de vidange se trouve en annexe<sup>18</sup>.

<sup>16</sup>Voir Annexe V-4

<sup>17</sup>Voir Annexe V-3

<sup>18</sup>Voir Annexe V-5

### **3 COLLECTEURS**

Dans ce travail nous ne nous pencherons pas en détail sur le dimensionnement des collecteurs fait par l'OTH. Le débit collecté sera celui produit par le centre ville et les principaux pollueurs (7000 m<sup>3</sup>/j).

La collecte et le transport des effluents usés jusqu'aux sites de traitement nécessitera, outre la pose des canalisations, la réalisation de pompages en relation directe avec la topographie du terrain, dans le but de limiter la profondeur du réseau à 4.5 m maximum et de façon à obtenir une vitesse minimale dans les canalisations de 0.6 m/s.

Les canalisations et stations de pompage sont dimensionnées en fonction du débit de pointe<sup>19</sup>. Les coefficients de pointe sont calculés à partir de la formule empirique suivante:

$$p = 1.5 + 2.5 Q_m^{0.5}$$

Les plans et calculs sont présentés dans les annexes.

Les canalisations gravitaires seront en PVC car elles présentent, du fait de leur poids réduit (7 kg/m pour  $\phi$ 250mm), une grande facilité de mise en oeuvre. La pente des collecteurs sera de 0.03% minimum pour assurer une vitesse de 0.6 m/s. Le dimensionnement hydraulique se fait à l'aide de la formule de Manning-Strickler. Les canalisations de refoulement seront quant à elles réalisées en fonte.

Le fonctionnement des réseaux d'assainissement dans le Tiers-Monde n'a encore jamais été très convaincant (pentes et débits trop faibles, obstructions et ensablement, entretien,...). De plus il n'est pas rare qu'il y ait des pannes d'électricité, ce qui bloque tout le réseau vu le nombre important de pompes. Le terrain est plat, ce qui nécessite de nombreux postes de relevage.

### **4 DIMENSIONNEMENT DE LA STATION DE LAGUNAGE**

Le procédé d'épuration par lagunage est largement répandu et particulièrement adapté aux régions tropicales. C'est une technique basée sur les principes de phénomènes d'auto-épuration s'établissant naturellement dans les mares et les étangs. Il présente des avantages bien connus tels que la simplicité et l'économie de fonctionnement, l'efficacité de désinfection, l'adaptabilité aux variations de charge. En raison des facteurs climatiques régnant à Ouagadougou, un traitement biologique des effluents par lagunage semble être le mode d'épuration le mieux adapté et le plus économique en réalisation et exploitation.

L'effluent domestique contribue pour 55.4% au total de la charge en DBO<sub>5</sub>, l'effluent industriel pour 41.9% et les matières de vidange pour 2.7%.

---

<sup>19</sup>Voir Annexe V-6

## 4.1 Prétraitement

### ◆ Prétraitement spécifique des matières de vidange

Avant d'être admises dans la station de lagunage, les boues de vidange subiront un prétraitement spécifique. Celui-ci consistera en un dégrillage statique (2.5 cm) suivi d'un dépotage des matières de vidange.

Le volume de la fosse de dépotage sera de 1.5 fois le volume journalier admis. Vu la forte charge, les conditions y seront anaérobies et cela risque de dégager de mauvaises odeurs. Il y aura décantation et un début de fermentation anaérobie. L'eau brute partiellement décantée sera pompée (2 m<sup>3</sup>/h) et injectée dans le bassin de dégraissage commun aux eaux usées et aux matières de vidange. Ce dispositif permettra de diluer les matières concentrées dans l'effluent urbain.

### ◆ Prétraitement commun aux deux effluents

Le réseau d'assainissement étant séparatif, la présence de sable est peu probable et il n'a pas été prévu d'installation uniquement pour le dessablage. Par contre, afin d'éviter la formation de mousse en surface qui créerait un écran à la pénétration de la lumière, il a été prévu d'installer un ouvrage de dégraissage circulaire traitant en commun les deux effluents (eaux usées+vidange). Pour faciliter la remontée des graisses en surface il a été prévu de mettre en place un aérateur fines-bulles. Le dégraissage-dessablage est dimensionné pour un rendement d'extraction des graisses >80% et une rétention des sables  $\varnothing > 0.2\text{mm}$ .

Les caractéristiques de l'ouvrage sont les suivantes:

Q <sub>max</sub> admis:	542 m <sup>3</sup> /h
Surface:	38.5 m <sup>2</sup>
Charge sup:	14 m <sup>3</sup> /h
Volume utile:	136 m <sup>3</sup>

Après l'ouvrage de dégraissage cet effluent sera mélangé aux eaux industrielles prétraitées.

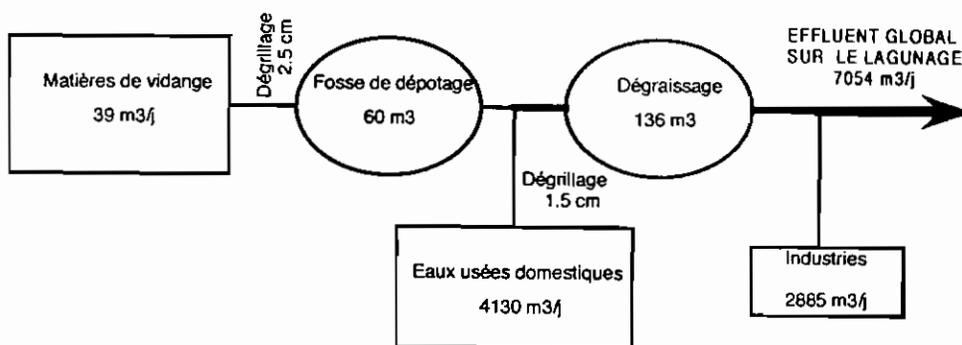


Figure 2: les différentes étapes du prétraitement

## 4.2 Lagunage

### ◆ Choix du mode de traitement

La fosse de dépotage des matières de vidange constituant à elle seule une source de nuisances olfactives non négligeable, l'OTH a préféré éviter de doter l'ensemble lagunage d'un bassin anaérobie, autre source occasionnelle de dégagement de mauvaises odeurs. Le lagunage choisi est donc de type facultatif.

Les matières sédimentables contenues dans l'effluent brut sédimentent au fond du bassin où leur minéralisation s'effectue par voie anaérobie. La pollution dissoute et colloïdale est éliminée par voie aérobie dans la tranche d'eau supérieure du bassin, l'apport d'oxygène nécessaire au métabolisme aérobie provenant de la photosynthèse des algues se développant avec le rayonnement solaire<sup>20</sup>. Pour éviter tout dégagement d'odeur, il conviendra de s'assurer que la tranche d'eau supérieure du bassin évolue constamment en aérobie. La profondeur de ces bassins ne devrait pas dépasser 1.5 à 2m.

Le polissage sera réalisé dans des bassins de maturation strictement aérobies destinés à améliorer les qualités microbiologiques de l'effluent brut. Ce sont des bassins de faible profondeur où l'apport en oxygène est naturel (action photosynthétique des algues). Comme les teneurs en matières en suspension et en DBO5 sont faibles, les dépôts sont limités; le développement des algues assure une réduction notable des teneurs en azote et en phosphore. La profondeur doit être limitée pour assurer une bonne pénétration de la lumière et un bon effet de désinfection.

### ◆ Dimensionnement du bassin facultatif

De nombreuses méthodes empiriques ont été mises au point sous différentes conditions et climats. Elles ne peuvent donc être appliquées à une station que si elles ont été vérifiées dans d'autres installations fonctionnant sous la même latitude et dans des conditions climatiques analogues; elles sont au besoin adaptées par un coefficient correcteur. A Ouagadougou, des expériences ont déjà été menées sur la station expérimentale de l'EIER.

Dans le cas de Kossodo, plusieurs formules empiriques (Mac Garry et Pescod, formule de Work, méthode Arceivala, Arthur BIRD) et expériences (Inde, Mexique, Kenya) ont été utilisées pour évaluer la charge en DBO5/ha admissible et pour déterminer la surface du bassin nécessaire. Les calculs sont explicités dans les annexes<sup>21</sup>.

---

<sup>20</sup>Voir Annexe V-8

<sup>21</sup>Voir Annexe V-7

A l'entrée du bassin facultatif, les données sont les suivantes:

Débit	7054 m <sup>3</sup> /jour
Charge en DBO5	3758 kg/jour
T°C min de l'eau dans le bassin EIER	19 °C
T°C min de l'air	16 °C
Latitude Ouagadougou	12.5 °nord
Altitude	288 m
Pluviométrie	814.5 mm/an
Evaporation moyenne	6 mm/jour
Perméabilité du sol	10 <sup>-7</sup> m/s
Insolation min	175 h/mois en juillet
Insolation max	236 h/mois en janvier

L'ensemble des résultats montrent qu'il est possible d'admettre une charge de 300 à 400 kg/ha j pour un rendement épuratoire de 80 à 90% et pour un temps de rétention >10 jours.

#### Charge admissible selon les différentes formules

Formule/expérience utilisée	Charge admissible [kg DBO5/ha j]	Surface pour maintenir conditions aérobies [ha]	Temps séjour [j]	Rendement épuratoire [%]
Mac Garry et Pescod	364	10.3	14.6	70-80%
Work (Afrique Sud)	292	12.3	26	80%
Expérience indienne	300	12.5	26.6	80%
Arceivala	460	7.8	11	90%
Arthur	260	14.4	30.7	
Observations zone tropicale Inde	400-500	7.5	10.6	80%
Mexique	50-500			70-90%
Kenya	330	11.4	16.1	

Tableau 7

Les valeurs finalement retenues par l'OTH sont les suivantes:

Charge en DBO5	400 kg/ha j
Surface	3758/400 = 9.4 ha, soit 9 ha
Profondeur totale	1.5 m, dont 1 m en aérobiose et 0.5 m en anaérobiose

Zone aérobie

Surface	90'000 m <sup>2</sup>
Volume	90'000 m <sup>3</sup>
Temps de séjour moyen	90'000/7054 = 12.8 jkurs

Zone abyssale (talus 1:1)

Surface	89'000 m <sup>2</sup>
Volume	44'500 m <sup>3</sup>

La production de boues étant estimée à 40 l'eqhab an et avec 71'000 eqhab pour Ouagadougou on arrive à un volume de boues de 2840 m<sup>3</sup>/an.

Le temps de stockage avant curage est donc de 44'500/2840 = 16 ans.

Le bassin mixte sera divisé en deux unités parallèles afin de ne pas interrompre le cycle d'épuration pendant le curage. Ce sont donc deux lagunes mixtes de 4.5 ha chacune qui seront construites.

♦ Dimensionnement des bassins de maturation

Le dimensionnement de ces bassins se fait à l'aide de la formule de Chick, qui donne le temps de séjour dans chaque bassin. Les qualités requises pour l'irrigation sont une teneur maximum de 10<sup>3</sup> CF/100ml et aucun oeuf d'helminthe. Ces bassins seront au nombre de trois pour une meilleure efficacité dans l'élimination des coliformes fécaux et des coliformes totaux (le degré de décontamination est d'autant plus élevé que le nombre de bassins est important).

$$C_e = \frac{C_i}{(1 + K\theta \cdot T_1) \cdot (1 + K\theta \cdot T_2)^3}$$

avec  $K\theta = 2.6 \cdot 1.19^{(T-20)}$   $T = T^\circ\text{C}$  min de l'eau

$C_e$ : concentration en CF de l'effluent traité = 10<sup>3</sup> CF/100ml

$C_i$ : concentration en CF dans l'affluent = 10<sup>7</sup> CF/100ml

$T_1$ : temps de séjour moyen dans le bassin mixte

$T_2$ : temps de séjour moyen dans un bassin de maturation

$$K\theta = 2.6 \cdot 1.19^{(T-20)} = 2.18$$

Il en ressort que  $T_2 \cong 5$  jours. La profondeur des bassins de maturation a été fixée à 1m, la surface moyenne est donc de  $\frac{7054 \cdot 5}{1} = 35270 \text{ m}^2 = 3.5 \text{ ha}$  par lagune.

Des études déjà effectuées sur des bassins de maturation ont démontré que le risque de trouver des oeufs d'helminthe à la sortie des bassins de maturation est pratiquement nul. En effet, les oeufs sédimentent et se retrouvent donc tous dans les boues (un stockage de ces boues au soleil pendant une durée prolongée permettra de les éliminer). La recirculation d'une partie de l'eau traitée (150/s) est prévue en tête de station comme source supplémentaire d'oxygène pour éviter la création de conditions anaérobies dans le bassin mixte.

## **5 COMPARAISON ENTRE VOLUME DE BOUES RELEVE ET CELUI ESTIME DANS LE RAPPORT OTH**

Nous allons maintenant comparer le volume et la charge des matières de vidange estimés dans le rapport OTH avec ce qui a été relevé sur le terrain. On procédera ensuite à une analyse critique de la conception et du dimensionnement de la station de lagunage, en essayant de proposer d'autres alternatives.

Le volume de boues estimé par l'OTH est de 39 m<sup>3</sup>/j. D'après les résultats obtenus sur le terrain, ce volume s'est avéré être deux fois, voire trois fois plus grand selon les saisons (79 m<sup>3</sup>/j en décembre et 125 m<sup>3</sup>/j en juin). Ce grand écart est sans doute dû à l'infiltration de l'eau dans les fosses pendant la saison des pluies, ainsi qu'aux eaux de ruissellement. On peut encore trouver plusieurs autres facteurs pouvant expliquer une telle différence; ils n'ont pas été pris en compte lors de l'évaluation de l'OTH puisque le volume a été déterminé à partir de la production journalière de boues par habitant:

- Les fosses septiques sont vidées entièrement (boues+sumageant) et leur drain est souvent colmaté.
- Il est nécessaire d'ajouter du liquide lors de la vidange des fosses étanches car leur contenu est souvent trop compact.
- L'OTH ne tient pas compte des eaux de lavage et des eaux de cuisine, car celles-ci seront censées être collectées par le réseau; elles seront néanmoins comprises dans les matières de vidange tant que le réseau ne sera pas construit.

## **6 COMPARAISON ENTRE LA CHARGE DES BOUES RELEVÉE ET CELLE DETERMINEE PAR L'OTH**

	<b>Rapport OTH</b>	<b>Relevés de terrain</b>
<b>Débit [m<sup>3</sup>/j]</b>	39	79 (déc.) à 125 (juin)
<b>Concentration DBO5 [mg/l]</b>	2589	1330 (décembre)
<b>Concentration DCO [mg/l]</b>	11'230	7030 (décembre)
<b>Concentration MST [g/l]</b>	5.6	10.6 (décembre)
<b>Concentration NTK [mg/l]</b>	1692	1181 (décembre)
<b>Charge DBO5 [kg/j]</b>	101	105
<b>Charge DCO [kg/j]</b>	438	555
<b>Charge MST [kg/j]</b>	218	837
<b>Charge NTK [kg/j]</b>	66	93

Tableau 8

On constate qu'en général les boues prélevées et analysées dans le cadre de ce travail sont moins chargées que celles figurant dans le rapport OTH, mises à part les matières sèches totales. Cela est tout à fait normal puisqu'elles sont diluées pour les raisons mentionnées plus haut. La charge journalière totale est comparable dans les deux cas en ce qui concerne la DBO5 et la DCO; par contre les valeurs pour les matières sèches totales et pour l'azote Kjeldahl sont différentes.

## **7 CRITIQUE DU DIMENSIONNEMENT**

Le dimensionnement effectué par le bureau OTH n'en est qu'au stade de préétude pour l'instant; il est encore sommaire mais peut faire l'objet de plusieurs critiques:

-Premièrement la capacité de la fosse de dépotage des matières de vidange est bien trop faible si l'on considère le volume des boues qui y sera réellement déversé. De plus il n'est prévu qu'une seule fosse de dépotage alors que c'est une installation qui devrait se faire en parallèle pour permettre le curage des boues primaires (une à plusieurs fois par jour).

-La charge polluante à l'entrée du bassin facultatif est encore très élevée (533 mg/l DBO5). Il aurait été avantageux de prévoir un bassin anaérobie pour abattre un peu cette charge avant l'entrée des eaux dans le bassin facultatif: cela permettrait entre autres de diminuer la surface de ce dernier et d'obtenir une meilleure épuration globale.

La conception de la station faite par l'OTH ne comprend pas de bassin anaérobie en raison des mauvaises odeurs que ceux-ci dégagent; cela arrive lorsque les étangs sont trop fortement chargés et le pH trop bas (H<sub>2</sub>S et autres composés organiques sous forme gazeuse). Il faut noter tout de même que cet inconvénient est supportable si la gestion d'un bassin anaérobie se fait correctement. La recirculation est une mesure possible pour éviter les odeurs désagréables, mais cela diminue inévitablement le rendement épuratoire.

## **8 PROPOSITIONS**

Il faut toujours avoir à l'esprit que la station sera construite bien avant le réseau d'assainissement et que seules les matières arrivant par camion y seront traitées au début (pendant 5 à 10 ans). Il faudra donc évaluer l'impact qu'auront ces boues lorsqu'elles seront seules à arriver à la station.

Vu qu'une bonne solution pour réutiliser les boues résiduelles est de les destiner au compostage et à la fertilisation agricole, il faudra aussi avoir un ordre de grandeur sur leur quantité et sur leur qualité après traitement (en particulier les oeufs d'helminthe). L'effluent traité sera utilisé pour l'irrigation et il conviendra donc de surveiller sa charge polluante et ses qualités microbiologiques. Plusieurs solutions peuvent être envisagées quant au traitement des boues de vidange et des eaux usées de Ouagadougou.

### **8.1 Statu quo**

Comme les collecteurs ne seront pas construits dans l'immédiat, ce seraient uniquement les boues qui transiteraient à travers la station et cela n'est pas possible car elle n'a pas été dimensionnée à cet effet; le débit serait trop faible. Il faut attendre que les collecteurs soient construits et ensuite faire le mélange entre boues et effluents, comme prévu dans le rapport du bureau OTH; il faudrait cependant augmenter le volume de la fosse de dépotage et la construire en une double filière en parallèle. Cela sous-entend que les matières de vidange continueront à être vidées dans la nature pendant encore environ 10 ans.

## 8.2 Construction d'une installation de traitement spécifique aux matières de vidange

Cette variante prévoit une chaîne de traitement s'occupant uniquement des boues en attendant que le réseau d'assainissement soit achevé. L'effluent ainsi prétraité sera raccordé à la station de lagunage principale une fois qu'elle aura été construite.

## 8.3 Décentralisation des sites de traitement des eaux et des boues

Le fait d'avoir une station unique va priver de nombreux petits sites de maraîchage de leurs ressources en eau d'irrigation et va conduire à leur disparition. Cela concernera en particulier les endroits profitant des rejets industriels, hôteliers et hospitaliers.

On peut donc proposer que les principaux pollueurs et consommateurs d'eau s'équipent d'installations complètes pour traiter leurs effluents et qu'ils puissent ainsi déverser immédiatement à proximité. Le traitement des matières de vidange se ferait comme prévu à Kossodo (place, odeurs); cela ne porterait pas atteinte aux sites de maraîchage puisque ces eaux ne sont pas valorisées pour l'instant. Un problème se pose cependant pour les eaux domestiques qui nécessiteront la construction d'une station de traitement, soit à Kossodo soit ailleurs.

## 9 SOLUTION ENVISAGEE

La solution qui semble la meilleure est la seconde; elle consiste en une installation spécifique pour les matières de vidange, ce qui permettra de les traiter avant la mise en place du réseau d'assainissement. Comme le débit de ces matières de vidange n'est pas excessif (79 à 125 m<sup>3</sup>/j), il semble exagéré de concevoir une installation trop sophistiquée pour leur traitement. La qualité de l'effluent ne doit pas obligatoirement respecter la norme des 20 mg/l car il ne s'agit pas là d'un rejet dans un milieu écologiquement protégé. Cette eau sera réutilisée pour l'irrigation et une charge organique provisoire de 150 à 200 mg/l est tolérable; c'est même un apport d'éléments fertilisants pour le sol. La qualité microbiologique de ces eaux doit néanmoins être surveillée.

Une fois que le réseau d'assainissement et la station de lagunage principale seront réalisés, l'effluent de vidange partiellement traité sera raccordé à la station de lagunage principale. Cela ne nécessite aucune installation supplémentaire mais permet le polissage des effluents de vidange.



## VI. DIMENSIONNEMENT DE LA STATION DE LAGUNAGE PROPOSEE

### 1 DIMENSIONNEMENT

#### 1.1 Traitement spécifique des matières de vidange

Le traitement spécifique des matières de vidange devrait permettre de rabattre leur charge en DBO5 à 150-200 mg/l. Les camions déchargeront ces boues dans une fosse de dépotage pour homogénéiser le débit d'entrée dans la station. Avant d'entrer dans les bassins elles seront dégrillées pour éliminer les particules les plus grossières (>2.5 cm). Comme ces boues sont fort chargées en matières en suspension, il est indispensable qu'elles décantent avant de passer par la suite du traitement; le bassin de décantation a aussi un léger rôle épurateur car l'abattement de la charge organique y est estimé à environ 30%. Vu qu'il doit être curé très fréquemment (plusieurs fois par jour), on construira deux filières en parallèle.

Le bassin de décantation sera suivi d'un bassin anaérobie pour diminuer fortement la charge en DBO5, puis d'un bassin facultatif pour obtenir un polissage partiel de l'effluent. Ces deux types de bassins seront également construits en parallèle.

#### ◆ Décanteur primaire

Caractéristiques de l'affluent

Débit max:	125 m3/j soit 7 m3/h
Charge en DBO5	105 kg/j
Concentration en DBO5	840 mg/l

On estime l'activité des camions de vidange à 18 heures par jour.

Deux bassins de décantation seront construits en parallèle; leur volume ( $V_{\text{déc}}$ ) est la somme du volume nécessaire à la sédimentation des matières ( $V$ ) et du volume nécessaire au stockage des boues primaires en attendant le curage ( $V_b$ ).

Le volume de la zone de sédimentation se calcule comme suit:

$$V \geq \frac{Q \cdot h}{v_s}$$

avec -h la profondeur de la zone de sédimentation évaluée à 2m

- $v_s$  la vitesse de sédimentation des particules = 1.5 m/h

On obtient numériquement  $V \geq \frac{3.5 \cdot 2}{1.5}$  donc un volume supérieur à 5 m3.

Le volume de stockage des boues se calcule comme suit:

$$V_b = \frac{P_b}{50 \cdot n}$$

où  $P_b$  est la quantité de boue retenue par jour; celle-ci est estimée en se référant aux résultats des analyses. Les matières sèches totales sont de 10.6 g/l avant et de 1 g/l après décantation pendant 1h 30 dans un cône Imhoff (valeurs pour décembre avec un débit de 79 m<sup>3</sup>/j). Cela indique un abattement de 90% de MST. Vu qu'il y a des remous et que les conditions ne sont pas totalement idéales dans un bassin de décantation, on adopte un abattement des MST de 80%. La masse de boues primaires à curer de chaque bassin de décantation est donc de  $0.8 \cdot 10.6 \cdot 79/2 = 335$  Kg/j.

La masse volumique des boues primaires à 95% d'eau est de 50 Kg/m<sup>3</sup> et  $n$  est le nombre de curages journalier qu'on fixe à 3 curages par jour.

On trouve  $V_b = 2.5$  m<sup>3</sup> et  $V_{\text{déc}}$  est arrondi à 9 m<sup>3</sup>.

Les dimensions d'un décanteur sont donc les suivantes:

Volume	9 m <sup>3</sup>
Profondeur	3 m
Surface	3 m <sup>2</sup>
Tséjour	1.9 heure

Le volume de boues primaires produit par les deux décanteurs est de 13.4 m<sup>3</sup>/j.

Les deux décanteurs seront de forme circulaire, avec un diamètre de 2m. Le fond est conique pour faciliter le pompage des boues.

La DBO<sub>5</sub> de l'effluent est de 73.5 Kg/j avec un abattement de 30%.

#### ◆ Bassin anaérobie

Caractéristiques de l'affluent

Débit max	Q = 125 m <sup>3</sup> /j, soit 7 m <sup>3</sup> /h
Charge en DBO <sub>5</sub>	73.5 Kg/j
Concentration en DBO <sub>5</sub>	$L_i = 588$ mg/l

On construira deux lagunes en parallèle; elles sont dimensionnées à l'aide de la formule empirique suivante

$$V = \frac{L_i \cdot Q}{\lambda_v} = \frac{588 \cdot 62.5}{300} = 120 \text{ m}^3$$

avec  $\lambda_v$  la charge volumique en DBO<sub>5</sub> (300g/m<sup>3</sup>j).

Les dimensions d'un bassin anaérobie sont donc:

Volume	120 m <sup>3</sup>
Profondeur	3 m
Surface	40 m <sup>2</sup> (4m * 10m)
Temps de séjour	1.9 jours

Les deux bassins anaérobies seront de forme rectangulaire (longueur environ 3\*largeur), donc de 4m sur 10m. On ne tient pas compte de l'évaporation à cause de la croûte superficielle qui recouvre les bassins anaérobies.

En faisant l'hypothèse que l'abattement de la DBO5 est de 40% en anaérobiose, la charge de l'effluent est de 44 Kg/j.

#### ◆ Bassin facultatif

Caractéristiques de l'affluent

Débit max	Q = 125 m3/j, soit 7 m3/h
Charge en DBO5	44 Kg/j
Concentration en DBO5	Li = 352 mg/l

On prévoit également deux bassins en parallèle. Le dimensionnement d'un bassin facultatif se fait avec la formule suivante (MARA):

$$A_f = \frac{10 \cdot L_1 \cdot Q}{10.5T - 35} = \frac{10 \cdot 352 \cdot 62.5}{227.5} = 967 \text{ m}^2$$

avec T = 25°C

On adopte une profondeur de 1.5m, dont 1m en aérobie et 0.5m en anaérobiose.

Le temps de séjour dans un bassin facultatif se calcule comme suit:

$$\theta_f = \frac{2 \cdot A_f \cdot D}{2 \cdot Q - 0.001 \cdot A_f \cdot e} = \frac{2 \cdot 967 \cdot 1.5}{2 \cdot 125 - 0.001 \cdot 8.5 \cdot 967} = 12 \text{ jours}$$

avec e l'évaporation, qui est de 8.5 [mm/j] en moyenne à Ouagadougou.

Les dimensions d'un bassin facultatif sont donc les suivantes:

Volume	1458 m3
Profondeur	1.5 m
Surface	972 m2 (18m * 54m)
Temps de séjour	12 jours

Le débit à la sortie du bassin facultatif n'est pas le même qu'à l'entrée à cause de l'évaporation

$$Q_e = Q_i - 0.001 \cdot A_f \cdot e = 108.5 \text{ m}^3/\text{j}$$

L'abattement de la DBO5 dans un bassin facultatif est de 60 à 65%. On obtient une charge de 17.6 Kg DBO5/j pour l'effluent (141 à 223 mg/l selon le débit).

**Récapitulation du dimensionnement de l'installation pour matières de vidange**  
(valeurs pour une filière)

	DBO5entrée [mg/l]	DBO5sortie [mg/l]	Volume [m3]	Profondeur [m]	Surface [m2]	Tséjour	Rendement [%]
Décanteur circulaire	840-1330	588-930	9	3	3 (Ø2m)	1.9 heure	30
Bassin anaérobie	588-930	352-557	120	3	40 (4m*10m)	1.9 jours	40
Bassin facultatif	352-557	141-223	1458	1.5	972 (18m*54m)	12 jours	60

*Tableau 9*

La concentration de l'effluent à la sortie est de 141 à 223 mgDBO5/l. On estime que cela est acceptable pour un réutilisation de ces eaux dans l'irrigation, surtout en tenant compte du fait qu'elles seront raccordées à la station principale de traitement des effluents industriels et domestiques une fois que cette dernière sera en service. Le bassin facultatif éliminera une partie des germes pathogènes mais l'eau résultant de ce traitement devra être utilisée avec réserve (il faudrait par exemple éviter de les utiliser pour arroser les salades).

## Flux des matières de vidange à travers la station (1ère partie)

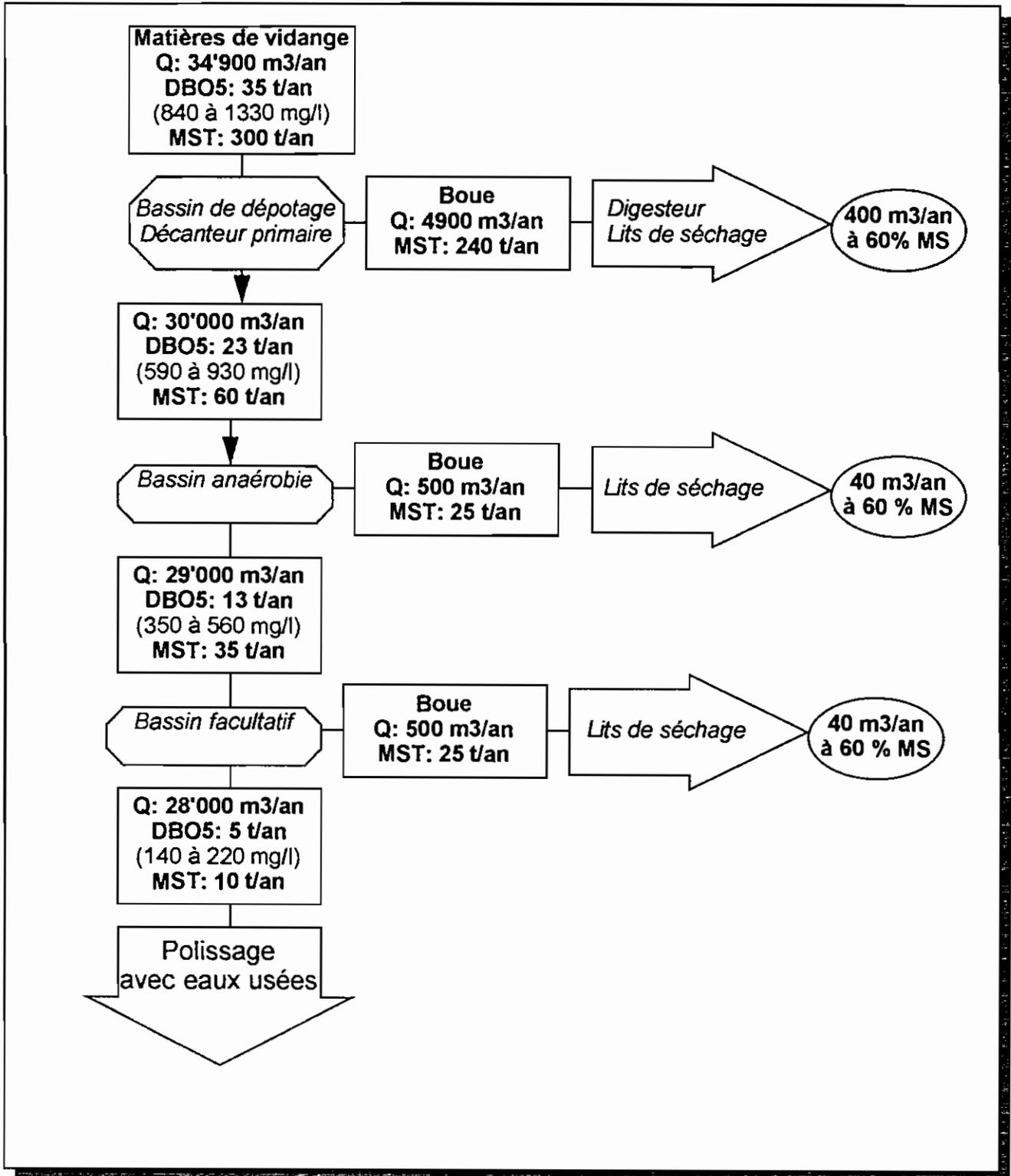


Figure 3: Schéma de flux des matières de vidange à travers l'installation de prétraitement

## 1.2 Traitement des eaux usées domestiques et industrielles + polissage des matières de vidange

Cette installation recevra les effluents industriels déjà prétraités à la sortie des usines, ainsi que les eaux usées domestiques. Un dégrillage (1.5 cm) et un dessablage-dégraissage seront installés en tête de station. Une fois que la concentration en DBO5 aura été réduite à 250 mg/l, l'effluent des boues de vidange (qui a à peu près la même concentration) y sera raccordé. La suite du traitement ramènera la concentration en DBO5 à une valeur comprise entre 20 et 50 mg/l pour que ces eaux puissent être utilisées durablement et sans trop de restrictions dans l'irrigation.

Les eaux usées domestiques et industrielles passeront premièrement dans un bassin anaérobie vu leur concentration assez élevée en DBO5. Une fois que cette concentration sera un peu réduite les eaux seront acheminées dans un bassin facultatif afin de la diminuer encore, puis elles transiteront par un ou plusieurs bassins de maturation pour avoir une qualité microbiologique acceptable.

### ◆ Bassin anaérobie

Caractéristiques de l'affluent

Débit	7015 m3/j
Charge en DBO5	3648 Kg/j
Concentration en DBO5	520 mg/l

On construira deux bassins en parallèle. Le bassin anaérobie se dimensionne avec la formule empirique:

$$V = \frac{L_t \cdot Q}{\lambda_v} = \frac{520 \cdot 3507.5}{300} = 6080 \text{ m}^3 \text{ par bassin}$$

Les dimensions d'un bassin anaérobie sont donc les suivantes:

Volume	6000 m3
Profondeur adoptée	3 m
Surface	2000 m2 (25m * 80m)
Temps de séjour	1.7 jours

Les deux bassins anaérobies seront de forme rectangulaire (longueur environ 3\*largeur), donc de 25m sur 80m. Il n'y a pas d'évaporation dans les bassins anaérobies à cause de la croûte superficielle.

En faisant l'hypothèse que l'abattement de la DBO5 est de 40 à 50% en anaérobiose, la concentration de l'effluent est de 260 mgDBO5/l.

### ◆ Bassin facultatif

On construira deux bassins facultatifs en parallèle. Ils recevront les eaux domestiques et industrielles provenant du bassin anaérobie précédent (débit 7015 m<sup>3</sup>/j) mélangées à l'effluent de matières de vidange provenant du prétraitement (108.5 m<sup>3</sup>/j).

Caractéristiques de l'affluent:

Débit	Q = 7124 m <sup>3</sup> /j
Charge en DBO5	1852 Kg/j
Concentration en DBO5	Li = 260 mg/l

On prévoit deux bassins en parallèle. Le dimensionnement d'un bassin facultatif se fait avec la formule suivante (MARA):

$$A_f = \frac{10 \cdot L_i \cdot Q}{10.5T - 35} = 39'230 \text{ m}^2, \text{ soit } 40'720 \text{ m}^2 \text{ au miroir}$$

et le temps de rétention est

$$\theta_f = \frac{2 \cdot A_f \cdot D}{2 \cdot Q - 0.001 \cdot A_f \cdot e} = 18 \text{ jours.}$$

Les dimensions d'un bassin facultatif en fin de compte:

Volume	58'650 m <sup>3</sup>
Profondeur adoptée	1.5 m
Surface	39'100 m <sup>2</sup> (115m * 340m)
Temps de séjour	18 jours

Le débit à la sortie du bassin facultatif n'est pas le même qu'à l'entrée à cause de l'évaporation

$$Q_s = Q_i - 0.001 \cdot A_f \cdot e = 6460 \text{ m}^3/\text{j}$$

L'abattement de la DBO5 dans un bassin facultatif est de 60 à 65%. On obtient donc une concentration de l'effluent de 104 mg DBO5/l.

### ◆ Bassins de maturation

Les bassins de maturation se dimensionnent à l'aide de la loi de Chick:

$$C_e = \frac{C_i}{(1 + K_T \cdot \theta_a) \cdot (1 + K_T \cdot \theta_f) \cdot (1 + K_T \cdot \theta_m)^n}$$

avec

- Ci la concentration de coliformes à l'entrée qui est de 10<sup>7</sup>CF/100ml
- Ce la concentration de coliformes à la sortie imposée < 1000CF/100ml
- KT la constante de vitesse d'élimination des CF
- θa, θf, θm les temps de séjour respectivement dans les bassins anaérobie, facultatif et de maturation
- n le nombre de bassins de maturation

Remarque: la constante de vitesse d'élimination des coliformes thermotolérants se détermine généralement à l'aide de la formule empirique  $K_T = 2.6 \cdot (1.19)^{T-20}$ . Pour Ouagadougou nous avons la chance de disposer de la thèse de M.Klutse faite sur la station de lagunage de l'EIER. Il a démontré que ces valeurs ne variaient pas de façon significative en fonction de la température et du rayonnement. La constante trouvée après deux ans de suivi est de  $0.95 \text{ j}^{-1}$  pour un écoulement parfaitement mélangé.

Après avoir fait les calculs on trouve différents temps de séjour dans les lagunes selon le nombre (n) de bassins choisis:

Pour n=1 on trouve	$\theta_m = 221$ jours
Pour n=2 on trouve	$\theta_m = 14.2$ jours
Pour n=3 on trouve	$\theta_m = 5.2$ jours

Trois conditions doivent être remplies pour le dimensionnement des lagunes de maturation:

$\theta_m > 3$ jours	vérifié pour n=3
$\lambda m1 < \lambda s^{22}$	vérifié pour n=3 et une profondeur de 1m
$\theta_m < \theta_f$	

Les bassins de maturation seront donc au nombre de trois, avec dans chacun un abattement de 20% de la charge en DBO5.

#### Premier bassin de maturation

Débit d'entrée:  $Q_{i,m1} = 6460 \text{ m}^3/\text{j}$

Débit de sortie:  $Q_{e,m1} = Q_i - 0.001 \cdot A_f \cdot e = 5795 \text{ m}^3/\text{j}$

Surface:  $A_{m1} = \frac{Q_{e,m1} \cdot \theta_m}{D} = 30134 \text{ m}^2$

#### Second bassin de maturation

$Q_{i,m2} = 5795 \text{ m}^3/\text{j}$

$Q_{e,m2} = Q_{i,m2} - 0.001 \cdot A_{m1} \cdot e = 5540 \text{ m}^3/\text{j}$

$A_{m2} = \frac{Q_{e,m2} \cdot \theta_m}{D} = 28800 \text{ m}^2$

#### Troisième bassin de maturation

$Q_{i,m3} = 5540 \text{ m}^3/\text{j}$

$Q_{e,m3} = Q_{i,m3} - 0.001 \cdot A_{m2} \cdot e = 5295 \text{ m}^3/\text{j}$

$A_{m3} = \frac{Q_{e,m3} \cdot \theta_m}{D} = 27530 \text{ m}^2$

<sup>22</sup> Charge superficielle en DBO5

Les dimensions des bassins de maturation doivent avoir un grand rapport longueur sur largeur pour permettre de respecter le temps de séjour pour toute l'eau qui transite à travers le bassin (un rapport VL de 20 semble indiqué), Cela est très important dans les grands bassins où il se crée facilement des zones mortes et des écoulements préférentiels (=>temps de résidence trop long ou trop court), ce qui mène à de mauvais rendements épuratoires.

### Récapitulation du dimensionnement de la station de lagunage principale

Bassin	DBO5entrée [mg/l]	DBO5sortie [mg/l]	Volume [m3]	Profondeur [m]	Surface [m2]	Tséjour	Rendement [%]
Anaérobie (pour une filière)	520	260	6000	3	2000 (25m*80m)	1.7 jours	50
Facultatif (pour une filière)	260	104	58650	1.5	39100 (115m*340m)	18 jours	60
Maturation I	104	83	30134	1	30134	5.2 jours	20
Maturation II	83	67	28800	1	28800	5.2 jours	20
Maturation III	67	50	27530	1	27530	5.2 jours	20

Tableau 10

La concentration en DBO5 à la sortie est de 50 mg/l, ce qui est tout à fait correct vu que l'eau sera réutilisée pour l'irrigation et que les préoccupations d'ordre écologique passent au second plan (on ne rejette pas dans un milieu protégé). L'objectif principal étant d'ordre sanitaire, c'est surtout le temps de séjour qui est important (35 jours au total dans notre installation); il doit être aussi long que possible pour permettre à la lumière d'agir contre les germes pathogènes.

#### ◆ Dispositions à prendre pour la sécurité de l'ouvrage

-Pendant les mois de mai à juillet, il risque d'y avoir infiltration des eaux de pluie dans les collecteurs, ce qui conduirait à une surcharge de la station. Il faut donc prévoir un déversoir à l'entrée de la station, ainsi que des by-pass à l'entrée de chaque bassin en cas de problème.

-Pour limiter la formation de vagues, la station de lagunage sera orientée de façon à ce que le côté le plus long des plus grands bassins soit perpendiculaire au vent dominant. Il faut de plus prévoir une revanche suffisante pour lutter contre l'effet érosif des vagues. Cette revanche sera de 0.5m pour les bassins de surface inférieure à 1ha et de 0.7m pour les bassins compris entre 1 et 3ha. La revanche des bassins de taille supérieure à 3ha se calcule par la formule  $r = (\log A)^{1/2} - 1$ .

-La pente des talus sera de 1:1 et le fond des lagunes sera étanchéifié.

## Surface totale occupée par les bassins

Solution choisie	Surface moyenne [m <sup>2</sup> ]	Rapport OTH	Surface moyenne [m <sup>2</sup> ]
Décanteur boues	6	Dépotage	20
Anaérobie boues	80	Dégraissage-dessablage	38.5
Facultatif boues	1944	Facultatif	90000
Anaérobie principal	4000		
Facultatif principal	78200		
Maturation I	30134	Maturation I	35000
Maturation II	28800	Maturation II	35000
Maturation III	27530	Maturation III	35000
<b>Total</b>	<b>170694 m<sup>2</sup></b> <b>17 ha</b>	<b>Total</b>	<b>195058 m<sup>2</sup></b> <b>19.5 ha</b>

Tableau 11

On peut constater que la station proposée occupe environ 2.5ha de moins que celle qui a été étudiée dans le rapport OTH. Cela est principalement dû à la présence des bassins anaérobies qui abattent une forte charge déjà au début du processus de traitement.

## TRAITEMENT DES EAUX USEES ET POLISSAGE DES MATIERES DE VIDANGE

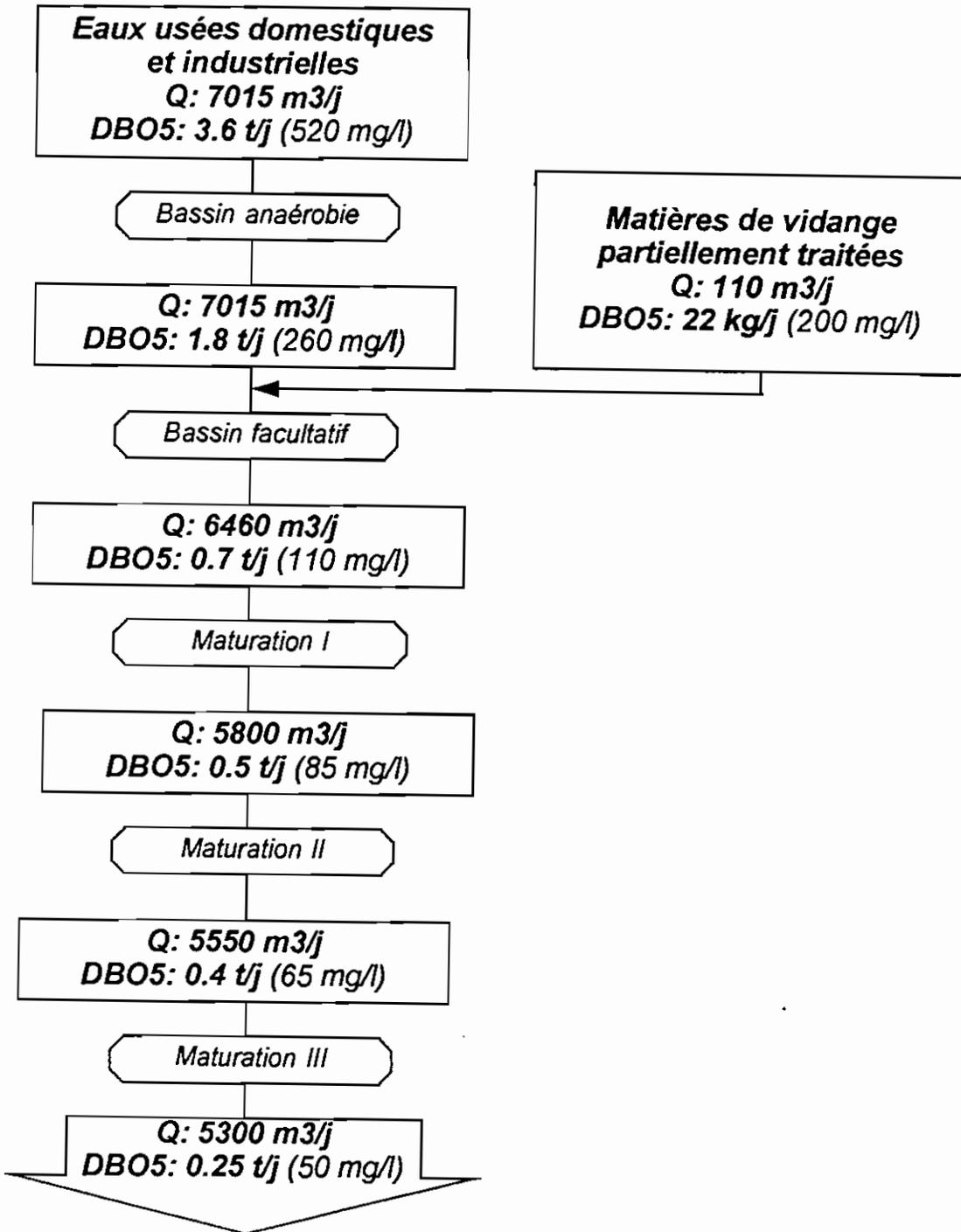


Figure 4: Schéma de flux à travers la station de lagunage principale

## 2 GESTION DES BOUES

Les boues produites dans le lagunage seront réutilisées pour la fertilisation agricole. On étudiera la possibilité de les mélanger avec des ordures ménagères en vue d'en faire du compost. Pour cela, il est nécessaire d'avoir une idée sur la quantité de boues qui est disponible.

### 2.1 Estimation de la quantité de boues

Les boues proviennent surtout des bassins de décantation primaires des matières de vidange, et secondairement des bassins anaérobies et facultatifs.

#### ◆ Matières de vidange

##### Boues du bassin de décantation

On a déjà vu dans le dimensionnement du bassin de décantation que le volume de boues primaires produit par jour est de 13.4 m<sup>3</sup>/j. Chacun des deux décanteurs est curé trois fois par jour.

##### Boues du bassin anaérobie

Le volume venant du bassin anaérobie peut être estimé en multipliant le taux d'accumulation des boues (30 Veqhab an) par la population faisant appel aux sociétés de vidange, qui est d'environ 350'000 équivalents-habitants.

Le taux d'accumulation des boues n'est pas un paramètre évident à évaluer. Les données pour Ouagadougou sont de 0.03 m<sup>3</sup>/eqhab an d'après le PSAO sans bassin de décantation, mais d'après les analyses effectuées dans le cadre du présent travail, on trouve un taux d'accumulation de:

$$\frac{79 \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{j}} \right] \cdot 2 \left[ \frac{\text{kgMeS}}{\text{m}^3} \right] \cdot 365 \left[ \frac{\text{j}}{\text{an}} \right]}{50 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \cdot 350'000 \left[ \text{eqhab} \right]} = 0.0033 \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{eqhab an}} \right]$$

La différence entre ces deux chiffres est explicable par plusieurs raisons:

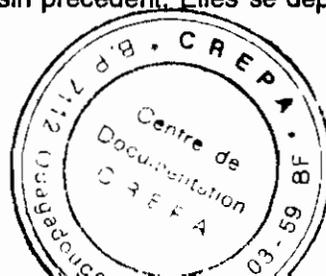
-Il y a abattement de 80% des matières sèches dans le bassin de décantation primaire, ce qui réduit le taux de boues à  $0.2 \cdot 0.03 = 0.006 \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{eqhab an}} \right]$ .

-Il faut tenir compte du fait que les matières de vidange sont déjà partiellement décomposées lorsqu'on les extrait (temps de séjour souvent supérieur à une année dans les fosses). Il y a eu un début de minéralisation directement dans les fosses septiques ou étanches, et une partie des matières organiques s'est dégagée sous forme de gaz. Le volume de boue en est donc encore diminué.

On admet finalement le taux d'accumulation des boues déduit des analyses, à savoir

$$0.0033 \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{eqhab an}} \right].$$

Les boues ne sédimenteront pas toutes dans le bassin anaérobie car le temps de séjour y est trop court et les matières décantables ont déjà sédimenter dans le bassin précédent. Elles se déposeront aussi dans les bassins facultatifs qui suivent.



### ◆ Effluents domestiques et industriels

On reprend pour cela les chiffres du rapport OTH:

La production de boues d'origine domestique et industrielle est de 2840 m<sup>3</sup>/an. On prévoit que celles-ci se déposeront dans les bassins anaérobies et facultatifs principaux (capacité de 129'300m<sup>3</sup> au total). Le nombre d'années entre deux curages est de 15 ans si on admet que les bassins sont curés quand ils sont remplis au tiers de leur contenance. Le volume de boue extrait à chaque curage est de 42'600 m<sup>3</sup>.

Comme on ne sait pas ce qui va réellement se passer (dans quels bassins se retrouveront le plus probablement les boues résiduaires), on peut discuter sur les quantités de boue à extraire, et surtout sur les intervalles de temps entre les curages.

## **2.2 Curage des bassins**

Le curage des bassins représente une grande besogne et monopolise beaucoup de moyens. On prend en général un intervalle de 5 à 10 ans entre deux curages.

Si on admet un curage tous les 15 ans comme supposé plus haut, le volume des boues atteint 60'000 m<sup>3</sup> (42'600+15\*1155). Un tel volume est quasiment impossible à gérer d'un seul coup, c'est pourquoi il paraît judicieux d'effectuer des curages plus fréquemment; de plus, cela empêche le rendement de l'épuration de baisser à cause de la boue qui est accumulée au fond (cela conduit à une diminution de volume). Un curage tous les 5 ans semble intéressant; le volume de boues à extraire en est réduit à 20'000 m<sup>3</sup> par curage. Le curage se fera séparément pour chaque filière de sorte que la station continue à fonctionner. Il en résulte finalement un volume de 10'000 m<sup>3</sup> par curage.

La mise hors service d'une filière doit se faire pendant une durée assez longue pour que les boues puissent être évacuées et séchées petit à petit. La qualité de l'eau en sera touchée (DBO) mais ce qui importe surtout est sa qualité bactériologique.

## **2.3 Deshydratation des boues**

La technique de deshydratation des boues la mieux adaptée aux conditions climatiques du pays (haute évaporation, peu de pluie) est celle des lits de séchage; cette deshydratation naturelle n'est à retenir que pour des boues bien stabilisées et non putrescibles.

Le fond d'un lit de séchage est constitué de gravier et de sable pour permettre le drainage de l'eau; ses dimensions peuvent aller jusqu'à 20m\*10m, La boue stabilisée est épandue sur les lits avec une épaisseur d'environ 50 à 75 cm et se deshydrate par évaporation et drainage à travers la couche sableuse.

Les principaux avantages des lits de séchage sont leur faible coût, le peu d'entretien qu'ils exigent et le taux de matières sèches élevé qui en résulte (60% de matières sèches après 10-15 jours d'exposition au soleil). Ils occupent beaucoup de place mais cela n'est pas un facteur limitant dans les pays en voie de développement.

### ◆ Boues de décantation primaire

Les boues primaires sont soutirées du décanteur à une fréquence de trois fois par jour et représentent un volume de 13.5 m<sup>3</sup>/j. Elles ne sont pas encore stabilisées et devront donc passer dans un digesteur, précédé d'un épaisseur par décantation. Le volume des boues après épaissement est de 7 m<sup>3</sup>/j, puisque la concentration en matières sèches passe de 5% à 10%. Il y a encore une réduction de volume dans le digesteur car une partie de la matière organique est transformée en gaz (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>). Pour être large, on estimera la quantité de boue à extraire à 5 m<sup>3</sup>/j. Après un temps de séjour de dix jours environ dans le digesteur, les boues seront soutirées du décanteur primaire par pompage. Elles seront ensuite deshydratées sur des lits de séchage pendant environ un mois.

Puisqu'on doit sécher 5 m<sup>3</sup>/j pendant 30 jours; le volume qui doit être disponible sur les lits est de 150 m<sup>3</sup>. Si l'on pose que la hauteur de boue est de 0.5 m pour une bonne deshydratation, la surface totale occupée par les lits sera de 300 m<sup>2</sup>.

On admet que l'épandage se fait tous les trois jours; il faut donc 10 lits de séchage offrant chacun une surface de 30 m<sup>2</sup> (8.5m\*3.5m). Le produit final sera mélangé aux ordures ménagères pour faire du compost.

### ◆ Boues des bassins anaérobies et facultatifs ?

Les boues provenant des bassins anaérobies et facultatifs y ont séjourné longtemps et sont déjà stabilisées. Il faut cependant rappeler que l'objectif principal du traitement est l'élimination des germes pathogènes pour éviter les maladies et on ne peut pas envisager de les répandre directement sur les champs en raison de leur forte teneur en kystes et oeufs d'helminthe (on a vu que ceux-ci se retrouvaient presque en totalité dans les boues car ils sédimentent); Comme ceux-ci ne peuvent être éliminés que par le rayonnement de la lumière, il faudra les exposer pendant un certain temps au soleil. On prévoit à cet effet des lits de séchage.

Comme le curage n'a lieu qu'une fois tous les 5 ans, il faut éviter d'utiliser une trop grande surface pour deshydrater les boues. Il faut faire un compromis entre la durée de mise hors service d'une filière et la place occupée par les lits de séchage.

Si on admet un temps de séchage de deux semaines et une surface de 20m\*8m pour les lits (hauteur de remplissage 0.5m), on peut curer 80 m<sup>3</sup> par lit toutes les deux semaines. On construira donc 25 lits de séchage d'une surface de 20m\*8m où le temps de séchage sera de deux semaines. La surface totale sera de 4000 m<sup>2</sup>. La mise hors service d'une filière durera par conséquent deux mois et demi.

Une fois qu'une filière aura été curée on entreprendra le curage de la filière parallèle. La durée totale de l'opération se montera ainsi à 5-6 mois tous les 5 ans. L'évacuation des boues s'effectuera par pompage; il faut que le fond des bassins ait une forme propice pour concentrer toutes les boues en un seul endroit lors du curage qui se fait à la pelle.

Il est indispensable d'établir un programme de curage en tenant compte de la quantité de boue qu'il est possible de gérer par jour...

Le curage représente une opération conséquente et la surface occupée par les lits de séchage est importante, mais il faut avoir à l'esprit que la place ne manque pas et que la main d'oeuvre est bon marché. Le matériel de construction des lits de séchage (principalement sable, gravier et béton) est peu cher et facilement disponible.

Les boues ainsi séchées seront mélangées aux ordures ménagères en vue d'en faire du compost.

## **2.4 Compostage**

Les boues deshydratées seront mélangées aux ordures ménagères en vue d'en faire du compost. Le co-compostage de ces deux matériaux est très avantageux car ils se complètent bien l'un l'autre: les boues ont une grande teneur en azote et en humidité, et les ordures contiennent beaucoup de carbone organique et peuvent donner une bonne porosité au compost. La teneur en métaux lourds d'un compost obtenu de cette manière sera basse car les ordures ménagères de Ouagadougou sont surtout de provenance organique. De plus, cela permet d'obtenir un produit utile à partir de deux matériaux qui ne seraient que déchets autrement.

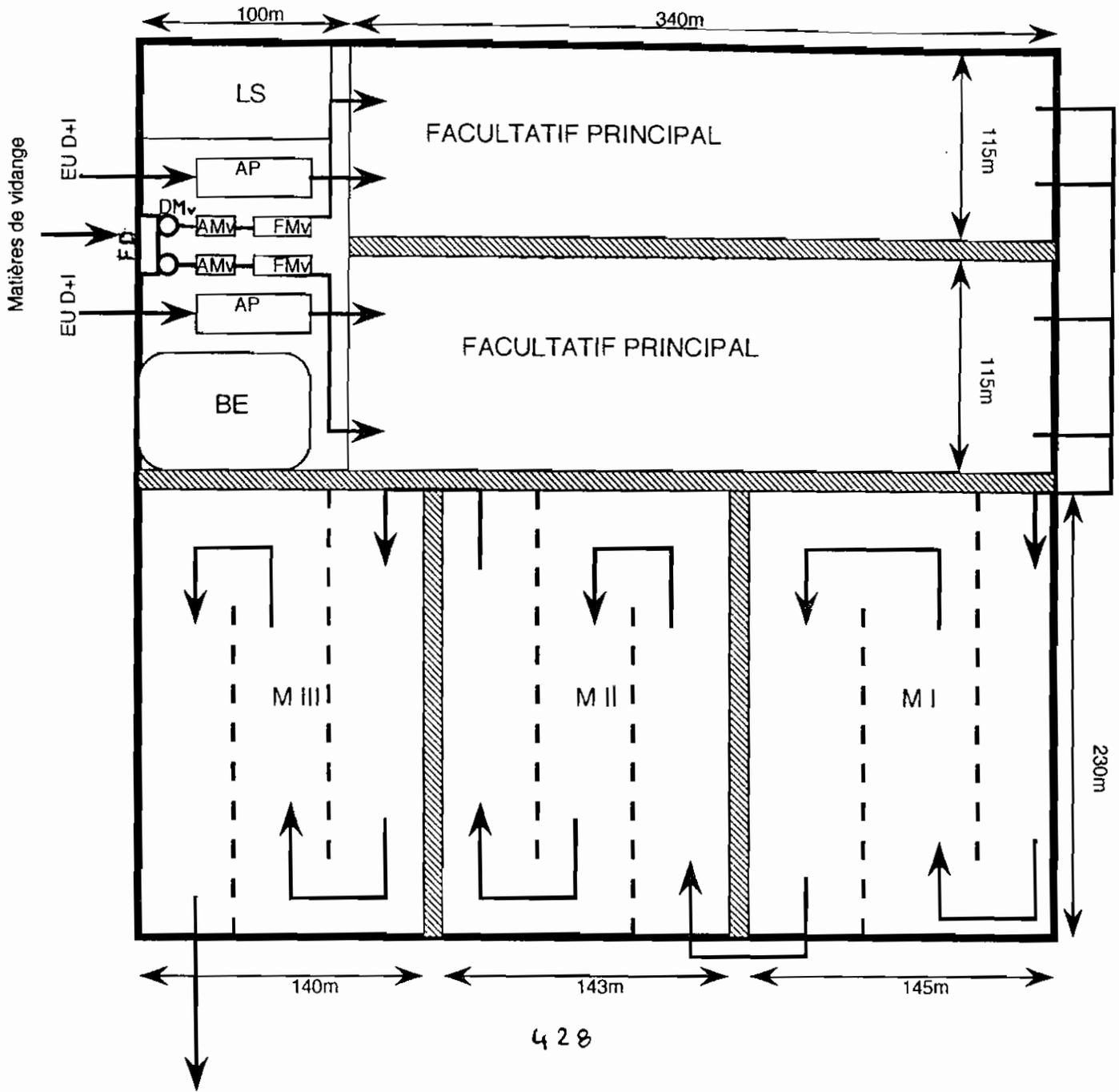
Toutes les conditions sont réunies pour que le compostage fonctionne bien:

- Le climat permet d'atteindre des températures élevées toute l'année, ce qui assure l'élimination des germes pathogènes restants.

-Il y a beaucoup de place à disposition pour le stockage ; le compost sera entretenu en andains et retourné régulièrement à la pelle. Il pourra être utilisé sur place pour le maraîchage, ou en plus vendu à l'extérieur s'il est en quantité suffisante.

## **3 INCONVENIENTS**

L'emplacement de la station est le même que celui proposé par l'OTH, c'est-à-dire à Kossodo. Cela représente un inconvénient de taille car les trajets des camions augmenteront fortement, donc le nombre de vidanges clandestines aussi; les sociétés auront de la peine à desservir tous leurs clients puisqu'elles perdront beaucoup plus de temps en trajets. D'autres camions devront donc peut-être être mis en service. Il est donc intéressant de comparer cette solution avec une solution de décentralisation visant à limiter ces déplacements supplémentaires.



428

IRRIGATION

LEGENDE

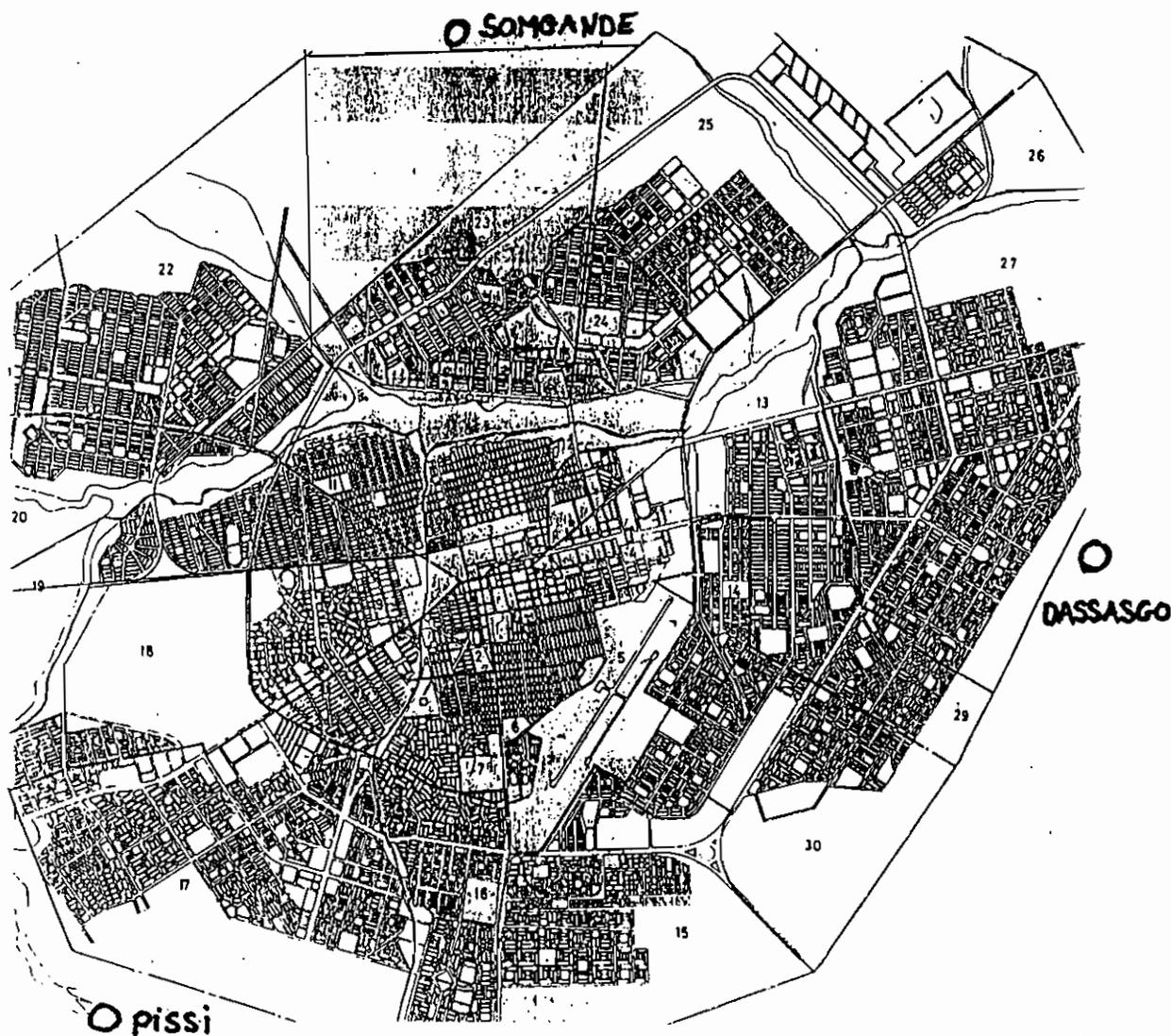
- |              |   |
|--------------|---|
| EU D+I       | Eaux usées domestiques et industrielles |
| FD           | Fosse de dépotage                       |
| DMv          | Décanteur matières de vidange           |
| AMv          | Bassin anaérobie matières de vidange    |
| FMv          | Bassin facultatif matières de vidange   |
| AP           | Bassin anaérobie principal              |
| BE           | Bâtiment d'exploitation                 |
| M I, II, III | Bassins de maturation I, II, III        |
| LS           | Lits de séchage des boues               |

Figure 6: Schéma du lagunage proposé



## VII. SOLUTION DE DECENTRALISATION

On a vu que le traitement des matières de vidange devait se faire plus ou moins séparément de celui des eaux usées; on peut aussi envisager de carrément tout séparer et de construire plusieurs installations de traitement aux endroits stratégiques. Cela permettra de réduire les distances à parcourir par les camions pour aller déverser. La carte ci-dessous indique les sites où il serait judicieux d'implanter ces installations:



Carte 1

Les trois sites choisis sont proches des endroits de déversement actuels de Somgande, Dassasgo et Pissi; ils sont cependant plus à l'écart de la ville car il faut tenir compte de son accroissement rapide.

## 1 COMPARAISON DES DEUX VARIANTES

On peut remarquer que pour une hypothèse centralisée (site de Kossodo), la distance maximale à parcourir est de 18 km. Pour la solution décentralisée, la distance maximale à parcourir jusqu'à Somgande est de 7 km; elle est de 7.5 km jusqu'à Pissi et de 8 km jusqu'à Dassasgo.

Nous allons comparer cette solution de décentralisation avec la proposition précédente de centralisation selon d'autres critères encore:

CRITERES DE COMPARAISON	DECENTRALISATION	CENTRALISATION
<b>Qualité de l'eau</b> -dans l'immédiat -après construction des collecteurs	+ -	- +
<b>Surface occupée</b>	-	+
<b>Distance à parcourir</b>	+++	---
<b>Risques de contamination (maladies) et bilan de pollution</b>	++	--
<b>Sécurité en cas de panne</b>	++	--
<b>Métaux lourds dans le compost</b>	+	-
<b>Maraîchages</b>	+	-
<b>Coût de l'installation</b>	-	+
<b>Prix de l'élimination des boues</b>	++	--

Tableau 12

- +      Avantage par rapport à un critère
- Inconvénient par rapport à un critère

Le critère de la qualité de l'eau dans l'immédiat est plutôt en faveur de la décentralisation car c'est une solution définitive; en effet, le traitement des matières de vidange pour la proposition de Kossodo n'est que partiel en attendant que la station principale pour les eaux usées soit en activité. Une fois que la station principale sera opérationnelle, la qualité des eaux sera un peu meilleure pour la solution centralisée.

La surface occupée pour le traitement des matières de vidange est un peu supérieure pour une solution décentralisée, mais cela n'est pas un critère déterminant car il y a beaucoup de place à disposition à Ouagadougou.

La distance à parcourir par les camions est le critère le plus important: on a vu qu'il avantageait nettement la solution décentralisée.

Les risques de contamination et le bilan de pollution seront peu améliorés avec une solution centralisée; en effet, puisque les trajets augmenteront, le nombre de déversements clandestins augmentera aussi et la situation actuelle n'évoluera pas beaucoup.

Le critère de sécurité en cas de panne avantage la solution décentralisée, car en cas de non fonctionnement d'une installation on peut se rabattre sur les deux autres.

Les métaux lourds dans le compost seront certainement en concentration plus faible avec une solution décentralisée; en effet, les matières de vidange ne sont pas mélangées aux effluents industriels qui en contiennent souvent (à Ouagadougou la tannerie rejette beaucoup de chrome).

En ce qui concerne les maraîchages, la solution décentralisée semble encore une fois meilleure car elle met à disposition de l'eau d'irrigation à différents endroits de la ville.

Le coût de l'installation sera plus élevé pour une décentralisation, mais par contre le traitement des matières de vidange sera meilleur marché (surtout grâce à la limitation des trajets).

On voit que la solution de décentralisation est fort intéressante car elle dépasse la proposition précédente pour la plupart des critères. On va donc procéder à son dimensionnement pour s'en faire une idée plus précise.

## **2 DIMENSIONNEMENT D'UNE INSTALLATION DECENTRALISEE**

On estime que le volume des matières de vidange sera réparti également entre les trois installations décentralisées. Chaque installation comprendra deux filières composées d'un bassin de dépotage, un bassin anaérobie, et un bassin facultatif; ces deux filières seront suivies d'une série de bassins de maturation.

### **◆ Décanteur I**

Caractéristiques de l'affluent

Débit max	40 m <sup>3</sup> /j
Charge en DBO <sub>5</sub>	35 kg/j
Concentration en DBO <sub>5</sub>	840 mg/l

Le dimensionnement se fait comme pour le décanteur I au paragraphe VI. 1.1, mais pour un flux trois fois inférieur.

On trouve	le volume de la zone de sédimentation	V = 2 m <sup>3</sup>	
	et le volume de stockage des boues	V <sub>b</sub> = 1 m <sup>3</sup>	⇒ V <sub>déc</sub> = 3 m <sup>3</sup>

Les dimensions d'un décanteur sont donc les suivantes:

Volume	3 m <sup>3</sup>
Profondeur	2.5 m
Surface	2 m <sup>2</sup>
Tséjour	1.9 heure

Le volume des boues primaires produit par les deux décanteurs est de 4.5 m<sup>3</sup>/j.

La DBO<sub>5</sub> de l'effluent est de 24.5 kg/j avec un abattement de 30%.

### ◆ Bassin anaérobie

Caractéristiques de l'affluent

Débit max	40 m <sup>3</sup> /j
Charge en DBO <sub>5</sub>	24.5 kg/j
Concentration en DBO <sub>5</sub>	588 mg/l

Le dimensionnement se fait comme pour le bassin anaérobie au paragraphe VI. 1.1, mais pour un flux trois fois plus faible.

Les dimensions d'un bassin anaérobie sont donc:

Volume	40 m <sup>3</sup>
Profondeur	2 m
Surface	20 m <sup>2</sup> (8m * 2.5m)
Temps de séjour	2 jours

En faisant l'hypothèse que l'abattement de la DBO<sub>5</sub> est de 40% en anaérobiose, la charge de l'effluent est de 14.5 kg/j.

### ◆ Bassin facultatif

Caractéristiques de l'affluent

Débit max	40 m <sup>3</sup> /j
Charge en DBO <sub>5</sub>	14.5 kg/j
Concentration en DBO <sub>5</sub>	352 mg/l

Le dimensionnement se fait comme pour le bassin facultatif au paragraphe VI. 1.1, mais pour un flux trois fois plus faible.

Les dimensions d'un bassin facultatif sont donc:

Volume	485 m <sup>3</sup>
Profondeur	1.5 m
Surface	310 m <sup>2</sup> (32.5m * 10m)
Temps de séjour	12.6 jours

Si on tient compte de l'évaporation, le débit à la sortie est de 37 m<sup>3</sup>/j. L'abattement de la DBO<sub>5</sub> est estimé à 60%; on obtient une charge de 5.8 kg DBO<sub>5</sub>/j pour l'effluent.

### ◆ Bassins de maturation

Caractéristiques de l'affluent

Débit max	37 m <sup>3</sup> /j
Charge en DBO <sub>5</sub>	5.8 kg/j
Concentration en DBO <sub>5</sub>	141 mg/l

Les bassins de maturation sont dimensionnés avec la formule de Chick; trois bassins en série sont nécessaires pour un temps de séjour de 5.8 jours.

On trouve la surface du

premier bassin	Am1 = 215 m <sup>2</sup>
second bassin	Am2 = 200 m <sup>2</sup>
troisième bassin	Am3 = 195 m <sup>2</sup>

Si on tient compte de l'évaporation, le débit à la sortie est de 31.5 m<sup>3</sup>/j. Comme l'abattement de la DBO5 est de 20% dans chaque bassin, la concentration à la sortie est de 90 mg/l.

### Récapitulation du dimensionnement de l'installation (pour une filière)

Bassin	DBO5entrée [mg/l]	DBO5sortie [mg/l]	Volume [m <sup>3</sup> ]	Profondeur[ m]	Surface [m <sup>2</sup> ]	Tséjour	Rendement [%]
<b>Décanteur</b> (pour une filière)	840	590	3	2.5	2 (Ø1.6m)	1.9 heure	30
<b>Anaérobie</b> (pour une filière)	590	352	40	2	20 (8m*2.5m)	1.9 jours	40
<b>Facultatif</b> (pour une filière)	352	140	485	1.5	310 (32.5m*10m)	12.6 jours	60
<b>Maturation I</b>	140	132	215	1	215	5.8 jours	20
<b>Maturation II</b>	132	105	200	1	200	5.8 jours	20
<b>Maturation III</b>	105	90	195	1	195	5.8 jours	20

Tableau 13

Les concentrations en DBO5 sont indiquées pour le débit maximum de 40 m<sup>3</sup>/j pendant la saison des pluies.

La qualité microbiologique est satisfaisante pour une réutilisation de l'eau dans l'irrigation, vu le temps de séjour assez prolongé dans la chaîne de traitement (Tséjour > 30jours). La concentration en DBO5 est aussi acceptable pour les raisons expliquées précédemment (paragraphe VI. 1.2).

Lorsque la ville se sera encore agrandie, on pourra au besoin ajouter une installation supplémentaire pour le traitement des matières de vidange.

### 3 GESTION DES BOUES

#### ◆ Bassin de décantation

Le volume de boue produit journalièrement est de 4.5 m<sup>3</sup>/j, et la surface occupée par les lits de séchage sera de 100 m<sup>2</sup> (10 lits de 2m \* 5m). La gestion se fait comme décrit au paragraphe VI. 2.1.

#### ◆ Bassins anaérobies et facultatifs

Le volume de boues à curer se calcule comme au paragraphe VI. 2.1 et on obtient 385 m<sup>3</sup>/an. Vu que les matières de vidange sont traitées totalement séparément des eaux usées, la surface disponible à la déposition des boues est beaucoup plus restreinte (660 m<sup>2</sup>) et le curage se fera toutes les années.

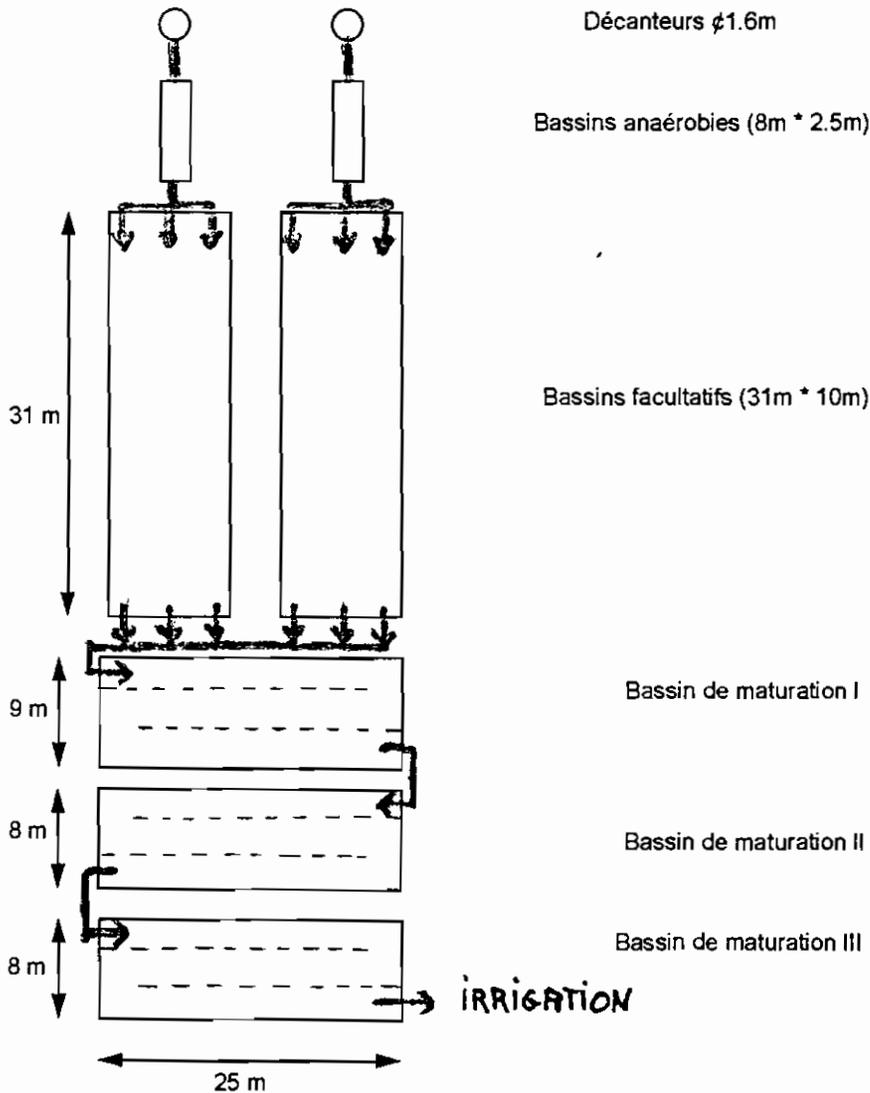


Figure 6: Schéma d'une installation décentralisée

## VIII. CONSIDERATIONS FINALES

On a vu que la station de lagunage étudiée par le bureau OTH est nettement sous-dimensionnée en ce qui concerne les matières de vidange, et qu'elle ne permettra pas de les traiter dans un proche futur. Comme la population et la surface de la ville s'accroissent très vite, il devient pressant de prendre des mesures pour gérer les matières de vidange; on a vu en effet qu'elles risquaient de mettre en danger la santé des populations par contact et par contamination de l'eau. Les habitations rejoindront bientôt les sites de déversement et les quantités de boue vont sans cesse augmenter.

Il a donc été proposé deux variantes dans ce travail:

- Construire une installation de prétraitement des matières de vidange en attendant que le réseau de collecteurs soit en place, c'est-à-dire en attendant que la station de lagunage principale soit fonctionnelle. Cela abaissera la charge organique des matières de vidange et en assurera un polissage partiel: l'effluent pourra être exploité pour l'irrigation, mais avec prudence puisque les germes pathogènes n'ont pas encore été complètement éliminés. Une fois que le réseau d'assainissement sera mis en place et que la station principale fonctionnera, les matières de vidange partiellement traitées y seront raccordées. On a cependant vu que cette solution comportait l'inconvénient majeur des longs trajets à parcourir par les camions.

- Séparer complètement le traitement des matières de vidange de celui des effluents domestiques et industriels, et décentraliser les installations. Une station pour les eaux usées sera construite à Kossodo une fois que les collecteurs auront été mis en place.

Comme on l'a vu dans le chapitre précédent, la décentralisation est finalement la meilleure solution; c'est donc cette dernière qui est retenue.

### 1 TRAITEMENT DES EFFLUENTS URBAINS ET INDUSTRIELS

L'épuration de ces effluents pourra se faire après la réalisation des collecteurs. On peut mentionner deux problèmes en rapport avec leur traitement.

#### **1.1 Collecteurs**

La mise en place d'un réseau de collecteurs comporte beaucoup d'inconvénients:

- Le terrain étant très plat, de nombreuses stations de relevage sont nécessaires, dont le fonctionnement est souvent interrompu par des pannes d'électricité.
- Les habitants jettent leurs déchets solides dans les WC, ce qui risque de boucher constamment les tuyaux.
- Le prix des collecteurs, pompes etc et de leur mise en place atteint un prix exorbitant.

L'installation de ces collecteurs est néanmoins indispensable, du moins pour le Centre Ville, car la population y est de plus en plus dense et le nombre de bâtiments à plusieurs étages s'accroît. Les

fosses septiques et fosses étanches existantes seront donc bientôt insuffisantes et déborderont, ce qui risque de polluer la nappe sous-jacente qui n'est qu'à quelques mètres de profondeur.

## **1.2 Chrome rejeté par la tannerie**

Les rejets de la tannerie contiennent des concentrations en chrome très élevées, même après le prétraitement. Cela risque de perturber les processus biologiques du lagunage et de déranger le fonctionnement de la station. Cet élément toxique se retrouvera en outre dans le compost.

De nouvelles analyses devraient être effectuées sur les effluents de la tannerie pour déterminer plus exactement la teneur en Cr. Au besoin, il faudra revoir et améliorer le prétraitement existant, qui ne consiste qu'en une simple décantation.

## **2 RESULTATS PREVISIBLES DU TRAITEMENT PAR LAGUNAGE**

### **2.1 Effluent pour l'irrigation**

L'effluent final a une concentration en DBO5 supérieure à la limite de 20 mg/l fixée dans le rapport OTH mais il faut rappeler que l'objectif principal du traitement est d'ordre sanitaire.

Comme le temps de séjour à travers les bassins successifs est relativement long (au total 35 jours), l'effluent aura été exposé assez longtemps à la lumière pour que la plupart des germes pathogènes soient éliminés. Les oeufs d'helminthe sédimentent au fond des bassins et se retrouvent dans les boues; l'eau en est quasiment exempte.

L'eau traitée pourra donc être utilisée à long terme et sans trop de restrictions pour l'irrigation; la concentration en DBO5 un peu au-dessus de la norme lui ajoute peut-être une valeur fertilisante.

### **2.2 Boue pour le compostage**

Les boues extraites du lagunage présentent le risque de contenir des oeufs d'helminthe puisque ceux-ci sédimentent au fond des bassins. Il faudrait normalement les laisser pendant 6 mois au soleil pour que les oeufs d'Ascaris, les plus résistants, soient éliminés; dans notre cas un temps de résidence de 1 mois seulement est prévu sur les lits de séchage. Cependant, en tenant compte des conditions climatiques de l'endroit (fort ensoleillement, haute température) et du fait que ces boues seront transformées en compost, on peut prévoir que leur qualité microbiologique sera acceptable.

## **3 CONCLUSION**

Il a été difficile d'estimer les volumes de boues vidangées par jour à Ouagadougou: en effet, le nombre de trajets et le taux de remplissage des camions ne donnent qu'une vague indication sur ce qui est réellement vidé. Il en est de même pour la qualité des boues qui a été déterminée à partir d'une estimation sur les proportions de chaque type de fosse et d'analyses sur les échantillons qui ont été prélevés. Les résultats donnent néanmoins une bonne idée générale de la situation.

On en conclut que la quantité de matières de vidange est beaucoup trop importante pour les installations de prétraitement (fosse de dépotage) prévues par l'OTH. Elles ne seront de plus pas prises en charge dans un proche futur.

Le lagunage proposé par le bureau OTH se préoccupe très peu du traitement des matières de vidange. Il est vrai que dans le dimensionnement envisagé par ce dernier, elles ne représentent que 0.6% du débit et 2.7% de la charge totale en DBO5. On peut cependant affirmer que le manque d'importance accordé aux matières de vidange est une négligence de la part de l'OTH, et cela pour plusieurs raisons:

-Bien que les matières de vidange ne soient qu'un faible pourcentage du débit total arrivant à la station, elles concernent 80% au moins de la population; c'est un problème qu'il est nécessaire et possible de résoudre immédiatement, contrairement à celui des eaux usées.

-Vu les coûts que cela engendre, la zone de raccordement potentielle au réseau d'assainissement ne sera sans doute pas entièrement connectée, ce qui augmentera sérieusement la proportion des matières de vidange par rapport au débit total.

-Le débit des matières de vidange a été sous-estimé d'au moins trois fois.

Les matières de vidange seront donc beaucoup plus importantes qu'il ne le paraît dans le rapport de l'OTH. C'est pourquoi on propose maintenant un traitement séparé de celles-ci, et c'est la solution décentralisée qui est la plus acceptable. Elle mérite d'être développée plus en détail.

La construction d'une station de traitement pour les matières de vidange se révèle indispensable en raison de la croissance rapide de la ville et des risques pour la santé qu'engendrent leur déversement sauvage dans l'environnement urbain. Cela permet aussi de mettre à profit des produits qui ne seraient que déchets autrement: l'eau d'irrigation, dont on a grand besoin à Ouagadougou, et le compost. Cela est un fait important dans un pays qui, comme le Burkina, souffre du manque d'eau pendant la saison sèche et où le sol est si peu fertile.

# BIBLIOGRAPHIE CONSULTEE

-Etude de faisabilité technico-économique et environnementale de la collecte et de l'épuration des effluents urbains et industriels de Ouagadougou. Rapport final et Annexes, OTH International.

-PSAO: Plan Stratégique d'Assainissement des eaux usées de la ville de Ouagadougou. Projet BKF/98/016, décembre 1993.

-Waste Stabilization Ponds. Discussion Document Lyon, France, 20-23 octobre 1986. Professeur DD. MARA et Dr. H.W. PEARSON.

-Degrémont  
Memento Technique de l'Eau

-Cours de chimie séquence 2  
Chimie des eaux  
Professeur Guilleret

-Metcalf and Eddy  
Wastewater Engineering. Treatment, Disposal and Reuse

-The Co-composting of Domestic Solid and Human Wastes  
Laetita A. Obeng and Frederick W. Wright

-SANDEC News No. 1, Mai 1995  
Ueberlandstrasse 133, CH-8600 Dübendorf

-Treatment of Sludges from on-site sanitation - low cost Option  
Water Science and Technology  
Martin Strauss, S.A. Larmie and U. Heinss

-Stabilization Pond design Criteria for tropical Asia  
Second international Lagoon Symposium, Kansas City, June 1970  
M.G. McGarry & M.B. Pescod

-Artificial Freshwater Environment: Waste Stabilization Ponds  
D.D. MARA et H.W. PEARSON

-SOS Project / Accra Ghana, April 1995  
Martin Strauss, Udo Heinss