

Aout 2011



Assainissement des matières fécales de la ville de Mahajanga

CARACTERISATION DU SECTEUR INFORMEL DE LA VIDANGE DES LATRINES DANS LA VILLE

Version finale

Alix Larvido

Pierre-Henri Dodane



Table des matières

1	Introduction	13
2	Contexte de l'étude	13
2.1	Problématique de l'assainissement à Mahajanga.....	13
2.2	Solution envisagée.....	14
2.3	Aspects réglementaires.....	14
2.4	L'étude 2011.....	15
2.4.1	Objectifs	15
2.4.2	Organisation et collaborations.....	15
3	Méthodologie.....	17
3.1	Zone de l'étude	17
3.2	Enquête auprès des opérateurs de vidange manuelle	18
3.2.1	Logistique mise en place	18
3.2.2	Définition du questionnaire	18
3.2.3	Observation d'opération de vidange manuelle sur le terrain.....	19
3.3	Enquête auprès de la population.....	19
3.3.1	Logistique mise en place	19
3.3.2	Echantillonnage et représentativité.....	19
3.3.3	Définition du questionnaire	20
3.4	Enquête auprès des structures non ménagères.....	21
3.5	Caractérisation physico- chimique des boues de vidange	22
3.5.1	Organisation de la campagne de prélèvement	22
3.5.2	Autres informations collectées	23
3.5.3	Mode de prélèvement	24
3.5.4	Paramètres analysés et protocoles.....	26
4	Résultats et Discussion	27
4.1	Profil des opérateurs de vidange manuelle de Mahajanga	27
4.1.1	Profil socio-professionnel.....	27
4.1.2	Logistique de l'opération de vidange.....	28
4.1.3	Modes de réalisation.....	29
4.1.4	Temps passé.....	36
4.1.5	Lieux de dépotage	36
4.1.6	Quantités vidangées.....	37
4.1.7	Hygiène et sécurité	38
4.1.8	Aspects financiers	38
4.1.9	Conclusion	39
4.2	Pratiques d'assainissement au niveau des ménages.....	41
4.2.1	Données générales sur les ménages	41
4.2.2	Focus sur les latrines	43
4.2.3	Focus sur l'évacuation des boues des latrines.....	45
4.2.4	Perception des problèmes et des solutions par la population	48
4.2.5	Conclusion	50
4.3	Pratiques d'assainissement au niveau des structures non ménagères.....	55
4.3.1	Données générales de l'enquête	55
4.3.2	Focus sur la vidange des fosses.....	56

4.3.3	Perception des problèmes et des solutions par les gérants des structures	59
4.3.4	Conclusion	59
4.4	Caractéristiques physico-chimiques des boues de vidange	61
4.4.1	Concentrations des boues.....	61
4.4.2	Typologie des boues.....	63
4.4.3	Conclusion	65
5	Conclusion.....	67
5.1	Principaux acquis au cours de l'étude	67
5.1.1	Situation à l'échelle de la ville.....	67
5.1.2	Fonctionnement du secteur de la vidange manuelle.....	67
5.1.3	Volumes évacués par latrines et tarifs.....	67
5.1.4	Quantités à l'échelle de la zone d'étude.....	68
5.2	Recommandations pour la mise en œuvre d'un service de collecte et transport	68
5.2.1	Stratégie de tarification	68
5.2.2	Stratégie de communication	68
5.2.3	Stratégie de réduction des charges.....	69
5.2.4	Exemple	69
5.3	Recommandations pour la mise en œuvre d'une station de traitement.....	70
5.3.1	Quantités à traiter.....	70
5.3.2	Variations saisonnières	70
5.3.3	Dimensionnement des lits de séchage.....	70

Liste des tableaux

Tableau 1 : Type des structures non ménagères enquêtées	22
Tableau 2 : Tarifs moyens annoncés pour des vidanges de latrine traditionnelle (MGA)	39
Tableau 3 : Taux d'adhésion de la population à un service amélioré selon le tarif fixé	54
Tableau 4 : Nombre de vidange par an par type de structure non ménagère	57
Tableau 5 : Nombre de vidanges de fosse des établissements de Mahajanga.....	58
Tableau 6 : Concentration en matières sèches et siccité moyenne.....	61
Tableau 7: Concentration moyenne en matières volatiles	62
Tableau 8 : Caractéristiques des boues selon leur catégorie	63
Tableau 9 : Influence de la nappe phréatique sur les concentrations	64
Tableau 10 : Relation entre état physique de la boue et siccité	65

Liste des figures

Figure 1 : Délimitation de la zone d'étude	17
Figure 2 : Localisation des points de prélèvement de boues de vidange	23
Figure 3 : Schéma du dispositif de prélèvement (selon <i>M Vonjy</i>).....	24
Figure 4 : Mode opératoire pour les prélèvements	25
Figure 5 : Mode opératoire d'une vidange par soutirage par le haut.....	31
Figure 6 : Mode opératoire d'une opération de vidange par transvasement	32
Figure 7 : Mode opératoire d'une vidange de latrine surélevée.....	35
Figure 8 : Répartition de l'appartenance religieuse	41
Figure 9 : Niveaux socio-économiques des parcelles.....	42
Figure 10 : Type d'ouvrage d'assainissement utilisé dans les parcelles.....	42
Figure 11 : Niveau de remplissage des latrines	43
Figure 12 : Niveau d'une latrine utilisée au maximum.....	43
Figure 13 : Taux d'accessibilité aux parcelles, par quartiers	44
Figure 14 : Modes de gestion des boues fécales lorsque la latrine est pleine.....	45
Figure 15 : Temps entre deux vidanges consécutives	46
Figure 16 : Prix payés par parcelle pour une vidange manuelle (MGA).....	47
Figure 17 : Bénéfice attendu par la mise en place d'un service amélioré.....	48
Figure 18 : Coût supplémentaire accepté pour un service amélioré	49
Figure 19 : Proportion de parcelles pratiquant la vidange manuelle, par quartier	51
Figure 20 : Mode de gestion des boues lorsque la latrine est pleine, par quartier	51
Figure 21 : Densité de vidange par quartier (nb de vidange/an/hectare)	52
Figure 22 : Variation saisonnière du nombre de vidange	53
Figure 23 : Modes de gestion des boues des restaurants et des hôtels	56
Figure 24 : Temps écoulé entre 2 vidanges consécutives	57
Figure 25 : Lieux de dépotage des boues des structures non ménagères.....	58
Figure 26 : Coût de vidange dans les structures non ménagères (MGA).....	58
Figure 27 : Différents aspects des boues.....	61
Figure 28 : Aspect type d'une boue dite pâteuse.....	61
Figure 29 : Répartition des concentrations en matières sèches	62
Figure 30 : Corrélation entre matières sèches et matières volatiles	63

Terminologie

Boues de vidange

Terme général désignant les matières résultant du stockage des eaux vannes ou excréta dans les fosses septiques et latrines traditionnelles. Les boues de vidange sont généralement partiellement digérées mais leur composition varie significativement en fonction de nombreux paramètres tels que la charge entrante, le climat, le type d'effluent traité ou la durée du stockage. Ces boues doivent être vidangées à intervalles réguliers pour garantir un bon fonctionnement de l'ouvrage d'assainissement. [2]

Fosse septique

Dispositif d'assainissement, le plus souvent compartimenté, assurant le traitement primaire des eaux vannes ou des eaux usées, avant leur rejet à l'autre extrémité de la fosse. Ce dispositif favorise la décantation, la liquéfaction et la digestion des matières solides par l'action de bactéries anaérobies. Les matières solides décantées forment des boues qu'il convient d'évacuer régulièrement.

Latrine Traditionnelle

Dispositif d'assainissement constitué d'une fosse creusée dans le sol où les excréta et les matériaux de nettoyage anal (eau ou matières solides) sont déposés. Les liquides s'infiltrent dans le sol par le fond et les parois latérales de la fosse. Les matières solides (boues) s'accumulent et sont digérées. Lorsque la fosse est pleine, elle est vidangée (vidange motorisée ou manuelle) ou elle est condamnée au profit de la construction d'une nouvelle latrine.

Vidange mécanique

Opération de purge d'une fosse septique, d'un puisard ou d'une fosse de latrine traditionnelle à l'aide d'un camion hydrocureur, par opposition à la vidange manuelle.

Abréviations

BV	Boues de vidange
BMHS	Bureau Municipal de l'Hygiène et de la Santé
CUM	Commune Urbaine de Mahajanga
ET	Ecart Type
FS	Fosse Septique
IRCOD	Institut Régional de COopération Développement
LARED	Laboratoire d'Analyse et de Recherche en Environnement et Déchet
MGA	Madagascar Ariary (monnaie officielle malgache), 1 euro = 2 800 MGA
MS	Matières Sèches
MV	Matières Volatiles
ONG	Organisation Non Gouvernementale
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PUDi	Plan d'Urbanisme Directeur

Photographies

Laure Bottinelli, Alix Larvido

Mention légale

Les personnes photographiées ont autorisé la diffusion des photographies dans le présent rapport et dans le cadre des suites données au Projet d'assainissement de Mahajanga uniquement.

Synthèse

Suite au zonage d'assainissement dont elle s'est dotée en 2010, la ville de Mahajanga, 240 000 habitants, souhaite mettre en place un service amélioré de gestion des boues de vidange comprenant la collecte, l'évacuation motorisée et le traitement des matières de vidange. Elle est soutenue dans cette démarche par un groupement partenaire comprenant notamment l'IRCOD, le Département du Bas-Rhin et la Ville de Mulhouse, cofinanceurs de la présente étude.

Le bassin versant du vallon Metzinger et ses abords (110 000 habitants) avaient en effet été identifié par le zonage comme zone prioritaire en terme sanitaire. Quand leurs latrines sont pleines, les ménages (souvent parmi les plus modestes) n'y ont d'autre solution que de vidanger les boues fécales au pied des habitations, ce qui engendre un risque sanitaire élevé compte tenu de la densité de population particulièrement haute et des caractéristiques hydrographiques de la zone. La solution d'un service amélioré de gestion des boues de vidange est apparue pertinente, adaptée au contexte, financièrement et socialement réaliste.

La présente étude est un préalable à la mise en œuvre de cette solution, avec l'objectif premier de quantifier les matières à évacuer et la propension de la population à participer financièrement. Pour ce faire, l'étude dresse un état détaillé des pratiques actuelles sur la base d'une large enquête, tant au niveau de la population que des opérateurs informels effectuant actuellement la vidange des latrines à main nue. Elle propose également une caractérisation physico-chimique des boues fécales en vue de la conception de la station de traitement.

L'étude a tout d'abord permis de confirmer la situation au regard de l'assainissement à Mahajanga. Hormis en zone rurale et en zone de standing, 70% des parcelles de Mahajanga (130 000 personnes) sont équipées de latrines, et 70 % d'entre elles sont actuellement vidangées à la main et les boues déposées dans le quartier sans traitement. On estime à 0.7 le nombre de vidange moyen d'une latrine par an, et à environ 3 500 le nombre de vidanges de latrine par an, principalement concentrées dans le bassin versant Metzinger et abords immédiats.

Il apparaît que la vidange manuelle est un secteur d'activité à part entière, qui demande un savoir faire spécifique. L'opération de vidange est tolérée parce que nécessaire mais reste assez imprécise, tant au plan des tarifs pratiqués que des quantités vidangées. Il s'avère que le volume réellement évacué (estimé en moyenne à 0,5 m³/vidange) est beaucoup plus faible que le volume prétendu être évacué.

Le coût moyen d'une opération manuelle est actuellement de 41 150 MGA (environ 15 euros), plus 5-10 000 MGA (1.8-3.6 euros) de matériaux divers. Le prix d'une vidange est très variable selon le degré de difficulté qu'elle présente, en particulier au regard de l'évacuation finale et du volume vidangé. On remarque que la gêne auprès du voisinage et la situation réglementaire imprécise sont des facteurs sociaux importants, qui contribuent à une atmosphère tendue autant au niveau des ménages qu'au niveau des opérateurs de vidange.

La quasi-totalité de la population est consciente de l'inconfort critique de la situation, et se montre spontanément prête à participer à la mise en place d'un service amélioré de collecte et d'évacuation des boues. Pour cela elle est prête à payer environ 25 % plus cher qu'actuellement. Il apparaît néanmoins que la trésorerie du ménage est le paramètre limitant à cette adhésion.

L'étude confirme donc le besoin et l'intérêt de la solution proposée et démontre le soutien massif de la population ainsi que la demande élevée pour un service amélioré. Néanmoins, pour rester abordable pour le plus grand nombre, les tarifs du service doivent rester bas, de l'ordre de 50-60 000 MGA en moyenne. Ce bas tarif peut permettre l'équilibre financier du service si le camion de vidange travaille par quartier de manière à minimiser les charges liées au transport. La vidange de petits volumes est un atout dans le sens où cela permet aussi de diminuer les rotations à la station de traitement.

Une tarification variable selon le volume pompé pourrait permettre de rendre le service plus abordable aux plus modestes, et de bénéficier d'une plus grande contribution des ménages aisés. La communication auprès des populations et un renforcement réglementaire ont aussi été identifiés comme des paramètres très importants pour renforcer l'adhésion des ménages.

Les analyses de boue révèlent des concentrations particulièrement élevées, ce qui peut s'expliquer par les fortes températures toute l'année et la perméabilité élevée des sols. Ces fortes concentrations sont cohérentes avec les faibles volumes retirés par vidange. Les boues sont constituées de matières digérées à des degrés divers. En effet, de nombreuses latrines ne sont vidangées qu'en partie haute, notamment pour des raisons de coût et de difficulté, ce qui entraîne des vidanges plus fréquentes et donc des matières évacuées plus « fraîches ». On estime à 1 600 m³/an le volume pouvant être collecté par camion, soit 370 T/an de matières sèches à traiter en situation actuelle. Compte tenu des caractéristiques particulières des matières à Mahajanga, un test de séchage est utile pour optimiser le dimensionnement de la station de traitement.

Remerciements

Sincères remerciements à la mairie de Mahajanga, notamment au service BMHS pour sa disponibilité et son implication dans le projet, et en particulier à travers Dr Jean BAZEZY, Responsable du service, Mme MARSIA et M RAKOTOHAVANA, Inspecteurs, et M RAKOTONDRABE, Agent pulvérisateur. Leur compréhension des enjeux et leur clairvoyance sur le terrain sont un facteur essentiel dans la qualité des données récoltées.

Meilleurs remerciements au LARED, en particulier à Dr RASOANANDRASANA, Directrice, et à son adjoint Dr ZOZIME, pour leur appui logistique et méthodologique. Les enquêteurs, MM Mgonina DRUOT, Harivola RAFARALAHY, Fredson RAKOTONANDRASANA, Miguel RASAMIARIMANANA et Rémi Brice TOTONDRIAMIZAKA méritent d'être remerciés pour leur perspicacité dans la collecte des données et la sensibilité de terrain qu'ils ont su développer aux cours des interviews ; c'est grâce à leur attention éclairée que les données sont représentatives de la réalité. Un grand merci également à M Marcelin RAZAFITONINJARA, responsable des analyses physico-chimiques, pour sa précision et sa rigueur dans les analyses.

Merci également à l'équipe de l'IRCOD, en particulier à M ISSARD, Directeur de l'antenne local, et Mme RAKOTONDRABAO, Responsable de projet, qui ont mis en place la logistique de l'étude, les partenariats nécessaires, et ont largement contribué à la compréhension du contexte.

Nos remerciements vont également à M GRAS, représentant à Madagascar de l'ONG PRACTICA, pour le partage de ses utiles retours d'expérience à ANTANANARIVO dans le domaine, ainsi qu'à M VONJY pour la mise à disposition très appréciée de son ingéniosité technique au service des prélèvements.

1 INTRODUCTION

La Commune Urbaine de Mahajanga (CUM) a souhaité bénéficier depuis 2008 du soutien de l'IRCOD pour définir une stratégie d'assainissement pour la ville et mettre en place des solutions structurantes. La CUM est soutenue dans cette démarche en particulier par la Ville de Mulhouse, le Département du Bas Rhin et l'ONG Ecoles du Monde.

La Commune Urbaine de Mahajanga a commandé en 2010 un zonage d'assainissement sur l'ensemble de la ville [1], éclaircissant les problématiques actuelles et dégagant des priorités d'action. Cette première étude générale démontre la nécessité et la faisabilité d'une action prioritaire dans les zones centrales de la ville, via la mise en place d'un service de collecte, transport et traitement des matières de vidange issues des latrines traditionnelles et fosses septiques.

Suite à ce rapport, et toujours à travers l'appui de coopération décentralisée de l'IRCOD, la CUM a souhaité engager une étude préalable spécifique à la solution envisagée, qui vise à établir précisément la quantité et les caractéristiques des boues de vidange ainsi que de préciser le consentement à payer de la population pour ce service.

2 CONTEXTE DE L'ETUDE

2.1 PROBLEMATIQUE DE L'ASSAINISSEMENT A MAHAJANGA

A Madagascar en général et à Mahajanga en particulier, les excréta sont majoritairement recueillis dans des dispositifs d'assainissement à la parcelle (latrine traditionnelle, fosse septique), installés au niveau même des habitations. Les latrines traditionnelles sont le type de toilette le plus utilisé par les ménages malgaches (47%), pour un taux d'équipement de la population de 51,5% en 2005 [2]. Ces dispositifs emmagasinent les matières fécales qui se transforment dans le temps en un produit appelé « boues de vidange », qu'il importe d'évacuer régulièrement pour éviter le risque sanitaire.

Selon le zonage réalisé en 2010, le problème de la gestion des boues de vidange se pose de manière aiguë à Mahajanga. Le zonage distingue 5 zones géographiques présentant des problématiques différentes au plan sanitaire (annexe 1), et la zone centrale, la plus peuplée, est identifiée comme prioritaire pour des raisons sanitaires. En effet, comme il n'existe actuellement ni service d'évacuation des boues hors des quartiers, ni traitement sur place, ces matières sont déversées au sein même des quartiers. La situation est particulièrement délicate dans cette zone qui cumule de surcroît de nombreux facteurs à risque :

- Très forte densité de population,
- Espace saturé (taux d'occupation supérieur à 100%) empêchant la construction de nouveaux dispositifs,
- Nappe phréatique haute voire affleurante en saison des pluies,
- Population plus pauvre que la moyenne, présentant à priori une capacité à payer faible
- Stagnations d'eau importantes (précipitation, marée, topographie plate, sol sableux)

L'ensemble génère la formation de cloaques pendant la saison des pluies, et la population fait face à des problèmes de maladie diarrhéique, d'épidémies chroniques de choléra et de peste, de contamination de la nappe phréatique.

2.2 SOLUTION ENVISAGEE

La mise en place d'un service de gestion des boues de vidange comprenant la collecte, le transport motorisé et le traitement des matières de vidange apparaît comme la solution la plus pertinente [1]. Cette solution est en effet envisageable à court terme, financièrement et socialement réaliste, et n'empêche en rien le développement futur d'autres solutions centralisées ou regroupées. L'existence d'un tel service serait également utile à d'autres niveaux :

- Faciliter le curage de certains canaux avant la saison des pluies,
- Faciliter le nettoyage du réseau unitaire,
- Permettre le développement de solutions de type fosse septique et apparenté, nécessitant un pompage régulier des matières solides se déposant.

La demande sociale forte de la population et des autorités, l'existence d'un précédent service de vidange à la fin des années 1990, l'accessibilité des quartiers de la zone cible sont des atouts à la réussite du projet.

2.3 ASPECTS REGLEMENTAIRES

Le projet s'inscrit dans le cadre de la Politique et Stratégie Nationale de l'Assainissement qui vise à « organiser et promouvoir les actions d'amélioration de l'assainissement et de l'hygiène » sur l'ensemble du territoire malgache [3], en conformité avec les Objectifs du Millénaire pour le Développement du Millénaire signés par les Etats membre de l'ONU. En particulier, il répond aux objectifs du Programme National d'Accès à l'Eau Potable et l'Assainissement pour la période 2008 – 2012 ([4]).

Le projet de mise en place d'un service de gestion des boues de vidange à Mahajanga s'insère en outre dans les priorités du Ministère de l'Eau, Maître d'Ouvrage des infrastructures d'eau et d'assainissement à Madagascar, à savoir ([5]) :

- Développer des solutions adaptées pour l'assainissement,
- Cibler le milieu urbain,
- Prendre en compte les contraintes et facilités locales notamment en matière de capacité à payer et de mode de délégation du service,
- Renforcer l'Ouest du pays.

2.4 L'ETUDE 2011

2.4.1 Objectifs

La présente étude est un préalable à la définition du service de gestion des boues de vidange. Elle vise à caractériser le secteur informel de la vidange des boues dans la ville. Les résultats attendus sont :

- Confirmation et précision de l'étude de zonage 2010
- Confirmation de la faisabilité financière de la solution retenue et définitions des points clefs à prendre en compte pour établir un service de gestion des boues de vidange pérenne
- Quantification et caractérisation des matières à évacuer et à traiter, de manière à permettre le dimensionnement du service de collecte et de transport des boues de vidange ainsi que de la station de traitement, de quel type qu'ils soient.

L'étude porte plus particulièrement sur les quartiers de la ville identifiés par le zonage comme présentant une problématique sanitaire prioritaire, à savoir les quartiers denses situés dans le bassin versant du vallon Metzinger et au voisinage.

L'étude s'organise autour de 3 composantes :

- L'analyse des pratiques informelles de vidange actuellement en cours dans la ville. A travers l'interview de vidangeurs manuels et l'observation d'opérations de vidange sur le terrain, il s'agit de préciser comment sont réalisées actuellement les vidanges et quels sont les paramètres influençant les prix pratiqués, quantités vidangées et le choix du lieu de déversement.
- Le recensement et l'analyse des pratiques des ménages. A travers l'enquête auprès des ménages, il s'agit de préciser les fréquences de vidange par quartier et de rechercher à comprendre ce qui influence les pratiques. Des structures non ménagères (marché, école, hôtel et restaurant) sont également appréhendées.
- L'analyse de la composition physico-chimique des matières de vidange, au regard des paramètres nécessaires au dimensionnement d'un traitement.

2.4.2 Organisation et collaborations

La logistique de l'étude et les prestations demandées aux partenaires ont été mises en place par l'IRCOD, notamment à travers son directeur local M ISSARD et la responsable de projet Mme RAKOTONDRABAO.

L'étude a été réalisée en partenariat avec le Bureau Municipal de l'Hygiène et de la Santé (BMHS) et le Laboratoire d'Analyse et de Recherche en Environnement et Déchet (LARED) de l'Université de Mahajanga.

Les mises en contact avec les vidangeurs informels et visites terrain d'opérations de vidange ont été en effet facilitées par le chef du BMHS, Dr BAZEZY. L'encadrement des enquêtes

auprès des ménages a été réalisé par les inspecteurs du BMHS Mme MARSIA et M RAKOTOHAVANA. M RAKOTONDRABE, agent pulvérisateur, a réalisé les prélèvements de boue dans les latrines.

Le LARED a mis à disposition son laboratoire et son matériel d'analyse. 6 étudiants en Master environnement de l'Université, intéressés par la thématique du projet, ont réalisés les enquêtes auprès des ménages et les analyses de laboratoire, sous la supervision de Dr RASOANANDRASANA et de Dr ZOZIME.

3 METHODOLOGIE

La collecte des données comporte trois composantes :

- Enquête auprès des opérateurs de vidanges manuelles
- Enquête auprès de la population
- Caractérisation physico chimique des matières de vidange

La collecte de ces données a été réalisée de juin à juillet 2011, soit au début de la saison sèche (qui dure de mai à octobre/novembre à Mahajanga).

3.1 ZONE DE L'ETUDE

La communauté urbaine de Mahajanga compte 26 divisions administratives appelées Fokontany, ou quartiers. Leurs noms et localisation sont rappelés en annexe 1.

L'étude porte plus particulièrement sur 21 des 26 fokontany, (14 des 16 fokontany de la zone interne et 7 des 10 fokontany de la zone externe, voir Figure 1), qui sont les quartiers identifiés comme présentant une problématique au regard de la vidange des latrines dans l'étude de zonage [1]. Les autres quartiers sont soit résidentiels (Mahajanga Be) et équipés de fosses septiques ou connectés à un égout, soit ruraux et peu densément peuplés.



Figure 1 : Délimitation de la zone d'étude

Cette zone représente une superficie totale de 1110 ha et compte 188 359 habitants (37 672 ménages). La zone centrale identifiée comme très prioritaire au cours du zonage 2010 est incluse dans la zone d'étude.

3.2 ENQUETE AUPRES DES OPERATEURS DE VIDANGE MANUELLE

Il s'agit ici de préciser la connaissance du secteur d'activité des vidangeurs manuels. Ce sont eux qui actuellement effectuent le service de vidange des latrines traditionnelles et fosses septiques de la ville.

Les informations obtenues au cours d'interviews et de discussions visent notamment à connaître les coûts pratiqués, les volumes vidangés et lieux d'évacuation, ainsi que les facteurs engendrant des variations de ces deux paramètres. Les interviews sont couplées avec des observations terrain d'opération de vidange, afin de confirmer les informations obtenues.

Cette composante de l'étude permet de surcroît d'établir un premier profil de ce secteur d'activité à Mahajanga.

3.2.1 Logistique mise en place

14 opérateurs de vidange manuelle représentant 8 équipes de travail ont été interviewés sur la période Juin-Juillet 2011. La prise de contact avec ces vidangeurs a été réalisée par le BMHS, de manière aléatoire.

Les interviews ont été menées en langues malgaches par la chargée d'étude assistée de traducteurs de l'IRCOD ou du BMHS.

3.2.2 Définition du questionnaire

La version française du questionnaire est présentée en annexe 2. Il a été mis au point à la suite de premières interviews. L'entretien comporte 42 questions regroupées en quatre parties.

- La 1^{ère} partie : « Identification de l'individu » correspond à une série de questions destinées à établir le profil social de l'enquêté : sexe, âge, religion, niveau d'instruction, activité... Cette partie s'étend de la question 1 à la question 8.
- La 2^{ème} partie : « Activité de vidange » concerne le fonctionnement du service actuel de vidange manuelle des boues de latrine : fonctionnement d'une équipe de vidangeur, type d'ouvrage vidangé, étapes d'une vidange, durée, prix pratiqué. Cette partie s'étend de la question 9 à la question 35.
- La 3^{ème} partie : « Hygiène » regroupe des questions concernant les mesures d'hygiène prise par les vidangeurs lors des vidanges. Cette partie s'étend de la question 36 à la question 38.
- La 4^{ème} partie « Appréciation » regroupe des questions concernant la perception que les opérateurs de vidange manuelle ont de leurs travaux : problèmes rencontrés, atouts pour effectuer ce travail, intérêt d'utiliser une pompe pour effectuer une vidange. Cette partie s'étend de la question 39 à la question 42.

3.2.3 Observation d'opération de vidange manuelle sur le terrain

3 vidanges manuelles ont pu être suivies lors de leur réalisation (de nuit). La sélection de ces observations est motivée par le besoin d'observer les situations types.

Le suivi de ces opérations permet notamment de confirmer ou d'infirmer les informations collectées au cours des interviews auprès des ménages et des vidangeurs. Il permet en particulier de vérifier les types de latrines vidées, les modes de vidange, les quantités de boues évacuées, les heures d'opération, le temps de travail, les tarifs pratiqués et les lieux de déversement des boues.

3.3 ENQUETE AUPRES DE LA POPULATION

Cette enquête socio économique auprès des ménages de Mahajanga vise principalement à :

- Déterminer le nombre de vidanges effectuées par an dans un quartier
- Préciser la variabilité saisonnière
- Caractériser l'aptitude à payer des ménages pour un service d'assainissement amélioré, au regard d'une part du coût actuellement supporté pour une vidange et d'autre part de l'engouement suscité par une solution améliorée
- Comprendre les principaux facteurs influençant les pratiques de vidange au niveau des ménages

Elle donne lieu à une analyse des données par quartier, présentée dans un fascicule additif au présent rapport.

3.3.1 Logistique mise en place

L'enquête s'est déroulée en trois phases :

- Semaine 1 : période de test et de mise au point du questionnaire, formation des enquêteurs
- Semaine 2 : appropriation de l'enquête par les enquêteurs, derniers ajustements des questionnaires suite aux retours des enquêteurs.
- Semaine 3, 4, 5 et 6 : Récolte opérationnelle des données.

Le calendrier des enquêtes par secteur figure en annexe 3. Les interviews ont été menées en langue Malgache par les enquêteurs.

959 enquêtes ont finalement été réalisées sur l'ensemble de la zone d'étude couvrant 21 fokontany, ce qui correspond à 12 572 personnes sondées.

3.3.2 Echantillonnage et représentativité

Les enquêtes ont été réalisées par quartier. Le nombre d'enquête dans un quartier a été établi initialement au prorata du nombre théorique d'habitants (tel qu'estimé en 2010 dans l'étude

de zonage), sur l'hypothèse de 2 ménages par parcelle et de 5 personnes par ménage. Par la suite, le nombre de personnes réellement pris en compte par les enquêtes permet d'estimer le degré d'imprécision de l'enquête. Il est vérifié après enquête, sur la base des données réelles obtenues, que l'imprécision obtenue par quartier ne dépasse pas environ 5%.

Le degré d'imprécision de ce « sondage » peut en effet être évalué par la formule de Krejcie et Morgan [6]:

$$s = \frac{X^2 NP(1 - P)}{d^2(N - 1) + X^2 P(1 - P)}$$

Avec

- s= taille de l'échantillon
- X^2 =Valeur dans la table du Chi carré pour un degré de liberté au niveau de confiance désirée (ici : pour un niveau de confiance de 95% $X^2=3,84$)
- N= taille de la population
- P= Part de la population à enquêter (pris égal à 0,5 pour assurer l'échantillonnage maximum)
- d= marge d'erreur

Cette formule est utilisée dans le cadre d'études statistiques sociales pour estimer la taille appropriée d'un échantillon pour décrire les caractéristiques d'une population. Connaissant la taille de l'échantillon et la taille de la population, la formule permet d'estimer la marge d'erreur commise par le sondage.

Les 959 enquêtes effectuées correspondent à un degré d'imprécision totale estimé de 0,9%. L'échantillonnage réalisé pourra donc être considéré comme représentatif de la population de la zone d'étude. L'annexe 4 précise par quartier les caractéristiques des parcelles enquêtées et le degré d'imprécision associé.

3.3.3 Définition du questionnaire

La version française de l'enquête ménage, présentée en annexe 5, a été mise au point sur la base d'études existantes sur la propension à payer en contexte de développement ([7], [8], [9], [10], [11]). Le questionnaire comporte 36 questions regroupées en six parties.

- La 1^{ère} partie : « Observations de l'enquêteur » consiste en une série d'observations propres à l'enquêteur (questions 1 et 2). L'appartenance à une classe sociale aisée, moyenne ou modeste est laissée à l'appréciation de l'enquêteur, qui se base néanmoins sur certains équipements type de l'habitation. En effet, étant donné les difficultés rencontrées pour apprécier le revenu d'un ménage (notamment dans le cas d'activités secondaires et informelles), ce paramètre n'a pas été demandé directement.

- La 2^{ème} partie : « Identification du ménage » contient une série de questions destinées à mesurer les caractéristiques sociologiques et démographiques du ménage et de la parcelle qu'il occupe.
- La 3^{ème} partie : « Pratique du ménage en terme d'assainissement » regroupe des questions abordant le mode et les ouvrages d'assainissement des excréta et eaux usées utilisés par les ménages, cette partie s'étend de la question 7 à la question 12.
- La 4^{ème} partie : « Gestion des boues de vidange » regroupe des questions concernant les modes de gestion des boues fécales lorsque la latrine est pleine: mode d'évacuation des BV, fréquence de vidange, lieux de dépotage. Cette partie s'étend de la question 13 à la question 18.
- La 5^{ème} partie : « Perceptions de la situation actuelle et propositions d'amélioration » regroupe des questions permettant de mesurer l'appréciation de la population quant à la situation actuelle et à une éventuelle amélioration de cette situation. Tout au long de ces questions, une explication détaillée est donnée par l'enquêteur à la personne interviewée de manière à bien faire comprendre le scénario et l'objectif de l'enquête tel que recommandé dans les études d'évaluation contingente [12] et [13]. Cette partie s'étend de la question 19 à la question 23.
- La 6^{ème} partie : « Prix d'évacuation des boues de vidange » contient les questions destinées à mesurer la propension à payer de l'enquêté pour le système de collecte et de transport mécanisé.

Il est à noter que les questions de coût de vidange portent sur le coût total supporté par la parcelle concernée, et non sur le coût supporté par un ménage. En effet plusieurs ménages sont habituellement présents sur une parcelle, utilisent la même latrine et participent financièrement à son entretien.

La connaissance des volumes vidangés n'a pas pu être appréhendée par ce moyen d'investigation car les ménages ne disposent pas de vision claire quant aux volumes évacués. Les volumes sont très difficilement estimables, les personnes interviewées ne sont pas toujours au courant du détail de l'opération de vidange, et enfin les souvenirs peuvent être imprécis.

3.4 ENQUETE AUPRES DES STRUCTURES NON MENAGERES

Il s'agit ici de préciser l'intérêt d'établissements privés (restaurants, hôtels) ou publics (écoles, toilettes publiques de deux marchés) à la mise en place d'un service de collecte et de transport motorisé de leurs boues, ainsi que de caractériser leurs aptitudes à payer pour ce service d'assainissement amélioré.

Les enquêtes auprès de ces établissements ont été réalisées par la chargée d'étude et un technicien du BMHS, du 4 au 9 juillet 2011.

Les questionnaires posés aux établissements ont été adaptés à partir de celui posé aux ménages présenté précédemment. Les prix proposés aux établissements ont été calqués sur les prix pratiqués actuellement pour un service similaire à Antananarivo.

31 enquêtes ont été réalisées réparties de la manière suivante (Tableau 1):

	WC public, Ecole	Hôtel	Restaurant
Nombre	2 / 2	13	16
Quartier (nombre)	Mahabibokely (1) Tsaramondroso Ambony (1) Majunga Be (2)	Manga (2), Mahabibokely (1), Majunga Be (10)	Majunga Be (15), Tsaramondroso Ambony (1)

Tableau 1 : Type des structures non ménagères enquêtées

Par cet échantillonnage, environ 13% des hôtels et 32% des restaurants de Mahajanga ont été interrogés.

3.5 CARACTERISATION PHYSICO- CHIMIQUE DES BOUES DE VIDANGE

La caractérisation des matières a pour but de préciser leur composition en vue du dimensionnement de la station de traitement. Elle s'opère en deux temps :

- Une campagne de prélèvement des boues dans les quartiers
- L'analyse au laboratoire des échantillons prélevés

3.5.1 Organisation de la campagne de prélèvement

53 échantillons ont été prélevés. Etant donné la variabilité des boues, il est indispensable de prélever autant d'échantillons que possible. (Klingel, 2002) recommande un nombre de 50 échantillons pour avoir une image représentative de la situation (Recommandation Klingel et al 2002). [14]

De manière à effectuer un échantillonnage représentatif des matières qui seront vidangées par le service de vidange, les 53 prélèvements ont été réalisés dans la zone d'étude. Le nombre de prélèvements par quartier a été réalisé au prorata du nombre d'habitant du quartier. Au sein d'un même quartier, des zones géographiques et hydrogéologiques différentes ont été recherchées.

Un repérage géographique des points de prélèvements est présenté sur la Figure 1. Le nombre de prélèvements par quartier et le calendrier des prélèvements par quartier sont présentés en annexes 3 et 6.

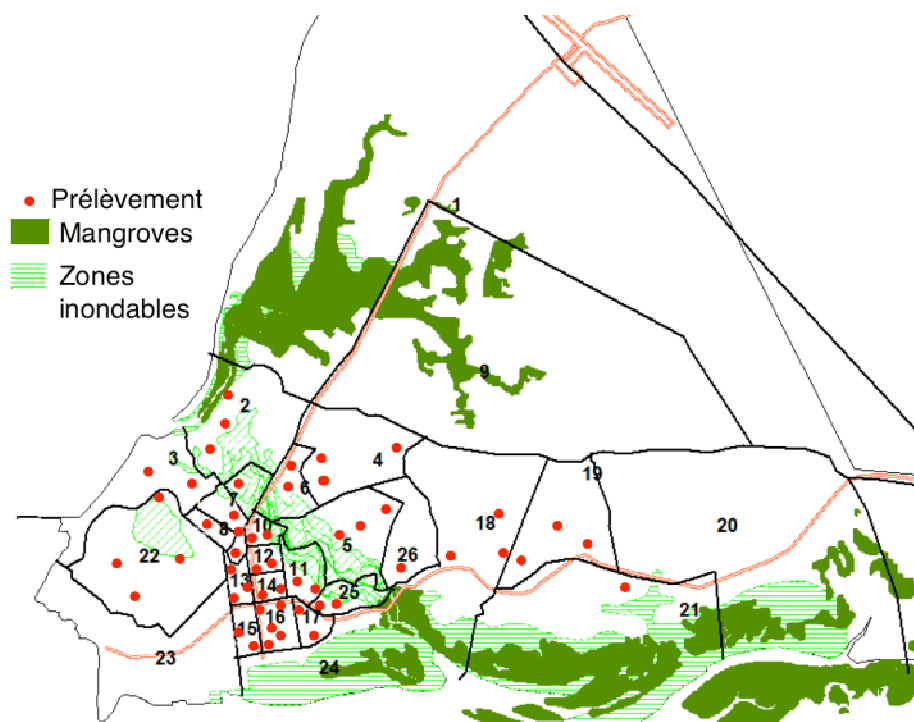


Figure 2 : Localisation des points de prélèvement de boues de vidange

Les prélèvements ont été effectués par la chargée d'étude et un agent du BMHS au cours du mois de juin 2011, tous les 2/3 jours avec une moyenne de 5 prélèvements par jour de terrain. Les boues de vidange présentant un risque sanitaire, les agents préleveurs d'échantillons sur le terrain et opérateurs chimistes au laboratoire ont reçu des consignes d'hygiène particulières et ont été équipés d'une tenue spécifique : blouse, gants, masque de protection (cache-nez).

3.5.2 Autres informations collectées

Les échantillons ont été prélevés en relevant, pour chaque latrine, les principales caractéristiques suivantes :

- Dimensions
- Appréciations sur la qualité des boues (aspect, odeur)
- Date de la dernière vidange
- Type de sol

Ces informations permettent de vérifier la cohérence des résultats d'analyse (concentration en matière sèche et degré de minéralisation par exemple). L'observation simple de l'aspect et de l'odeur de la boue donne déjà nombre d'informations (siccité, degré de digestion) sur la qualité de la boue permettant d'avoir un regard critique sur les résultats des analyses.

Le questionnaire utilisé pour l'enquête auprès des ménages (présenté ultérieurement) a également été réalisé dans chacun des ménages où les prélèvements ont été effectués. Cela constitue un moyen supplémentaire de vérification de la cohérence des résultats obtenus.

3.5.3 Mode de prélèvement

Le mode de prélèvement de la boue a été mis au point pour les besoins suivants :

- Intervention non destructive : prélèvement via l'orifice de la latrine
- Choix possible de la profondeur du prélèvement
- Propreté de l'intervention au sein des habitations et nettoyage non contraignant de l'équipement

Pour ce faire une « seringue » de hauteur d'homme a été mise au point par l'entreprise Vonjy de Antananarivo¹.

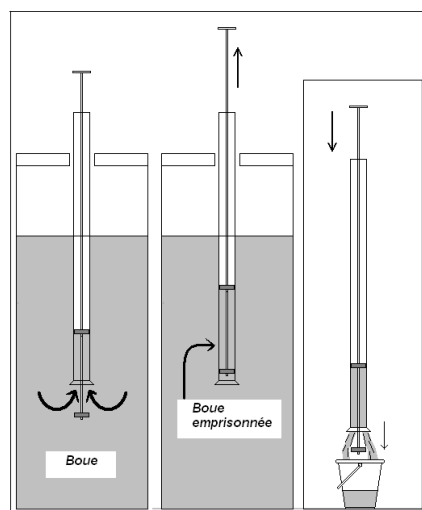


Figure 3 : Schéma du dispositif de prélèvement (selon M Vonjy)

Les prélèvements ont été effectués dans le premier mètre de profondeur de manière à être représentatifs d'une vidange manuelle ou mécanique. La profondeur précise de prélèvement est à l'appréciation de l'équipe de prélèvement, selon les observations réalisées sur place sur la profondeur réelle de la latrine (parfois inférieure à 1 m). Le protocole de prélèvement est le suivant :

- Estimation de la profondeur vidangeable par l'introduction d'un bâton
- Agitation de la zone de prélèvement
- Introduction de la seringue dans la fosse à travers l'orifice de la dalle, à la profondeur choisie
- Aspiration d'un échantillon (environ 0,7L)
- Déversement dans un seau, mélange dynamique des boues dans le seau
- Transvasement (par déversement ou à la cuillère le cas échéant) dans des bocalux plastiques étanches pour faciliter le transport
- Stockage réfrigéré au laboratoire

La Figure 4 illustre le matériel utilisé et les principales étapes de prélèvement.

Les prélèvements 5 à 15 ont néanmoins été réalisés dans les 20-30 premiers cm de la fosse afin de disposer de mesures de boues plus fraîches, notamment pour la concentration en MS et le % MV.

¹ Entreprise Vonjy, Antananarivo, tel : 032.77.250.16, mail : mavonjy@yahoo.fr



Figure 4 : Mode opératoire pour les prélèvements

3.5.4 Paramètres analysés et protocoles

Les échantillons ont été conservés au froid (réfrigérateur) jusqu'au lancement des analyses de laboratoire.

Les analyses ont été réalisées par le LARED dans leur laboratoire. Le matériel mis à disposition consiste en 2 étuves, une balance (précision 0,01 g), des récipients (photographies en annexe 7). Après contrôle du matériel, le protocole opératoire a été mis au point avec l'opérateur chimiste lors de tests préalable d'analyse des premiers échantillons. La qualité de la mise en œuvre du protocole a été régulièrement contrôlée par la suite.

A Paramètres mesurés

Le principal paramètre analysé est la Matière Sèche (MS) pour assurer le dimensionnement du traitement primaire (séparation solide-liquide) de la station de traitement.

Les Matières Volatiles (MV) ont également été recherchées. La stabilisation des matières peut en effet être appréhendée par la quantité de matière organique, volatile, présente dans les boues. La proportion de Matière Volatile (MV) donne une indication sur l'état de minéralisation des boues et donc sur leur stabilité. [14]

Ces deux paramètres ont été analysés sur la base des méthodes standards [15] adaptées de la manière décrite au paragraphe suivant.

B Adaptation du protocole

Les boues sont des produits à priori de consistance hétérogène. Les protocoles mis en place sont adaptés aux moyens mis à disposition et aux produits à analyser de la manière suivante.

Une coupelle en plastique dont le volume a été mesuré à plusieurs reprises (24 ml) est remplie après une phase d'agitation dynamique de la boue au sein du bocal. L'utilisation directe d'une coupelle étalonnée plutôt que d'une éprouvette graduée supprime les erreurs de mesure de volume qu'engendrerait la mesure à l'éprouvette et évite d'avoir à verser les boues qui sont dans notre cas plus pâteuses que liquides mais également collantes.

Des tests préliminaires ont été effectués de manière à adapter le volume de boues à prélever (choisi relativement grand pour rester le plus précis possible par rapport à l'hétérogénéité de l'échantillon) avec le temps de séchage des boues nécessaire pour une évaporation totale.

L'analyse des premiers échantillons a été répétée 3 fois de manière à s'assurer de la précision du protocole. L'écart entre les résultats ne dépassait pas 10% pour un même échantillon, ce qui valide le protocole mis en place.

4 RESULTATS ET DISCUSSION

4.1 PROFIL DES OPERATEURS DE VIDANGE MANUELLE DE MAHAJANGA

Un compte-rendu des opérations de vidange observées est fourni en annexe 8. Deux profils types de vidangeurs ont été identifiés à travers les entretiens :

- Des vidangeurs plutôt occasionnels (43% des personnes interviewées)
- D'autres pratiquent la vidange comme activité régulière voire principale (57% des personnes interviewées).

Les données sont présentées séparément pour ce qui est des distinctions majeures entre ces 2 groupes.

4.1.1 Profil socio-professionnel

Tous les opérateurs de vidange enquêtés sont de sexe masculin ce qui peut être expliqué par la difficulté, l'aspect répulsif et la force physique déployée lors de cette activité. Les vidangeurs ne semblent pas être d'appartenance ethnique ou religieuse particulière. 79% des opérateurs de vidange enquêtés sont Chrétiens, 21% sont Musulmans. Ce qui est proche de la répartition observée dans la ville.

Le niveau d'éducation des opérateurs de vidange manuelle est variable mais néanmoins plus élevé que l'image véhiculée dans la population associant ces travailleurs à des personnes avec très peu d'éducation [1]. Seuls 14% (n=2) des vidangeurs enquêtés ne savaient ni lire ni écrire, alors que les 86% restant ont été scolarisés. 43% ont atteint le niveau de la 3^{ème} et 14% le niveau bac. Les vidangeurs occasionnels sont plus instruits que les vidangeurs réguliers. En effet le niveau de 3^{ème} est atteint par 83% des vidangeurs occasionnels contre seulement 12,5% des vidangeurs réguliers.

En moyenne les opérateurs de vidange (les deux groupes confondus) ont 39 ans (ET : 12), le chef d'équipe semble être souvent le plus âgé de l'équipe (celui qui a le plus d'expérience).

La longévité dans l'activité est souvent grande. En moyenne les opérateurs de vidange opèrent dans le secteur depuis plus de 12 ans (ET 6,5). 79 % des vidangeurs exercent depuis plus de 5 ans. Cette longévité peut être traduite par le besoin d'expérience dans la réalisation de ce travail et sûrement par l'image sociale « marquante » associée à cette activité.

L'activité de vidange peut être exercée comme activité principale (36 % des enquêtés) ou secondaire (64%). Mais tous pratiquent une autre activité manuelle le plus souvent à la tâche, notamment jardinier, maçon, bricoleur, plombier ou électricien.

Contrairement à l'idée véhiculée dans la population associant les vidangeurs à de grands consommateurs d'alcool [1], 50% des enquêtés ont affirmé ne pas consommer d'alcool du tout. Les observations sur le terrain n'ont pas démontré une consommation d'alcool hors du commun.

Aux dires des opérateurs de vidange enquêtés, les qualités nécessaires pour effectuer cette activité sont des qualités physiques (33%) (étant donné les efforts physiques nécessaires),

mentales (25%) (« avoir du courage », plutôt lié à l'aspect psychologique) et le côté commercial (50%) (réseau de connaissances, pratique de prix bas). Ce sont plutôt les vidangeurs occasionnels qui font état d'un besoin de « mental ».

4.1.2 Logistique de l'opération de vidange

A Moyen de prise de contact

Les vidangeurs occasionnels sont contactés à 83% par téléphone, contre 25% pour les vidangeurs réguliers. Les vidangeurs occasionnels ne cherchent pas particulièrement les vidanges. Ils sont appelés pour en faire, contrairement aux vidangeurs réguliers, qui bien souvent ne possèdent pas de téléphone et sillonnent les quartiers à la recherche de ménages souhaitant faire vidanger leur latrine (50%). Les vidangeurs réguliers sont aussi directement contactés par bouche à oreille, à priori en fonction de leur réputation en terme de qualité et de prix pratiqués.

B Equipe de travail

Les vidangeurs ne travaillent a priori jamais seuls. L'équipe type serait plutôt constituée de 3 personnes (71 %) travaillant ensemble au cours de l'opération de vidange. Ce nombre peut varier en plus ou en moins selon le degré de difficulté de la vidange.

Les équipes de vidangeurs occasionnels semblent être plus structurées que les équipes de vidangeurs réguliers. 83% des vidangeurs occasionnels ont affirmé l'existence d'un chef d'équipe, 1 seul des 6 vidangeurs occasionnels n'a pas répondu positivement à cette question, mais ce vidangeur travaille en collaboration avec des membres de sa famille.

C Matériel utilisé

Lors de l'opération de vidange les vidangeurs sont équipés de :

- 1 barre à mine, ou burin et masse, utilisé pour pratiquer les ouvertures dans la maçonnerie de la latrine
- 1 pelle de jardin (type binette), ou bêche, utilisée pour creuser l'excavation

Ces deux types d'outils sont également ceux utilisés pour aider à l'écoulement des boues le cas échéant.

- 1 gobelet (récipient de 0.5 L) pour ramasser les boues et le cas échéant 2 seaux pour les évacuer
- Truelle et taloche pour refermer les orifices.

Les consommables sont également réduits au minimum nécessaire :

- Quelques bougies pour l'éclairage lorsque le ménage ne fournit pas l'électricité et que la vidange a lieu la nuit
- Quelques kg de ciment et de sable pour élaborer le mortier et refermer les orifices

- 1 L de pétrole régulièrement ajouté dans la fosse pour masquer l'odeur de la boue et également utilisé comme enduit corporel pour se protéger contre l'accroche des boues et des odeurs sur le corps
- Parfois 0.5-1 L d'alcool de consommation

Il est à noter que les vidangeurs réguliers travaillent à demi nu (pagne ou slip) et pieds nus, de manière à limiter la détérioration mais surtout l'imprégnation de l'odeur dans leurs habits. Les vidangeurs occasionnels auraient plutôt tendance à chercher à se protéger (masque, habits spécifiques).

4.1.3 Modes de réalisation

Il n'existe pas de différence notable entre les pratiques des opérations de vidange des vidangeurs « occasionnels » et « réguliers ».

Il est possible de résumer l'opération de vidange en 3 principales étapes : ouverture de la latrine, par le dessus ou par le coté, extraction des boues et évacuation, rebouchage des orifices pratiqués sur l'infrastructure et nettoyage des lieux et du matériel.

Le mode de vidange est différent selon la situation. Généralement les deux principaux paramètres sont :

- La possibilité d'évacuation. Le vidangeur semble retenir la possibilité la plus simple selon le contexte. Les principaux lieux de dépotage selon les différentes situations sont abordés au paragraphe ci-dessous.
- La structuration de la latrine, notamment sa surélévation éventuelle par rapport au terrain et son accessibilité plus ou moins facile par le haut ou par les cotés.

3 situations usuelles donnant lieu chacune à un processus de vidange pourraient néanmoins être distingués. Les planches photographiques suivantes illustrent les principales étapes de la vidange dans trois situations usuelles.

- Boues soutirées par le haut (opération du 16 juin 2011 Quartier Abattoir)
- Boues transvasées vers l'exutoire (opération du 20 juin 2011 Quartier Abattoir)
- Cas d'une latrine surélevée (en bordure du lit majeur du Vallon Metzinger, opération du 30 mai 2011, Quartier Ambavalato)

A Boues soutirées par le haut

Dans ce cas de figure, l'accès à la boue est aisé par un regard placé sur la dalle supérieure de la latrine. Un ramassage puis évacuation aérien des boues peut donc être effectué à l'aide d'un seau. Les boues sont ensuite déversées dans l'excavation creusée à cet effet au pied de l'habitation, et qui est remblayée en fin d'opération.

I- PREPARATION : Une excavation a été réalisée au droit de la paroi extérieure de la latrine pour recevoir les boues.



II- SOUTIRAGE : Ouverture d'un regard (existant ici) et ramassage des boues : d'abord à la pelle, puis au seau depuis le dessus, puis depuis la latrine

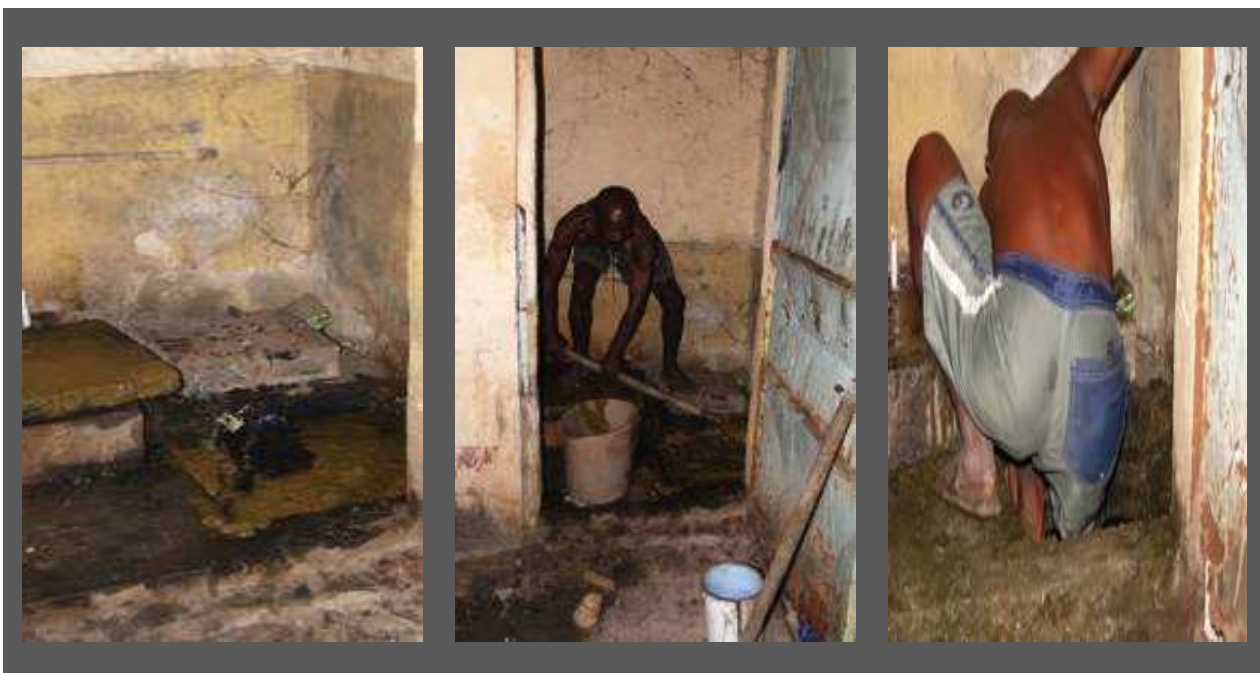
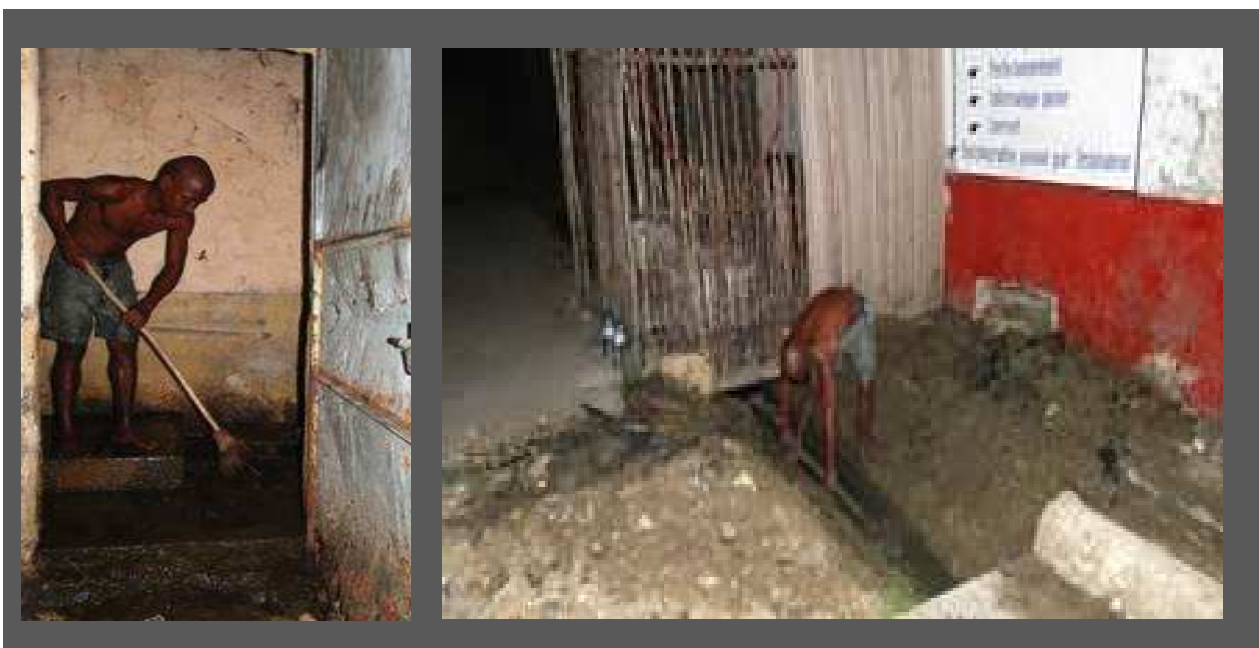


Figure 5 : Mode opératoire d'une vidange par soutirage par le haut

III- EVACUATION : Transport des boues au seau jusqu'à l'excavation



IV- REMISE EN ETAT : Nettoyage de la cabine, remblaiement de l'excavation et remise en état des abords



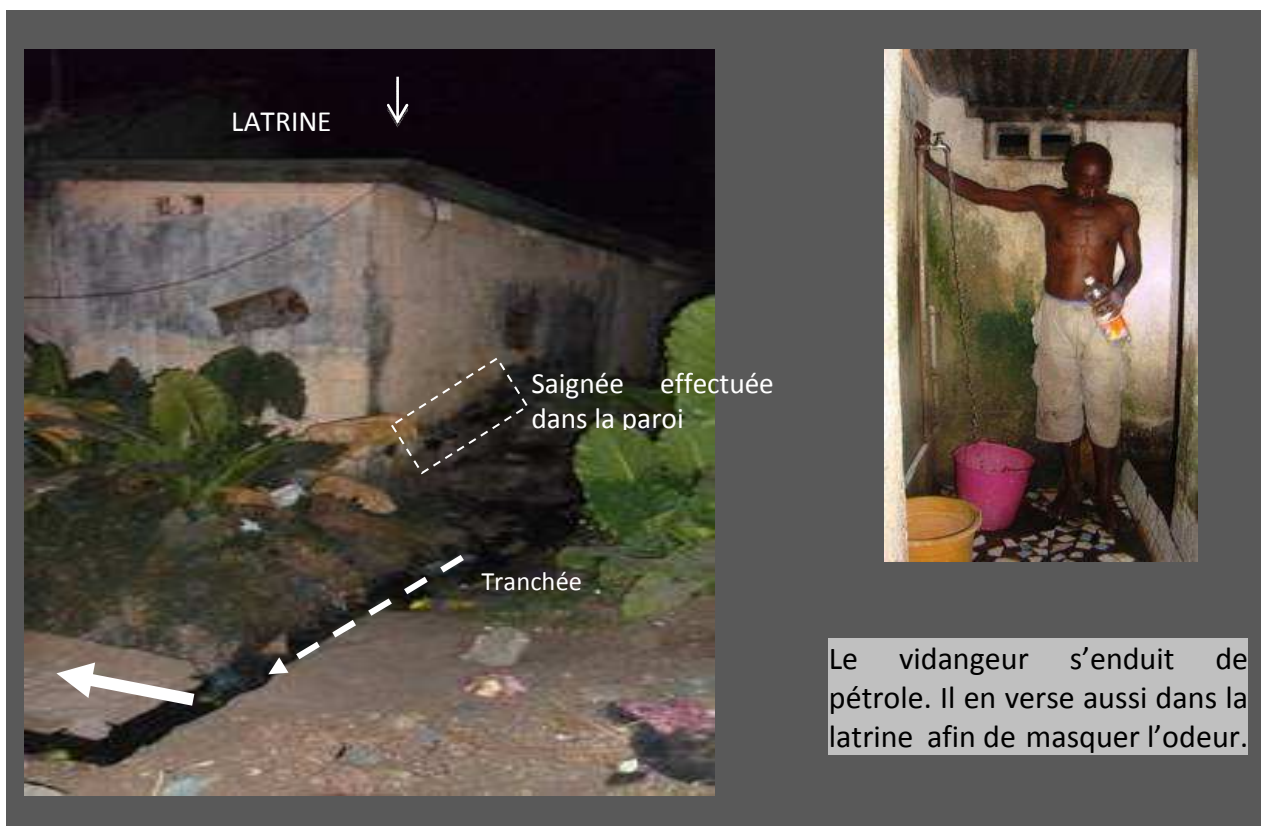
B Boues transvasées

Dans ce cas de figure, une saignée dans la maçonnerie a été pratiquée de manière à permettre l'écoulement des boues. Cette fois ci, aucune excavation n'a été creusée, les boues sont évacuées via une tranchée longeant la maison pour finir dans le caniveau principal. Les objets encombrant le caniveau ont été retirés avant le début de la vidange. Les objets ralentissant l'écoulement des boues trouvés au sein de la fosse (sacs plastique, boîtes de conserve) ont été retirés et déposés dans la rue. En fin de vidange, une planche a provisoirement rebouché l'orifice en attendant la maçonnerie définitive effectuée le lendemain à la lumière du jour.

Figure 6 : Mode opératoire d'une opération de vidange par transvasement

I- PREPARATION

- Une saignée est pratiquée dans la paroi de la latrine, sous la dalle. Une tranchée d'évacuation a été aménagée dans le sol



II- SOUTIRAGE : Les boues sont transvasées à la pelle, portées ou poussées à travers la saignée selon leur consistance



III- EVACUATION : Les boues s'écoulent dans la tranchée d'évacuation réalisée à cet effet. L'écoulement est aidé par un ouvrier



IV- REMISE EN ETAT : La saignée est masquée provisoirement par une planche. L'obturation maçonnée définitive sera effectuée de jour le surlendemain



C Cas des latrines surélevées

Dans ce cas de figure, une ouverture dans la maçonnerie a été envisagée de manière à permettre l'écoulement des boues sur le sol. Une excavation au droit du mur de la latrine avait été creusée dans la journée étant donné la nature pentue du terrain, de manière à éviter l'étalement des boues dans la rue. Une fois extraites, les boues ont été recueillies dans des seaux puis déversées dans un bras du canal du Vallon Metzinger situé à proximité (distance approximative 500m). En fin de vidange, les ouvertures pratiquées dans le mur de la latrine sont rebouchées. L'excavation est ensuite remblayée et la rue nettoyée à proximité.



II- SOUTIRAGE : Les vidangeurs procèdent à une première ouverture dans l'horizon supérieur de la latrine et récupèrent les premières boues



III- SOUTIRAGE et EVACUATION : Deux autres ouvertures sont effectuées (de haut en bas). Les boues sont récupérées et évacuées au fur et à mesure au seau. Elles sont rejetées dans un bras en eau du vallon, à proximité



IV- REMISE EN ETAT : Les ouvertures sont obturées au ciment. L'excavation remblayée. Un nettoyage du corps est effectué à l'eau claire fournie par la parcelle



Figure 7 : Mode opératoire d'une vidange de latrine surélevée

4.1.4 Temps passé

A Durée d'une opération

Les vidanges ont lieu quasi exclusivement de nuit étant donné la pression sociale. Une personne interviewée seulement a mentionné la pratique des vidanges pendant la journée.

Lorsqu'une excavation est creusée avant la phase de vidange, le creusement peut prendre entre 1h et 2 jours, et représente environ habituellement une demi journée en sol meuble et une journée en sol dur. La durée varie selon les dimensions de l'excavation et le type de sol.

La durée de la phase de soutirage varie selon le processus mis en place. Une vidange par transvasement serait plus rapide qu'une vidange par extraction des boues. Le volume extrait est aussi un paramètre important influençant la durée de la phase de vidange. La durée de la phase de vidange énoncée par les vidangeurs varie de 30 minutes à une nuit complète.

B Variation saisonnière

86% des vidangeurs ont affirmé que la vidange était une activité « saisonnière ». 79% vidangeurs soutiennent que les vidanges sont principalement effectuées en saison sèche. En particulier en raison de la difficulté à creuser une excavation, pour l'évacuation des boues, étant donné que les sols sont gorgés d'eau. Il est possible que cette information soit tronquée, la pratique des vidanges semble en effet moins tolérée en saison des pluies par les chefs de Fokontany et le BMHS.

1 seul des vidangeurs enquêtés a affirmé effectuer plus de vidanges en saison des pluies étant donné la facilité à extraire les boues qui sont plus liquides.

C Fréquence des opérations de vidange

Les vidangeurs occasionnels font des vidanges de manière très sporadique (au maximum 3 par mois en saison sèche). Ils affirment effectuer en moyenne 2,6 vidanges par mois en saison sèche (ET: 0,8) et 1,6 vidanges par mois en saison des pluies (ET: 1,6).

Les vidangeurs réguliers opèrent par contre de manière beaucoup plus fréquente (entre 5 et 20 vidanges par mois). Ils affirment effectuer en moyenne 9,25 (ET: 7,5) vidanges par mois en saison sèche et 1,7 (ET: 2,0) vidanges par mois en saison des pluies.

4.1.5 Lieux de dépôtage

La destination finale des boues soutirées est soit l'enfouissement soit le dépôt dans un fossé ou cours d'eau. L'exutoire des boues dépend de plusieurs paramètres : la facilité physique de l'accès (encombrement foncier, difficulté du sol à être creusé, distance à parcourir) ainsi que la pression sociale y compris à travers la demande du chef de parcelle. La saison influe sur ces paramètres.

En saison sèche, l'enfouissement des boues serait, au dire des vidangeurs, l'unique lieu de dépôtage des boues. Ils soulignent de plus les problèmes qu'engendrent un dépôt des boues dans les canaux, sujet à plaintes de la part du voisinage.

Le choix de l'enfouissement des boues est privilégié lorsque le sol est facile à creuser (type sableux comme à Ambalavola, Fiofio, Tsararano Ambany Mahavoky Avaratra et Atsimo, c'est à dire dans la zone alluviale du vallon). L'enfouissement dans la cour a lieu sur demande du ménage (redoutant des problèmes de voisinage) et tant que l'encombrement foncier n'est pas trop important. Lorsque les caniveaux sont proches (une limite de 200 mètres semble l'usage raisonnable), il semblerait que cette solution soit néanmoins privilégiée même en saison sèche compte tenu des observations terrain. Elle permet notamment d'éviter de creuser une excavation.

Il semblerait qu'en saison des pluies l'exutoire des boues soit les fossés (artificiels ou naturels), car pour reprendre les propos de certains vidangeurs : « n'importe où de toutes façons c'est emporté dans l'écoulement ». 57% des vidangeurs ont affirmé déverser les boues dans les canaux, caniveaux et dans « la nature » en saison des pluies. Les autres vidangeurs se sont abstenus de répondre.

4.1.6 Quantités vidangées

La taille de la vidange est dite « grande », « moyenne » ou « petite ». C'est plutôt la trésorerie disponible dans la parcelle qui influe sur la quantité évacuée.

Les petites vidanges semblent plus rares, elles correspondent surtout à une légère évacuation du dessus des boues dans les cas où la latrine déborde mais que le ménage n'a pas les moyens de faire vidanger. 57% des vidangeurs interviewés ont affirmé réaliser majoritairement des grandes vidanges. Néanmoins, une équipe de 3 vidangeurs a quant à elle reconnu l'impossibilité d'effectuer des « grandes vidanges » dans le cas de latrines traditionnelles.

Les vidangeurs occasionnels réaliseraient de plus grandes vidanges que les vidangeurs réguliers. Le volume vidangé par les vidangeurs occasionnels est estimé entre 1 et 2m³.

Les quantités vidangées varient nettement selon la difficulté de la vidange. Les observations terrain permettent d'avancer les quantités suivantes :

- Dans le cas où la vidange est effectuée par soutirage au seau, une grande vidange est annoncée à 40 seaux soit environ 0,4 m³. L'observation terrain amène plutôt à 10-15 seaux (environ 0,13m³).
- Dans le cas où la vidange s'effectue par un transvasement des boues dans une excavation, il semblerait que le volume évacué soit un peu plus important que dans le cas précédent, à savoir : 0,7m³ à 1,5m³.

Il est cependant difficile d'évaluer le volume vidangé de manière précise. Les vidangeurs ne tiennent pas de registre de vidange, et, pris dans l'action d'une vidange cherchant à finir leur prestation dans les temps, ont eux-mêmes du mal à évaluer le volume extrait. Un comptage des seaux pourrait être envisageable lorsque des seaux sont utilisés, mais il ne semble pas être effectué. L'observation du niveau final dans la latrine par l'orifice de défécation n'est pas une méthode d'estimation valable. En effet les boues étant plutôt pâteuses elles se comportent plutôt plus comme une « gelée » que comme un liquide et ne laissent pas une surface horizontale à l'issue de la vidange.

Suite aux observations d'opérations de vidange (annexe 8) et discussion avec les vidangeurs un volume moyen réaliste pourrait être 0,50 m³/ vidange. Il est intéressant de constater que les ménages semblent souvent penser que le volume évacué est bien supérieur (1-2 m³).

4.1.7 Hygiène et sécurité

A Difficultés des tâches

Les problèmes mentionnés par les vidangeurs sont de trois ordres.

- Le creusement de l'excavation est dit être la tâche la plus fatigante par 43% des vidangeurs. Cette étape peut en effet prendre entre 1 et 2 jours compte tenu des outils utilisés et si le sol est dur. Cette étape de préparation a lieu de jour, la veille ou l'avant veille du soir de vidange.
- 35% des vidangeurs ont énoncé le transvasement des boues au seau comme tâche la plus délicate à accomplir.
- La gestion du voisinage a aussi été mentionnée comme étant problématique.

On peut aussi noter un stress certain durant l'opération de vidange. Les boues sont une matière plutôt répugnante dans laquelle il ne doit pas être facile de travailler. D'autre part, le voisinage et les habitants exercent une réelle pression de contrôle du travail. Enfin, les cas de figures techniques rencontrés posent parfois des problèmes d'extraction ou d'ouverture difficile, problèmes à résoudre rapidement pour finir la prestation dans les temps.

B Perception des problèmes

78 % des vidangeurs interrogés affirment ne pas avoir souffert de maladies infectieuses dans les 2 mois précédents l'interview et il est difficile de relier les 22% à l'activité de vidange (1 cas de fièvre paludique et 1 cas de maux d'estomac). 21% des vidangeurs interrogés disent souffrir d'irritation de la gorge et mal de tête suite à des vidanges (pouvant être attribués à la fatigue ou au pétrole). 21% des opérateurs de vidange souffrent de douleurs lombaires chroniques, caractéristiques notamment d'un excès de travail physique.

Les mesures de protection hygiénique prises par les vidangeurs réguliers consistent principalement à s'enduire les bras de pétrole ou d'eau de javel de manière à éviter « l'accroche » de la boue sur la peau.

83% des vidangeurs occasionnels affirment porter des gants lors d'une opération de vidange. 1 des 6 vidangeurs occasionnels interrogés a même affirmé travailler en combinaison.

La toilette après la vidange a été mentionnée par 100% des vidangeurs comme principale mesure d'hygiène. Le pétrole est aussi utilisé pour se laver après la vidange.

4.1.8 Aspects financiers

Le coût moyen d'une vidange varie grandement selon la catégorie du vidangeur et la quantité de boue vidangée. Les vidangeurs occasionnels réalisent des vidanges plus onéreuses que les

vidangeurs réguliers. Les prix présentés dans le Tableau 2 correspondent au prix de vidange d'une latrine traditionnelle.

	Grande vidange		Vidange moyenne	
	Prix moyen	<i>Ecart type</i>	Prix moyen	<i>Ecart type</i>
Vidangeurs occasionnels	325 000	125 830	130 000	26 458
Vidangeurs réguliers	86 429	18 192	45 000	16 035

Tableau 2 : Tarifs moyens annoncés pour des vidanges de latrine traditionnelle (MGA)

Les tarifs mentionnés par les vidangeurs réguliers de Mahajanga sont comparables à ceux de l'agglomération d'Antananarivo - Manjakaray II C - variant entre 60 000 et 150 000 MGA [16].

Le prix varie selon le volume de la vidange mais aussi selon le type d'ouvrage vidangé et la situation de la latrine : type de sol, distance à un canal. La difficulté du travail et le degré de négociation avec le ménage sont les principaux paramètres explicatifs.

Le coût des matériaux et consommables semble varier entre 5 000-10 000 MGA. Il correspond au ciment, sable, pétrole et parfois alcool de consommation. Il est habituellement pris en charge par les ménages vidangés. Pour un montant négocié de 50 000 MGA, la parcelle contribue donc environ à hauteur de 60 000 MGA, consommables compris.

Dans les équipes de vidangeurs occasionnels, contrairement aux équipes de vidangeurs réguliers, la division du salaire reçu entre les différents vidangeurs semble ne pas être équitable : 66% des vidangeurs occasionnels affirment la division inéquitable du salaire contre 0% des vidangeurs régulier.

En considérant une vidange à 60 000 MGA et une division équitable du salaire, chaque vidangeur touche près de 20 000 MGA par vidange. Le gain mensuel pour une moyenne de 6 vidanges par mois (n=14, ET =6,4) est donc estimé à 120 000 MGA pour 6 journées et 6 nuits de travail par mois. Le salaire moyen d'un ouvrier payé à la tâche étant d'environ 6 000 MGA pour une journée, il lui faut 20 journées de travail pour égaliser le salaire reçu grâce aux vidanges de 120 000MGA. Les vidanges semblent constituer une réelle source de revenu pour celui qui n'a pas d'appréhension pour les boues et qui peut travailler de nuit. Pratiquer ce métier demande aussi une certaine technicité.

4.1.9 Conclusion

L'étude a permis de mettre en évidence l'existence de deux profils d'opérateurs de vidange.

Les vidangeurs occasionnels effectuent des vidanges de manière très sporadique (au maximum 3 par mois en saison sèche). Ce sont de très grandes vidanges ou des vidanges dans des zones difficiles comme le quartier très urbanisé de Mahajanga Be. Les prix de ces vidanges sont élevés en moyenne de 325 000 MGA pour une grande vidange et de 130 000 MGA pour une vidange moyenne. Ces personnes ne font pas de la vidange leur métier. Elles sont plutôt plus éduquées et moins « psychologiquement habituées » à la manipulation des boues.

Les vidangeurs réguliers opèrent eux de manière beaucoup plus fréquente (jusqu'à 20 opérations par mois). Ce sont ces vidangeurs qui réalisent la majorité des vidanges dans les quartiers populaires de la ville. Leur métier comporte une composante de démarchage des ménages et de négociation. Ces vidangeurs « de métier » proposent un service pour des prix plus faibles, en moyenne de 86 400 MGA pour une grande vidange et de 45 000 MGA pour une vidange moyenne, hors matériaux. Le prix est lié principalement à la difficulté de l'opération, notamment vis-à-vis du creusement de l'excavation pour enterrer les boues et du volume à enlever.

Le volume évacué est très difficile à évaluer par les opérateurs eux-mêmes, ce qui constitue une conclusion en soi, à savoir que les volumes vidangés sont particulièrement mal évalués. L'observation des opérations de terrain et les entretiens officieux permettent néanmoins d'estimer un volume moyen évacué réaliste à 0,5m³/ vidange.

Les opérations de vidange sont effectuées dans une atmosphère particulière, faite de réticence face à la matière, de pression de la part de la parcelle et du voisinage, d'incertitude sur la consistance de la boue et sa facilité à être évacuée, et de la nécessité de finir avant l'aube. Le flou certain qui entoure la vidange –incertitude sur les volumes évacués par exemple- est sûrement un paramètre à retenir pour établir une stratégie de communication pour le service motorisé officiel de vidange.

On peut remarquer que ce secteur d'activité travaille avec peu de moyens, et serait peut-être plus efficace avec des outils plus adaptés. L'efficacité est néanmoins une chose difficile à mesurer compte tenu de l'atmosphère de travail. Il est important de mentionner que le risque sanitaire des personnes n'est pas le problème principal des travailleurs. Ce travail reste en effet essentiellement pénible d'abord par sa composante physique et ensuite parce qu'il demande des qualités de gestion de cette atmosphère particulière.

Si les vidangeurs interrogés affirment majoritairement travailler moins en saison des pluies et ne rejeter que rarement dans les canaux, c'est probablement en raison de la pression sociale ou réglementaire. Les observations de terrain et des discussions plus officieuses permettent en effet d'en douter.

4.2 PRATIQUES D'ASSAINISSEMENT AU NIVEAU DES MENAGES

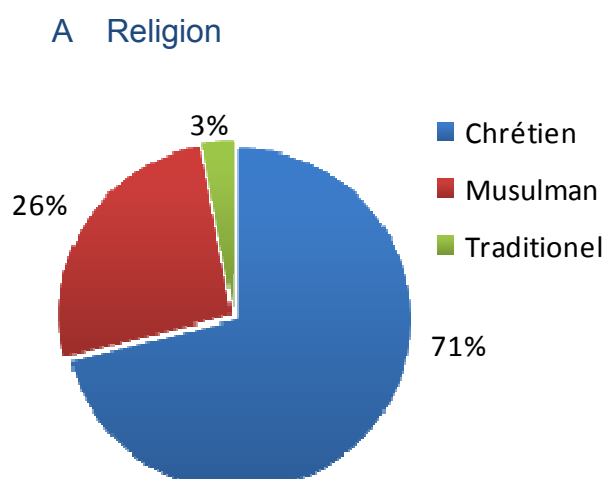
Les données relatives aux enquêtes auprès de la population ont été analysées dans un premier temps quartier par quartier. Les fiches présentant la synthèse des résultats dans chacun des quartiers font l'objet d'un fascicule additif pouvant faciliter d'éventuelles futures actions à l'échelle des quartiers. Les statistiques globales sur la zone d'étude sont présentées ici.

4.2.1 Données générales sur les ménages

La pression démographique est importante à Mahajanga la taille moyenne d'un ménage est d'environ 4,7 personnes (ET=3,2). L'étude statistique nationale de 2005 estimait à 4,3 la taille moyenne des ménages en région Boeny (erreur standard : 0,139 intervalle de confiance à 95% : 4,1) [2].

Les parcelles abritent le plus souvent (81%) plusieurs ménages. Le nombre moyen de ménages par parcelle est de 3,5 (ET= 2,4).

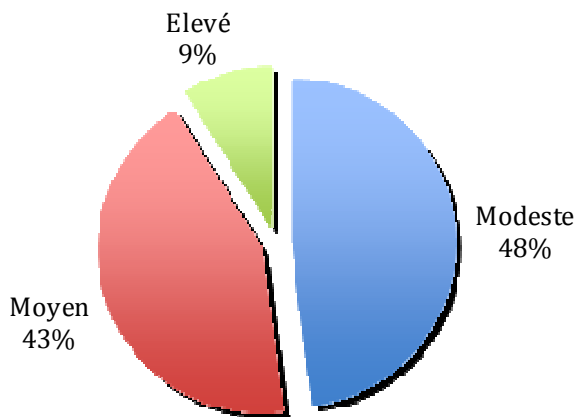
En moyenne les parcelles comptent 13 habitants (ET 9,1), donc 13 utilisateurs par latrines, ce qui est légèrement inférieur à la valeur trouvée dans des quartiers défavorisés de l'agglomération d'Antananarivo (17 utilisateurs) [17].



A Mahajanga, on note la présence majoritaire de trois groupes d'appartenance religieuse : Chrétien, Musulman et de croyance traditionnelle. La population se répartie de la manière ci contre.

Figure 8 : Répartition de l'appartenance religieuse

B Niveau socio-économique

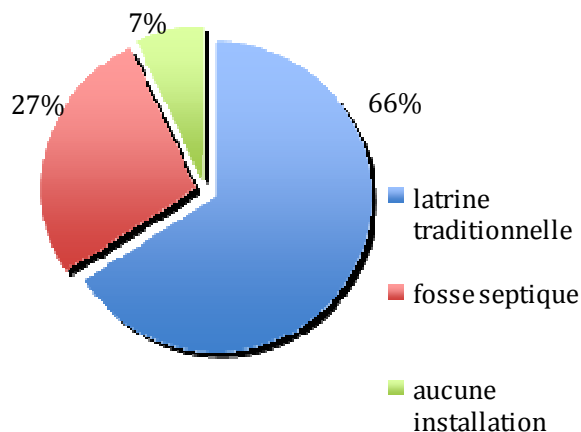


La figure ci contre présente la répartition des niveaux socio-économiques des parcelles enquêtées telle que ressentie par les enquêteurs sur la base d'indicateurs communs. 48% des parcelles enquêtées sont identifiées comme parmi les plus modestes.

Figure 9 : Niveaux socio-économiques des parcelles

Les enquêtes étant réalisées dans des quartiers populaires, le niveau social « élevé » est à considérer avec précaution. Il représente les ménages profitant d'une situation socio-économique plus favorable que les autres, estimée au regard des critères décrits en partie Méthodologie.

C Type de dispositif d'assainissement



Environ 7 % des parcelles des 21 quartiers enquêtés ne disposent d'aucune installation. La défécation peut alors être réalisée dans les toilettes publiques, chez le voisin ou à ciel ouvert (jangoany). 66% des parcelles sont équipées de latrines traditionnelles et 27% de fosses septiques.

Figure 10 : Type d'ouvrage d'assainissement utilisé dans les parcelles

Les latrines traditionnelles sont des ouvrages constitués d'une cabine ou superstructure permettant d'offrir une certaine intimité aux usagers et d'une fosse de stockage au droit du trou de défécation. Les cabines sont construites en ciment, en bois ou en tôle. Leur profondeur est variable, la profondeur moyenne observée est de 2 m, mais certains ouvrages sont bien plus profonds (jusqu'à 10m de profondeur). Ce type d'ouvrage reste prépondérant en raison de son coût abordable et de sa facilité de construction (constructible par un membre de la famille).

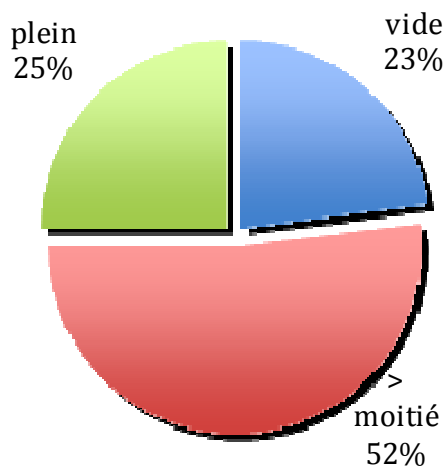
4.2.2 Focus sur les latrines

A Types d'eaux usées reçues

95,5% des latrines reçoivent exclusivement les eaux noires (c'est à dire : excréta, urines, eaux de nettoyage anal). Seul 4,5% des latrines reçoivent simultanément les eaux noires et les eaux grises (eaux utilisées à des fins domestiques : eaux de vaisselle, eaux de douche).

Dans la grande majorité (95,5%) des parcelles, les eaux grises sont rejetées dans la rue, la cour ou les caniveaux.

B Niveau de remplissage actuel des latrines



Plus de 77% des latrines sont remplies à plus de la moitié.

Seule 23% sont considérées comme vides ou de niveau de remplissage bas. Les autres devront être vidangées dans les prochains mois. 25% des latrines sont pleines (le niveau est à raz bord) et seront certainement vidangées incessamment sous peu.

Figure 11 : Niveau de remplissage des latrines

Le haut pourcentage de latrines complètement remplies illustre la tendance qu'ont les ménages d'attendre la quasi saturation de l'ouvrage pour faire appel à un vidangeur. Nombre de ces latrines pleines sont en réalité débordantes comme illustré sur la Figure 12.



Figure 12 : Niveau d'une latrine utilisée au maximum

C Accessibilité

Une grande majorité des parcelles interrogées sont jugées accessibles à un camion de vidange (88%). Les quartiers les moins accessibles sont Fiofio, Mahatsinjo et Sotema.

Dans Fiofio et Mahatsinjo, les parcelles sont accessibles à moins de 70%, mais le restent néanmoins à plus de 60%. Fiofio et Mahatsinjo sont des quartiers situés dans le Vallon

Metzinger, en aval. L'urbanisation informelle y semble importante, ce qui rend inaccessible un bon nombre de parcelles.

Sotema est le quartier le moins accessible (accessible à 38%). Quartier anciennement industriel, relativement peu peuplé mais où l'urbanisation informelle et la faiblesse des infrastructures semblent également dominer. Situé à proximité de la route et du centre ville, ce quartier semble néanmoins attirer la population. Cette zone reste toutefois parmi les moins denses de la ville à l'heure actuelle (73 hab/km² selon [1]).

Les quartiers les plus accessibles (accessibles à plus de 90%) sont Manga, Ambalavola, Ambovoalanana, Tanambao Ambalavato, Mahabibokely, Marovato Abattoir, Tsaramandroso Ambany et Ambony, Ambohimandamina et Tsararano Ambany. 4 de ces quartiers se situent en rive droite du Vallon dans les quartiers denses lotis de la zone de priorité I. La structuration de ces quartiers identifiée dans l'étude 2010 [1] semble se confirmer. Les 5 autres quartiers situés en zone de priorité II selon l'étude réalisée en 2010 semblent être plus accessibles qu'en première évaluation.

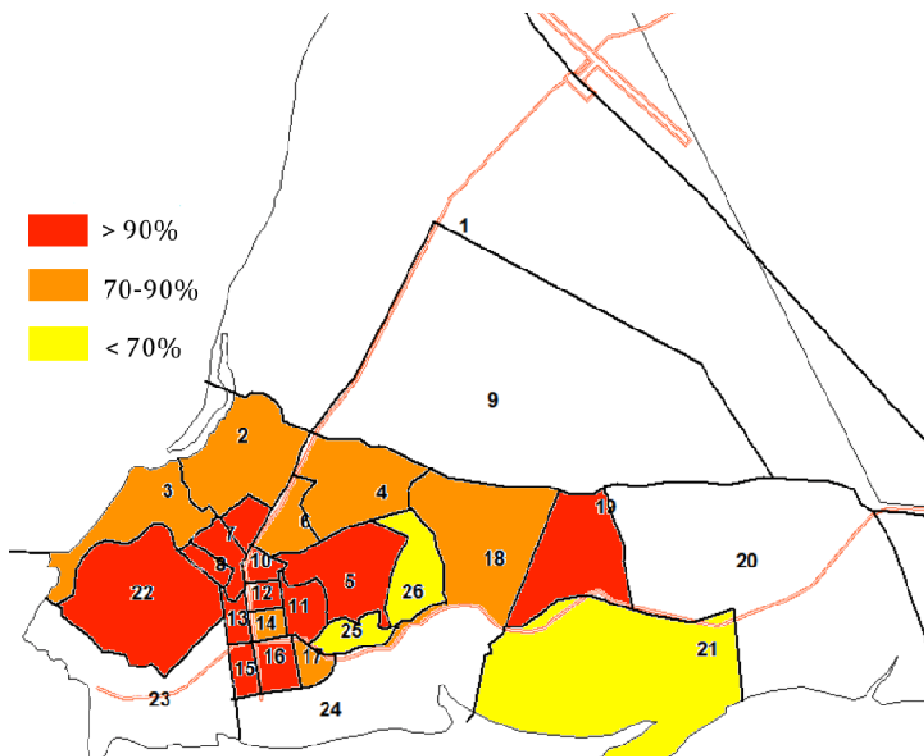
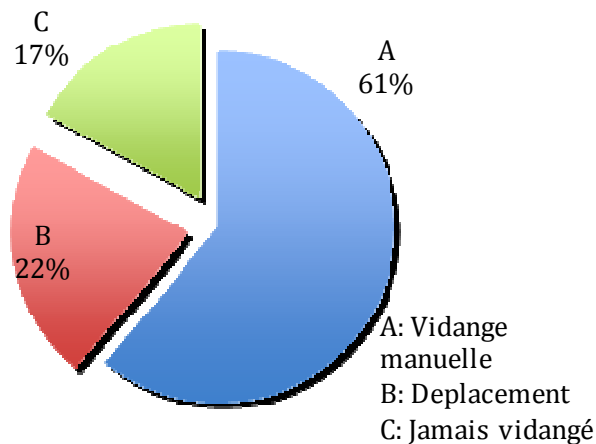


Figure 13 : Taux d'accessibilité aux parcelles, par quartiers

4.2.3 Focus sur l'évacuation des boues des latrines

A Mode d'évacuation des boues fécales



La ville de Mahajanga ne possédant pas actuellement de service de vidange officiel, deux modes de gestion des latrines sont couramment utilisés par les ménages lorsque la latrine est pleine : la vidange manuelle et le déplacement de la latrine.

Figure 14 : Modes de gestion des boues fécales lorsque la latrine est pleine

Au regard des enquêtes réalisées, la vidange manuelle semble être la pratique la plus répandue.

Deux types de personnes entrent dans la catégorie « Jamais vidangée » :

- Dans les quartiers denses lotis du centre il s'agit plutôt de nouveaux locataires qui n'ont pas encore dû vidanger leur fosse
- Dans les quartiers plus périphériques il semble qu'il s'agisse de parcelles ayant des fosses relativement grandes (10 m de profondeur ont pu être observés) qui n'ont en effet jamais été entièrement remplies

61% de vidange manuelle constitue donc un minimum. En effet une part des 17% des parcelles n'ayant pas encore effectué de vidange est constituée de ménages récemment installés mais qui devront envisager de vidanger prochainement.

Dans les quartiers denses lotis (bassin versant du vallon, quartier situé dans la zone de priorité I), les parcelles présentent des proportions de vidange plus importantes. En effet, moins de 6% des parcelles de cette zone déplacent leur latrine, ce qui semble confirmer l'influence de la saturation de l'espace dans le mode d'évacuation des boues.

88% des latrines vidangées le sont par un opérateur de vidange. Pour les 12% restant, le plus souvent pour des raisons financières, c'est un membre de la famille qui effectue la vidange.

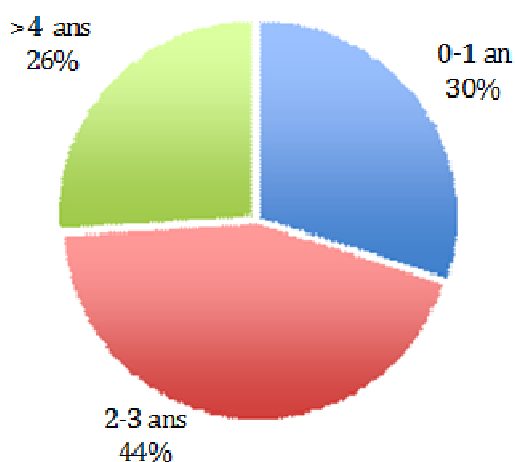
22% des parcelles enquêtées opèrent un déplacement de la latrine lorsque la fosse est pleine (ce qui induit la condamnation de l'ancien emplacement). Le déplacement de fosse est la pratique la plus répandue dans les quartiers suivants :

- Tsararano Ambony, zone de priorité I bis
- Ambohimandamina, Mahatsinjo et Tanambao Sotema, zone de priorité II

- Mangarivotra, zone non prioritaire selon l'étude 2010

Dans ces zones, les parcelles sont de plus grande taille et les densités moindres, la reconstruction d'une nouvelle fosse constitue donc une pratique relativement saine de gestion des excréta. Là encore, une grande majorité des parcelles (68%) font appel à un professionnel (maçon) pour la construction de leur nouvelle fosse. 32% des parcelles enquêtées réalisent elles-mêmes la nouvelle excavation. Les habitants des quartiers de la zone de priorité II, où le déplacement de fosse est la pratique la plus répandue, sont très majoritairement convaincus, compte tenu des faibles volumes qui peuvent actuellement être vidangés, qu'il est plus avantageux financièrement de déplacer la latrine. Le coût est plus élevé mais la latrine pourra être utilisée plus longtemps.

B Temps écoulé entre 2 vidanges consécutives



Le temps séparant 2 vidanges consécutives varie du mois à une trentaine d'année, moyenne 3,1 ans (ET : 3,3). Environ 30% des latrines sont vidangées tous les ans, 26% ont une fréquence de vidange supérieure à 4 ans.

Figure 15 : Temps entre deux vidanges consécutives

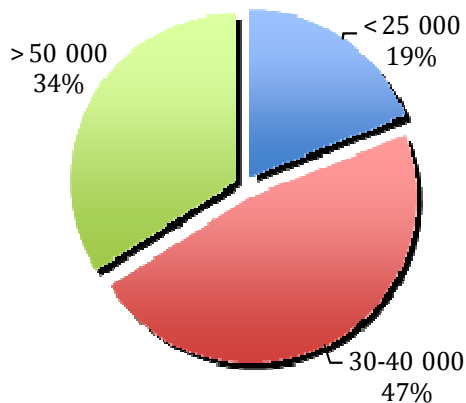
Le temps moyen séparant deux vidanges est de 3,1 ans (ET : 3,3) Cette valeur est relativement élevée comparée aux temps séparant deux vidanges observés à la capitale. Selon [21] la durée moyenne entre deux vidanges est de 6 mois à Manjarikaray II C, Andohatapenaka II Anosimasina (trois fokontany de l'agglomération d'Antananarivo).

La grande variabilité des fréquences de vidange peut s'expliquer par la non standardisation des dimensions des ouvrages, la qualité de la construction, le mode d'utilisation par les ménages de la fosse, le nombre d'utilisateur ainsi que le volume vidangé.

C Lieux de dépôtage

Les boues extraites lors de ces vidanges sont dites ensuite enfouies le plus souvent dans la cour (87%), mais aussi dans la rue (11%) ou dans les caniveaux (2%) lorsque la parcelle est saturée. Néanmoins, ces chiffres ne sont pas forcément représentatifs de la réalité. Les ménages pourraient en effet avoir tendance à minimiser les vidanges déversées dans les canaux et dans la rue compte tenu d'une part de l'interdiction de cette pratique et d'autre part de la pression sociale si le voisinage venait à l'apprendre.

D Coût d'une vidange



Les parcelles affirment payer en moyenne 41 145 MGA (ET: 20 298, Coût médian : 40 000 MGA) pour une vidange. Ce prix varie entre 2 000 MGA et 160 000 MGA. La majorité des parcelles (47%) payent ce service entre 30 000 et 40 000 MGA.

Figure 16 : Prix payés par parcelle pour une vidange manuelle (MGA)

En plus du prix de la prestation de vidange, le ménage paye en supplément le matériel nécessaire à la vidange (ciment pour reboucher l'excavation, pétrole, alcool) dont le coût moyen global varie entre 5 000 et 10 000 MGA.

Le service de vidange manuelle revient moins cher que le service de reconstruction de fosse qui varie entre 10 000 et 1 000 000 MGA et est en moyenne égal à 101 718 MGA (ET : 152 176).

E Modalités de paiement

96% des parcelles vidangées payent la prestation de vidange comptant alors que ce taux est de 61% pour un déplacement de latrine. Il semblerait qu'étant donné le coup plus élevé d'une reconstruction de fosse, le paiement ne puisse pas être effectué en une seule fois.

Rare semblent les vidangeurs acceptant de ne pas être payés comptant en fin de prestation. Les ménages sont donc obligés d'avoir mis de côté suffisamment d'argent pour effectuer une vidange. La question concernant le choix de la modalité de paiement de la prestation a été soulevée par plusieurs ménages qui se diraient prêts à payer plus s'ils pouvaient payer par tranches ou par mensualités.

On relève que 72% des parcelles enquêtées pensent avoir bénéficié de ce que les habitants appellent une grande vidange et seules 2% estiment payer pour une petite vidange. Seules 20% des parcelles enquêtées estimant payer pour une petite vidange payent effectivement moins de 10 000 MGA.

F Volume vidangé

A la question concernant le volume évacué lors de la dernière vidange, les personnes interrogées ont eu beaucoup de difficultés à répondre. En effet, outre la difficulté d'effectuer cette mesure, la personne interrogée étant rarement le chef de ménage ou le responsable de la vidange, elle est souvent absente lors de la vidange, qui a lieu la plupart du temps la nuit. A cela s'ajoute la difficulté de mémoire.

Les informations récoltées ne semblent donc pas représentatives de la réalité. L'estimation

des volumes vidangés n'est pas réalisable à partir de l'enquête ménages.

Les ménages n'ont aucune idée de la taille (grande, moyenne, petite) de la vidange. Ceci est un point clef à prendre en compte dans la stratégie de communication de l'entreprise de collecte et de transport mécanisé des boues, à savoir que le volume vidangé par camion sera supérieur au volume vidangé usuellement par les vidangeurs manuels.

4.2.4 Perception des problèmes et des solutions par la population

A Perceptions des problèmes et des solutions

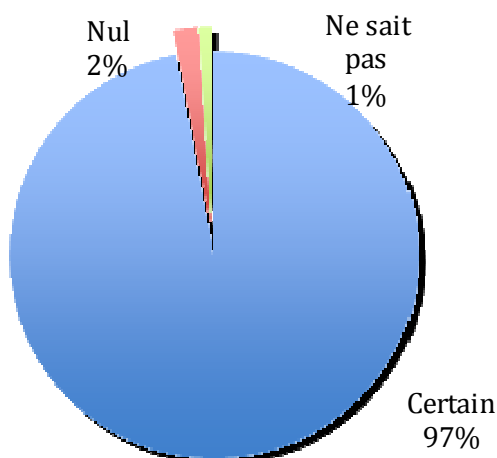
54% des parcelles enquêtées reconnaissent l'existence d'un problème avec l'évacuation actuelle des boues de vidange. Quasiment l'intégralité de ces parcelles (99,6%) affirme être dérangée par les odeurs nauséabondes résultant de la mauvaise gestion des boues de vidange c'est-à-dire de leur déversement ou enfouissement dans les quartiers.

Ces résultats indiquent que les ménages considèrent que l'amélioration devrait porter sur l'évacuation des boues hors des quartiers.

Les 46% mentionnant une absence de problèmes se réfèrent à l'aspect réglementaire en reliant l'inexistence de problème à l'autorisation donnée au préalable à la vidange par le chef fokontany.

97% des parcelles mentionnant l'existence de problèmes avec l'évacuation actuelle des boues de vidange, pensent que la solution est la mise en place d'un camion de vidange évacuant les boues hors de leur quartier. Plusieurs autres solutions ont été mentionnées : construction d'une fosse septique (21%), intervention de l'Etat et de la commune (8%), déplacement de la latrine (2,5%).

B Perceptions de la solution : « vidange mécanique »



La quasi totalité des parcelles (97%), y compris les 46% mentionnant l'inexistence de problème, sont certains que la mise en place d'un camion de vidange aurait pour effet de rendre leur vie plus facile, leur quartier plus agréable. Seul 2% des parcelles enquêtées pensent que les bénéfices de ce projet seraient nuls.

Figure 17 : Bénéfice attendu par la mise en place d'un service amélioré

Il est important de noter que des bénéfices sont attendus par 97% des parcelles enquêtées alors que seules 54% des parcelles enquêtées reconnaissent l'existence d'un problème. Il est fort probable que les enquêtés ayant répondu « Non » à la question portant sur l'existence de

problèmes avec l'évacuation des boues de vidange (Question 19) aient fait référence à la légalité du processus et non à leur perception réelle du problème.

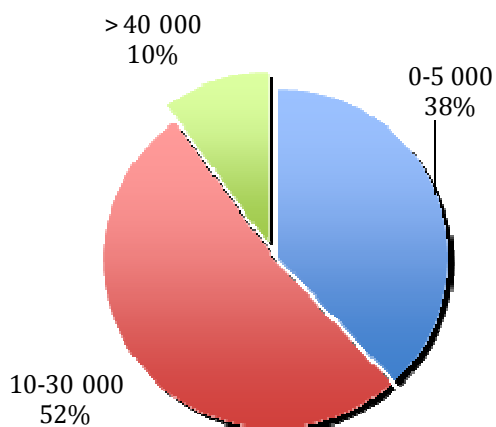
5% des parcelles ont émis le souhait d'acquérir une fosse septique mais affirment ne pas avoir les moyens financiers suffisant pour l'achat de ce dispositif.

C Volonté d'améliorer la gestion des boues de vidange et propension à payer pour ce service

La volonté des ménages d'améliorer la situation au regard des boues de vidange est palpable eut égard aux résultats de l'enquête. En moyenne 97% des parcelles estiment que tout le monde participera financièrement à un service de collecte et d'évacuation motorisée des boues de vidange s'il est mis en place.

Les parcelles se disent prêtes à payer en moyenne 51 962 MGA (ET 21 372, Coût médian : 50 000 MGA) pour ce service, présenté comme une vidange complète de leur fosse. Cette volonté à payer varie entre 200 000 et 0 MGA mais semble concerner tout le monde. En effet 4 parcelles seulement (sur 959 enquêtes soit 0,4%) ont indiqué ne pas souhaiter payer pour ce service, 3 parcelles ont indiqué souhaiter un service de vidange gratuit, 1 parcelle a affirmé que la mise en place du camion de vidange ne changerait pas leur mode d'évacuation des boues (vidange par un membre de la famille).

31% des parcelles enquêtées se disent prêtes à payer 70 000 MGA pour un service de collecte et de transport des boues.



62% des parcelles payant actuellement pour un service de vidange disent accepter de payer au minimum 10 000 MGA supplémentaire par rapport au coût initial (coût matériel exclus) pour un service de collecte et de transport motorisé des boues de vidange.

Figure 18 : Coût supplémentaire accepté pour un service amélioré

La majorité des ménages (52%) sont prêts à payer entre 10 000 et 30 000 MGA supplémentaires par rapport au coût initial (coût matériel exclus) pour un service de collecte et de transport motorisé des boues.

4.2.5 Conclusion

A Situation des majungais au regard de l'assainissement

L'enquête auprès des ménages permet tout d'abord de confirmer et de préciser la situation de Mahajanga au regard de l'assainissement. De l'ordre de 70% des parcelles de la zone d'étude sont équipées de latrines, et ces latrines sont vidangées manuellement pour plus de 60% d'entre elles. La proportion des parcelles équipées d'une latrine et la proportion des latrines vidangées permet d'établir la répartition géographique des parcelles pratiquant la vidange manuelle (Figure 19).

L'étude confirme aussi la forte accessibilité des quartiers.

Les parcelles équipées de latrine et ne réalisant pas de vidange manuelle traitent le problème en recréant une latrine. Cette solution est plutôt mise en œuvre dans les quartiers moins denses, comme l'indique la Figure 20. Cette solution n'est en effet possible que si l'espace dans la parcelle est suffisant. Elle présente l'avantage d'un plus grand volume de fosse disponible. Le coût unitaire d'un nouveau creusement est plus élevé qu'une vidange, mais le coût annuel est réputé plus avantageux pour les ménages.

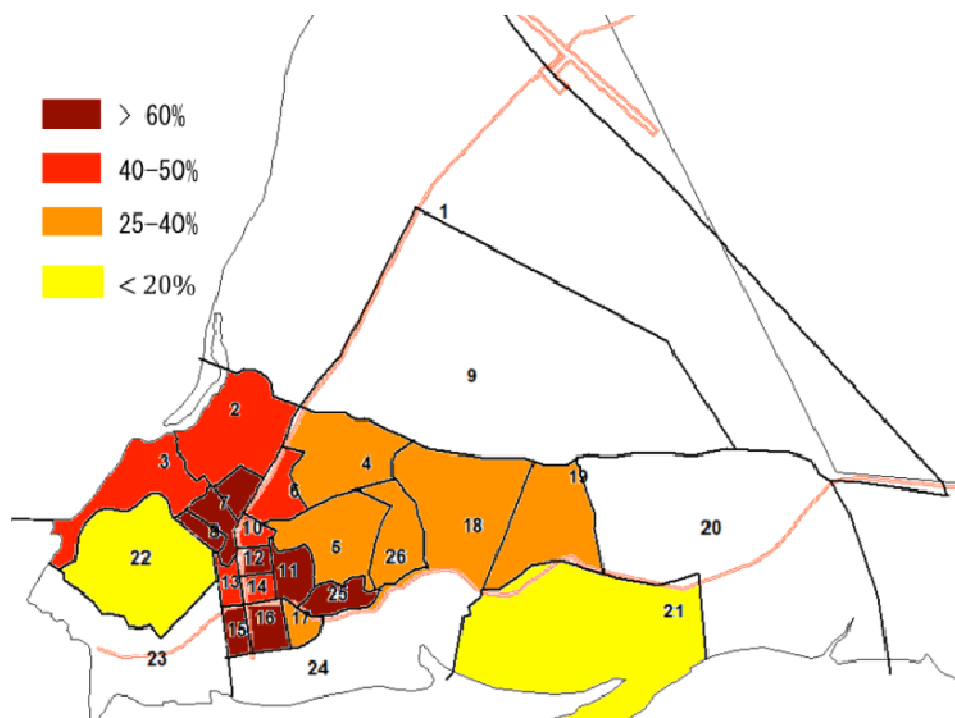


Figure 19 : Proportion de parcelles pratiquant la vidange manuelle, par quartier

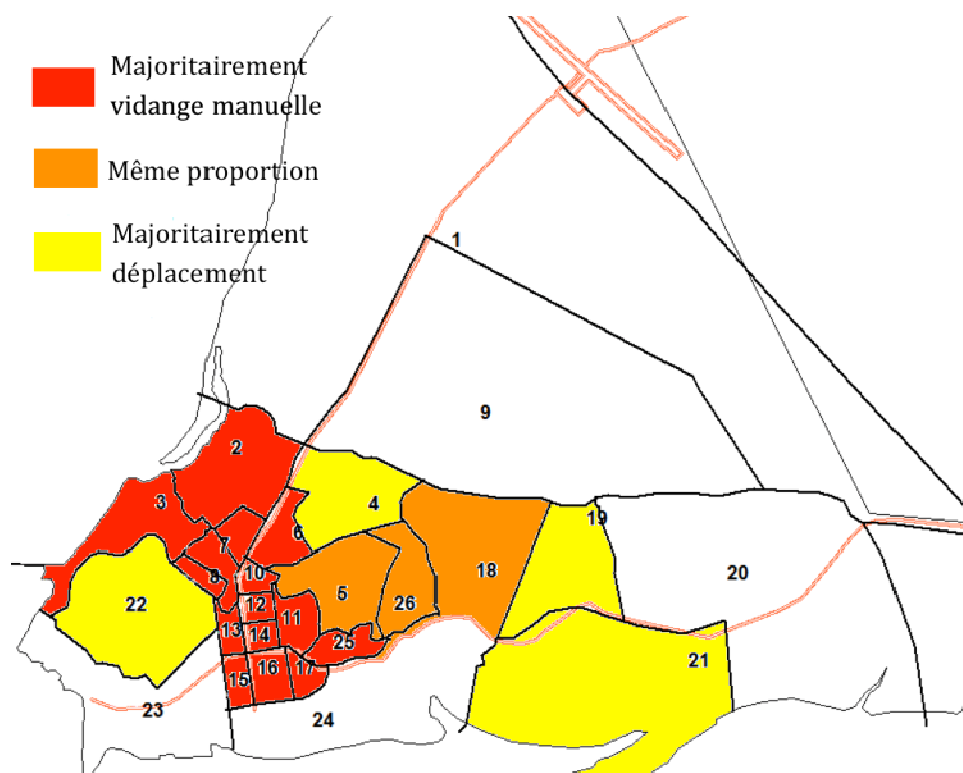


Figure 20 : Mode de gestion des boues lorsque la latrine est pleine, par quartier

B Nombre total de vidanges par an

La connaissance de la fréquence de vidange des latrines a permis d'estimer le nombre de vidanges par an par quartier. Les résultats sont présentés dans chaque fiche quartier (fascicule additif). Au total, sur l'ensemble de la zone d'étude, 3 534 vidanges par an ont été estimées, soit environ 14 vidanges par jour sur la base de 250 jours travaillés par an. En moyenne 186 vidanges auraient lieu dans un quartier par an (ET 132). A Abattoir, quartier comptant le plus grand nombre de vidanges annuelles, 489 vidanges ont lieu par an.

La Figure 21 permet de repérer les quartiers où le nombre de vidanges par an, au prorata de la surface du quartier, est le plus important. Cette image confirme globalement le zonage 2010, avec une pression sanitaire majeure sur les quartiers du vallon (bassin versant) et à proximité. Néanmoins les quartiers Tsaramandroso Ambany et Ambony semblent finalement plus concernés et Manjarisoa moins concerné.

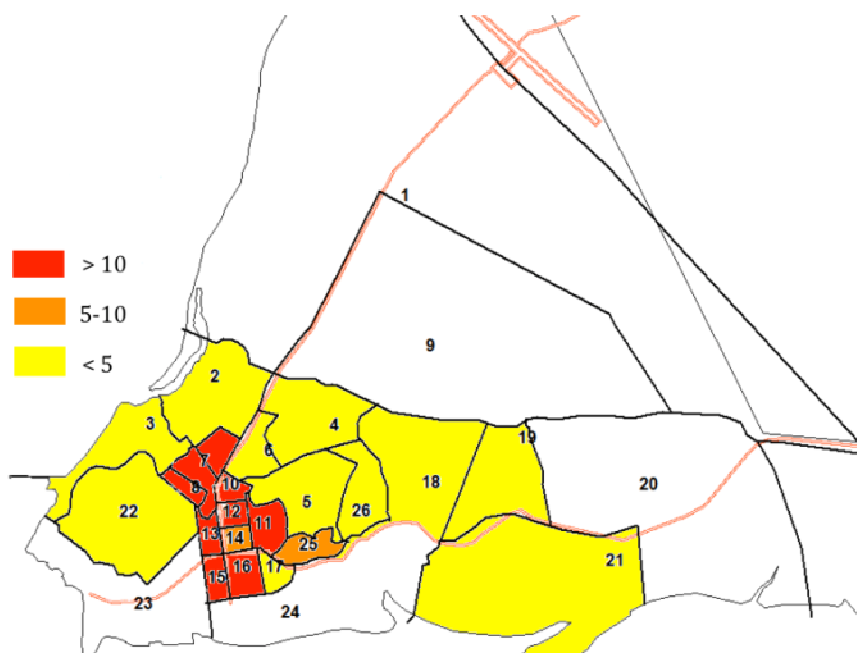


Figure 21 : Densité de vidange par quartier (nb de vidange/an/hectare)

En tenant compte de l'accessibilité de chacun des quartiers, 3172 vidanges par an pourraient être effectuées par un service de collecte et de transport, soit 12,7 vidanges par jour (sur la base de 250 jours travaillés par an).

C Estimation de la fluctuation saisonnière

Sur la base de la mention du mois de la dernière vidange il y aurait environ le même nombre de vidanges en saison des pluies (53%) qu'en saison sèche (46%) avec un pic de vidange en Mars (coefficient de pointe saisonnier de 1,8) comme illustré sur la Figure 22. Le pic de vidange en début de saison des pluies succède à un creux de vidange en fin de saison sèche. Le niveau de la nappe phréatique entraîne un engorgement des sols et une augmentation du niveau des boues dans les latrines et est responsable du besoin de vidange en début de saison des pluies.

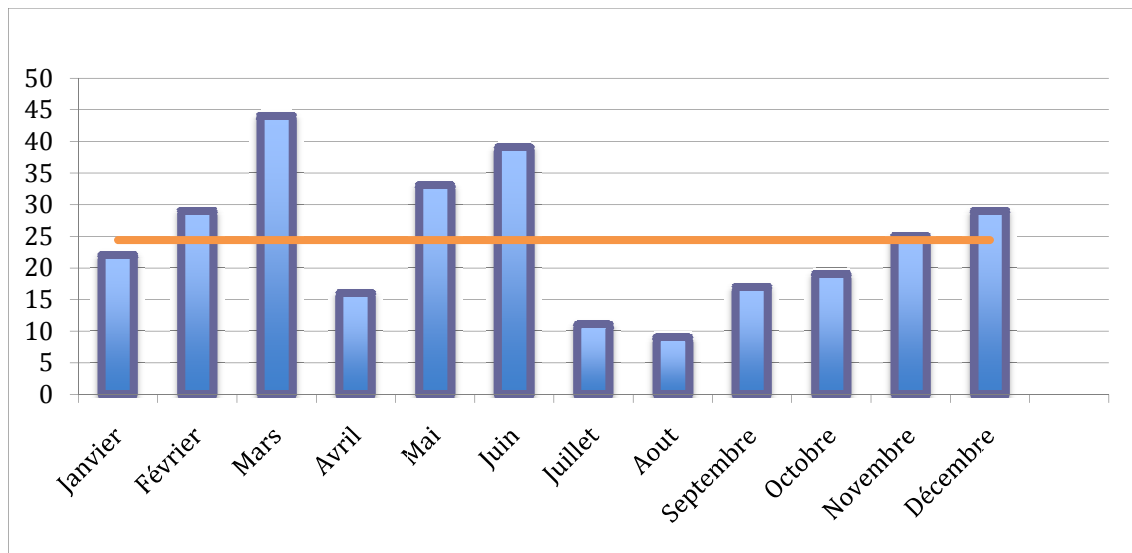


Figure 22 : Variation saisonnière du nombre de vidange

D Comportement et perception de la population

L'évacuation des boues de vidange apparaît comme un problème majeur pour la quasi-totalité de la population concernée, c'est-à-dire étant équipée d'une latrine traditionnelle et ne pouvant faire autrement que de la faire vidanger quand elle est pleine. Cette population représente de l'ordre de 50% de la zone d'étude, soit près de 90 000 habitants, avec une plus forte concentration dans la zone du vallon et quartiers lotis du centre ville.

Pour cette population, la vidange manuelle semble perçue comme un mal nécessaire dans la situation actuelle, qui reste néanmoins difficilement acceptée. A défaut de pouvoir s'offrir une fosse septique inabordable financièrement, la quasi-totalité des ménages souhaite la mise en place d'un service officiel de collecte et d'évacuation des matières. La population semble consciente d'avoir atteint une situation délicate où il est maintenant indispensable d'agir. Incapable d'intervenir à leur échelle, la mise en place d'un camion de collecte et de transport des boues apparaît comme la solution la plus appropriée à la situation.

La décision de faire vidanger apparaît également comme essentiellement tributaire de la trésorerie disponible sur la parcelle. En effet, on constate une forte corrélation entre les coûts de vidange et le niveau social du ménage, à savoir que plus le ménage est aisé, plus il pratique des vidanges chères, donc très probablement de plus grand volume. Il semble que ce soient les ménages les plus modestes qui attendent le dernier moment pour faire vidanger et pour qui la vidange sera de plus faible volume.

E Volonté et capacité à payer

La moyenne des montants proposés pour le service amélioré de collecte et de transport des boues (51 962 MGA) (ET 21 372, Coût médian : 50 000 MGA) est supérieure au tarif courant moyen de la vidange 41 145 MGA (ET: 20 298, Coût médian : 40 000 MGA). Les ménages semblent prêts à payer 1,3 fois plus chère que ce qu'ils payent pour améliorer la gestion des boues de vidange à l'échelle de la ville.

Néanmoins, le nombre de ménages pouvant réellement payer 80 000 MGA pour une vidange

est réduit, ce qui souligne aussi que le coût du service sera un frein à ce projet.

Selon les résultats de l'enquête, la participation de la population au service amélioré de vidange ainsi que le nombre de vidange par an réalisé par un service de collecte et de transport motorisé des boues peut être estimé en fonction du coût demandé pour une vidange de la manière suivante (* base de 250jours de travail/an

Tableau 3). Par exemple, si le prix du service de collecte et de transport des BV est de 40 000 MGA, 84% de la population des quartiers cible accède à ce service.

Prix du service (MGA)	Participation	Nombre de vidanges par an	Nombre de vidanges par jour (*)
70 000	29%	920	3,7
60 000	44%	1396	5,6
50 000	62%	1967	7,9
40 000	84%	2664	10,7

* base de 250jours de travail/an

Tableau 3 : Taux d'adhésion de la population à un service amélioré selon le tarif fixé

4.3 PRATIQUES D'ASSAINISSEMENT AU NIVEAU DES STRUCTURES NON MENAGERES

4.3.1 Données générales de l'enquête

Les différents types d'établissements interrogés (hôtels, restaurants, écoles/ WC publics des marchés) se distinguent parfois vis-à-vis de certaines pratiques (types d'installations, types d'eaux usées rejetées dans la fosse, fréquence de vidange, coût d'une vidange). Ces distinctions font l'objet de remarques le cas échéant, les données étant traitées de manière globale dans le cas général.

A Type d'installation

Les trois types d'établissements interrogés possèdent tous des fosses septiques.

Les hôtels présentent à 92% plusieurs fosses septiques. Ce nombre varie selon la taille de la structure entre 1 et 16 fosses.

Seuls 43% des restaurants interrogés présentent plusieurs fosses, dont le nombre est en moyenne plus faible que celui des hôtels. Il varie entre 1 et 5.

Les deux écoles interrogées présentent 1 seule fosse septique. L'un des deux marchés interrogés présentait 5 fosses l'autre n'en présentait qu'une.

B Types d'eaux usées reçues

Les pratiques varient selon le type d'établissement.

Dans le cas des structures hôtelières, 31% des fosses reçoivent exclusivement des excréta ce qui signifie que 31% des hôtels déversent leurs eaux grises directement dans le milieu extérieur. 23% des fosses reçoivent simultanément tous les types d'eaux usées (excréta, vaisselle, douche). Les 46% restants reçoivent simultanément excréta et eaux de douche.

Dans le cas des restaurants, 71% des fosses reçoivent exclusivement des excréta. Seuls 29% reçoivent simultanément excréta et eaux de vaisselle ce qui signifie que les restaurants déversent leurs eaux grises en grande majorité directement dans le milieu extérieur.

Les écoles interrogées ne rejettent dans leur fosse que les excréta.

Un des deux WC publics enquêtés comprend aussi un service de douche publique et reçoit donc simultanément les deux types d'eaux usées, ce qui n'est pas le cas de l'autre WC public.

C Niveau de remplissage

56 % des structures hôtelières et restaurants interrogés affirment ne pas connaître le niveau de remplissage de leur fosse.

Le niveau de remplissage des fosses des WC des marchés et écoles semble par contre être connu. Le niveau de remplissage des fosses des WC des marchés est connu par les agents responsables de la maintenance des WC étant donné que la dernière vidange date de moins de 4 mois.

Les établissements n'ayant jamais vidangé leur latrine ne connaissent pas le niveau de remplissage de la fosse.

Pour les 48% connaissant le niveau de remplissage de leurs fosses, 67 % sont remplis à plus de la moitié (niveau de boue).

D Accessibilité

Les fosses septiques des établissements interrogés sont à 97% accessibles à un camion de pompage. Seule une des deux écoles interrogées n'a pas pu être atteinte en voiture.

4.3.2 Focus sur la vidange des fosses

A Mode d'évacuation des boues fécales

65 % des établissements interrogés (tous types établissement confondus) pratiquent actuellement la vidange, 6 % ont affirmé souhaiter le faire mais l'absence de service officiel ne leur permet pas.

Les hôtels ont davantage eu besoin de faire vidanger leur fosse que les restaurants. 77% des hôtels ont déjà dû vidanger contre seulement 50% des restaurants.

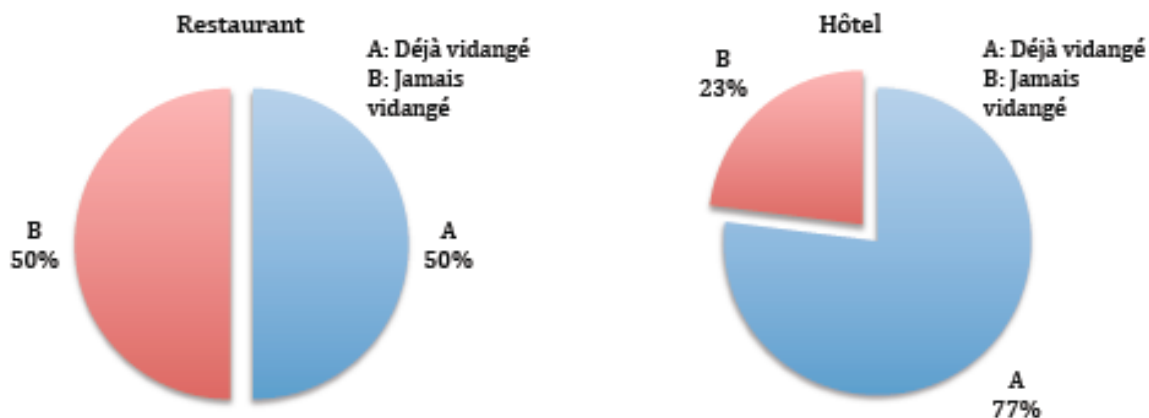


Figure 23 : Modes de gestion des boues des restaurants et des hôtels

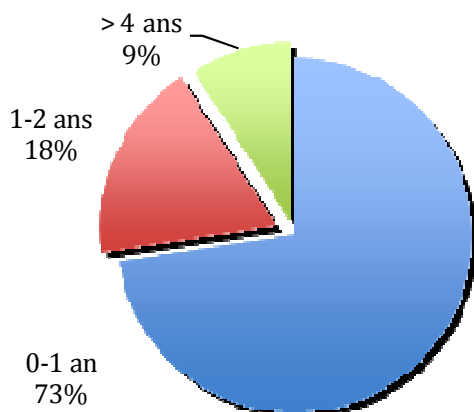
29% des établissements n'ont jamais eu besoin de vidanger leur fosse, soit parce que l'établissement est récent, soit parce que les dimensions de la fosse font qu'ils n'en ont jamais ressenti la nécessité.

16 % des gérants des établissements interrogés semblent ignorer la nécessité de vidanger régulièrement une fosse septique. Une fosse septique, non vidangée, peut rester longtemps sans montrer des signaux de dysfonctionnements, mais entre temps, les liquides mal traités sont évacués par les puisards. [18].

La vidange de la fosse doit être réalisée non pas lorsqu'elle est pleine, mais lorsque le niveau des matières solides décantées est situé entre la moitié et les deux tiers de la fosse [18].

84 % des établissements effectuant des vidanges rencontrent les opérateurs de vidange par contact direct (passage des opérateurs de vidange dans les structures à la recherche d'une vidange). Seuls 9% des établissements interrogés connaissent vraiment un opérateur de vidange (détiennent son numéro de téléphone et peuvent donc faire appel à lui en cas de besoin).

B Temps écoulé entre 2 vidanges consécutives



Pour les 20 établissements ayant déjà effectué une vidange manuelle, le temps entre deux vidange varie de 15 jours à 10 ans et est en moyenne de 1,67 ans (ET : 2,84).

73% des établissements effectuant des vidanges (tous types établissements confondus) ont néanmoins une fréquence de vidange comprise entre 0 et 1an.

Figure 24 : Temps écoulé entre 2 vidanges consécutives

Les hôtels sont les établissements ayant le temps moyen entre deux vidanges consécutives le plus élevé (en moyenne 2,5 ans (ET 3,7)).

Les restaurants ont un temps moyen entre deux vidanges relativement faible (0,8 an, ET 1,0). Cette valeur faible est liée à l'existence d'un restaurant réalisant de petites vidanges toutes les 2 semaines. En ne prenant pas en compte ce restaurant, le temps moyen entre deux vidanges est de 1,25 ans (ET: 1,1).

En tenant compte du temps écoulé entre 2 vidanges des différents établissements, un nombre moyen de vidanges, par an par et par établissement, a pu être calculé par catégorie d'établissement (Tableau 4).

Les WC publics des marchés vidangent régulièrement, en moyenne 2,5 vidanges par an par établissement ont lieu.

Type d'établissement	Temps moyen entre 2 vidanges consécutives (an)	Nombre moyen de vidanges par an par établissement
Hôtel	2,5 (ET : 3,7)	1,1
Restaurant	1,25 (ET : 1,1)	1,3
WC public	0,41 (ET : 0,11)	2,5

Tableau 4 : Nombre de vidange par an par type de structure non ménagère

A partir du nombre d'établissements (hôtels et restaurants) fourni à titre indicatif par l'office de tourisme de Mahajanga, le nombre de vidange d'hôtels et de restaurants à Mahajanga est estimé dans le Tableau 5.

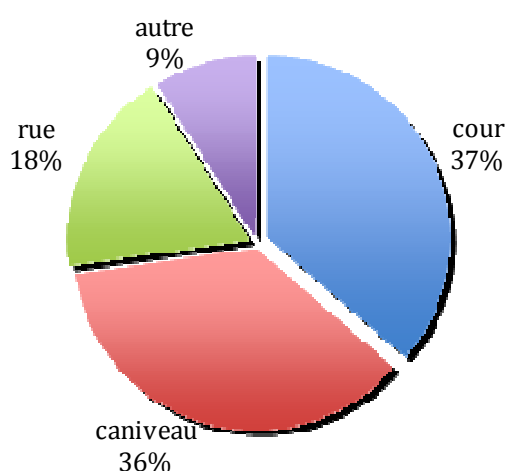
En comptant la présence de 100 hôtels, 85 vidanges par an sont estimées pour les hôtels de Mahajanga.

Type d'établissement	Nombre d'établissements à Mahajanga	Nombre de vidanges par an
Hôtel	100	84,7
Restaurant	50	32,5
Marchés	5	10
TOTAL		127

Tableau 5 : Nombre de vidanges de fosse des établissements de Mahajanga

Des WC publics sont aussi présents au sein des quartiers, ceux ci n'ont pas été pris en compte dans le tableau précédent. Leur nombre n'est pas précisément connu. Ces établissements ainsi que d'autres établissements n'ayant pas pu être comptés ici réalisant eux aussi des vidanges, le total de 127 obtenu par les estimations précédentes serait donc un minimum.

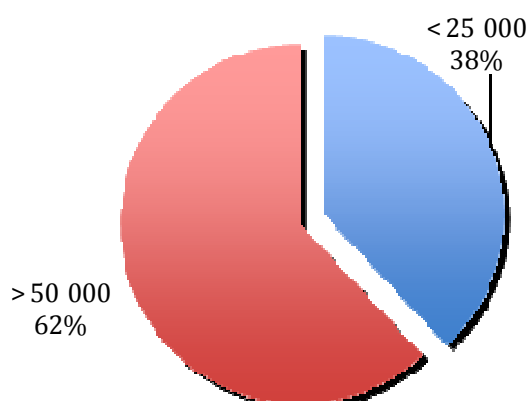
C Lieux de dépotage



Il n'existe pas de variation notable du lieu de dépotage selon le type d'établissement. 45 % des établissements effectuant des vidanges ignorent la destination des boues de vidange. Pour les 55% restant, les boues sont majoritairement rejetées dans la cour (36%).

Figure 25 : Lieux de dépotage des boues des structures non ménagères

D Coût d'une vidange



Les établissements (tous types confondus) affirment payer actuellement en moyenne 61 230 MGA (ET : 43 364) le service de vidange manuelle. Si les deux établissements payant le service 15 000 MGA sont retirés, le prix moyen payé actuellement serait de 69 636 MGA (ET 40 018).

Figure 26 : Coût de vidange dans les structures non ménagères (MGA)

Les hôtels payent en moyenne 74 000 MGA (ET : 39 740) le service de vidange manuelle.

En moyenne les restaurants payent ce service 54 000 (ET : 51 647). Cette valeur relativement faible est liée à l'existence de deux restaurants payant actuellement le service 15 000 MGA.

Les WC publics des marchés dont la fréquence de vidange est assez faible payent le service 52 000 MGA.

4.3.3 Perception des problèmes et des solutions par les gérants des structures

A Perception des problèmes et des solutions

58 % seulement des établissements interrogés reconnaissent l'existence d'un problème avec l'évacuation actuelle des boues de vidange dans la ville de Mahajanga. Des problèmes d'odeur et l'absence actuelle de lieux de traitement des boues ont été soulevés. Il semblerait que la reconnaissance de l'existence de problèmes par les gérants des structures soit liée au standing de la structure, 64% des enquêtés ayant répondu reconnaître l'existence de problèmes ont été classés dans la catégorie « chic à très chic » par l'enquêteur. Contrairement à l'opinion au sein des ménages, où tout le monde semblait concerné.

La quasi totalité des établissements (97%) sont néanmoins intéressés par la mise en place d'un service de collecte et de transport motorisé des boues. Un seul restaurant a répondu ne pas être intéressé par un tel service.

B Volonté d'améliorer la gestion des boues de vidange et propension à payer pour ce service

Le prix proposé de 250 000 MGA pour le service amélioré de collecte et évacuation des boues a été trouvé abordable par 45% des établissements interrogés. 71% des établissements interrogés seraient prêts à payer 150 000 MGA pour une vidange complète de leur fosse par un camion. 13% des établissements interrogés ont affirmé que quelque soit le prix du service leur participation serait certaine. La propension des établissements à payer peut être estimée à 208 064 MGA (ET 121 940). Les hôtels semblent être prêts à payer légèrement plus cher pour le service de collecte et de transport des boues mais il n'existe pas de grande différence dans la propension à payer entre les hôtels, restaurants, et écoles / marchés estimée respectivement à 221 538 MGA, 197 857 et 200 000 MGA.

4.3.4 Conclusion

Les structures non ménagères interrogées sont équipées de fosses septiques. Leur besoin vis-à-vis de la vidange ne semble pas pressant. Il demeure que la grande majorité des gérants se disent intéressés par un service officiel de collecte et d'évacuation des boues de vidange. Le prix ne semble pas être une barrière à leur participation : 85% des établissements enquêtés se disent prêts à payer plus pour un tel service. Le montant maximal moyen souhaité est de 210 000 MGA (ET : 121 940).

Avec plus de 130 vidanges par an, la manne financière représentée par les structures non ménagères de Mahajanga est significative au regard de la contribution potentielle des ménages seuls. Il semble toutefois qu'une pleine contribution de ces structures devrait être précédée d'actions de communications, voire de pressions réglementaires.

4.4 CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES BOUES DE VIDANGE

4.4.1 Concentrations des boues

Un total de 53 échantillons de BV a été échantillonné en 9 jours, sur la période du 01/06/2011 au 01/07/2011. 96% des échantillons ont été prélevés en latrine traditionnelle et 4% en fosse septique.

A Qualité des boues

Du point de vue de la consistance, les boues échantillonnées présentent des consistances liquides à pâteuses et des couleurs allant du jaunâtre au noirâtre.



Figure 27 : Différents aspects des boues



Figure 28 : Aspect type d'une boue dite pâteuse

68 % des boues ont été dites « pâteuses » après observation à l'œil nu de l'échantillon. 30 % ont été dites « liquides » 2% ont été dites « solides mais pénétrables ».

La densité moyenne des boues est de 1,02 (ET : 0,12).

B Matières sèches (MS)

Les valeurs moyennes, écarts-types et médianes de MS et %MS sont regroupées dans le Tableau 6.

	MS (g/l)	MS (%)
Moyenne	228	21
Ecart-type	156,	10
Médiane	191	20

Tableau 6 : Concentration en matières sèches et siccité moyenne

La siccité moyenne des boues est de 21%. Les boues sont très concentrées. La siccité élevée des échantillons prélevés peut être reliée d'une part à la très faible proportion de ménages déversant de l'eau dans leur fosse et d'autre part à la perméabilité élevée des sols entraînant l'infiltration de la partie liquide des boues.

L'observation des valeurs de MS montre aussi une grande variabilité des concentrations, comme illustrée dans la Figure 29.

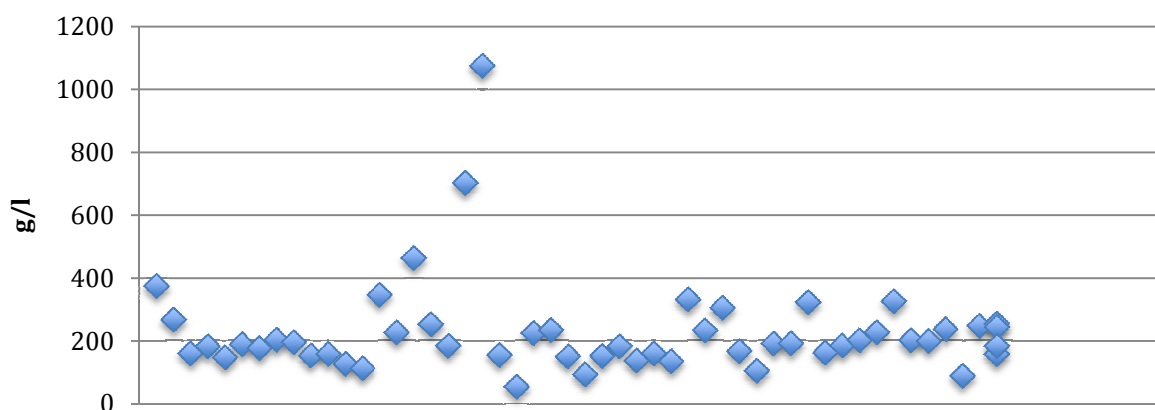


Figure 29 : Répartition des concentrations en matières sèches

Sur les 53 échantillons, 3 échantillons présentent une concentration en MS excessivement élevée : 463g/l, 701g/l et 1074g/l. Les analyses de ces trois échantillons ont été refaites plusieurs fois et des résultats similaires ont été retrouvés (erreur relative de 5% en moyenne). Ces valeurs très élevées sont attribuées à la présence de sable dans les échantillons. En effet l'échantillon 22 (MS=10 734g/l) prélevé en fosse septique n'est pratiquement constitué que de sable. Malgré leurs singularités, ces échantillons ont été intégrés au présent rapport puisqu'ils sont eux aussi représentatifs de ce qui devra être traité à la station.

C Matières Volatiles (MV)

La concentration en MV des boues prélevées, bien que très variable est de 130g/l environ. L'observation des valeurs de MV montre une grande variabilité des concentrations (Tableau 7). Le rapport MV/MS varie selon les échantillons entre 3 % et 90 %. La valeur moyenne est de 66 %.

	MV (g/l)
Moyenne	127
Ecart-type	35
Médiane	130

Tableau 7: Concentration moyenne en matières volatiles

Hormis les trois échantillons sableux, la corrélation entre MS et MV présente une bonne cohérence d'ensemble comme le montre la Figure 30.

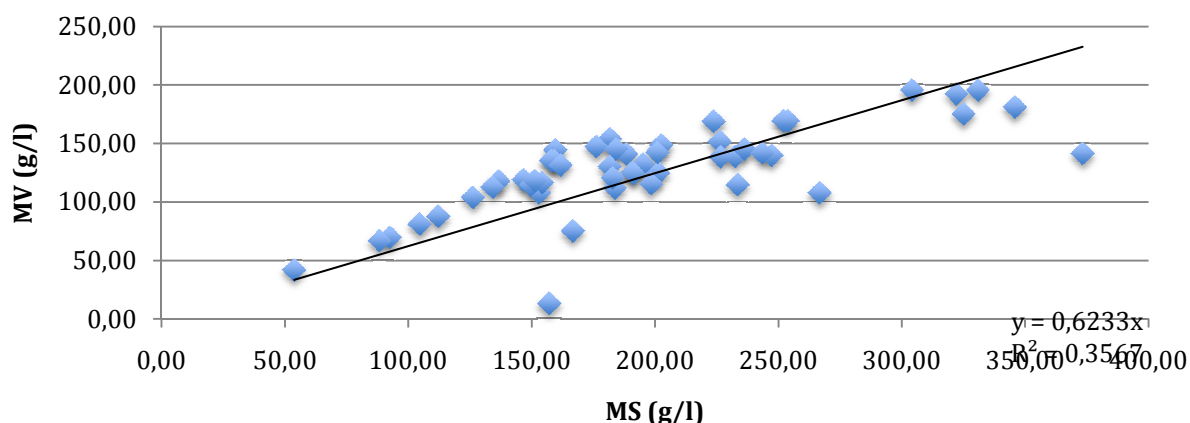


Figure 30 : Corrélation entre matières sèches et matières volatiles

Avec un taux de MV de 66%, les boues peuvent être considérées plutôt digérées [18]. 30% des échantillons sont très bien digérés (MV < 60%) alors que 21% des échantillons sont néanmoins plus frais (MV > 80%) et sont donc sujets à des phénomènes de dégradation à venir et à une moins bonne déshydratabilité.

4.4.2 Typologie des boues

A Catégorisation des boues

Les boues ont pu être statistiquement rassemblées dans 3 catégories distinctes selon leur degré de stabilisation (Tableau 8) :

- Catégorie A : Boues vraiment très concentrées et bien digérées
- Catégorie B : Boues concentrées et plutôt digérées
- Catégorie C : Boues peu digérées

Catégorie	n	MS (g/l)		MV (%)	
		Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type
A	9	471	258*	41	23
B	16	219	30	60	8
C	28	156	41	77	8

* : Fort écart type en raison des échantillons sableux

Tableau 8 : Caractéristiques des boues selon leur catégorie

Parmi les boues de catégories C figurent 5 échantillons effectués volontairement sur le dessus de la latrine (cas où la latrine débordait), dans le but de les caractériser. Ces 5 échantillons présentent une concentration en matière volatile légèrement plus élevée que la moyenne (MS= 182 (ET : 22) ; MV=76 % (ET: 6)). Cela permet de confirmer l'aspect « frais » des boues de la catégorie C.

B Influence de la nappe phréatique sur les concentrations

Les prélèvements peuvent être rassemblés en fonction du type de sol dont ils proviennent. Le type de sol est à associer au niveau de la nappe phréatique sous-jacente. En effet les sols sableux de Mahajanga se trouvent le long du lit majeur du vallon Metzinger. Les sols boueux sont situés en aval du vallon (nappe souvent affleurant) et les sols durs sont plutôt situés sur les bords du vallon. On peut distinguer 3 catégories de sol :

- D : Prélèvement dans les quartiers denses, proche du centre ville, qui présentent un sol plutôt dur, caillouteux (zones plus élevées), niveau de la nappe basse
- E : Prélèvements sur des sols des quartiers en bordure du vallon Metzinger plutôt de type sableux (zone proche du cours d'eau en bas du vallon), niveau de la nappe haut
- F : Prélèvement sur les sols boueux dans la zone inondable de Mahavoky Atsimo à l'embouchure du Vallon (zone humide)

Une corrélation entre le niveau de la nappe et les caractéristiques des boues a pu être mise en évidence (Tableau 9). Les échantillons prélevés en bordure du vallon Metzinger où le niveau de la nappe est haut ont une concentration inférieure à ceux prélevés là où le niveau de la nappe est plus bas. Cette concentration est encore plus faible en zone humide. L'eau de la nappe influence donc la concentration des BV. Les boues sont d'autant moins concentrées que la nappe est haute.

Catégorie	n	MS (g/l)		MV (g/l)	
		Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type
D	28	274	200	130	39
E	23	181	53	128	27
F	2	136	44	78	4

Tableau 9 : Influence de la nappe phréatique sur les concentrations

Le niveau de la nappe variant selon la saison, il est probable que les concentrations des boues en saison des pluies soient inférieures aux concentrations trouvées lors de ces analyses.

C Etat physique des boues et Siccité

L'état physique d'une boue (i.e. solide, liquide, pâteux) correspond à une gamme de siccité donnée. Les observations à Mahajanga conduisent néanmoins à un classement légèrement différent de celui reporté en climat tempéré [19]. Le Tableau 10 propose une comparaison entre les indications [19] et les observations de la présente étude.

Etat	Caractéristique	Siccité correspondante	
		[18]	Présente étude
Liquide	Non pelletable	0-10%	0-18%
Pâteux	Pelletable ² ou gerbable ³	12-25%	18-30%
Solide	Sec, avec ou sans retrait ⁴	>25%	>35%

Tableau 10 : Relation entre état physique de la boue et siccité

72% des échantillons observés à Mahajanga correspondent au classement proposé [19] et il semble que pour le reste les différences de jugement portent au niveau des limites des états physiques liquide/pâteux et pâteux/solide. Les boues de Mahajanga sont en effet plus liquides jusqu'à des siccités plus élevées.

Des échantillons de siccité supérieure à 30% ont en effet pu être prélevés à l'aide d'une seringue, ce qui montre bien qu'à cette siccité la boue a encore une consistance plus pâteuse que solide. La présence de sable ainsi que la température pourraient expliquer ces différences avec les observations réalisées en milieu tempéré.

4.4.3 Conclusion

Les prélèvements ont été effectués directement au sein des latrines, et non pas après vidange et dépotage par un camion de vidange comme le recommande certains spécialistes [14] dans le cas où un service de vidange motorisé existe déjà. Les résultats obtenus ne prennent donc pas en compte une éventuelle dilution des boues lors de la vidange des fosses (ajout d'eau au cours de la vidange). Ils sont néanmoins considérés comme représentatifs du contenu des latrines.

Les boues de Mahajanga sont particulièrement épaisses et concentrées ce qui peut être attribué, notamment, à la nature perméable du sol. Cela révèle également une utilisation des latrines à leur maximum. 79% des échantillons extraits présentent une siccité supérieure à 18% ; néanmoins les boues ne sont pas solides. Ces fortes concentrations sont plutôt un point positif en terme de traitement (des boues de telles concentrations seraient en effet considérées comme sèches dans d'autres contextes). La meilleure propension des boues de vidange concentrées à sécher a en effet été observée au Sénégal [19].

Toutefois, les échantillons présentent une proportion significative de boues faiblement digérées. Ceci peut s'expliquer par le fait que les ménages n'utilisent plus que la partie supérieure de la latrine, d'un volume réduit. Néanmoins, la teneur moyenne en matière volatile reste en moyenne favorable à la déshydratation. Elles présentent en effet des taux inférieurs aux 75% testés avec succès lors d'une étude au Ghana [21].

² Pelletable : dont la reprise est possible à l'aide d'une fourche à cailloux

³ Gerbable : stockage en tas dont les pentes de talus sont de 45°

⁴ Avec retrait : dont la dessiccation ultérieure sur un support produit des fentes de retrait.

Une influence de la nappe phréatique sur la concentration des boues a pu être notée. Les boues vidangées en saison des pluies présenteront vraisemblablement des concentrations différentes de celles mesurées actuellement en saison sèche.

Ces particularités majungaises en termes de fortes concentrations, de stabilisation partielle pour une partie des boues, et de variabilité saisonnière très probable pourraient faire l'objet de tests de séchage en laboratoire pendant la période défavorable (saison des pluies), afin de pouvoir optimiser les bases de dimensionnement des lits de séchage.

5 CONCLUSION

5.1 PRINCIPAUX ACQUIS AU COURS DE L'ETUDE

5.1.1 Situation à l'échelle de la ville

L'étude a tout d'abord permis de confirmer la situation au regard de l'assainissement dans une zone concernant la grande majorité des habitants de Mahajanga. Des données quantitatives peuvent maintenant être avancées avec une précision suffisante, notamment en ce qui concerne le nombre d'habitants équipés de latrine (près de 70% soit 130 000 personnes), et le nombre d'habitants confrontés au problème de la vidange et de l'évacuation de leurs boues une fois que la latrine est pleine (de l'ordre de 70 %, soit 90 000 personnes). Dans cette zone, chaque latrine est vidangée en moyenne 0.7 fois par an et son contenu enfoui dans le quartier ou déposé dans les canaux convergents vers le lit majeur du vallon.

Il est également possible de localiser plus précisément la « pression sanitaire » en terme de nombre de latrines vidangées dans chaque quartier par an et par hectare (Figure 21 : Densité de vidange par quartier (nb de vidange/an/hectare)Figure 21). On s'aperçoit ainsi que la zone présentant la plus grande problématique sanitaire correspond au bassin versant du vallon et quelques quartiers voisins.

5.1.2 Fonctionnement du secteur de la vidange manuelle

Il apparaît que la vidange manuelle est un secteur d'activité à part entière, avec environ 13 vidanges de latrine traditionnelle tous les jours ouvrés. Ce travail spécifique demande un certain savoir-faire et est plutôt réalisé par des gens spécialisés. L'activité permet aux opérateurs réguliers de gagner leur vie dans le contexte local.

Les opérations de vidange se caractérisent par une efficacité toute relative au regard des volumes évacués et des prix pratiqués. L'absence de cadre réglementaire, la répugnance pour les boues et le tabou qu'elle suscite, la difficulté du travail, le fait que les opérations aient lieu de nuit sont autant de facteurs pouvant expliquer que cette pratique est mal documentée, tolérée parce que nécessaire mais très mal acceptée, autant par la population que par les autorités. « On se débarrasse de ses boues », le plus rapidement et le moins visiblement possible, sans être trop regardant quant à l'efficacité de la prestation.

La population semble consciente d'avoir atteint une situation sanitaire critique, et se montre très intéressée et prête à participer à la mise en place d'un service de collecte et d'évacuation des boues.

5.1.3 Volumes évacués par latrines et tarifs

Il s'avère que les volumes réellement évacués sont plus faibles, voire beaucoup plus faibles que les volumes prétendument évacués, tant par les opérateurs de vidange que par les ménages. On estime ici un volume de vidange moyen à 0.5 m³, alors que les annonces font plutôt état de 1 à 2 m³.

Le coût moyen est de 41 150 MGA, plus 5-10 000 MGA de matériel divers. Ce prix varie en fonction de la difficulté de l'opération, en particulier vis-à-vis de l'évacuation finale et des quantités vidangées. Le degré de négociation est aussi un facteur influent.

Il est remarquable que les ménages les plus riches évacuent le plus de boue, ce qui confirme le caractère limitant de la trésorerie des ménages : dans les parcelles modestes quand la latrine déborde, on négocie l'évacuation du maximum de boue selon sa trésorerie.

5.1.4 Quantités à l'échelle de la zone d'étude

Sur la base d'un volume moyen de 0,5 m³ par vidange et des taux d'accessibilité observés, le volume total de boue produit par la zone cible est de 1 550 m³ par an, ce qui porte la production de boue par habitant à environ 20 L / an. Ce volume annuel est particulièrement bas, il correspond en effet aux plus basses mesures rapportées par l'OMS [22]. Ceci pourrait s'expliquer par une grande perméabilité des sols, la température élevée tout au long de l'année favorisant la digestion, et sans doute la pratique de la défécation à ciel ouvert d'autant plus si la latrine de la parcelle est pleine. Ce faible volume est cohérent vis-à-vis des concentrations très élevées observées.

5.2 RECOMMANDATIONS POUR LA MISE EN ŒUVRE D'UN SERVICE DE COLLECTE ET TRANSPORT

La mise en place d'un service de collecte et d'évacuation est sans conteste utile et souhaité par la population. Les facteurs favorables à sa mise en œuvre sont :

- la facilité d'accès à la majorité des parcelles
- la forte demande en terme de nombre de vidanges à effectuer
- l'existence passée et regrettée d'un précédent service
- le besoin exprimé par la population et sa volonté exprimée de payer plus (jusqu'à 52 000 MGA en moyenne) pour un service amélioré

5.2.1 Stratégie de tarification

Le prix du service est un facteur limitant réel. Un service de gestion des boues de vidange a un coût de fonctionnement qu'il faut contrebalancer. Pour rester abordable à une grande partie de la population et permettre le fonctionnement de la collecte du transport et du traitement, un coût moyen de vidange de 50 à 60 000 MGA pourrait être mis en place dans un premier temps.

La tarification n'a pas lieu d'être unique. Il semble en effet que le service de vidange puisse facturer plus cher les volumes plus importants, et également les endroits présentant des difficultés pour les vidangeurs manuels. Par conséquent, les ménages les plus modestes pourraient bénéficier de tarifs moindres pour des volumes évacués moins importants. Les abords immédiats du vallon pourraient aussi voir une tarification moindre, car les vidangeurs manuels y travaillent plus facilement étant donné la composition sableuse du sol, et à contrario les abords plus élevés pourraient donner lieu à des tarifs plus hauts.

5.2.2 Stratégie de communication

Le coût n'est pas le seul facteur influençant l'adhésion concrète de la population. Il est probable que l'instauration de camions de vidange à Mahajanga génèrera une mise en

concurrence avec les vidangeurs manuels qui pourront alors baisser leurs tarifs. Il est donc important pour le service de vidange de mettre en avant clairement ses avantages évalués comme décisifs au cours de l'étude :

- Opération plus rapide : le chef de ménage n'a pas à passer une majeure partie de sa nuit à surveiller des vidangeurs manuels
- Opération plus propre et moins nuisible au voisinage, la pression du voisinage devrait donc être plus faible
- Opération contrôlable : les volumes vidangés sont plus facilement mesurables, donc le prix est plus juste
- Opération moins destructive, le pompage pouvant être effectué dans certains cas par l'orifice de défécation de la latrine

L'aspect réglementaire s'avère également être un point important pour la population. Le fait d'avoir à recourir à un camion de vidange pourrait augmenter le nombre de client, y compris avec les structures non ménagères (hôtels, restaurants, toilettes publiques).

Le service de vidange amélioré devrait également mettre au point un démarchage efficace et ciblé géographiquement, ce qui lui permettrait également de réduire ses coûts de circulation dans la ville. Le recrutement d'un vidangeur manuel pour le démarchage et la communication auprès de la population pourrait être un plus.

5.2.3 Stratégie de réduction des charges

En vidangeant de moindres volumes, le camion sera sujet à moins d'aller-retour vers le site de traitement, ce qui présente une économie de carburant et d'usure du camion. Dans le but d'économiser ces charges réputées prépondérantes, les quartiers pourraient être desservis en rotation, de manière à concentrer les vidanges pendant un certain temps sur un quartier donné, avant de passer au suivant.

5.2.4 Exemple

Dans l'application des recommandations précédentes, un camion de 8 m³ pourrait être mis en place. Il pourrait travailler par tranche de 0,250 m³ pour un tarif de 25 000 MGA, soit 100 000 MGA /m³. A ce tarif, et à condition que la communication soit efficace, il est raisonnable de penser que la demande sera supérieure à ce que le camion peut collecter par jour. 5 vidanges par jour semblent un maximum ; sur cette base, il lui faudrait rejoindre la station de traitement tous les 3 jours, ce qui permet de minimiser les coûts de transport. Cette fréquence de dépotage réduite peut être un aspect positif pour les habitants du quartier de la future station de traitement.

Dans cette première phase, le camion assurerait seulement 30% de la demande de vidange. Des solutions pourraient aussi être recherchées pour des vidanges manuelles moins impactantes au plan sanitaire dans les quartiers. La demande existante laisse place à une montée en puissance future du service amélioré de gestion des boues de vidange avec un

second camion, ou un véhicule plus robuste (type quad ou tracteur) pour desservir les endroits peu accessibles.

5.3 RECOMMANDATIONS POUR LA MISE EN ŒUVRE D'UNE STATION DE TRAITEMENT

5.3.1 Quantités à traiter

Sur la base d'une vidange moyenne de 0.5 m^3 , de 3 200 vidanges par an accessibles par camion et d'une concentration de 230 g MS/L, la quantité maximale de boue à traiter en situation actuelle et en saison sèche est de :

- 1 600 m³/an
- 370 T/an de matière sèche

Dans l'hypothèse du fonctionnement dans une première phase avec un seul camion et 5 vidanges par jour ouvré, on doit traiter :

- 625 m³/an
- 145 T/an de matière sèche

Ces valeurs en matière sèche sont proches des minima annoncés dans l'étude de zonage 2010.

5.3.2 Variations saisonnières

Une variation annuelle de la quantité de boue produite par la ville a été observée (Figure 22). Il est probable que les opérateurs de vidange minimisent le nombre de vidanges par an étant donné l'illégalité des exutoires (nature, caniveau, canal) en saison des pluies. Cette variation saisonnière pourrait être attribuée à un besoin des ménages à cette période ou à une facilité de travail accrue pour les opérateurs de vidange. Il est néanmoins réaliste de faire l'hypothèse d'un lissage des variations par le service amélioré de vidange qui devra essayer d'atteindre son maximum possible de vidanges par jour.

5.3.3 Dimensionnement des lits de séchage

Compte tenu des particularités des boues majungaises, tant par rapport aux concentrations élevée, au mélange entre boues plus ou moins stabilisées, que par rapport à la très probable variation saisonnière de concentration, il est recommandé d'effectuer quelques prélèvements supplémentaires en saison des pluies et de leur faire subir un test de séchage à échelle laboratoire.

Néanmoins, pour les besoins prévisionnels liés à la suite du projet, une estimation grossière peut être formulée sur la base du schéma d'un fonctionnement avec 1 seul camion, et sur l'hypothèse de 5 vidanges de 1 m^3 par jour. Dans l'hypothèse d'une charge admissible de 200 kg MS/m²/an, la surface de séchage nécessaire pour sécher 290 T/an de matière sèche est de $1\,450 \text{ m}^2$.

Bibliographie

1. Assainissement de la ville de Mahajanga, Situation existante, Zonage et priorités d'action – Dodane P-H ; 2010 – IRCOD - Ville de Mahajanga
2. Enquêtes périodique auprès des ménages 2005, Rapport d'enquête statistique, INSTAT, 2006, Ministère de l'économie des finances et du budget
3. Décret N° 2007-319, portant adoption de la politique et stratégie nationale de l'assainissement
4. Programme National d'Accès à l'Eau Potable et l'Assainissement (PNAEPA), Période 2008- 2012, Document de programmation, 2008, Ministère de l'Energie et des Mines Direction générale de l'eau et de l'assainissement
5. Cadre du Secteur SEPAH, MADAGASCAR - Présentation orale – Dr. Randriamaherisoa A. - Atelier Raneau, Paris, 21 juin 2011
6. Determining sample size for research activities- Krejcie R.V, Morgan D.W. ; 1970
7. Measuring the demand for improved urban sanitation services : Result of a contingent valuation study in Ouagadougou, Burkina Faso, Urban studies, Vol 31, No. 10 - Altaf M.A, Hughes J.A ; 1994
8. L'assainissement domestique : A quel prix ? Une étude de la volonté de payer des ménages à Bobo Dioulasso - Morel A L'Huissier A. ONEA Burkina Faso ; 1998
9. L'amélioration des services d'assainissement de la ville de Moshi (Tanzanie)- Analyse de la demande des ménages, Action de recherche A5b, Rapport final (I) - Milanesi J., Morel A L'Huissier A., Contamin B. PSEAU, PDM ; 2003
10. Plan stratégique d'assainissement des eaux usées et excréments de la ville de Ouahigouya- Rapport de l'étude socio-économique et de la volonté de payer, Ciergec ; 2005
11. Vers un assainissement urbain durable en Afrique Subsaharienne : Approche innovante de planification de la gestion des boues de vidange, Thèse n° 3530- Koanda H ; 2006
12. Using surveys to value public goods : The contingent valuation method. Resources for the future, Washington DC. 463 p, Mitchell R.C., Carson R.T ; 1989
13. Report of the NOAA Panel on contingent valuation. Technical report n°58, January, pp.1601_1614.National Oceanic and Atmospheric Administration Panel. Federal Register
14. Gestion des boues de vidange dans les pays en développement, Manuel de planification – Klingel F., Montagnero A., Koné D., Strauss M. Eawag/ Sandec; 2002

15. Standard methods for the examination of water and wastewater, 19th Edition, United Book Press, Inc., Baltimore, Maryland- Eaton A.D, Cleasceri L.S, Grennberg A.E. ; 1995
16. Etude sur la gestion des boues de vidange dans le quartier de Manjakaray II C (Antananarivo) Practica/ EAST ; 2011
17. Etude de faisabilité socio-économique pour l'amélioration de l'assainissement dans les quartiers défavorisés de l'agglomération d'Antananarivo : recherche d'une intervention innovante à l'échelle d'un quartier sur la filière de l'assainissement GRET/ ENDA Océan Indien ; 2010
18. 2. Compendium of sanitation systems and technologies, ouvrage de synthèse, Tilley E., Lüthi C., Morel A., Zurbrügg C., Schertenleib R. ; Eawag/ Sandec 2008
19. Les systèmes de traitement des boues de stations d'épuration des petites collectivités. Documentation technique Fndae 09- Duchène P : Ministères français de l'Agriculture et de la Forêt ; 1990
20. Traitement des boues de vidange : éléments affectant la performance des lits de séchage non plantés en taille réelle et les mécanismes de séchage. Actes du symposium international sur la Gestion des Boues de Vidange- Badjii K., Dodane P.H., Mbegue M., Kone D. Eawag/Sandec-30 juin-1er juillet 2009
21. Solid-liquid separation of faecal sludge using drying beds in Ghana : Implications for nutrient recycling in urban agriculture-Cofie O.O., Agbottaha S., Strauss M., Essekub H., Montangero A., Awuah E., Kone D ;2005
22. A Guide to the Development of on-Site Sanitation, WHO, 1992

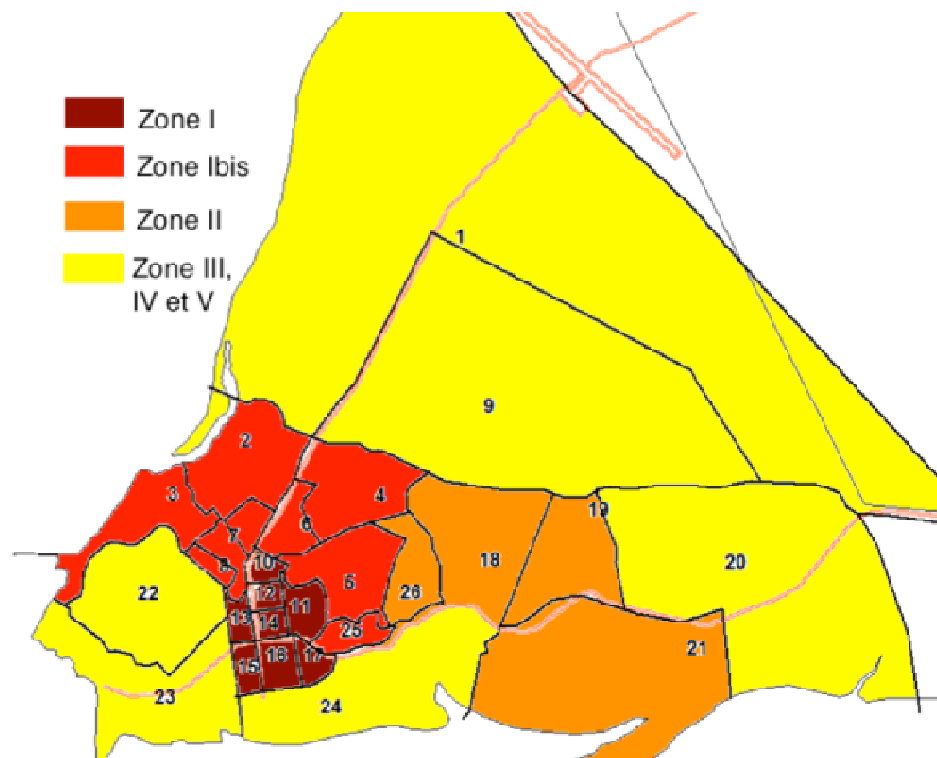
ANNEXES

Annexe 1 : Structuration de la ville

LISTE DES QUARTIERS DE LA VILLE

N°	Fokontany	Surface (ha)	N°	Fokontany	Surface (ha)
13	Manga	11	9	Ambondrona	284
14	Morafeno	9	1	Amborovy	980
11	Ambalavola	20	20	Antanimalandy	474
24	Aranta	45	18	Antanimasaja	171
15	Ambovoalanana	14	19	Ambohimandamina	198
10	(Tanamboa) Ambalavato	9	26	Mahatsinio	23
25	Fiofio	30	21	Tanambao sotema	127
12	Mahabibokely	8	4	Tsararano Ambony	74
2	Mahavoky Avaratra	167	6	Tsararano Nosikely	33
3	Mahavoky Atsimo		5	Tsararano Ambany	52
22	Mangarivotra	106		Total site externe	2364
17	Manjarisoa	9			
16	Marovato Abattoir	21			
7	Tsaramandroso Ambany	28			
8	Tsaramandroso Ambony				
23	Mahajanga Be	215			
	Total site interne	692			

ZONAGE ASSAINISSEMENT 2010



Degré de priorité	Zone concerné	Caractéristiques				
		Physiques	Sociales	Equipement	Maladies	Solutions envisageables
I	<u>Quartiers denses lotis</u>	-Basses zones en partie inondables -Nappe haute -Pas d'espace disponible -Structuré	-Densité très forte -Populaire -Plaintes sanitaires -Attractivité	-Latrines traditionnelles saturées -Jangoany en bord mer -Canaux saturés -Réseau d'eau	Départ ou forte propagation des épidémies	-Gestion des boues de vidange -Sensibilisation -Assainissement à la parcelle par FS -Assainissement regroupé -Assainissement centralisé
I bis	<u>Quartiers denses non lotis</u>	-Basses zones en partie inondables -Nappe haute -Peu d'espace disponible -Non structuré	-Densité forte -Populaire -Plaintes sanitaires -Attractivité	-Latrines traditionnelles saturées -Jangoany en bord mer -Canaux saturés -Réseau d'eau partiel, Puits	Départ ou forte propagation des épidémies	-Idem zone I
II	<u>Zones d'extension I</u>	-Non Inondable -Nappe basse -Espace disponible -Non structuré	-Densité moyenne -Populaire -Attractivité	-Jangoany -Latrines traditionnelles -Réseau d'eau partiel, Puits	Propagation des épidémies	- Equipement en branchement en eau et latrines publiques
II bis	<u>Zones d'extension II</u>	-Inondable -Nappe haute -Espace disponible -Non structuré	-Densité moyenne -Populaire -Attractivité	-Jangoany -Latrines traditionnelles -Réseau d'eau partiel, Puits	Propagation des épidémies	-Assainissement à la parcelle par FS -Assainissement regroupé -Sensibilisation (Jangoany) - Equipement en branchement en eau et latrines publiques
III	<u>Centre ancien</u>	-Basses zones non inondables -Nappe haute -Espace non disponible -Structuré	-Densité faible -Aisé	-Réseau unitaire -Réseau d'eau	Faible risque	-Extension du réseau unitaire
IV	<u>Résidentiel</u>	-Nappe basse -Espace disponible	-Densité faible -Aisé	-Fosses septique -Puits ou réseau d'eau	Faible risque	Assainissement à la parcelle par FS -Sensibilisation à la vidange des fosses
V	<u>Rural</u>	- Nappe basse	-Rural	-Jangoany -Latrines traditionnelles -Puits	Faible risque	-Assainissement à la parcelle par latrines traditionnelles - Equipement en branchement en eau et latrines publiques

Annexe 2 : Questionnaire Opérateurs de vidange

Fiche N°
Nom prénom (s) de l'enquêteur
Date de l'enquête

A IDENTIFICATION DE L'INDIVIDU

- 1. Sexe : Masculin 1 Féminin 2
- 2. Age :ans
- 3. Religion :
- 4. Région d'origine:

- 5. Niveau d'instruction de la personne enquêtée :
Ne sait ni lire ni écrire 1
Sait lire et écrire 2
A été scolarisé (jusqu'à quelle classe :.....) 3
Autre 4

- 6. La vidange est-elle votre activité principale :
Oui 1 Non 2

- 7. La vidange est-elle une activité saisonnière (existe t'il une variation du nombre de vidange entre la saison pluvieuse et la saison sèche?
Oui 1 Non 2

- 8. Autres activités de l'individu :

B ACTIVITE DE VIDANGE

- 9. Depuis combien de temps exercez vous cette activité ?..... ans

- 10. Comment vos clients vous contactent-ils ?
Téléphone 1
Contact direct 2
Bouche à oreille 3
Autre 4 précisez :

- 11. Avec combien de personnes faites vous une vidange ?
Seul 1
A plusieurs précisez le nombre : 2

- 12. Y a-t-il un chef d'équipe ?
Oui 1 Non 2

- 13. Le salaire perçu est-il divisé équitablement entre tous les vidangeurs ?
Oui 1 Non 2

- 14. Quels types d'ouvrage vidangez-vous ?
Latrine traditionnelle 1
Fosse septique 2
Autres 3 précisez :

- 15. Dans quels quartiers travaillez-vous ?
Quartier où je vis 1
Autres quartiers 2
Tous les quartiers 3

- 16. Toutes les vidanges se ressemblent elles?
Oui 1 Non 2

17. Qu'est ce qui influence le type de vidange ?
.....
.....
.....
.....

18. Pouvez vous me decrire les **différentes étapes** de chacun des types de vidanges ?
Type 1 :
.....
.....
.....

Type 2 :
.....
.....
.....

Type 3 :
.....
.....
.....

19. Que faites vous des boues curées ? choix multiple selon le type de vidange
.....
.....
.....

20. Raison du lieu de déversement :

21. Quelles sont les tâches les plus difficiles de la vidange ? (creusement du trou, vidange, autres...)

22. Quels outils utilisez pendant une vidange (barre à mine, pelle, seau, autres...)?

23. Comment vous éclairez-vous (bougie, électricité fournie par le ménage)?

24. Combien de temps dure la phase de préparation (creusement) (précisez les horaires)?

25. Combien de temps dure la vidange en elle-même ? précisez les horaires)?

26. Ou est ce le plus facile de travailler ?

	+ difficile	+facile
Lieu		
Raisons		
Remarques		

27. Existe t'il des petites, moyennes, grandes vidanges ?

Oui 1 Non 2

28. Que faites vous le plus ?:

Des petites vidanges 1
Des moyennes vidanges 2
Des grandes vidanges 3

29. Combien de vidange faite vous en saison sèche /saison pluvieuse (toute vidange comprise) ?par mois

EN SAISON SECHE :.....

EN SAISON DES PLUIES :.....

30. Quel est le prix d'une Grande vidange (vidange complète) ?

.....Volume évacué :

31. Quel est le prix d'une moyenne/ petite vidange (vidange de moitié ou moins) ?

32.Volume évacué :

33. Prix du matériel (ciment, pétrole, eau de javel, ...):

34. Etes vous payer en une ou plusieurs fois ?

35. Vous arrive-t-il de recevoir une rémunération autre que monétaire ?

Alimentation 1

Alcool 2

Cigarette 3

Autres 4

précisez :.....

C HYGIENE

36. Avez vous été malade ces deux dernier mois ?

Oui 1 Non 2

37. Si oui précisez quelles maladies ?

38. Que faites vous pour assurer votre hygiène pendant/ après votre travail ?

D APPRECIATIONS

39. Quels problèmes rencontrez vous lors de la vidange et de l'évacuation des boues ?

40. Quelle serait pour vous la solution idéale ?

41. Voyez vous un intérêt au fait d'utiliser une pompe pour la vidange des boues de latrine ?

Oui 1 Non 2 précisez

pourquoi :.....

42. De quels atouts disposez-vous pour effectuer ce travail ?

Physique 1

Mental 2

Autres 3

précisez :.....

Annexe 3 : Calendrier des opérations

Juin 2011, Prélèvement

Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi
			1	2	3	4
				Férié		
5	6	7	8	9	10	11
		Manga (3), Morafeno (3)			Fiofio (3), Ambalavola (4), Manjarisoa (2)	
12	13	14	15	16	17	18
	Férié		Ambovoalanana (3), Abattoir (5)		Mahabibokely (2), Ambalavato (2), Tsaramandrose Ambony et Ambany (3)	
19	20	21	22	23	24	25
		Tsararano Ambony (3), Tsararano Ambany (3)		Tsararano Nosikely (2), Mahavoky Avaratra et Atsimo (5)		
26	27	28	29	30		
	Mahatsingo (1), Antanimasaja (3)		Tanamboa Sotema (1), Ambohimandamina (3)		Mangarivotra (4)	

Juin 2011, Enquête

Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi
			1	2	3	4
				Férié	Morafeno (34)	
5	6	7	8	9	10	11
	Manga (34)	Ambovoalanana (51)	Fiofio (53)	Ambalavola (78)	Ambalavato (32)	
12	13	14	15	16	17	18
	Férié	Mangarivotra (90) / Tanambao Sotema (26)	Tsararano Nosikely (35)		Tsararano Ambany (35)	
19	20	21	22	23	24	25
	Ambohimandamina (57)	Abattoir (94)	Manjarisoa (33)	Tsaramandrose Ambony et Ambony (67)	Mahabibokely (34)	
26	27	28	29	30		
	Mahavoky Avaratra et Atsimo (101)	Mahatsinjo (17),	Antanimasaja (57)	Tsararano Ambony (73)		

Annexe 4 : Précision des enquêtes par quartier

Quartier	Nombre d'habitants	Nombre de parcelles enquêtées	Nombre de personnes concernées	Pourcentage de personne concernée	Degré d'imprécision estimé
Manga	4 200	35	344	8,2%	5,1%
Morafeno	4 138	32	318	7,7%	5,3%
Ambalavola	7 638	68	923	12,1%	3,0%
Ambovoalanana	5 031	50	566	11,3%	3,9%
(Tanambao) Ambalavato	4 668	41	486	10,4	4,2
Fiofio	7 214	47	585	8,1%	3,9%
Mahabibokely	4 138	34	506	12,2%	4,1%
Mahavoky Avaratra et Atsimo	17 346	107	1469	8,5%	2,4%
Mangarivotra	15 353	31	394	2,6%	4,9%
Manjarisoa	4 017	24	599	14,9%	3,7%
Marovato Abattoir	11 458	100	1284	11,2%	2,6%
Tsaramandroso Ambany et Ambony	11 450	71	971	8,5%	3%
Antanimasaja	24 448	58	756	3,1%	3,5%
Ambohimandamina	24 195	65	823	3,4%	3,4%
Mahatsinio	7 474	19	217	2,9%	6,6%
Tanambao sotema	11 138	29	323	2,9%	5,4%
Tsararano Ambony	12 421	76	1011	8,1%	3,0%
Tsararano Nosikely	6 032	33	443	7,3%	4,5%
Tsararano Ambany	6 000	39	554	9,2%	4,0%
TOTAL	188 359	959	12572	6,7%	0,85%

Annexe 5 : Questionnaire ménage

Fiche N°
Nom prénom (s) de l'enquêteur
Date de l'enquête
Quartier :
Secteur :
Adresse :

A OBSERVATION DE L'ENQUETEUR

1. Accessibilité de la latrine par un camion de pompage ?

Oui 1 Non 2

2. Statut social :

- 1 Riche : (frigo, bâtiment dur,...)
2 Moyen : (frigo, bâtiment en tôle,...)
3 Modeste : (absence de frigo,.....)

Partie 1

B IDENTIFICATION DU MENAGE

3. Religion :
4. Région d'origine:
5. Nombre de MENAGE habitant sur la parcelle :
6. Nombre de PERSONNE habitant sur la parcelle (y compris les enfants) :

C PRATIQUE DU MENAGE EN TERME D'ASSAINISSEMENT

7. Avez vous ?

- 1 Une latrine
2 Deux latrines
3 Une fosse septique
4 Rien : ou faites vous vos besoins :

DANS LE CAS OU LA REPONSE EST « AUTRE » :

Pourquoi :

Seriez vous intéressé par un camion de vidange évacuant vos boues de latrine hors de votre parcelle, hors du quartier :

Oui 1 Non 2

Combien seriez vous prêt à payer pour ce camion : MGA

8. La latrine reçoit elle :

- 1 Les excréta
2 Les eaux de vaisselle et cuisine
3 Les eaux de douche

9. Quel est le niveau actuel de remplissage de vos cabinets ?

- 1 Vide
2 A moitié pleine
3 ¾
4 Pleine
5 Autre : précisez :

10. Ou faites vous vos besoins quand votre latrine est pleine?

- 1 Latrine de la parcelle
2 Latrine publique
3 Chez le voisin
4 Dans la nature

11. Qui est le propriétaire de la latrine ?

- 1 Un ménage de la parcelle
2 Tous les ménages de la parcelle
3 Propriétaire extérieur
4 Autres : précisez :

12. Avez-vous déjà :

- 1 Vidangé la latrine (combien de fois:.....)
2 Déplacé le trou
3 Autre : à préciser : ...
.....

C GESTION DES BOUES DE VIDANGE

13. Quand votre latrine est pleine, que faites-vous ?

- 1 Vidange
2 Reconstruction d'un trou
3 Chez le voisin
4 Janguany
5 Autres

E PRIX D'EVACUATION DES BOUES DE VIDANGE

24. Qui participe au coût de vidange de la latrine/ reconstruction de la fosse ?

- 1 Un seul des ménages paye (le ménage propriétaire de la latrine présent sur la parcelle)
- 2 Tous les ménages participent : Tous les ménages participent-ils de manière égale (division équitable du prix) : OUI / NON
- 3 Un propriétaire extérieur

25. Combien VOTRE MENAGE a payer la dernière vidange/ reconstruction de fosse?

- 1 Prix FMG
- 2 Prix MGA
- 3 NE SAIT PAS, NE SE SOUVIENT PLUS

26. Combien a couté la dernière vidange/ reconstruction de fosse à TOUTE LA PARCELLE?

- 1 Prix FMG
- 2 Prix MGA
- 3 NE SAIT PAS, NE SE SOUVIENT PLUS

27. Est ce que c'était une :

- 1 Petite vidange : nombre de seaux :
- 2 Moyenne vidange : nombre de seaux :
- 3 Grande vidange : nombre de seaux :
- 4 Reconstruction de fosse
- 5 NE SAIT PAS, NE SE SOUVIENT PLUS

28. Ce prix comprend t'il les matériaux pour le vidangeur (ciment, alcool, autres..)

Oui 1 Non 2

Combien coute le prix des matériaux :MGA,
Qui paye le cout supplémentaire :

29. Quelles sont les modalités de paiement des prestations de vidange/ reconstruction de fosse ?

- 1 En une seule fois
- 2 Par tranche
- 3 Lorsque vous avez l'argent
- 4 Autre, précisez :

30. Combien pensez-vous qu'il vaille la peine de payer **EN PLUS de ce que vous payez actuellement**, pour un camion évacuant les boues hors du quartier ?
ATTENTION : PRIX POUR TOUTE LA PARCELLE

- 1 20 000 MGA/ans
- 2 10 000 MGA/ans
- 3 5 000 MGA/ans
- 4 Moins de 5 000 MGA/ans

31. S'agit il du prix supplémentaire payer par toute la parcelle ?

Oui 1 Non 2

SI NON, REPOSER QUESTION 29

32. Comment jugeriez-vous le prix de 80 000 MGA pour une vidange **COMPLETE** de la fosse par camion (**PRIX POUR TOUTE LA PARCELLE**)?

- 1 C'est un prix abordable
- 2 C'est un prix non abordable

33. Pensez-vous que payer 70 000MGA pour une vidange **COMPLETE** de la fosse par camion serait ? (**PRIX POUR TOUTE LA PARCELLE**)

- 1 Cher
- 2 Normal
- 3 Peu cher

34. Etes-vous prêt à payer 70 000MGA pour une vidange **COMPLETE** de la fosse par camion? (**PRIX POUR TOUTE LA PARCELLE**)

- 1 Oui, certainement
- 2 Probablement, oui
- 3 Non certainement pas

35. Etes-vous prêt à payer 40 000MGA pour une vidange **DE MOITIE** de la fosse par un camion?

IL EST IMPORTANT DE POSER CETTE QUESTION, EN PARTICULIER AUX MENAGES QUI PAYENT ACTUELLEMENT DES VIDANGES DE 30000, 40000,50000 MGA !!!

- 1 Oui, certainement
- 2 Probablement, oui
- 3 Non certainement pas

36. Combien **LA PARCELLE** serait elle prêt à payer AU MAXIMUM pour la vidange **COMPLETE** par un camion évacuant les boues hors du quartier ?

..... Prix FMG

.....Prix MGA

POUR ASSURER LA VALIDITE DE CE QUESTIONNAIRE POURRIEZ VOUS
M'INDIQUEZ UN NUMERO DE TELEPHONE OU MES EMPLOYEURS POURRAIENT
VOUS JOINDRE :

Annexe 6 : Prélèvements de boue par quartier

Quartier	Nombre	Quartier	Nombre
Manga	3	Marovato Abattoir	5
Morafeno	3	Tsaramandroso Ambony et Ambony	4
Ambalavola	3	Antanimasaja	3
Ambovoalanana	2	Ambohimandamina	3
(Tanambao) Ambalavato	2	Mahatsinio	1
Fiofio	2	Tanambao sotema	1
Mahabibokely	2	Tsararano Ambony	3
Mahavoky Avaratra et Atsimo	5	Tsararano Nosikely	2
Mangarivotra	4	Tsararano Ambony	3
Manjarisoa	2		
TOTAL	53		

Annexe 7 : Matériels de laboratoire utilisé



Four à 105°C



Four à 550°C



Balance



Dessiccateur

Annexe 8: Compte rendu des opérations de vidange

N°	1	2	3
Date	30 mai	16 juin	20 juin
Personnes extérieures présentes	Mlle Alix, M Guist, M Prosper, M Pierre	Mlle Alix, Mlle Laure, M Damien, M Ted	Mlle Alix, M Ted
Identification de la latrine			
Quartier	Ambalavato	Abattoir	Abattoir
Type de latrine	Traditionnelle	Traditionnelle	Traditionnelle
Niveau de remplissage	Déborde	Déborde	Pleine
Nombre de personne ménage	21	16	13
Statut des occupants	locataires	propriétaire	locataire
Type de sol	Graveleux sec (dur à creuser)	Graveleux sec (dur à creuser)	Graveleux sec (dur à creuser)
Particularité	Latrine surélevée/sol	Latrine ne communiquant pas directement avec la rue	Latrine proche d'un canal
Identification vidangeurs			
Nombre vidangeurs	2	3	2
Autre profession	Jardinier (M Victor) Maçon	Jardinier (M Victor), Maçon (Nina), Néant (Mara)	Jardinier (M Victor), Néant (Mara)
Outils et matériels	1 pelle de jardin 1 barre à mine 2 seaux (10L et 15L) 1 « gobelet » 5 kg Ciment, sable, truelle, taloche 2 bougies	2 pelles de jardin, 1 seaux (15L), 1 « gobelet », 1 bougie	2 pelles de jardin, 1 seaux (20L), pas de bougie
Tenue	Slip ou pagne	Short	Un Short, un Short/débardeur
Déroulement schématique			
Exutoire	Bras du canal Metzinger	Excavation dans la rue	Canal dans la rue
Distance	300 m	10m	0
Début de l'opération	22h : creusement d'une excavation pour éviter les écoulements discussion sur le meilleur moyen d'opérer	22h : retrait aérien des boues, évacuation des seaux dans l'excavation creusé dans la rue à côté de la maison	23h : évacuation des premiers cm de boues par l'orifice murale à la pelle, retrait des objets encombrant le canal
	22h45 : première ouverture dans la maçonnerie, « secouage » des boues avec la barre à mine pour faciliter l'écoulement	22h23 : ajout d'eau régulier pour faciliter le retrait des boues, Mode d'extraction passe de la pelle au gobelet	A partir de 23h10-> fin : ajout d'eau régulier pour faciliter l'écoulement des boues par l'orifice
	-> 2h15 : évacuation des seaux, percement de 2 autres cavité de plus en plus bas, répétition des opérations de secouage, ramassage, évacuation au seau	22h30 : évacuation des boues après plongement du sceau dans la fosse	23h20 : agrandissement de l'orifice pour faciliter l'écoulement des boues, 23h 20-> fin raclage des boues pour faciliter l'écoulement extraction des objets (sac, boîte de conserve) nuisant à l'écoulement des boues de la latrine vers le canal
			23h30->fin raclage régulier du canal pour assurer

			l'écoulement
Fin de l'opération	-> 3h obturation maçonnerie au mortier, remblaiement de l'excavation, nettoyage du matériel et des personnes	22h55 dépôt de branchage dans l'excavation, 23h remblaiement de l'excavation, nettoyage du matériel, des lieux et des personnes, fin des opérations à 23h30	23h50 obturation de l'office à l'aide d'une planche en tôle, nettoyage du matériel et des personnes, fin des opérations à 00h05
Bilan			
Durée	5 h	1h30	1h05
Volume évacué	20-25 seaux, soit 0.2-0.25 m ³ de boue	40 seaux soit 0,5 m ³ de boue	0,6m3 de boue (dimension latrine : L*I*h =1,4*1*1, Vidange sur : 1,4*0,4*1
Argent reçu	20 000 (locataires) + à priori 60 000 (propriétaire), + 20 000 (IRCOD)	30 000 (propriétaire), + 20 000 (IRCOD)	40 000 (propriétaire) + 10 000 (IRCOD)
Alcool consommé	0.5 L de rhum en début de travail / 2 personnes	1 L de rhum au cours des opérations/ 3 personnes	Rhum consommé avant la vidange + 0,5L au cours des opérations /2 personnes
Odeurs	Légèrement septique au début, dans un rayon de 5m. Majoritairement odeur de fumier (boue anaérobie digérée) par la suite	Septique mais camouflé par l'ajout régulier de pétrole dans la fosse	
Remarques			
Attention du ménage vidangé	Forte (présente de tous le ménage)	Forte (présence du propriétaire)	Forte (présence du propriétaire)
Efficacité des vidangeurs	Moyenne	Elevé	Elevé

OBSERVATIONS :

Vidange n°1

- Le sol est difficile à creuser, ce qui entraîne le choix de déverser dans un canal.
- Le chef de ménage se montre particulièrement attentif à un déversement suffisamment loin dans le canal pour limiter la gêne au niveau du voisinage. Peut être en raison de notre présence (mandat communal pour l'étude et possibilité pour la commune de délivrer des amendes), ou de la proximité avec la famille du directeur du BMHS. Les hommes des familles vidangés sont présents durant les 1ères heures de la vidange, ainsi que le ménage voisin qui vérifie l'attention portée à l'impact.
- Les vidangeurs comme les ménages présents ne savent pas comment les boues vont se comporter en sortant par gravité de la latrine. Ils craignent des jets voire l'éclatement de la latrine. C'est la raison pour la quelle les vidangeurs choisissent de commencer prudemment par ouvrir un orifice en partie supérieure avant d'ouvrir en partie basse (ce qui s'avère finalement une perte de temps).
- La boue s'avère pâteuse, même si quelques seaux sont liquides au début. Cela pose d'ailleurs problème pour sortir les boues. Les outils employés ne semblent pas adaptés à aller chercher les boues dans la latrine et à les tirées. En fin d'opération, logiquement seules les boues proches des orifices et secouées par la barre à mine sont évacuées. Aucune personne ne pense à mobiliser les boues à l'aide d'un balai par le haut de la latrine.

- Les contraintes de voisinage, les surprises techniques (temps pour ouvrir les orifices, boue qui coule ou pas), l'aspect répugnant, la fatigue physique crée une ambiance où la qualité de la vidange (en terme de quantité de boue à extraire) ne semble pas réfléchi, en tout cas pas aussi « complète » qu'elle pourrait être. Le chef de ménage est attentif aux impacts voisinages et surveille aussi la qualité de la vidange, mais il est difficile de vérifier concrètement le volume vidangé. Le vidangeur quant à lui prétend avoir évacué 40 seaux, soit par mauvaise foi, soit par fatigue. A 3h du matin, il n'est pas réaliste de lui demander de faire plus.

Vidange n°2

- La latrine ne donne pas directement sur la rue, ce qui entraîne le choix de vidanger en extrayant les boues à l'aide de seaux.
- Le propriétaire se montre attentif à la qualité du travail effectué par les vidangeurs
- La boue s'avère pâteuse en début d'opération puis après 30 minutes de vidange devient liquide. De l'eau est ajoutée régulièrement dans la fosse pour faciliter l'extraction des boues.
- Du pétrole est ajouté régulièrement pour couvrir les odeurs.

Vidange n°3

- La latrine donne sur une tranchée conduisant au canal, ce qui entraîne le choix de laisser les boues s'écouler jusqu'au canal.
- Le propriétaire se montre attentif à la qualité du travail effectué par les vidangeurs, en fin de vidange le propriétaire a vérifié que le volume évacué était suffisant.
- La boue s'avère liquide. De l'eau est ajoutée régulièrement dans la fosse pour faciliter l'écoulement des boues.

Le canal a été curé par les vidangeurs avant l'opération de vidange (dépôts des objets à proximité immédiate du canal pour faciliter l'écoulement des boues, de même les objets encombrant provenant de la fosse ont été extraits au fur et à mesure de la vidange (sac plastique, tissus, boîte de conserve.