

Quantification des boues de vidange. Exemple de la ville de Ouahigouya, Burkina Faso *

P. Blunier¹, H. Koanda¹, D. Koné³, M. Strauss³, A. Klutsé², J. Tarradellas¹

¹École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) - Laboratoire de Chimie Environnementale et Écotoxicologie – CH-1015 Lausanne, Suisse - pascal.blunier@epfl.ch

²Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement à faible coût – Ouagadougou, Burkina Faso

³Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology (EAWAG) - Water and Sanitation in Developing Countries (SANDEC) – Duebendorf, Suisse

Mots clés : boues de vidange, méthode de quantification, production, collecte, ville moyenne, Afrique Subsaharienne

Résumé

Dans la plupart des villes africaines, les quantités de boues issues des ouvrages d'assainissement autonome ne sont pas connues ou sont difficiles à estimer. Cette situation rend difficile la planification par les autorités municipales ainsi que l'évaluation de la rentabilité financière par les opérateurs de vidange.

Cette étude a pour objectif de proposer aux planificateurs et opérateurs quatre méthodes de quantification des boues basées sur la demande de vidange mécanique, les productions spécifiques, la typologie et les caractéristiques des ouvrages, le chiffre d'affaires du vidangeur.

L'application de ces quatre méthodes dans le contexte de la ville de Ouahigouya, au Burkina Faso, indiquent des résultats compris entre **3'200 et 4'200 m³/an** pour la vidange mécanique et **4'200 m³/an** pour la vidange manuelle.

Introduction

La croissance galopante des villes dans les pays en voie de développement et la multiplication des zones d'habitations spontanées rendent crucial le problème de l'assainissement urbain. En Afrique et en Asie, on estime que 65 à 100% des habitations disposant de systèmes d'assainissement sont équipées d'installations autonomes non raccordées à un réseau d'égout (Montangero et Strauss 2002). Ces installations sont principalement constituées de latrines ou de fosses septiques. Lorsqu'elles sont pleines, leur contenu est évacué par des camions de vidange ou des vidangeurs manuels. Ces services de vidange, indispensables pour améliorer la qualité du cadre de vie, sont pourtant peu ou pas planifiés par les autorités.

La ville de Ouahigouya, au Burkina Faso (figure 1) avec 65'000 habitants est la quatrième ville du pays. La totalité des systèmes sanitaires de la ville sont des installations autonomes ; leur vidange est assurée d'une part, par des vidangeurs manuels et d'autre part par l'Association

* Présenté au *Forum de recherche en eau et assainissement*, CREPA, Ouagadougou, Burkina Faso, 6-10 déc., 2004

pour le Développement du Secteur Informel (ADSI) qui gère un camion de vidange loué par la municipalité.

Dans le cadre de son programme de recherche (Progeboues), le CREPA appuie la commune de Ouahigouya pour le développement d'une stratégie de gestion durable des boues de vidange. La connaissance des quantités de boues à évacuer est indispensable pour organiser le service de collecte, dimensionner les ouvrages de traitement, évaluer le marché et la rentabilité pour les opérateurs, et finalement planifier l'ensemble de la filière des boues de vidange.



Figure 1 - Carte du Burkina Faso

Méthodologie

Les données ont été collectées à l'aide des techniques suivantes :

- Interviews individuels et en groupes des acteurs (Mairie, vidangeurs) ;
- routage du camion pendant deux semaines (16 rotations correspondant à 19 opérations de vidange) pour évaluer les distances parcourues, le nombre de rotations, les temps d'opération et les volumes vidangés ;
- caractérisation d'un échantillon de 28 ouvrages d'assainissement autonome (latrines, fosses septiques) : estimation des dimensions (longueur, largeur, diamètre, profondeur), capacités de chaque ouvrage ;
- report des données cartographiées à l'aide du logiciel MapInfo ;
- exploitation des données de l'enquête réalisée par le CREPA sur un échantillon de 378 ménages choisis au hasard dans les différentes couches socio-économiques de la ville ;
- reconstitution du compte d'exploitation du vidangeur mécanique sur la période 2002-2003.

Les quantités de boues ont été estimées avec quatre méthodes différentes :

- La première méthode est basée sur la production spécifique (quantité de boues produites par habitant et par jour). Faute de données consistantes sur la ville de Ouahigouya, les valeurs établies par Heinss et al. (1998) pour la ville de Accra au Ghana ont été utilisées (1 litre/jour/habitant pour les fosses septiques et 0,2 litre/jour/habitant pour les latrines sèches).

La quantité de boues produites, Q [m^3/an], est donnée par la formule :

$$Q = 365 * (P_{FS} * \frac{q_{FS}}{1000} + P_{LS} * \frac{q_{LS}}{1000}) \quad (1)$$

Q [m^3/an] est la quantité de boues produites

P_{FS} [habitants] est le nombre d'utilisateurs de fosses septiques

P_{LS} [habitants] est le nombre d'utilisateurs de latrines sèches

q_{FS} [l/hab.jour] est la production spécifique de boues de vidange pour les fosses septiques

q_{LS} [l/hab.jour] est la production spécifique de boues de vidange pour les latrines sèches

- La deuxième méthode, basée sur la demande en vidange mécanique, permet d'évaluer la production de boues vidangées mécaniquement. Elle correspond à un taux de collecte, et elle est liée à la capacité opérationnelle de l'opérateur de vidange.

La production de boues dans les ouvrages vidangés mécaniquement, $Q_{méc}$ [m^3/an], est donnée par la relation :

$$Q_{méc} = \frac{P_{méc} * N}{f_{méc}} * v * \eta \quad (2)$$

N est le nombre total d'ouvrages d'assainissement autonomes à Ouahigouya

$P_{méc}$ [%] est la proportion d'ouvrages vidangés mécaniquement

$f_{méc}$ [an] est la fréquence de vidange mécanique

v [$m^3/rotation$] est le volume moyen de boues vidangées par ouvrage

η [rotations/ouvrage] est le nombre moyen de rotations nécessaires pour vidanger un ouvrage d'assainissement

- La troisième méthode est basée sur les caractéristiques des ouvrages d'assainissement. La quantité des boues de vidange produite, Q [m^3/an], est donnée par :

$$Q = Q_{méc} + Q_{man}$$

$$Q_{méc} = \frac{P_{méc} * N}{f_{méc}} * V \quad (3)$$

$$Q_{man} = \frac{P_{man} * N}{f_{man}} * V \quad (4)$$

$Q_{méc}$ [m^3/an] est la quantité de boues produites dans les ouvrages vidangés mécaniquement

Q_{man} [m³/an] est la quantité de boues produites dans les ouvrages vidangés manuellement

N [ouvrages] est le nombre total d'ouvrages d'assainissement autonome à Ouahigouya

$p_{\text{méc}}$ [%] est la proportion d'ouvrages vidangés mécaniquement

p_{man} [%] est la proportion d'ouvrages vidangés manuellement

$f_{\text{méc}}$ [an] est la fréquence moyenne de vidange mécanique

f_{man} [an] est la fréquence moyenne de vidange manuelle

V [m³/ouvrage] est le volume moyen des ouvrages d'assainissement

- La quatrième méthode s'appuie sur le compte d'exploitation de l'opérateur de vidange mécanique, notamment le nombre de rotations réalisées dans l'année.

$$Q_{\text{méc}} = N_{\text{rot}} * v \quad (5)$$

$Q_{\text{méc}}$ [m³/an] est la quantité de boues collectées par l'opérateur

N_{rot} est le nombre de rotations réalisées dans l'année

v [m³/rotation] est le volume vidangé à chaque rotation

Résultats

L'application de chacune de ces quatre méthodes dans le cas de Ouahigouya donne les résultats suivants :

- *Méthode 1 : production spécifique*

Le nombre d'utilisateurs de chaque type d'ouvrages a été déduit des résultats de l'enquête ménage. Lors de l'enquête ménage, 3 types d'ouvrages ont été distingués : les latrines traditionnelles (LT), les latrines améliorées de type VIP et les fosses septiques (FS).

Les latrines VIP et les latrines traditionnelles vidangées manuellement ont été assimilées à des latrines sèches.

Tableau 1 - Estimation de la production de boues de vidange mécanique et manuelle, méthode 1 - Principaux paramètres et résultats

Paramètre	Valeur
P_{LT}	58'400 habitants
P_{VIP}	1'800 habitants
P_{LS}	$P_{\text{LT}} + P_{\text{VIP}} = 60'200$ habitants
P_{FS}	1'300 habitants
Q d'après éq. (1)	4'900 m³/an

- *Méthode 2 : demande en vidange mécanique*

Le nombre total d'ouvrages d'assainissement N a été estimé comme étant égal à la proportion de ménages équipés en installations sanitaires multiplié par le nombre de concessions. En

effet, il a été observé que la majorité des concessions équipées d'installations sanitaires ne disposaient que d'un ouvrage.

Le nombre de concessions a été estimé sur la base des résultats de l'étude réalisée par Boissard (1996). Etant donné que l'ensemble des quartiers urbains a été loti avant 1996, il a été estimé que le nombre de concessions n'avait pas changé en 2004.

Le taux d'équipement en ouvrages d'assainissement autonome, déduit des résultats de l'enquête ménage, est donné dans le tableau 2.

Tableau 2 - Estimation de la production de boues de vidange mécanique, méthode 2 - Principaux paramètres et résultats

Paramètre	Valeur
Nombre de concessions	3'200 concessions
Taux d'équipement en ouvrage sanitaire	92% des ménages interrogés
N	2'900 ouvrages
$p_{méc}$	44% des ouvrages
$f_{méc}$	1,8 ans
V	6,4 m ³ /rotation
η	0,84 rotations/ouvrage
$Q_{méc}$ d'après éq. (2)	3'800 m³/an

- *Méthode 3 : volume des ouvrages d'assainissement autonomes*

Le volume moyen des ouvrages d'assainissement est obtenu en pondérant le volume de chaque ouvrage par la proportion d'ouvrages du même type rencontré à Ouahigouya.

Les fréquences moyennes de vidange et les proportions d'ouvrages vidangés mécaniquement ou manuellement ont été déduites des résultats de l'enquête ménage (tableau 3).

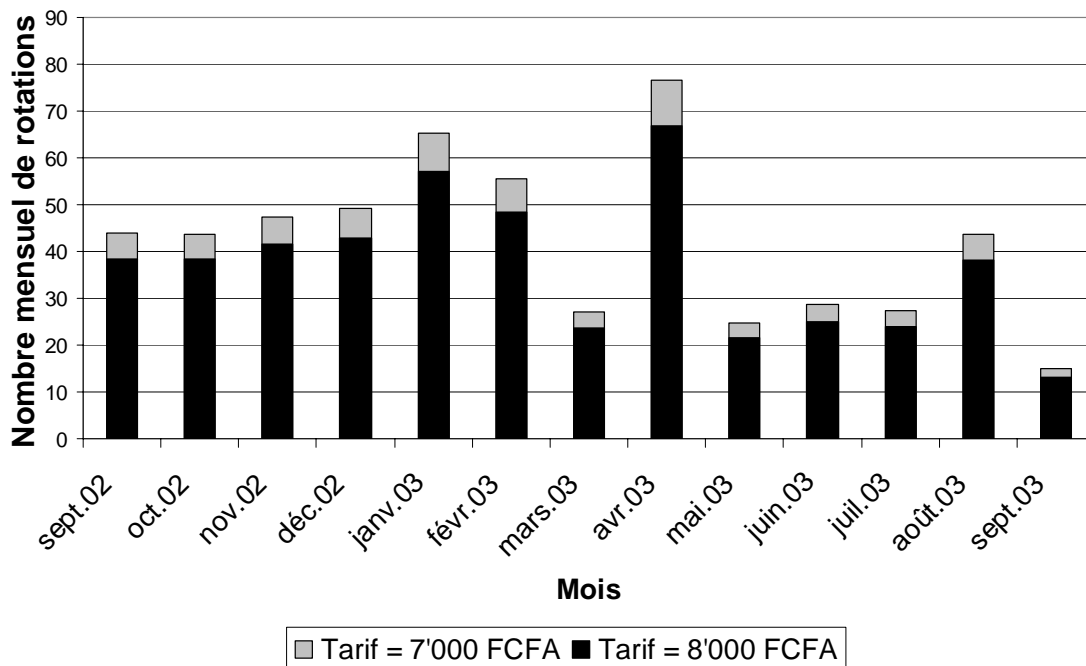
Tableau 3 - Estimation de la production de boues de vidange mécanique et manuelle, méthode 3 - Principaux paramètres et résultats

Paramètre	Valeur
N	2'900 ouvrages
$p_{méc}$	44 % des ouvrages
p_{man}	54 % des ouvrages
V	5,9 m ³
$T_{méc}$	1,8 ans
T_{man}	2,2 ans
$Q_{méc}$ d'après éq. (4)	4'200 m³/an
Q_{man} d'après éq. (5)	4'200 m³/an

- Méthode 4 : à partir du cahier de compte du vidangeur

Le nombre de vidanges mensuelles pour l'année 2002-2003 est obtenu en divisant le chiffre d'affaire mensuel par le tarif de vidange, compris entre 7'000 et 8'000 FCFA (figure 2).

Figure 2 - Nombre mensuel de rotations de vidange



Le nombre total de vidange pour l'année 2002 est estimé entre 440 et 500 soit, en considérant 20 jours effectifs de travail par mois (donnée mesurée sur le terrain), entre 1,8 et 2,1 rotations par jour de travail. Des nettes variations sont observées d'un mois sur l'autre. En multipliant le nombre de rotations réalisées par le volume moyen vidangé lors d'une rotation (6,4 m³), on obtient la capacité de collecte du camion de vidange pour l'année 2002-2003. Elle est de **2'800 à 3'200 m³/an**.

En plus des boues produites par les ménages, une quantité importante de boues est produite par des établissements à forte fréquentation (centre hospitalier, hôtels, marchés). Ces établissements sont équipés de fosses septiques vidangées mécaniquement. Une facturation étant établie par l'opérateur pour ces clients, il a été possible d'établir le nombre de rotations réalisées pour ces établissements (200 par an). La production de boues de vidange pour ces établissements est obtenue en multipliant le nombre de rotations par le volume moyen vidangé par rotation (6,4 m³), elle est égale à **1'300 m³ par an**.

Discussion

Avec les quatre méthodes, les estimations des quantités de boues produites dans les ouvrages vidangés mécaniquement fournissent des résultats d'ordre de grandeur comparables (tableau 4).

La quantité de boues vidangées mécaniquement est comprise entre **2'800 m³/an et 4'200 m³/an**, elle doit être majoré par la demande des établissements à forte fréquentation qui est de **1'300 m³/an**.

La quantité totale de boues produites est comprise entre **4'900 m³/an et 8'400 m³/an**.

Tableau 4 - Comparaison des estimations obtenues avec les différentes méthodes.

ESTIMATION/MÉTHODE	Méthode 1	Méthode 2	Méthode 3	Méthode 4
Q _{méc} (m ³ /an)	-	3'800 m ³ /an	4'200 m ³ /an	2'800 à 3'200 m ³ /an
Q _{man} (m ³ /an)	-	-	4'200 m ³ /an	-
Q (m ³ /an)	4'900 m ³ /an	-	8'400 m ³ /an	-

Les quatre méthodes font appel à des données collectées par enquête ménage ou interviews des acteurs. La qualité de ces données est dépendante du niveau d'information des personnes interrogées (ces dernières n'étant pas toujours responsables de la vidange au sein du ménage) et de leur capacité à reconstituer les informations, en particulier à estimer la fréquence de vidange.

La première méthode permet au planificateur et aux autorités communales de faire une estimation rapide des quantités de boues potentiellement produites dans la ville ; elle nécessite une étude de base pour estimer les productions spécifiques par ville ou agglomération en tenant compte du déversement des eaux grises dans les latrines.

Avec la méthode 3, on considère que le volume de boues vidangées correspond au volume total de l'ouvrage. Cela est valable pour la vidange manuelle des ménages payant pour la vidange complète de la fosse. Par contre, lorsque la vidange est mécanique, le contenu du fond de la fosse, parfois trop dense, ne peut pas être aspiré. Le volume calculé est donc majoré. Cette méthode peut être affinée en construisant des ouvrages de dimensions standardisées et en réalisant une campagne de mesure plus exhaustive.

La méthode 4 basée sur le chiffre d'affaire de l'opérateur nécessite peu de données et elle est facile à mettre en œuvre. Cependant, pour plus de précision, l'opérateur devrait mesurer à chaque dépotage les quantités indiquées sur la jauge du camion de vidange. Cette méthode n'est valable que pour la période d'étude (la période pour laquelle on dispose de données comptables). A moins de disposer d'une grande période de données, la variation de la capacité de l'opérateur, liée à un changement de pratique ou de matériel n'est pas prise en compte.

Conclusion

Les résultats fournis par ces 4 méthodes peuvent être améliorés en consolidant les données collectées par de nouvelles enquêtes et par un suivi régulier des activités de vidange par l'opérateur.

Au regard de la qualité des résultats obtenus par chacune des méthodes, on peut recommander la méthode 1 aux autorités municipales et autres acteurs pour une évaluation rapide de la situation. Les méthodes 2 et 3 sont intéressantes pour la planification d'une gestion

améliorée des boues de vidange à l'échelle communale ou nationale. La méthode 4 s'adresse aux opérateurs de vidange mécanique qui ambitionnent de professionnaliser leurs activités et rentabiliser leurs investissements.

Références

- Blunier, P. (2004). La collecte et le transport mécanisés des boues de vidange dans la ville de Ouahigouya (Burkina Faso) - Analyse du marché et propositions de réorganisation des flux financiers. Lausanne, EPFL
- Boissard, L. (1996). Diagnostic socio-économique de la ville de Ouahigouya. Neuchâtel, Université de Neuchâtel
- Collignon, B. (2002). Les entreprises de vidange mécanique des systèmes d'assainissement autonome dans les grandes villes africaines. Châteauneuf de Gadagne, Hydroconseil
- Heinss, U., Larmie, S. A. et Strauss, M. (1998). Solids Separation and Pond Systems for the Treatment of Faecal Sludges In the Tropics - Lessons Learnt and Recommendations for Preliminary Design. Duebendorf, Water and Sanitation in Developing Countries EAWAG/SANDEC.
<http://www.sandec.ch/Publications/PublicationsHome.htm#FSM>
- Koanda, H. (2003). Stratégie de gestion durable des boues de vidange en Afrique subsaharienne. Travail de doctorat, rapport de phase 1 (non publié). Lausanne, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne EPFL
- Mairie de Ouahigouya (2002). Projet de société 2002 - 2005 rapport définitif. Ouahigouya, Mairie de Ouahigouya
- Montangero, A. et Strauss, M. (2002). Gestion des boues de vidange. Duebendorf, Water and Sanitation in Developing Countries EAWAG/SANDEC.
<http://www.sandec.ch/Publications/PublicationsHome.htm#FSM>
- Strauss, M. et Montangero, A. (2002). Faecal Sludge Management - Review of Practices, Problems and Initiatives. Duebendorf, Water and Sanitation in Developing Countries EAWAG/SANDEC.
<http://www.sandec.ch/Publications/PublicationsHome.htm#FSM>

Remerciements

Les auteurs remercient vivement toutes les personnes ayant contribué à cette étude, notamment les employés de vidange, les responsables de l'ADSI et la municipalité pour leur collaboration sur le terrain, le CREPA pour nous avoir intégré dans ses projets de recherche et la DDC pour le financement de l'étude.