

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
PARTIE 1 : GENERALITES SUR L'ASSAINISSEMENT	3
I.Assainissement	3
I.1. Définitions.....	3
I.2. Objectif	3
II. Cadre d'étude	3
II.1. Déchets liquides ou eaux usées	3
II.1.1. Eaux usées domestiques.....	4
II.1.2. Eaux pluviales	8
II.2. Déchets solides	8
III. Généralités sur la gestion des déchets	9
III.1. Gestion des déchets solides.....	9
III.2. Gestion des déchets liquides	10
III.2.1. Systèmes d'assainissement des eaux usées	10
III.2.2. Collecte des eaux usées.....	11
III.3. Gestion des excréta.....	12
III.3.1. Assainissement amélioré.....	12
III.3.2. Evacuation des boues de vidange	12
III.4. Station de traitement	13
III.4.1. Prétraitement	13
III.4.2. Traitement primaire	14
III.4.3. Traitement secondaire	14
III.4.4. Traitement tertiaire	16
III.4.5. Traitement quaternaire.....	16
PARTIE 2 : ASSAINISSEMENT DANS LA ZONE D'ETUDE	19
I. Présentation de la zone d'étude : le bassin versant Sud	19
I.1. Localisation	19
I.2. Géomorphologie.....	20
I.3. Géologie	20
I.4. Climat.....	21
II. Etat des lieux de l'assainissement	22
II.1. Etat des lieux des infrastructures	22
II.1.1. La Haute Ville.....	22
II.1.2. Les pentes.....	22
II.1.3. La partie basse.....	23
II.2. Etat des lieux de la gestion des déchets liquides et solides.....	25
II.2.1. Gestion des eaux usées	25
II.2.2. Gestion des excréta	28
II.2.4. Facteurs à l'origine d'une mauvaise gestion des eaux usées	31

II.2.5. Lois et réglementations en vigueur	32
II.2.6. Responsables de la gestion et problèmes liés	32
PARTIE 3 : QUALITE DES DECHETS LIQUIDES	36
I. Normes de rejet des eaux usées	36
II. Analyse microbiologique et physicochimique des eaux usées	38
II.1. Choix du point de prélèvement	38
II.2. Paramètres à analyser	39
II.2.1. pH (potentiel hydrogène)	39
II.2.2. Matières en Suspension (MES)	39
II.2.3. Azote Kjeldahl.....	39
II.2.4. DBO5.....	39
II.2.5. Coliformes et coliformes thermotolérants.....	39
II.3. Résultats de l'analyse	40
III. Interprétation des résultats d'analyse	41
PARTIE 4 : SOLUTIONS ET RECOMMANDATIONS	43
I. Adéquation de la politique et des crédits budgétaires	43
II. Renforcement de capacité des différents responsables.....	43
III. Mise en place des stations de traitement des eaux usées.....	44
IV. Entretien périodiques des réseaux d'évacuation	44
V. Multiplication des blocs sanitaires publics.....	44
VI. Multiplication des bacs à ordures	44
VII. Création de site de traitement et de valorisation des déchets ménagers	45
VIII. Sensibilisation pour une population plus responsable.....	45
IX. Prise de conscience environnementale de la population	45
X. Partage clair des responsabilités entre les différentes entités	46
CONCLUSION GENERALE	47
BIBLIOGRAPHIE	49

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Schéma général des principes d'assainissement des excréta, eaux usées et boues de vidange [6]	18
Figure 2 : Présentation de la zone d'étude	19
Figure 3 : Courbe ombrothermique d'Antananarivo	21
Figure 4 : Photo du point de rejet des eaux usées dans le fokontany Manjakamiadana.	23
Figure 5 : Réseaux d'évacuation des eaux usées du Bassin Versant Sud	24
Figure 6 : Photo du débordement des déchets solides du réseau d'Ankadilalana.....	26
Figure 7 : Photos de deux vues sur la dépression d'Ankadibe.	27
Figure 8 : Répartition des latrines utilisées par les ménages enquêtés.....	29
Figure 9: Canal d'évacuation d'eaux usées passant près d'une borne fontaine.	29
Figure 10: Photo du lieu de dépôt d'ordures illicites dans le fokontany Manjakamiadana.	31

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Bactéries pathogènes dans les eaux usées	6
Tableau 2: Les virus dans les eaux usées	7
Tableau 3: Variations moyennes des précipitations et des températures d'Antananarivo	21
Tableau 4: Normes de rejet des eaux usées [12]	36
Tableau 5: Résultats de l'analyse	40

LISTE DES ACRONYMES

ANDEA	Autorité Nationale de l'Eau et de l'Assainissement
APIPA	Autorité pour la Protection contre les Inondations de la Plaine d'Antananarivo
CAG	Charbon Actif en Grains
CAP	Charbon Actif en Poudres
CNRE	Centre National de Recherche sur l'Environnement
CUA	Commune Urbaine d'Antananarivo
DBO	Demande Biochimique en Oxygène
DCO	Demande Chimique en Oxygène
DTP	Direction des Travaux Publics
Fkt	Fokontany
FNRE	Fond National des Ressources en Eau
HJRA	Hopital Joseph Ravoahangy Andrianavalona
JIRAMA	Jiro sy Rano Malagasy
MES	Matières en Suspension
MO	Matières Organiques
NPP	Nombre le Plus Probable
NTK	Azote Total Kjeldahl
OMD	Objectifs du Millénaire pour le Développement
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
RF2	Rafitra Fikojana ny Rano sy Fidiovana
SAMVA	Service Autonome de Maintenance de la Ville d'Antananarivo
STEP	STation d'EPuration
UV	Ultra Violet
WSUP	Water and Sanitation for the Urban Poor

INTRODUCTION

Face aux aléas de la variabilité climatique et devant les problèmes liés aux grandes quantités de déchets urbains produits au fur et à mesure de leur développement, les grandes villes du monde ont pris conscience de l'importance cruciale de l'assainissement. Le thème choisi dans le présent mémoire s'inscrit dans ce contexte. Ainsi, l'étude entre dans le cadre de la préservation de la santé publique et du développement de la ville d'Antananarivo.

A partir de l'état des lieux de l'assainissement dans la zone de recherche, il s'agit de dégager les problèmes existants et de définir les conditions et les mesures à prendre à ce niveau pour la promotion d'un environnement urbain plus salubre et pour une amélioration de la santé publique.

En ce qui concerne la méthodologie, une démarche déductive a été adoptée en partant des hypothèses suivantes :

Hypothèse 1 : Les eaux charriant les déchets de la zone haute peuvent être un facteur d'inondation et d'insalubrité de la partie basse.

Hypothèse 2 : De par sa situation géographique, la partie basse est toujours victime de l'insalubrité de la partie haute.

Ainsi, la problématique suivante se pose : La partie haute de la ville d'Antananarivo dispose-t-elle d'un réseau d'assainissement suffisant pour ne pas impacter par ses déchets sur la partie basse ?

Afin de vérifier ces hypothèses et cette problématique, la démarche consiste à effectuer des études bibliographiques, à procéder à des enquêtes au niveau des ménages, des fokontany et des responsables de l'assainissement de la ville d'Antananarivo et aussi à évaluer par l'analyse physico-chimique et bactériologique la qualité des eaux usées du bassin versant Sud de la Commune Urbaine d'Antananarivo.

L'étude bibliographique consiste à recueillir des documents et des informations concernant :

- la situation de l'assainissement dans le monde aussi bien dans les pays développés que dans ceux en développement ;
- le cas de la capitale de Madagascar en matière d'assainissement : les réglementations en vigueur, les rôles des différents responsables, les techniques utilisées ;
- la recherche des éléments physico chimiques et bactériologiques présents dans les eaux usées.

Pour les enquêtes, il s'agit d'obtenir des informations

- au niveau des ménages, principaux acteurs de la pollution domestique, choisis de façon aléatoire, sur leurs pratiques au sujet de l'assainissement et sur leurs contraintes.
- au niveau des fokontany afin de déterminer les types et les nombres d'infrastructures d'assainissement existantes, les problèmes d'assainissement rencontrés, leurs propositions susceptibles d'améliorer la situation.
- au niveau des responsables, pour en savoir plus sur leurs missions, leurs interventions, les modes de gestion des différentes infrastructures d'assainissement.

Les analyses physico-chimique et bactériologique sont réalisées pour vérifier scientifiquement et évaluer les données des enquêtes.

Les résultats des recherches sont présentés en quatre parties au cours desquelles les hypothèses posées seront infirmées ou confirmées. La partie 1 est consacrée aux généralités sur l'assainissement. La seconde partie présente la zone d'étude et l'état des lieux de l'assainissement. La troisième partie traite de la qualité des déchets liquides. La partie 4 parle des solutions et des recommandations.

PARTIE 1 : GENERALITES SUR L'ASSAINISSEMENT

L'assainissement commence à être considéré comme une priorité nationale en matière de développement. Il est fondamental en ce qui concerne l'aménagement urbain. Le terme assainissement peut se décomposer en plusieurs maillons qui sont l'accès, l'évacuation et le traitement des effluents.

I. Assainissement

I.1. Définitions

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), « par assainissement, on entend la mise à disposition d'installations et de services permettant d'éliminer sans risque l'urine et les matières fécales... L'assainissement désigne aussi le maintien de bonnes conditions d'hygiène, grâce à des services comme l'enlèvement des ordures et l'évacuation des eaux usées ». [10]

Selon le code de l'eau en vigueur à Madagascar, « l'assainissement s'entend, de toute mesure destinée à faire disparaître les causes d'insalubrité de manière à satisfaire, à la protection de la ressource en eau, la commodité du voisinage, la santé et la sécurité des populations, la salubrité publique, l'agriculture, à la protection de la nature et de l'environnement ». [11]

Ainsi, l'assainissement s'applique aussi bien aux déchets solides qu'aux eaux usées et eaux pluviales.

I.2. Objectif

La proportion de la population utilisant des infrastructures d'assainissement améliorées est parmi les indicateurs pris en compte par les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) pour atteindre son principal objectif, lequel vise à assurer un environnement durable. [9]

Selon l'OMS, il s'agit de réduire autant que possible, pour tous les peuples, la charge des maladies liées à l'assainissement grâce à la prévention primaire. [10]

II. Cadre d'étude

II.1. Déchets liquides ou eaux usées

Toutes les activités humaines, qu'elles soient domestiques, agricoles ou industrielles produisent des eaux usées. En milieu urbain, il existe trois grandes catégories d'eaux usées : les eaux usées industrielles, les eaux usées domestiques et les eaux pluviales. Le présent travail s'intéresse uniquement à ces deux dernières classes d'eaux usées.

II.1.1. Eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en deux catégories:

- les eaux ménagères : elles ont pour origine les salles de bain et les cuisines, et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvant, de débris organiques...
- les eaux vannes : ce sont les rejets des toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux. Ainsi, elles contiennent les excréta c'est-à-dire essentiellement les matières fécales.

Les eaux usées domestiques peuvent contenir de nombreuses substances, dissoutes ou sous forme solide, ainsi que de nombreux microorganismes. En fonction de leurs caractéristiques physiques, chimiques ou biologiques et du danger sanitaire qu'elles représentent, ces substances peuvent être classées en quatre groupes : les matières en suspension, les microorganismes, les éléments traces minéraux ou organiques et les substances nutritives. [15]

a. Matières en suspension (MES)

Les matières en suspension constituent l'ensemble des particules minérales et organiques dans l'eau. Elles sont de nature non biodégradable ou biodégradable. La plus grande part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées sont transportés par les MES. L'augmentation des MES dans les eaux superficielles provoque l'obscurcissement du milieu : la lumière y pénètre moins bien. Ainsi, cette perte de luminosité entraîne une diminution de l'activité de photosynthèse. De plus, les matières organiques (MO) contenues dans les MES favorisent l'activité des microorganismes aérobies.

b. Substances nutritives

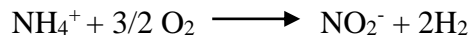
Phosphore

Présent sous forme de phosphates, le phosphore n'est pas intrinsèquement toxique. C'est sa présence en abondance dans les milieux hydrauliques superficiels qui est problématique. Les phosphates sont des substances nutritives. Leur apport exagéré dans les eaux de surfaces augmente la production des algues et des plantes aquatiques. Plus il y a d'algues, moins il y a d'oxygène dans l'eau. Et les conditions de vie deviennent difficiles pour la faune et la flore aérobies du milieu aquatique. Ce phénomène provoque l'asphyxie dans les eaux de surface : c'est le phénomène de « l'eutrophisation ».

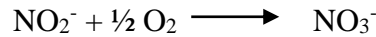
Azote

Nos eaux usées contiennent de l'azote organique et de l'azote ammoniacal. L'azote organique est un élément constituant des cellules vivantes : végétales ou animales. L'azote ammoniacal NH_4^+ provient de la décomposition de l'azote organique par les bactéries et des rejets directs des êtres vivants (urines, excréments).

Les ions nitrite NO_2^- proviennent de la dégradation de la matière organique et de l'oxydation de l'azote ammoniacal :



Les ions nitrate NO_3^- sont le produit final de l'oxydation de l'azote ammoniacal :



L'azote gazeux N_2 est très présent dans l'air (70%), et peut être soluble dans l'eau ; ce sont les bactéries dénitrifiantes qui permettent la transformation finale de l'azote organique en azote gazeux.

Les ions NH_4^+ et NO_2^- sont très toxiques pour la faune aquatique et posent des problèmes pour la santé publique. Ils induisent une prolifération bactérienne dans les eaux. Par contre, les nitrates NO_3^- sont la principale source d'inquiétude. Ces ions se transforment en milieu acide faible en ions nitrites qui sont toxiques pour l'organisme humain. Les nitrates constituent aussi un agent fertilisant susceptible de favoriser le développement excessif des algues dans le milieu aquatique

c. Micropolluants organiques et non organiques

Les micropolluants sont des éléments présents en quantité infinitésimale dans les eaux usées. Leur présence est généralement indispensable au développement des êtres vivants, et leur absence peut entraîner des carences. A plus fortes concentrations, ils deviennent toxiques. La plupart sont désignés comme étant "métaux lourds", bien que tous ne soient pas des métaux ; ces éléments sont soumis à des normes.

d. Microorganismes

L'utilisation ou tout simplement la présence des eaux usées dans un milieu présente un danger permanent pour l'environnement et les populations. Le danger microbiologique est dû aux agents pathogènes véhiculés par les eaux usées. Ces agents sont constitués de parasites, virus et bactéries entraînant souvent une inhibition des mécanismes biologiques. La pollution microbiologique se développe conjointement à la pollution organique, par une prolifération des germes d'origine humaine ou animale dont certains sont éminemment pathogènes.

- **Parasites dans les eaux usées**

Les Protozoaires dont certains d'entre eux adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de résistance appelée kyste qui résiste généralement aux procédés de traitements des eaux usées.

Les Helminthes dont les œufs sont très résistants et peuvent notamment survivre plusieurs semaines voire plusieurs mois sur les sols ou les plantes cultivées. Les trois grandes catégories sont : les Trematoda, les Cestoda (ténias) et les Nematoda (vers ronds). De rigoureuses campagnes d'éducation sanitaire sont nécessaires pour rendre le public conscient des rapports qui existent entre les conditions sanitaires et les helminthiases.

- **Bactéries dans les eaux usées**

Leur quantité moyenne dans les fèces est d'environ 10^{12} bactéries g^{-1} et 10^7 à 10^8 bactéries ml^{-1} dans les eaux usées dont la majorité n'est pas pathogène. La concentration en bactéries pathogènes est de l'ordre de $10^4 l^{-1}$. Le nombre de germes peut être multiplié par 1000 dans les eaux de rivières après un rejet urbain. La voie de contamination majoritaire est l'ingestion à travers les aliments contaminés (**tableau 1**) [8].

Tableau 1: Bactéries pathogènes dans les eaux usées

Agent pathogène	Symptômes, maladie	Nombre pour un litre d'eau usée	Voies de contamination Principales
Salmonella	Typhoïde, paratyphoïde, Salmonellose.	23 à 80 000	Ingestion
Shigella	Dysenterie bacillaire.	10 à 10 000	Ingestion
E. coli	Gastro-entérite.		Ingestion
Yersinia	Gastro-entérite.		Ingestion
Compylobacter	Gastro-entérite.	37 000	Ingestion
Vibrio	Choléra.	100 à 100 000	Ingestion
Leptospira	Leptospirose.		Cutanée/Inhalation/ Ingestion
Legionella	Légionellose.		Ingestion
Mycobacterium	Tuberculose.		Ingestion

- **Virus dans les eaux usées**

Les virus ne sont pas naturellement présents dans l'intestin, contrairement aux bactéries. Ils sont présents soit intentionnellement (après une vaccination contre la poliomyélite, par exemple), soit chez un individu infecté accidentellement. L'infection se produit par l'ingestion dans la majorité des cas, sauf pour *Coronavirus* où elle peut aussi avoir lieu par inhalation. (Tableau 2) [8]

Tableau 2: Les virus dans les eaux usées

Agent pathogène	Symptômes, maladie	Nombre pour un litre d'eau usée	Voies de contamination Principales
Virus de l'hépatite A	Hépatite A.		Ingestion
Virus de l'hépatite B	Hépatite B.		Ingestion
Rotavirus	Vomissement, diarrhée.	400 à 85000	Ingestion
Virus de Norwalk	Vomissement, diarrhée.		Ingestion
Adénovirus	Maladie respiratoire, Conjonctivite, vomissement.		Ingestion
Astrovirus	Vomissement, diarrhée.		Ingestion
Calicivirus	Vomissement, diarrhée.		Ingestion
Coronavirus	Vomissement, diarrhée.		Ingestion/ Inhalation
Réovirus	Affection respiratoire bénigne, diarrhée.		Ingestion
Entérovirus			Ingestion
Poliovirus	Paralyse, méningite, fièvre.	182 à 492000	Ingestion
Coxsackie A	Méningite, fièvre, pharyngite, Maladie respiratoire.		Ingestion
Coxsackie B	Myocardite, anomalie congénitale du coeur (si contamination pendant la grossesse), éruption cutanée, méningite, maladie respiratoire.		Ingestion
Echovirus	Méningite, encéphalite, maladie respiratoire, rash,		Ingestion

	diarrhée, fièvre.		
Entérovirus 68-71	Méningite, encéphalite, maladie respiratoire, conjonctivite hémorragique aigüe, fièvre.		Ingestion

La pollution journalière produite par une personne utilisant 150 à 200 litres d'eau est évaluée à :

- 90 grammes de matières organiques ou minérales(en suspension dans l'eau sous forme de particules) ;
- 57 grammes de matières oxydables ;
- 15 grammes de matières azotées ;
- 4 grammes de phosphore (issus des détergents) ;
- 0.23 gramme de résidus de métaux lourds (plomb, cadmium, arsenic, mercure...) ;
- 0.05 gramme de composés (fluor, chlore, brome, iode...) ;
- 1 à 10 milliards de germes par 100ml

II.1.2. Eaux pluviales

Les eaux pluviales se chargent d'impuretés (fumées industrielles, résidus de pesticides, gaz d'échappement des voitures...) au contact de l'air. Si le terrain est plat, l'eau stagne et entraîne la pollution et la prolifération de moustiques ou autres vecteurs de maladies. Si le terrain est en pente, en ruisselant, l'eau pluviale se charge des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes. En cas de forte pluie ou d'orage, il faut canaliser ces eaux pluviales de gros volumes pour éviter les inondations et les submersions ainsi que l'éboulement.

II.2. Déchets solides

Ils sont constitués des débris combustibles et non combustibles tels que les papiers, cartons, bois, paille, briques, pierres, plastiques et autres. Les déchets solides concernent souvent les ordures ménagères (OM).

On entend par ordures ménagères tous détritiques générés dans le ménage, tels que déchets de nourriture ou de préparation de repas, balayures, objets ménagers, journaux et papiers divers, emballages métalliques de petites dimensions, bouteilles, emballages papier ou plastique, chiffons et autres résidus textiles, etc. On y inclut également les déchets végétaux provenant de l'entretien des jardins, des cours. Bien souvent, on assimile aussi aux déchets ménagers d'autres détritiques dans la mesure où ils sont de nature similaire aux déchets des ménages et produits par des individus dans des proportions relativement proches. On citera par exemples les déchets de bureaux, des commerces, de l'artisanat, des administrations, des

halles, des foires, des marchés, des collectivités telles que les cantines, de l'entretien des espaces verts et des voiries ainsi que tous les objets et cadavres de petits animaux abandonnés sur la voie publique.

On distingue habituellement trois fractions dans les déchets ménagers :

- la fraction biodégradable comprend les matières qui peuvent être dégradés par l'action de microorganismes en un laps de temps déterminé : végétaux, déchets alimentaires, fruits, produits cellulosiques et plastiques biodégradables.
- la fraction inerte comprend les matières qui ne peuvent être dégradées par l'action de microorganismes en un laps de temps déterminé : verre, pierre, céramiques, plastiques non biodégradables, textiles synthétiques, caoutchouc, etc. Cette fraction apporte plus de nuisance que de pollution chimique.
- les contaminants sont des matières qui relâchent des contaminants chimiques par exemple des métaux lourds, dans le milieu et qui ne sont pas ou peu biodégradables : batterie, métaux non ferreux, solvants, peintures, huiles, encres, matériaux contenant des sulfates (*comme les plâtres*), etc.

III. Généralités sur la gestion des déchets

La gestion des déchets concerne tous les types de déchets, qu'ils soient solides, liquides ou gazeux, chacun possédant sa filière spécifique. Elle inclut leur collecte, leur transport jusqu'à un site, et leur traitement.

L'objectif spécifique de l'assainissement urbain est l'évacuation rapide sans stagnation et sans risque pour le personnel chargé de l'exploitation des ouvrages.

III.1. Gestion des déchets solides

La gestion des ordures ou des déchets solides désigne l'ensemble des opérations et moyens mise en œuvre pour limiter, recycler, valoriser ou éliminer les déchets. C'est-à-dire des opérations de prévention, de pré collecte, collecte, transport et toute opération de tri, de stockage, de traitement, afin de réduire leurs effets sur la santé humaine et sur l'environnement.

La collecte est une opération consistant à l'enlèvement des déchets des points de regroupement comme des bacs à ordures ou des dépotoirs qui leur sont réservés pour les acheminer vers un lieu de tri, de valorisation, de traitement ou de stockage.

Afin de bien diriger le déchet dans la bonne filière de gestion, il est préférable de procéder à un pré tri. Ce tri va permettre dans un premier temps de séparer les déchets recyclables des déchets non recyclables et dans un second temps de valoriser le déchet.

La technique d'enfouissement ou d'incinération ou encore de compostage sont des exemples de méthodes de valorisation et de traitement de déchets stratégiquement efficace.

La mise en place d'un site de décharge contrôlé est aussi une méthode appropriée pour le stockage de déchets.

Notons qu'une mauvaise gestion des déchets solides a des conséquences néfastes sur la gestion des déchets liquides. La qualité des détritiques qui se déposent sur leur chemin présente une influence sur la qualité des eaux de ruissellement ainsi que sur les charges de ces eaux et pourra ensuite perturber leur écoulement.

III.2. Gestion des déchets liquides

Tout système d'assainissement des déchets liquides qu'il soit collectif ou non, a pour but de regrouper les eaux usées, c'est la collecte, puis de les dépolluer par le processus appelé l'épuration en les traitant avant leur rejet dans le milieu naturel

III.2.1. Systèmes d'assainissement des eaux usées

Pour la gestion des eaux usées de la maison, le raccordement à un système d'assainissement est obligatoire. Filière collective, semi collective ou individuelle, plusieurs possibilités existent en fonction du lieu d'habitation. Ce sont donc les trois systèmes d'assainissement.

a. Assainissement collectif

Avec l'assainissement collectif, les eaux usées d'une maison ou d'un immeuble sont collectées par le réseau public d'assainissement. Elles sont généralement ensuite acheminées vers une station d'épuration où elles sont traitées. Ce type d'assainissement nécessite la réalisation des infrastructures sous forme d'un réseau public unitaire ou séparatif approprié pour assurer un service d'assainissement régulier.

b. Assainissement individuel

Une installation d'assainissement individuel désigne toute installation d'assainissement effectuant le prétraitement, l'épuration, la restitution dans le milieu naturel et la ventilation des eaux usées domestiques des immeubles ou parties d'immeubles non raccordés à un réseau public de collecte des eaux usées. On parle aussi d'assainissement non collectif ou d'assainissement autonome. Ce type d'assainissement se fait souvent grâce à une fosse septique, à un puisard ...

c. Assainissement semi collectif

L'assainissement semi collectif est un réseau d'assainissement qui collecte les eaux usées d'un petit nombre d'habitations, généralement isolées. Ce système peut prendre la forme d'un réseau unitaire ou séparatif. La réalisation, la gestion et la maintenance de ce dernier est assuré par une ou plusieurs personnes particulières.

III.2.2. Collecte des eaux usées

Elle se fait par l'intermédiaire d'un réseau d'assainissement.

a. Réseau d'assainissement

Le réseau d'assainissement des eaux usées ou réseau de collecte d'une agglomération a pour fonction de collecter ces eaux pour les conduire à une station d'épuration.

La collecte s'effectue par l'évacuation des eaux usées domestiques (et éventuellement industrielles ou pluviales) dans les canalisations d'un réseau d'assainissement appelées aussi collecteurs.

Le transport des eaux usées dans les collecteurs se fait généralement par gravité, c'est-à-dire sous l'effet de leur poids. Il peut parfois s'effectuer par refoulement, sous pression ou sous dépression.

Lorsque la configuration du terrain ne permet pas l'écoulement satisfaisant des eaux collectées, on a recours à des différents procédés comme le pompage et station de relèvement pour faciliter leur acheminement.

b. Types de réseaux de collecte

Il existe deux types de réseaux de collecte : les **réseaux unitaires** et les **réseaux séparatifs** :

- **Le système unitaire** est un réseau unique où transitent les eaux usées mêlées aux eaux pluviales vers un exutoire avec ou sans traitement. Il cumule les avantages de l'économie (un seul réseau à construire et à gérer) et de la simplicité (toute erreur de branchement est exclue, par définition) ; mais nécessitent de tenir compte des brutales variations de débit des eaux pluviales dans la conception et le dimensionnement des collecteurs et des ouvrages de traitement.
- **Le système séparatif** est composé de deux réseaux, l'un déversant les eaux pluviales dans l'exutoire le plus proche, l'autre collectant les eaux usées pour les ramener généralement à une station de traitement. Ce système a l'avantage d'éviter le risque de débordement d'eaux usées dans le milieu naturel lorsqu'il pleut. Il permet de mieux maîtriser le flux et sa concentration en pollution et de mieux adapter la capacité des stations d'épuration.

III.3. Gestion des excréta

III.3.1. Assainissement amélioré

L'évacuation des excréta est probablement l'aspect le plus important au niveau domestique. Si les déchets et les eaux usées peuvent simplement être jetés dans la rue en l'absence de système de gestion, la défécation non contrôlée est une source importante de maladies et de gêne dans la vie quotidienne. L'Unicef et l'OMS utilisent l'accès à une latrine améliorée comme indicateur de l'assainissement de base, avant de considérer les eaux usées et les déchets solides.

Ainsi, un assainissement amélioré est la technologie assurant l'évacuation hygiénique des excréments et des eaux ménagères ainsi qu'un milieu de vie propre et sain tant à domicile que dans le voisinage des utilisateurs. Cette catégorie inclut les:

- latrines à chasse d'eau raccordées : à un réseau d'égout, à une fosse septique ou à des latrine à fosse
- latrines améliorées à fosse ventilée.
- latrines à fosse avec dalle lavable
- latrines à compostage

Ces installations empêchent tout contact direct humain avec les excréta.

III.3.2. Evacuation des boues de vidange

L'opération de vidange consiste à évacuer les matières fécales provenant des fosses sèches vidangeables et des fosses septiques par pompage : ce sont les boues de vidange.

Les boues de vidange renferment tous les organismes infectieux excrétés avec les fèces humains. Ainsi, elles sont considérées comme des matières très dangereuses qu'il convient de manipuler avec précaution. Une mauvaise gestion de ces boues peut donc favoriser la transmission des pathogènes aux vidangeurs, au niveau de l'environnement et à la population

Une opération de vidange est indispensable et doit se faire périodiquement, en moyenne tous les quatre ans. Cette opération d'entretien doit impérativement être prise en charge par un professionnel qui dispose des outils et des compétences nécessaires pour mener à bien la mission.

Ensuite, il faut transporter la boue de vidange sans risque sur un site de traitement aboutissant à son élimination ou à une réutilisation sans danger tels que le compostage, l'épandage, le lit de séchage ou l'incinération

Il existe aussi des systèmes d'assainissement par égout véhiculant les excréta, les urines et le papier hygiénique dilués dans de grands volumes d'eau qui s'écoulent dans les canalisations à des vitesses produisant un effet autonettoyant. Dans ce cas, ils ne produisent

pas de boue de vidange. Ils sont traités avec les eaux usées et produiront les boues d'épuration.

III.4. Station de traitement

Le traitement des eaux usées est l'ensemble des procédés visant à dépolluer l'eau usée avant son retour dans le milieu naturel ou sa réutilisation. La complexité des traitements mise en œuvre varie en fonction de la nature des eaux usées.

Les eaux usées domestiques sont souvent traitées dans les stations d'épuration ou STEP dont le but est de séparer les polluants présents dans l'eau qui pourraient potentiellement polluer l'environnement.

Dans une STEP, les étapes successives du traitement de l'eau sont le prétraitement, le traitement primaire, le traitement secondaire, le traitement tertiaire et le traitement quaternaire.

III.4.1. Prétraitement

Le prétraitement consiste en trois étapes principales qui permettent de supprimer de l'eau les éléments qui gêneraient les phases suivantes de traitement. Toutes les stations d'épuration ne sont pas forcément équipées des trois, seul le dégrillage est généralisé, les autres sont le dessablage et le déshuilage.

a- Dégrillage et tamisage

Le dégrillage et le tamisage permettent de retirer de l'eau les déchets insolubles tels que les branches, les plastiques, serviettes hygiéniques, etc. En effet, ces déchets ne pouvant pas être éliminés par un traitement biologique ou physico-chimique, il faut donc les éliminer mécaniquement. Pour ce faire, l'eau usée passe à travers une ou plusieurs grilles dont les mailles sont de plus en plus serrées. Celles-ci sont en général équipées de systèmes automatiques de nettoyage pour éviter leur colmatage, et aussi pour éviter le dysfonctionnement de la pompe (dans les cas où il y aurait un système de pompage).

b- Dessablage

Le dessablage permet, par décantation, de retirer les sables mélangés dans les eaux par ruissellement ou amenés par l'érosion des canalisations. Ce matériau, s'il n'était pas enlevé, se déposerait plus loin, gênant le fonctionnement de la station et provoquant une usure plus rapide des éléments mécaniques comme les pompes. Les sables extraits peuvent être lavés avant d'être mis en décharge, afin de limiter le pourcentage de matières organiques, la dégradation de celles-ci provoquant des odeurs et une instabilité mécanique du matériau.

c- Dégraissage

C'est généralement le principe de la flottation qui est utilisé pour l'élimination des huiles. Son principe est basé sur l'injection de fines bulles d'air dans le bassin de déshuilage,

permettant de faire remonter rapidement les graisses en surface (les graisses sont hydrophobes). Leur élimination se fait ensuite par raclage de la surface. Il est important de limiter au maximum la quantité de graisse dans les ouvrages en aval pour éviter par exemple un encrassement des ouvrages, notamment des canalisations. Leur élimination est essentielle également pour limiter les problèmes de rejets de particules graisseuses, les difficultés de décantation ou les perturbations des échanges gazeux. Le dessablage et le déshuilage se réalisent le plus souvent dans un même ouvrage : les sables décantent au fond de celui-ci tandis que les graisses remontent en surface. Le déshuilage peut aussi se faire par coalescence. Ce procédé permet un niveau de déshuilage hors-norme.

III.4.2. Traitement primaire

En épuration des eaux usées, le traitement primaire est une simple décantation qui permet de supprimer la majeure partie des matières en suspension. Ce sont ces matières qui sont à l'origine du trouble des eaux usées. L'opération est réalisée dans des bassins de décantation dont la taille dépend du type d'installation et du volume d'eau à traiter. De la même manière, le temps de séjour des effluents dans ce bassin dépend de la quantité de matière à éliminer et de la capacité de l'installation à les éliminer. À la fin de ce traitement, la décantation de l'eau a permis de supprimer environ 60 % des matières en suspension, environ 30 % de la demande biologique en oxygène (DBO) et 30 % de la demande chimique en oxygène (DCO). Cette part de DBO supprimée était induite par les matières en suspension. La charge organique restant à traiter est allégée d'autant. Les matières supprimées forment au fond du décanteur un lit de boues appelé « boues primaires ».

III.4.3. Traitement secondaire

Le traitement secondaire se fait le plus couramment par voie biologique. Une voie physico-chimique peut la remplacer ou plus souvent s'y ajouter pour favoriser la floculation et coagulation des boues ou permettre, par exemple, la fixation des phosphates.

a- Traitement par voie biologique

- *Traitement des composés organiques*

Le traitement biologique le plus simple consiste à éliminer les composés organiques tels que sucres, graisses et protéines. Ceux-ci sont nocifs pour l'environnement puisque leur dégradation implique la consommation de dioxygène dissous dans l'eau nécessaire à la survie des animaux aquatiques. La charge en polluants organiques est mesurée communément par la DBO5 (demande biologique (ou biochimique) en oxygène sur cinq jours) ou la demande chimique en oxygène (DCO). Les bactéries responsables de la dégradation des composés organiques sont hétérotrophes. Pour accélérer la dégradation des composés organiques, il faut apporter artificiellement de l'oxygène dans les eaux usées.

- *Nitrification*

Si les réacteurs biologiques permettent un temps de contact suffisant entre les effluents et les bactéries, il est possible d'atteindre un second degré de traitement : la nitrification. Il s'agit de l'oxydation de l'ammoniaque en nitrite, puis en nitrate par des bactéries nitrifiantes. L'ammoniaque est un poison pour la faune piscicole. Les bactéries nitrifiantes sont autotrophes (elles fixent elles-mêmes le carbone nécessaire à leur croissance dans le CO₂ de l'air). Elles croissent donc beaucoup plus lentement que les hétérotrophes. Une station d'épuration doit d'abord éliminer les composés organiques avant de pouvoir nitrifier.

- *Dénitrification*

Une troisième étape facultative consiste à dénitrifier (ou dénitrater) les nitrates résultants de la nitrification. Cette transformation peut se faire en pompant une partie de l'eau chargée de nitrates de la fin de traitement biologique et la mélanger à l'eau d'entrée, en tête de traitement. La dénitrification se passe dans un réacteur anoxique, en présence de composés organiques et de nitrates. Les nitrates sont réduits en di azote (N₂) qui s'échappe dans l'air. Les nitrates sont des nutriments qui sont à l'origine de l'envahissement d'algues dans certaines mers. La dénitrification se fait généralement sur les petites stations d'épuration dans le même bassin que la nitrification par syncopage (arrêt de l'aération, phase anoxie). Cette étape tend à se généraliser pour protéger le milieu naturel.

b- Traitement par voie physico-chimique

Il regroupe l'aération et le brassage de l'eau mais aussi une décantation secondaire (dite aussi clarification). À partir de ce dernier élément, l'eau clarifiée est rejetée (sauf traitement tertiaire éventuel) et les boues décantées sont renvoyées en plus grande partie vers le bassin d'aération, la partie excédentaire étant dirigée vers un circuit ou un stockage spécifique.

Le traitement secondaire peut comporter des phases d'anoxie (ou une partie séparée en anoxie) qui permet de dégrader les nitrates.

Remarque : la déphosphatation

Le traitement du phosphore est généralement demandé sur les stations supérieures à 10 000 équivalents habitants. Il peut être demandé sur des petites stations d'épuration suivant la sensibilité du milieu récepteur.

Cinq types de traitement sont possibles :

- **le traitement physique** qui utilise des filtres ou des membranes afin d'enlever le phosphore ;
- **le traitement chimique** : il s'agit de réactions des sels formant des précipités insolubles au fond du bassin. D'autres composés chimiques tels que le calcium ou le fer

peuvent être utilisés. Cette méthode reste assez coûteuse et peut augmenter légèrement le volume de boue à traiter et la consommation d'oxygène ;

- **le traitement combinant les méthodes chimiques et physiques ;**
- **l'EBPR** (enhanced biological phosphorous removal) qui consiste à l'accumulation de phosphore par des micro-organismes, sous forme de polyphosphate par exemple.
- **Le traitement biologique** : dans ce cas, un traitement biologique complété par un traitement physico-chimique est souvent utilisé.

III.4.4. Traitement tertiaire

a- Traitement bactériologique

Le traitement tertiaire n'est pas toujours réalisé. Cette étape permet de réduire le nombre de bactéries, donc de germes pathogènes présents dans l'eau traitée. Elle peut être demandée pour protéger une zone de baignade, un captage d'eau potable ou une zone conchylicole. Ce traitement peut être réalisé par ozonation, par un traitement aux UV ou pour des petites capacités de station d'épuration par une filtration sur sable (sable siliceux et de granulométrie spécifique).

b- Traitement bactériologique par rayonnement UV

Il existe une certaine variété de systèmes sur le marché. Le principe traditionnel de désinfection par rayonnement UV consiste à soumettre l'eau à traiter à une source de rayonnements UV en la faisant transiter à travers un canal contenant une série de lampes submergées. Depuis quelques années, l'on trouve aussi, surtout pour les petites stations de traitement des eaux usées, un système basé sur des réacteurs monolampe, qui offre des avantages au niveau de la maintenance et des coûts d'utilisation.

c- Traitement par voie physico-chimique

Le traitement tertiaire inclut un ou plusieurs des processus suivants :

- désinfection par le chlore ou l'ozone (pour éliminer les germes pathogènes) ;
- neutralisation des métaux en solution dans l'eau : en faisant varier le pH de l'eau dans certaines plages, on obtient une décantation de ces polluants.

III.4.5. Traitement quaternaire

Il s'agit de l'élimination des micropolluants que les procédés de traitement listés ci-dessus ne permettent pas d'effectuer. On désigne par micropolluants les composés traces présents dans les eaux à des concentrations très faibles (de l'ordre du microgramme ou du nanogramme par litre) et qui même en concentrations infimes peuvent exercer un effet nocif sur les organismes aquatiques. Par exemple: les résidus médicamenteux, les hormones, les pesticides ou encore les cosmétiques.

Deux méthodes de traitement ont été retenues :

- le contact avec du charbon actif : mis en œuvre sous forme de charbon actif en poudre (CAP), en grain (CAG) ou en micrograin (μ -CAG) ;
- l'ozonation continue des eaux usées traitées à la sortie du traitement par voie biologique.[13]

Il existe aussi des traitements écologiques des eaux usées. Ce sont les végétaux qui constituent la base du traitement. Ils abritent les bactéries épuratrices, notamment dans leurs racines. La méthode s'appelle « la phytoépuration ». On peut citer : le lagunage, les filtres plantés, le bambou d'assainissement, etc.

Ces différentes étapes de l'assainissement sont résumées sur la **figure 1**.

Au final, l'assainissement intéresse la gestion de tous les types de déchets, liquides ou solides. Il ne suffit pas seulement de s'en débarrasser, mais d'en débarrasser l'environnement et autant que possible de les valoriser d'une façon ou d'une autre.

La gestion des déchets liquides nécessite des infrastructures ou réseaux d'assainissement spécifiques pour leur collecte et des stations de traitement adéquates pour les purifier afin de les réutiliser ou de les déverser dans le milieu naturel. Ce qui est absolument indispensable au regard de leur dangerosité par la présence des microorganismes hautement pathogènes et des substances toxiques et à cause des quantités énormes produites dans les agglomérations actuelles.

Les déchets solides ou ordures impactent facilement sur la qualité des eaux usées. Leur gestion est donc tout aussi important surtout pour les zones urbaines où leur quantité devient rapidement source de gêne, de pollution et de risques sérieux pour l'homme et son environnement.

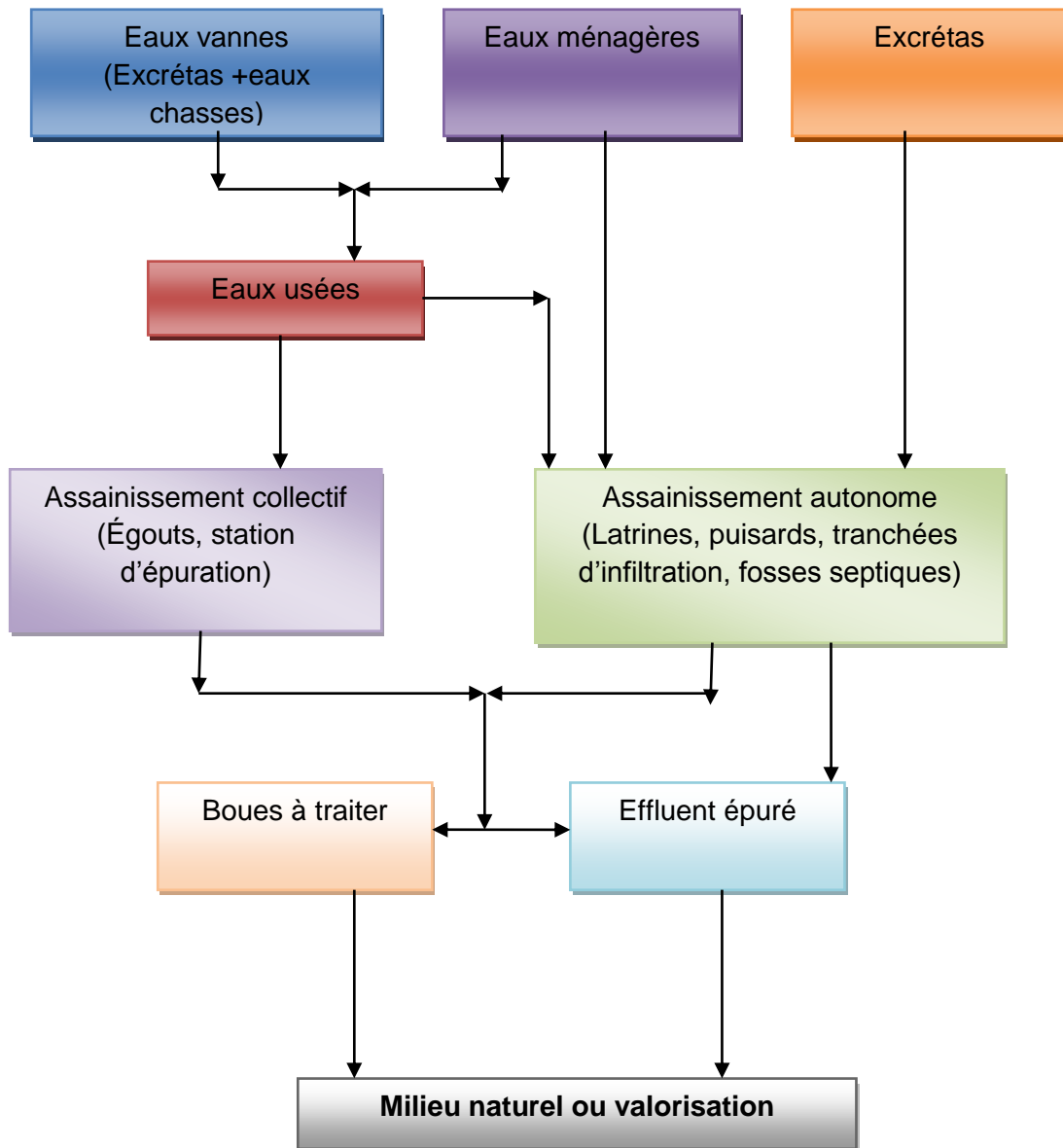


Figure 1 : Schéma général des principes d'assainissement des excréta, eaux usées et boues de vidange [6]

Au final, comme l'eau devient de plus en plus une denrée rare, cet aperçu montre l'importance de l'assainissement dans la préservation de la qualité de la vie de tout un chacun et sa place dans le développement de la ville. Aussi, un état des lieux de l'assainissement dans la zone d'étude s'avère utile dans la suite du travail.

PARTIE 2 : ASSAINISSEMENT DANS LA ZONE D'ETUDE

Cette seconde partie du mémoire est consacrée en premier lieu à la présentation de la zone d'étude et à l'état des lieux de l'assainissement qui y règne.

I. Présentation de la zone d'étude : le bassin versant Sud

La zone d'étude est présentée sur la **figure 2**.

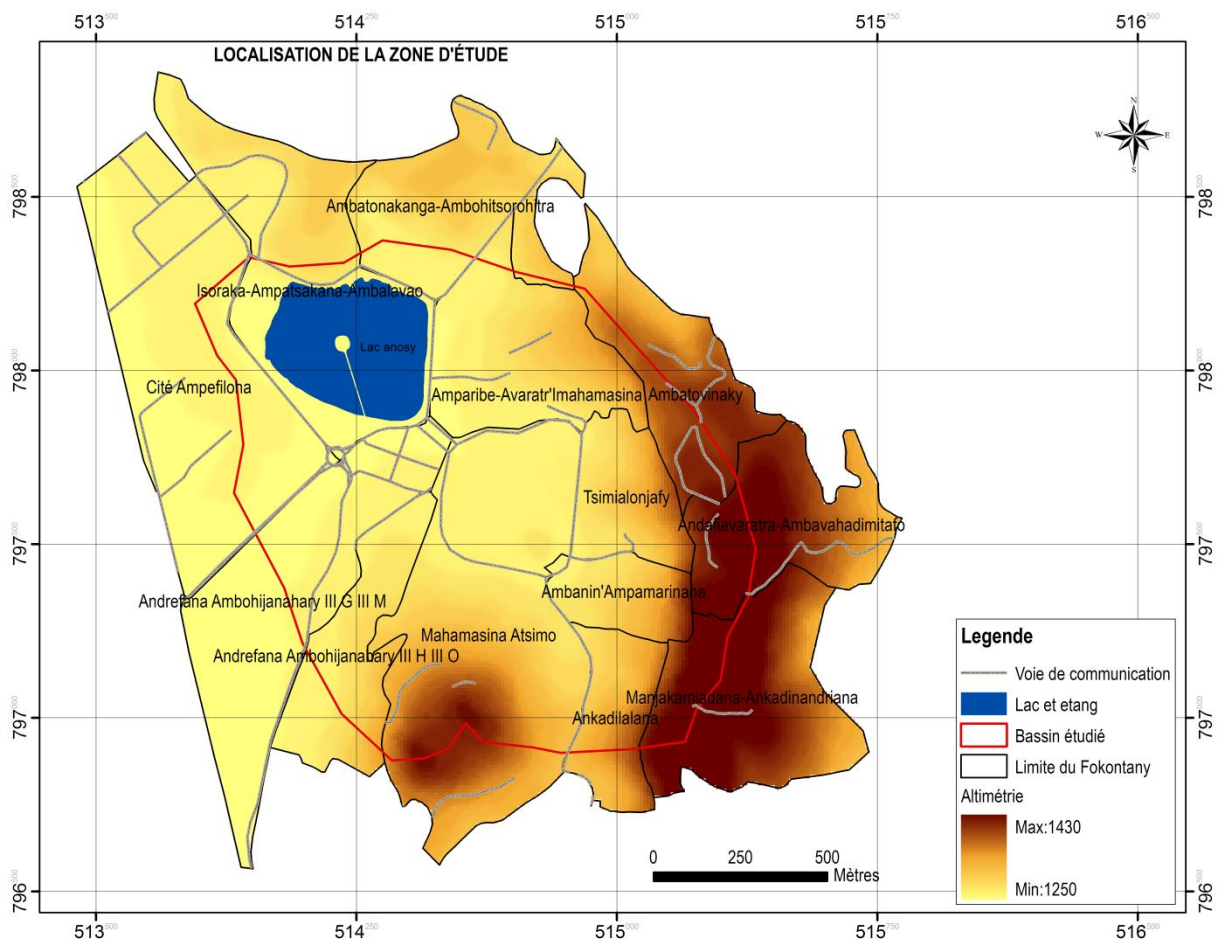


Figure 2 : Présentation de la zone d'étude

I.1. Localisation

L'étude se déroule dans l'espace compris entre Manjakamiadana et Anosy en allant d'est en ouest et entre le versant nord de la colline d'Ambohijanahary et Anosy en allant du nord au sud.

On a focalisé l'étude de la partie haute de la ville sur le cas de la zone collinaire située dans la partie Est du versant Sud, allant globalement du palais royal à Mahamasina. Pour des raisons d'ordre pratique, la partie haute est subdivisée en deux sous-structures : la partie haute proprement dite ou Haute Ville et les pentes. Cette zone regroupe sept fokontany. Il s'agit des fkt Manjakamiadana, Ambatovinaky, Tsimialonjafy, Ambaninapamarinana, Andafiavaratra, Amparibe et du fkt Ankadilalana. Au total, elle compte 4460 ménages.

Suivant leur niveau de vie, on y trouve différentes classes de ménages :

- les ménages de classe élevée : population généralement raccordée au réseau d'eau potable et disposant d'un tout-à-l'égout ou d'une fosse septique (WSUP)
- les ménages de classe moyenne : population utilisant majoritairement la borne fontaine et disposant des latrine à fosse sèche ou bien des latrines connectées directement aux canaux d'évacuation des réseaux publics.
- les ménages de classe basse : population en situation précaire à très précaire, ne disposant pas de latrine. Le ménage de cette classe fait recourt pour ses besoins au WC publique ou bien dans la nature.

Outre les pentes, l'étude des impacts inclue la partie basse allant de Mahamasina aux quartiers administratifs d'Anosy.

I.2. Géomorphologie

La géomorphologie de la partie Est du bassin versant Sud est caractérisée par la présence de la colline ferrallitique de Manjakamiadana. La partie haute de cette colline est suivie de la zone des falaises du palais de la reine. La zone basse, où est situé le stade de Mahamasina, reçoit ainsi toutes les eaux d'écoulement, qui sont soit déversées naturellement en suivant la forme du terrain, soit conduites par les canalisations existantes. Vu que les écoulements aussi bien en surface que dans le sous-sol s'effectuent toujours de la colline vers les plaines, cela favorise l'activité érosive dans les zones de faiblesse.

I.3. Géologie

Géologiquement, Antananarivo fait partie du socle cristallin du précambrien malgache. Les roches du sous-sol sont constituées majoritairement de granit intrusif au milieu des migmatites et des gneiss. Des affleurements sont observables en plusieurs endroits des collines. Les formations alluvionnaires constituées d'argiles, de tourbes et d'argiles sableuses tapissent les zones basses.

Les sols ferrallitiques rouges forment la totalité des sols des pentes et sommets des interfluves tandis que les sols hydromorphes et les sols tourbeux se partagent les zones alluviales.

I.4. Climat

Le **tableau 3** et la **figure 3** présentent les variations moyennes des précipitations et des températures à Antananarivo qui permettent de caractériser le climat local.

Tableau 3: Variations moyennes des précipitations et des températures d'Antananarivo

Mois	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Pluies	11,1	15	9,5	66,6	171	304	270	257	183	50,5	20,1	7,2
Températures	15,2	15,4	17,1	19,3	20,5	20,9	21,1	21,4	20,8	20	17,9	16

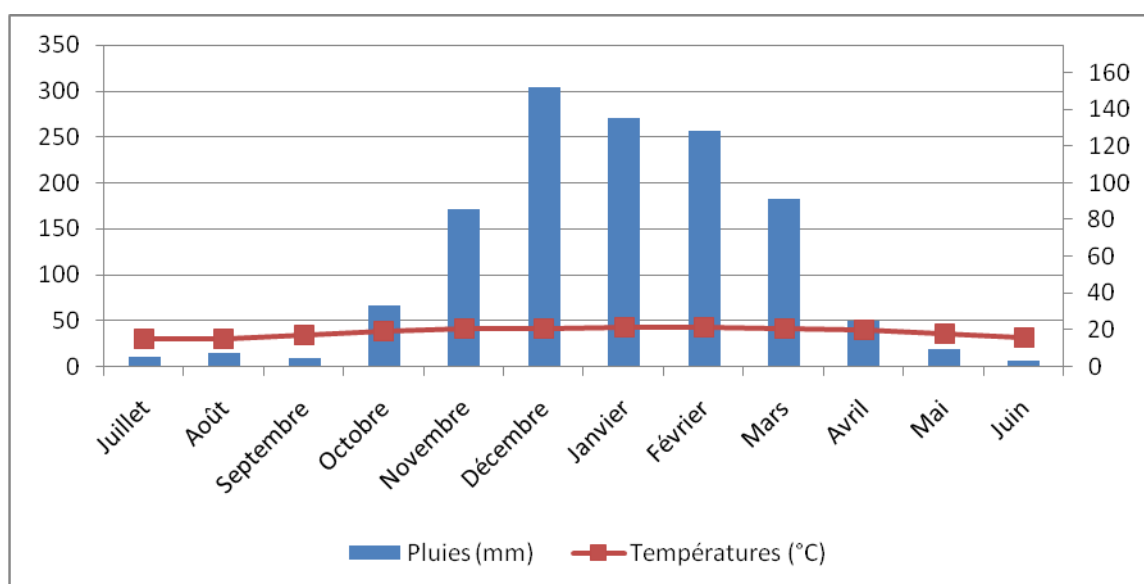


Figure 3 : Courbe ombrothermique d'Antananarivo

Le climat est du type tropical à deux saisons contrastées.

De mai à septembre, on a une saison fraîche et sèche. La mousson laisse place à l'alizé du sud-est et les pluies ne se manifestent que très rarement sous forme de pluies fines et de crachins. La pluviométrie descend jusqu'à 62 mm soit moins de 6 % du total annuel et une moyenne mensuelle de 12 mm. La baisse de la température coïncide avec cette faible pluviosité. La moyenne des températures est de 12°C.

D'octobre à avril, c'est la saison humide et pluvieuse caractérisée par les passages fréquents des cyclones tropicaux et des pluies de convergence tropicale. La mousson du nord-ouest apporte des précipitations abondantes. Le total de la pluviométrie est de 1300 mm, ce qui représente plus 95% du total annuel (1365 mm). La moyenne de la température en cette saison s'élève jusqu'à 20°C.

II. Etat des lieux de l'assainissement

II.1. Etat des lieux des infrastructures

L'ensemble des réseaux d'évacuation des eaux usées de la ville d'Antananarivo ont été mis en place vers les années 50-60, à la fin de la période coloniale et pendant les premières années de l'indépendance. Cependant, environ 30 % de la CUA seulement est desservie par ces réseaux de tous types totalisant 175 km, dont 20 km dédiés exclusivement aux eaux usées (réseau séparatif). La partie haute, les pentes et la partie basse de la zone de recherche sont inégalement desservies par ces réseaux.

II.1.1. La Haute Ville

Concernant le bassin versant sud, presque toute la partie haute en est dépourvue. Dans toute la vieille ville dite la « Haute Ville », en général, ce sont les caniveaux des bords de route, quand ils sont en place, qui évacuent les eaux usées. On dénombre néanmoins quelques têtes d'ouvrage qui collectent les eaux de pluie venant des routes situées en amont. Seule la partie de la ville située entre Andohalo et Ambatovinaky Ambony, dispose d'un réseau d'assainissement. Ce sont toutes ces structures qui collectent les eaux usées de toute la « Haute Ville », et malheureusement les déversent sur les pentes en différents endroits. Le cas de la structure rocheuse en face du Collège Saint-Joseph mérite une attention particulière car, à cet endroit, certains habitants utilisent l'eau qui sort de la buse pour leur lessive. Partout ailleurs, les caniveaux ou les têtes d'ouvrage débouchent directement sur les pentes.

II.1.2. Les pentes

Avant les années 70, les pentes de la colline de Manjakamiadana et du versant nord d'Ambohijanahary n'étaient pas encore aussi habitées qu'actuellement. Ce qui justifie probablement l'absence d'infrastructure d'évacuation dans cette partie de la ville. Maintenant, avec l'augmentation considérable du nombre d'habitations, le problème de la gestion des eaux usées et eaux de pluies devient critique.

Au niveau des pentes, ces eaux se fraient facilement un chemin à travers les caniveaux (**photo1**), la végétation, les escaliers ou les ruelles mais érodent tout à leur passage. Ensuite, soit elles se perdent dans la nature ou dans les rues, soit elles sont récupérées par les réseaux d'assainissement situés dans la zone basse, d'Ankadilalana à Mahamasina.

Pour la partie Sud de la colline de Manjakamiadana, certaines eaux usées finissent dans la zone Ankadibe (nom donné à une dépression entre Ambaninampamarinana et Ankadilalana). La majorité se déverse dans la nature, s'infiltré ou rejoint les caniveaux situés dans la partie basse pour finir dans les réseaux collectifs de Mahamasina.

Ainsi, la finalité des eaux usées de la partie haute n'est pas très nette.



Figure 4 : Photo du point de rejet des eaux usées dans le fokontany Manjakamiadana.

Photo prise en Avril 2016

Ce canal descend en longeant l'escalier (à droite sur la photo) jusqu'à Ankadilalana.

II.1.3. La partie basse

Les réseaux continus d'assainissement ne s'observent que dans la partie basse, à partir des fokontany Tsimialonjafy, Ankadilalana jusqu'au quartier administratif d'Anosy (**Figure 5**). Les systèmes d'assainissement sont assurés par les réseaux séparatifs pour la partie immeubles administratifs d'Anosy et pour l'hôpital HJRA et par les réseaux unitaires pour le reste du bassin versant. Ces ouvrages ne sont plus compatibles avec la forte évolution démographique et à la concentration de l'urbanisation. D'ailleurs, ils sont très vétustes et la plupart sont hors de fonctionnement ou complètement effondrés.



Figure 5 : Réseaux d'évacuation des eaux usées du Bassin Versant Sud

Cinq (5) stations de pompage situées à Ampefiloha, Ambodin'Isotry, 67Ha, Isotry et Anatihazo déversent par refoulement les eaux usées et eaux de pluie du système de collecte. Elles sont ainsi déversées soit directement, sans traitement préalable, vers la rivière d'Ikopa, source d'eau de consommation de la ville d'Antananarivo, soit dans le canal Andriantany soit dans le bassin tampon du lac Anosy, lui-même débouchant dans le canal Andriantany qui se jette aussi dans la rivière d'Ikopa : selon le SAMVA, 05 millions de m³ sont ainsi refoulées par an. Quant aux excréta et aux produits de vidange, ils sont en général rejetés illicitement dans les canaux et réseaux d'assainissement, dans le canal Andriantany et dans la rivière Ikopa.

En effet, Madagascar est parmi les rares pays qui n'ont pas encore des stations d'épuration des eaux usées et de stations de traitement des produits de vidange. [1]

Concernant les modes de gestion des excréta dans la ville d'Antananarivo, on peut les classer en 4 types principaux selon le rapport de WSUP/SOMEAH, 2010. Il s'agit de :

- l'évacuation des excréta avec les eaux vannes issues des toilettes et les eaux ménagères, vers le réseau d'assainissement collectif (ménages disposant d'un branchement privé au réseau d'alimentation en eau) ;
- l'évacuation des excréta avec les eaux vannes issues des toilettes et les eaux ménagères, vers une fosse septique avant infiltration dans le sol via un puisard (ménages disposant d'un branchement privé au réseau d'alimentation en eau) ;
- l'évacuation des excréta vers une fosse sèche vidangeable ou une fosse revêtue, puis vidange de la fosse quand celle-ci est pleine ;
- l'évacuation des excréta vers une latrine à fosse sèche non vidangeable, puis comblement et abandon de la fosse pleine et création d'un nouveau trou. [3]

À des endroits stratégiques du réseau des égouts, la zone d'étude comprend 4 chambres à sable. Elles sont situées respectivement à Anosy, près du nouveau WC public, à Mahamasina sous le parking du Palais des Sports, en face de l'Ecole normale, près de la pharmacie de Mahamasina et en face de l'église Joseph Mahamasina. Ce sont des élargissements souterrains du réseau d'assainissement permettant un dépôt des sédiments dans une fosse facilement accessible. Celle-ci permet un ralentissement du courant afin de permettre le dépôt des particules les plus lourdes. Il est nécessaire de la vidanger jusqu'à un certain niveau de sable afin qu'elle puisse fonctionner comme il faut. Pourtant, en plus du problème de la fréquence de curage, la capacité de ces chambres à sable est également insuffisante surtout après des fortes pluies successives.

II.2. Etat des lieux de la gestion des déchets liquides et solides

II.2.1. Gestion des eaux usées

Pour la partie haute et les pentes, une partie de la population se contente de profiter de la topographie en pente du terrain pour rejeter ses eaux usées sans en subir personnellement les conséquences. Cette solution de facilité dont usent et abusent les habitants de la partie haute les détournent de toute velléité collective de réclamation d'un meilleur service public sur ce chapitre assainissement. De ce fait, semble-t-il, les travaux d'assainissement ne comptent point parmi les priorités des responsables locaux. Une situation malsaine s'est donc installée dans laquelle se plaisent apparemment administrateurs et administrés. Cependant, les habitants de la partie basse en subissent les impacts à longueur d'année.

Concernant la collecte des eaux usées arrivant au pied de la falaise, à la rupture de pente autour du stade, celles-ci sont dirigées par un système d'égouts vers les chambres à sable. En saison des pluies, ces chambres sont rapidement encombrées. Ainsi, malgré ce type d'équipement, les parties de la zone basse concernées (Tout le quartier de Mahamasina autour

du stade, les quartiers d'Anosy et d'Ampefiloha) demeurent des zones critiques embourbées et inondées après chaque orage. Afin d'atténuer ces impacts, il est indispensable de dessabler fréquemment ces chambres en attendant la mise en place des solutions plus radicales c'est-à-dire celle de nouvelles infrastructures plus performantes dans le cadre d'une gestion intégrée de tout le bassin versant (partie haute, pentes et partie basse).

De ce fait, le pire se passe pendant toute la période pluviale. A chaque orage, ordures ménagères, débris de matière de toutes sortes, métalliques, plastiques, en bois, en carton, en papier ou tout simplement des débris de végétation et toutes sortes de déchets sont chargés par les eaux de ruissellement et dévalent à toute vitesse les pentes. Presque tous les habitants profitent même de ces orages providentiels pour effectuer leurs vidanges de fosse dans les caniveaux à ciel ouvert sans déboursier un sou et se débarrasser à bon compte de tous leurs déchets ménagers. Ce problème de rejet sauvage des déjections humaines donne sa véritable dimension à l'importance de la gestion des eaux usées de cette zone et de la zone inférieure où ces insalubrités se sont déposées.

En effet, au final, la partie basse est le récepteur de toutes les insalubrités des habitants de la haute avec les conséquences que tout cela comporte.

Les quartiers de la partie basse disposent d'un réseau d'assainissement mis en place depuis la période coloniale. Mais ce réseau n'est plus compatible face au nombre de population. Jusqu'à aujourd'hui, peu de réhabilitation et d'amélioration y ont été apportées. A ces problèmes s'ajoute l'encombrement des déchets solides qui sont éparpillés presque partout. Lors des gros orages, selon les propos du Chef du Fokontany d'Ambaninampamarinana, il arrive que les couvercles des égouts sautent à cause des ordures qui bouchent le canal couvert et toutes les eaux de ruissellement s'étalent dans la rue, y déballant toutes les charges solides collectées depuis la partie haute de la ville (**Figure 6**).



Figure 6 : Photo du débordement des déchets solides du réseau d'Ankadilalana

Photo prise en Novembre 2015

Des cas similaires s’observent aussi au niveau de l’escalier descendant de la cathédrale d’Andohalo à l’église Saint Joseph Mahamasina. Le canal courant le long de l’escalier est complètement saturé lors de chaque forte pluie. On ne distingue plus les marches de l’escalier du canal complètement immergées sous les torrents d’eau. Et le lendemain, sur la grille de la bouche d’égout couvrant le réseau de Mahamasina sont déposés une montagne de déchets solides de toutes sortes.

La forte érosion qui caractérise le Fokontany d’Ambaninampamarinana et celui d’Ankadilalana semble être la conséquence d’une mauvaise gouvernance des responsables successifs. Alors que de nouvelles habitations surgissent partout sur les pentes et que la végétation disparaît, aucune infrastructure d’évacuation des eaux usées n’a été mise en place. L’inconscience des différents responsables quand il était encore temps a dégradé la situation. Chaque forte pluie érode facilement le terrain mis à nu. Combinée à la surcharge hydrique du sol, cette situation augmente les risques liés au climat tels les éboulements et les glissements de terrain pouvant aboutir à une situation de catastrophe. Concernant la santé publique, les agissements de la population bordant le fossé d’Ankadibe ne font qu’accroître le problème. Là, elle verse ses eaux usées, elle jette ses ordures (**Figure 7**).



Figure 7 : Photos de deux vues sur la dépression d’Ankadibe.

Photos prises en Novembre 2015

Cette dépression est due à l’érosion torrentielle. Elle est devenue le lieu de dépôt illicite des ordures ménagères, entre les fkt Ambaninampamarinana et Ankadilalana,

II.2.2. Gestion des excréta

L'assainissement individuel est le plus répandu pour la gestion des excréta. 45,16% des ménages enquêtés utilisent la latrine à fosse septique, 41,93% utilisent la latrine à fosse perdue contre les $\frac{3}{4}$ des habitants pour toute la CUA, selon WSUP Madagascar.

Pourtant, la population n'est pas très attentionnée en ce qui concerne le système de gestion de ces excréta. Une forme de vidange réglementaire n'existe pas pratiquement vu l'incapacité de la Commune. 29,63% font régulièrement la vidange des fosses septiques, en profitant du ruissellement gravitaire. Quelquefois, la vidange des fosses est assurée principalement par des opérateurs privés, opérant de façon informelle dans des conditions non hygiéniques (manipulation directe des matières fécales).

Pour les cas des fosses perdues, les ménages les abandonnent lorsqu'elles sont pleines pour en construire des nouvelles. Pourtant, dans cette zone, on ne peut pas creuser assez profond à cause de la nature rocheuse du terrain. De ce fait, pour ceux qui utilisent ce type de toilette, la construction d'une nouvelle latrine s'effectue assez souvent, surtout quand la famille utilisatrice est assez nombreuse ou lorsque les ménages se partagent la même latrine (cas de 12,95% des ménages) (**Figure 8**).

A part cela, il y existe des habitations qui sont dépourvues d'infrastructure de collecte des excréta. 3,22% de ménages sont dans cette catégorie. Dans ce cas, les familles font ses besoins au niveau des huit WC publics existants. La nuit, ils stockent leurs déjections dans des récipients comme des pots pour s'en débarrasser au niveau des WC publics ou au niveau des caniveaux à ciel ouvert le lendemain matin de très bonne heure. D'autres jettent même leurs déjections emballées dans des sacs en plastique dans les bacs à ordures ou bien ils jettent le sachet contenant les fèces directement dans la nature. Il ne faut pas oublier les personnes qui défèquent dans la nature sans se soucier de la pollution du milieu environnant.

Lors de l'enquête, on a noté la présence d'un caniveau mis en place pour l'évacuation des eaux de pluies le long de l'escalier allant de Manjakamiadana à Ankadilalana. En définitive, ce canal évacue l'eau de pluie et les eaux usées de toutes les habitations se trouvant sur son passage. Des matières fécales sont également parmi les déchets charriés. Ceci est le fait de certains ménages habitant dans la partie haute qui profitent de la forme en pente du terrain pour évacuer directement leur défécation dans le canal à ciel ouvert. Ils font ce geste même en période sèche. Mais lors d'une forte pluie, il semble que c'est l'occasion attendue par beaucoup d'habitants pour effectuer la vidange de leur fosse en profitant du ruissellement gravitaire. Et au lendemain de la pluie, des matières fécales se dispersent partout sur l'escalier et la victime reste toujours la partie basse.

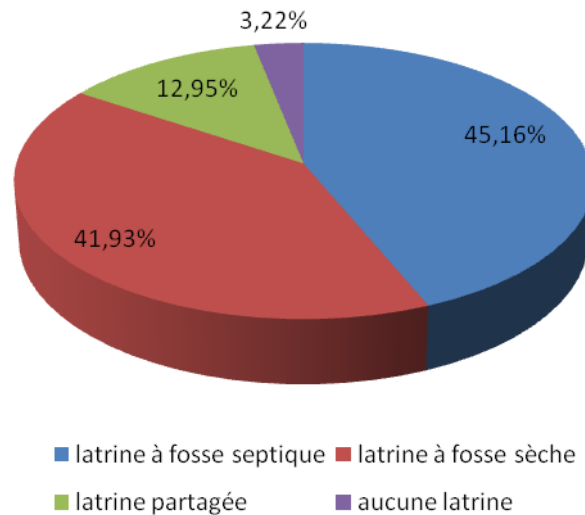


Figure 8 : Répartition des latrines utilisées par les ménages enquêtés

Le comble c'est que ce canal passe auprès d'un point de distribution d'eau potable dans le fokontany d'Ankadilalana (**Figure 9**). Vu qu'à ce niveau le trajet du canal est presque horizontal, les matières fécales et autres saletés s'y déposent. Et bien évidemment, la propreté de l'eau de cette borne fontaine est mise en danger.



Figure 9: Canal d'évacuation d'eaux usées passant près d'une borne fontaine.

Photo prise en Avril 2016

II.2.3. Gestion des déchets solides

En matière de gestion des ordures ménagères, les services du SAMVA couvrent la totalité des 6 arrondissements de la CUA. Toutefois, il existe encore une quarantaine de fokontany qui n'ont pas accès à ces services. Ce qui représente environ 17% de la population totale de la commune.

Dans la zone d'étude, les 7 fkt sont desservis au total par 13 bacs à ordures du SAMVA. Cependant, le nombre de ces bacs ne suffit pas à répondre au besoin de la population. C'est pourquoi les fkt ont installé 70 bacs RF2 (Rafitra Fikojàna ny Rano sy Fidiovana). Notons que les bacs RF2 sont des bacs intermédiaires qui servent à faciliter la collecte des ordures ménagères. Ils sont gérés par des associations à but non lucratif, organisées par le fkt et dont les matériels sont des dons de quelques bailleurs tels que WSUP, Care, Rain, Wash. Néanmoins, on constate des débordements en plusieurs points de collecte. Ce qui semble signifier que la solution RF2 n'est pas suffisante.

20 à 35 camions assurent le transport des ordures de toute la CUA vers le site de décharge à Andralanitra. La fréquence d'enlèvement doit en principe assurer l'évacuation régulière des bacs. Cependant, certains quartiers ne sont pas encore desservis par ces points de dépôt collectifs. Ce qui explique en partie l'amoncellement de déchets constaté sur plusieurs sites de collecte illicites.

S'ajoutent à cela les problèmes d'inondation et d'érosion liés à des facteurs topographiques et liés à la gestion des écoulements. Ces problèmes sont également dus à l'amoncellement de déchets solides encombrant l'écoulement d'eau et aggravés par l'usage des latrines hors norme. Ce qui donne lieu à des conditions sanitaires déplorable.

Il existe deux formes de collecte des déchets solides :

- **le ramassage public** : En principe, tous les ménages doivent jeter leurs ordures dans les bacs de SAMVA ou dans les bacs RF2. Les camions de SAMVA collectent les ordures tous les jours. Ainsi, les bacs de cette partie haute du bassin versant sud sont presque toujours vidés à temps.
- **le rejet sauvage** : Cette situation n'empêche pas certaines personnes de jeter leurs ordures dans la nature : il s'agit des foyers se situant un peu loin des points de collecte c'est-à-dire des bacs à ordures, ces personnes déposent leurs ordures dans n'importe quel endroit facile d'accès (**Figure 10**).



Figure 10: Photo du lieu de dépôt d'ordures illicites dans le fokontany Manjakamiadana.

Photo prise en Avril 2016

II.2.4. Facteurs à l'origine d'une mauvaise gestion des eaux usées

D'un côté, les systèmes d'assainissement ne sont plus adéquats face à une population de plus en plus importante. D'après les plus anciens habitants d'Ambaninampamarinana, aucune modernisation d'infrastructure d'assainissement n'a été faite sur ce lieu.

Actuellement, tout l'espace disponible est occupé par les maisons d'habitation et leurs dépendances. Cette situation de saturation spatiale est telle qu'il n'y en a plus pour aménager des systèmes d'assainissement appropriés. Car même la place pour les fosses septiques ou encore pour les blocs sanitaires publics est insuffisante.

A part cela, la sensibilisation de la population est insuffisante. Il y a un manque d'éducation de la population en matière d'hygiène et de protection de l'environnement. Cela est dû au manque de sensibilisation par les parents et au peu de prise en charge par la mairie ou les responsables de l'Etat.

Le manque de moyens financiers est aussi une des principales causes des problèmes d'assainissement en milieu urbain. Cette situation empêche les différents responsables de prioriser le service et la bonne gestion des infrastructures d'assainissement. Il s'ensuit un manque de spécialiste, un manque ou une insuffisance de l'équipement face aux coûts élevés des techniques appropriées et l'inefficacité des systèmes d'assainissement. L'Etat se contente des infrastructures existantes et n'intervient que face aux situations urgentes. Quant à la population, elle pense généralement que la responsabilité de l'assainissement est entièrement du côté de l'Etat.

II.2.5. Lois et réglementations en vigueur

Les rôles et les responsabilités des différents intervenants sont régis par les textes en vigueur dans le cadre général du Code de l'eau et du Code de l'urbanisme.

a- Code de l'eau :

Il spécifie les rôles de chacun en matière d'eau potable et d'assainissement, et notamment celui des communes en tant que maître d'ouvrage des systèmes d'assainissement des eaux usées domestiques et pluviales. Il aborde également la notion de gestion déléguée et l'importance de la contribution des ménages.

La commune a un rôle dans le financement. Pour cela, elle peut solliciter des partenaires techniques et financiers et/ou le gouvernement. Le Code introduit aussi l'ANDEA (Autorité Nationale de l'Eau et de l'Assainissement) et le FNRE (Fond National des ressources en eau). Bien qu'il n'existe pas de code de l'assainissement à proprement parler, une direction en charge de l'assainissement et de la gestion des ressources en eau a été créée au sein du Ministère de l'Eau, de l'Hygiène et de l'Assainissement.

b- Code de l'urbanisme

Ce Code spécifie que l'octroi du permis de construire par la commune est conditionné par la prévision d'infrastructures d'assainissement dans la construction.

II.2.6. Responsables de la gestion et problèmes liés

Les communes sont responsables de la dépollution des eaux usées produites par les différentes activités urbaines. Elles ont donc des obligations : choisir la manière dont sera géré l'assainissement (collectivement ou individuellement), décider du mode de gestion (régie ou délégation du service public à une entreprise), contrôler les eaux rejetées dans la nature après dépollution dans le cas de l'assainissement collectif et, enfin, contrôler les installations d'assainissement individuel.

Avec 2 500 000 habitants et en raison de son rôle dans la protection de l'environnement et de la santé publique, dans la collecte et le traitement des eaux usées, la CUA demande un savoir-faire toujours plus étendu de la part de spécialistes en la matière.

Il en va de même pour l'installation, l'entretien et la rénovation des réseaux de collecte : les professionnels doivent être qualifiés et rigoureux, particulièrement en matière de sécurité.

C'est la raison pour laquelle les activités relatives aux réseaux d'assainissement de la CUA ont été pour la plupart déléguées à des établissements dotés de ces compétences. Ce sont le SAMVA et l'APIPA qui se partagent avec la CUA les différents secteurs.

a- SAMVA :

La Loi N° 95-035 a créé le SAMVA, organisme en charge de l'assainissement urbain et réorganisé par le décret d'application 2009-1166. Elle spécifie que l'assainissement liquide et ordures ménagères urbain est assuré par le SAMVA pour la commune d'Antananarivo. Le SAMVA est un épïc (établissement public à caractère industriel et commercial) sous tutelle du Ministère de l'Eau et du Ministère de l'Aménagement du territoire et de la décentralisation, pour les aspects techniques et sous celle du Ministère chargé de Finances et du budget pour tout ce qui touche au financier.

Le rôle du SAMVA est d'assurer :

- l'administration des ouvrages et équipements d'assainissement des eaux usées et eaux pluviales sur 47 km linéaires
- la gestion des 05 stations de pompage et de relevage (05 Millions m3 d'eau refoulées par an)
- le contrôle des installations d'assainissement individuel
- l'enlèvement et l'évacuation des produits de vidange sur les 47 km linéaires de réseaux d'eaux usées qu'il administre. [1]

En collaboration avec la CUA, le SAMVA assure actuellement en complément:

- la gestion des réseaux d'eaux usées et la gestion des collecteurs unitaires et pluviaux (environ 65 km et 15000 m3 de Produit de curage à évacuer)
- l'appui de tous les arrondissements pour diminuer les impacts des inondations surtout dans les zones basses inondables (environ 30 km et 20000 m3 de produits de curage à évacuer).

Depuis 2012, il assure la gestion des produits de vidange (01 site pilote et 04 en cours d'installation) et est défini entièrement dans ses attributions en tant que gestionnaire des stations de traitements des eaux usées et des boues de vidange.

b- APIPA :

Autant pour l'APIPA que pour le SAMVA, la loi N° 95-034 autorise la création des organismes chargés de la protection contre les inondations et fixe les redevances pour la protection contre les inondations. Le Décret N° 2002-979 fixe la protection de la plaine d'Antananarivo (maitrise des eaux pluviales en amont) comme une des compétences de l'APIPA (agence de protection contre les inondations de la plaine d'Antananarivo).

c- DTP :

Ainsi donc, la DTP (Direction des Travaux Publics), une structure qui s'occupe de l'assainissement au niveau de la CUA, et le SAMVA se partagent les responsabilités sur les réseaux d'eaux usées mesurant au total 173 km : 47 km de ces ouvrages sont sous la

responsabilité du SAMVA et les 126 km restants sont gérés par la commune. Chacun prend sa part pour la maintenance, l'entretien et la réhabilitation de ces réseaux.

Concernant l'évacuation des déchets liquides de la CUA, il existe trois 3 types de collecteurs à savoir :

- les collecteurs primaires qui sont les canaux de drainage, à citer le canal Andriatany , le canal C3, le canal GR aboutissant à la rivière d'Ikopa ; ils sont gérés par l'APIPA ;

- les collecteurs secondaires, lesquels sont souvent des canaux couverts. Ils peuvent être unitaires ou séparatifs. Ces réseaux secondaires collectent les eaux usées des réseaux tertiaires ; ce type est géré par le SAMVA ;

- les collecteurs tertiaires qui sont des canaux collectant les eaux usées sortant des habitations. Ce sont souvent des ouvrages à petite dimension. C'est la CUA qui assure sa gestion.

Il faut admettre que tous ces ouvrages sont insuffisants et mal entretenus pour remplir leur fonction en tant que collecteur et transporteur des eaux usées et pluviales. Ils ne sont plus compatibles face au nombre de population qui ne cesse d'augmenter.

Il existe des réseaux gérés par le Samva d'un côté et ceux par la commune de l'autre côté, qui s'imbriquent étroitement. De ce fait, les chefs fokontany et la population ne savent plus sur quel périmètre la commune intervient et sur quel autre travaille le SAMVA. Au final, ils en arrivent à penser que le SAMVA et la CUA se renvoient les responsabilités. D'ailleurs, les travaux qui attendent ces deux structures responsables sont retardés ou ne sont pas accomplis.

En tout cas, d'après les entités concernées, les moyens aux mains de l'une et de l'autre semblent insuffisants. De plus, le supplément indispensable de financement du secteur assainissement est toujours délaissé.

En effet, les deux sources principales de financement du Samva sont la redevance des ordures ménagères et la redevance des eaux usées. Cependant, ces redevances sont dépendantes de différents facteurs, entre autres des situations économiques et même politiques parfois.

Les sources financières du Samva proviennent également de différentes redevances tirées par la CUA, la région Analamanga et l'Etat à part les dons des différents bailleurs.

Quant à la DTP, le financement à sa disposition pour l'assainissement est tiré du budget annuel de la Commune.

Au final, la zone de recherche est dotée d'un relief contrasté et d'un climat bien arrosé qui impactent directement sur la conception de l'assainissement. Elle a hérité d'un réseau d'assainissement anachronique qui présente deux inconvénients majeurs au niveau de la zone d'étude.

Le premier concerne le manque apparent de pragmatisme dans sa conception ; chacune des trois parties du bassin versant sud a été traitée indépendamment des deux autres. Ainsi, l'assainissement de la partie haute a été particulièrement bâclé car on a apparemment estimé que ses problèmes sont résolus dès que les collectes des eaux usées parviennent à les déverser sur les pentes des collines. Les réseaux de collecte mis en place eux-mêmes sont généralement rudimentaires. De même, la zone des pentes est totalement négligée et dépourvue de toute trace de réseau d'assainissement. Quant aux quartiers de la zone basse, les infrastructures qu'on y rencontre ne sont pas apparemment construites pour accueillir les énormes charges des eaux usées provenant des pentes et de la partie haute, habituelles en saison des pluies.

Le second inconvénient est qu'a fortiori les réseaux d'assainissement déjà mal conçus dès leur mise en place sont totalement dépassés face à l'explosion démographique actuelle de la ville. Après chaque pluie, les parties basses de la ville sont inondées d'ordures, d'immondices et de boues.

Aucune gestion cohérente ni modernisation n'a été effectuée depuis les années 70 tandis que la croissance démographique a explosé. Cette situation, jointe à la pauvreté, a indirectement poussé la population à des pratiques dangereuses pour sa propre survie, pour la santé publique et pour l'environnement urbain.

Il est donc plus qu'indispensable de penser et de mettre en œuvre un nouveau plan de développement des réseaux d'assainissement plus adapté, plus performant et tenant compte des différents facteurs contraignants existants et potentiels.

La gestion des déchets solides, assez peu performante, a quant à elle besoin d'une amélioration significative.

Quant à la législation, elle gagne à être plus connue des différentes entités sinon à être plus cohérente afin de promouvoir une gestion plus performante car plus participative.

PARTIE 3 : QUALITE DES DECHETS LIQUIDES

Les déchets liquides présentent certaines caractéristiques physiques, chimiques et microbiologiques très variables selon leur origine. Rejetés tels quels, ils risquent d'être dangereux pour l'environnement. Aussi, en principe, un processus d'assainissement est-il indispensable avant toute forme de rejet de ces déchets. A l'issue de l'opération, ces derniers doivent acquérir une certaine qualité définie conventionnellement par des normes. Ces normes varient selon leur destination après traitement.

Cette partie du mémoire présente les normes de rejet et rapporte les résultats de l'analyse d'un échantillon d'eaux usées de la zone de recherche.

I. Normes de rejet des eaux usées

Afin de préserver les ressources en eau (objectifs de qualité), les rejets d'eaux usées doivent être incolores, inodores et respecter la qualité définie dans le **tableau 4** (Normes malagasy). Comme il est pratiquement impossible et d'ailleurs inutile de se débarrasser totalement des polluants présents dans les eaux usées, les valeurs figurées ici sont donc les valeurs maximales autorisées, suffisantes pour éviter tout risque sanitaire pour la population.

Ces normes concernent un assez grand nombre de paramètres, en relation avec l'origine urbaine des déchets liquides, l'environnement urbain étant généralement pollué par les ordures modernes riches en substances et éléments chimiques dangereux pour la santé humaine. Il s'agit des facteurs chimiques, des métaux et autres substances.

D'autres paramètres sont en relation avec la dissémination des matières fécales comme la présence des Coliformes totaux, *Escherichia coli* et Streptocoques fécaux.

Tableau 4: Normes de rejet des eaux usées [12]

PARAMETRES	UNITE	NORMES (valeur max)
FACTEURS ORGANOLEPTIQUES ET PHYSIQUES		
pH		6,0 - 9,0
Conductivité	$\mu\text{s l}^{-1}$	200
Matières en suspension	mg l^{-1}	60
Température	$^{\circ}\text{C}$	30
Couleur	échelle Pt/Co	20
Turbidité	NTU	25
FACTEURS CHIMIQUES		
Dureté totale comme CaCO_3	mg l^{-1}	180,0
Azote ammoniacal	mg l^{-1}	15,0
Nitrates	mg l^{-1}	20,0

Nitrites	mg l ⁻¹	0,2
NTK (azote total Kjeldahl)	mg l ⁻¹ -N	20,0
Phosphates comme PO4 ³⁻	mg l ⁻¹	10,0
Sulfates comme SO4 ²⁻	mg l ⁻¹	250
Sulfures comme S ²⁻	mg l ⁻¹	1,0
Huiles et graisses	mg l ⁻¹	10,0
Phénols et crésols	mg l ⁻¹	1,0
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	mg l ⁻¹	1,0
Agents de surface (ioniques ou non)	mg l ⁻¹	20
Chlore libre	mg l ⁻¹	1,0
Chlorures	mg l ⁻¹	250
FACTEURS BIOLOGIQUES		
Demande chimique en oxygène (DCO)	mg l ⁻¹	150
Demande biochimique en oxygène (DBO5)	mg l ⁻¹	50
FACTEURS INDESIRABLES		
METAUX		
Aluminium	mg l ⁻¹	5,0
Arsenic	mg l ⁻¹	0,5
Cadmium	mg l ⁻¹	0,02
Chrome hexavalent	mg l ⁻¹	0,2
Chrome total	mg l ⁻¹	2,0
Fer	mg l ⁻¹	10,0
Nickel	mg l ⁻¹	2,0
Plomb	mg l ⁻¹	0,2
Etain	mg l ⁻¹	10,0
Zinc	mg l ⁻¹	0,5
Manganèse	mg l ⁻¹	5,0
Mercure	mg l ⁻¹	0,005
Sélénium	mg l ⁻¹	0,02
AUTRES SUBSTANCES		
Cyanures	mg l ⁻¹	0,2
Aldéhydes	mg l ⁻¹	1,0
Solvants aromatiques	mg l ⁻¹	0,2
Solvants azotés	mg l ⁻¹	0,1
Solvants chlorés	mg l ⁻¹	1,0
Pesticides organochlorés	mg l ⁻¹	0,05
Pesticides organophosphorés	mg l ⁻¹	0,1
Pyréthrinoides	mg l ⁻¹	0,1
Phénylpyrrazoles	mg l ⁻¹	0,05
Pesticides totaux	mg l ⁻¹	1,0
Antibiotiques	mg l ⁻¹	0,1

Polychlorobiphényles	mg l ⁻¹	0,005
RADIOACTIVITE	Bq	20
FACTEURS MICROBIOLOGIQUES		
Coliformes totaux	Colonies	500
<i>Escherichia coli</i>		100
Streptocoques fécaux		100
Clostridium sulfito-réducteurs		100

Dans une étude sur l'assainissement, pour évaluer la qualité de la pollution des eaux usées rencontrées dans la zone d'étude, il est ainsi primordial d'en effectuer l'analyse.

II. Analyse microbiologique et physicochimique des eaux usées

Pour que les résultats soient représentatifs de l'ensemble des eaux usées étudiées, l'idéal serait d'en analyser le plus grand nombre de prélèvements et de paramètres possible. Néanmoins, pour des raisons d'ordre pratique, le choix est limité et la représentativité n'est plus forcément préservée. Toutefois, l'intérêt de l'analyse reste la recherche de la nature et du degré de pollution des eaux usées du lieu de prélèvement. Ce qui contribue à en évaluer les impacts sur l'environnement.

II.1. Choix du point de prélèvement

Le prélèvement a été effectué le 26 Avril à 10 heures, au niveau du canal descendant le long de l'escalier de Manjakamiadana vers Ankadilalana, près de la borne fontaine située à Ankadilalana.

Ce canal collecte toutes les eaux usées des habitations où il passe, ainsi que celles des ménages de la partie haute qui y versent leurs eaux usées collectées à l'aide des récipients comme les seaux ou les pots de chambre.

D'après l'enquête, ce canal accueille aussi des matières fécales très tôt tous les matins et surtout pendant la saison des pluies, période où il sert également de lieu de déversement illicite des produits de vidange. Les eaux transportées rejoignent le réseau d'assainissement d'Ankadilalana.

L'heure de prélèvement est volontairement retardée par rapport aux heures habituelles de rejets des matières fécales pour éviter leur présence évidente dans l'échantillon. En effet, à cette heure, les flux d'écoulement des eaux dans le canal ont apparemment tout effacé de ces probables activités matinales.

Ainsi, la présence de ce canal semble constituer un risque sérieux de contamination du point de distribution de l'eau de consommation par l'intermédiaire des divers insectes comme les mouches et les moustiques vecteurs de maladie qui le fréquentent pendant les chaudes journées.

II.2. Paramètres à analyser

Les eaux usées drainées par le canal de prélèvement sont, d'après l'enquête, un mélange d'eaux vannes, d'eaux ménagères et d'eaux de pluie. Les paramètres choisis sont parmi ceux ayant des liens évidents avec cette origine des déchets. De ce fait, ils servent non seulement à confirmer ou non les résultats de l'enquête mais aussi à en évaluer l'importance. Ce sont le pH, les MES, l'azote kjeldhal, le phosphore, le DBO5, les coliformes et les coliformes thermotolérants:

II.2.1. pH (potentiel hydrogène)

C'est le reflet de la concentration d'une eau en ions H⁺ : $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples,

II.2.2. Matières en Suspension (MES)

La détermination des matières en suspension (MES) exprimées en mg/l est essentielle pour évaluer la répartition de la charge polluante entre pollution dissoute et pollution sédimentable, car le devenir de ces deux composantes est très différent, tant dans le milieu naturel que dans les systèmes d'épuration.

II.2.3. Azote Kjeldahl

Dans les eaux usées domestiques, l'azote est sous forme organique et ammoniacale, on le dose par mesure du N-NTK (Azote Totale Kjeldahl) et la mesure du N-NH₄.

Azote Kjeldahl = Azote ammoniacal + Azote organique

II.2.4. DBO5

La DBO5 ou Demande Biologique en Oxygène à 20°C sur 5 jours, représente la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes pour oxyder (dégrader) l'ensemble de la matière organique présente dans un échantillon d'eau maintenu à 20°C, à l'obscurité, pendant 5 jours.

C'est une mesure des matières organiques biodégradables dans les eaux usées.

II.2.5. Coliformes et coliformes thermotolérants

Les analyses microbiologiques effectuées en laboratoire reposent sur la recherche dans les eaux des bactéries indicatrices de leur éventuelle contamination fécale. La numération de ces bactéries est beaucoup plus simple et rapide entre 24 et 48h, que celle des germes pathogènes ; généralement plusieurs jours avec nécessité d'identification sérologique

Les Coliformes sont des bâtonnets, anaérobies facultatifs, Gram (-) non sporulants permettant l'hydrolyse du lactose à 35°C. Ils regroupent les genres *Escherischia*, *Citrobacter*, *Entérobacter*, *Klebsiella*, *Yersinia*, *Serratia*

La recherche et le dénombrement de l'ensemble des Coliformes (Coliformes totaux), sans préjuger de leur appartenance taxonomique et de leur origine, est capital pour déceler une contamination d'origine fécale

Les Coliformes fécaux, ou Coliformes thermotolérants, sont un sous-groupe des Coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44°C. Ce sont des bâtonnets Gram (-), aérobies et facultativement anaérobies ; non sporulants, on les désigne souvent sous le nom d'*Escherischia Coli* bien que le groupe comporte plusieurs souches différentes (*Citrobacter freundii*, *Entérobacter aérogènes*, *Klebsiella pneumoniae* ...etc.)

La recherche et le dénombrement des Coliformes fécaux est un examen proposé en raison d'une concordance statistique entre leur présence et l'existence d'une contamination fécale quasi certaine.

II.3. Résultats

Les résultats sont présentés dans le **tableau 5**. Comparés aux normes, on peut les classer en trois types :

- ceux qui ont une valeur normale, comme la valeur du pH,
- ceux qui ont une valeur inférieure aux normes de rejet : ainsi, les concentrations des phosphates et de l'azote total kjeldahl (NTK), présentent des valeurs très en dessous de ces normes.
- Pour les paramètres restants, c'est-à-dire les MES, la DBO5, les coliformes totaux et les Coliformes fécaux, leurs concentrations respectives, largement au-dessus des normes, semblent a priori conformes aux valeurs attendues.

Tableau 5: Résultats de l'analyse

Paramètres	unité	Valeurs	Normes
pH	Unité de pH	7,56	6,0 - 9,0
MES	mg l ⁻¹	725	60
DBO5	mg O2 l ⁻¹	245	50
Phosphates	mg l ⁻¹	2,164	10
NTK	mg l ⁻¹	6,34	20,0

Coliformes totaux	NPP/100mL	1 100 000	500
Coliformes fécaux	NPP/100mL	150 000	100

III. Interprétation des résultats d'analyse

Les résultats montrent un pH légèrement basique ; cette valeur du pH ne présente pas de problème particulier du point de vue sanitaire car assez proche de la neutralité et est comprise dans l'assiette des normes de rejet. Cette basicité du pH est probablement liée à la présence de savon dans les eaux de lessive et/ou des eaux ménagères rejetées.

Les matières en suspension sont dix fois plus concentrées que dans la norme de rejet et la DBO5 cinq fois plus élevée que la norme tolérable. Ces résultats montrent le degré élevé d'insalubrité des déchets liquides ménagers et signifient que l'échantillon contient beaucoup de matières organiques. Ce qui souligne l'importance quantitative de ces dernières dans les déchets ménagers déversés dans le canal d'évacuation (comme les débris alimentaires de toutes sortes).

Pourtant, l'azote total kjeldahl est trois fois moins concentré que la normale ; les matières organiques détectées par la DBO5 ne contiennent donc qu'une très faible proportion de matières azotées ; autrement dit, la population du quartier qui rejette ses restes d'aliments dans le canal semble ne pas avoir les moyens de s'acheter et se nourrir tous les jours d'aliments azotés relativement assez chers au marché (comme la viande, les poissons, les œufs ou les produits laitiers). La pauvreté protidique des aliments de la population se traduit donc évidemment par une faible concentration en matières azotées des déchets ménagers.

Dès lors, la très faible proportion de phosphates et la faible basicité des eaux usées peuvent signifier que les habitants concernés utilisent plus le savon de ménage que les détergents dans leur lessive. Ce qui est conforme à la conclusion précédente à propos du niveau de vie relativement bas de la frange concernée de la population du quartier.

Les coliformes sont 1500 à 2200 fois plus nombreux que dans les normes de rejet. Cette infestation massive confirme les résultats des enquêtes ménage concernant le rejet délibéré des matières fécales dans le canal d'évacuation par les populations riveraines.

Les résultats traduisent donc assez fidèlement les habitudes et comportements des habitants vis-à-vis de l'assainissement et reflètent leurs habitudes alimentaires et leur niveau de vie.

Au final, il semble bien que la pollution de l'environnement par les déchets ménagers soit très agressive du point de vue risques sanitaires ; la présence en concentrations très fortes des Coliformes le prouve.

De plus, il est avéré que les mauvaises habitudes des habitants d'un quartier impactent sur un environnement beaucoup plus vaste. Ici, il s'agit du territoire urbain situé en

aval du quartier. Les résultats montrent surtout l'importance des risques sanitaires auxquels est exposé l'ensemble de la population par l'inconscience de quelques-uns de ses éléments. Ces résultats confortent les arguments, si c'est encore nécessaire, pour une politique plus volontariste de l'assainissement et justifient l'urgence de la création des stations de traitement des eaux usées de la Capitale.

PARTIE 4 : SOLUTIONS ET RECOMMANDATIONS

L'étude de l'assainissement dans la zone de recherche a mis en évidence plusieurs problèmes. En exposant l'ensemble de la population à des risques sanitaires sérieux, ces problèmes et leur résolution constituent un enjeu pour le développement et l'avenir de la ville et de sa population. Cette partie de l'ouvrage est consacrée aux solutions possibles et aux recommandations relatives à ces problèmes. Celles-ci comportent plusieurs volets comme la politique d'assainissement, la recherche des investissements, le renforcement de capacité des intervenants, la gestion des infrastructures, la bonne gouvernance et le partage des responsabilités dans l'assainissement.

I. Adéquation de la politique et des crédits budgétaires

En premier lieu, il est clair que l'assainissement nécessite une politique adéquate et des crédits budgétaires conséquents.

En effet, une vision pragmatique des problèmes et des solutions dans le cadre du développement de la ville est fondamentale pour dégager les priorités et effectuer une planification à long terme de l'assainissement. Dans cette optique, aucune partie du bassin versant ne doit être négligée au profit d'une autre, aucune partie ne doit être privilégiée aux dépens des deux autres, comme par le passé. Car les différentes parties du bassin versant sont interdépendantes en matière d'assainissement et forment naturellement un tout indivisible. Il faut également que la population prenne sa part de responsabilité. L'enquête a montré que les habitants sont sensibles à leur environnement et à l'assainissement. Il faut s'appuyer sur ces facteurs pour promouvoir et privilégier une approche intégrée et concertée de l'ensemble des problèmes. En d'autres termes, il faut résoudre les problèmes de chacune des trois parties du bassin versant en tenant compte des rôles et des intérêts de tous.

Il est aussi indispensable de consacrer des investissements conséquents aux installations sanitaires et au traitement des eaux usées, ainsi qu'au renforcement des capacités et au transfert de technologies. Il faudra donc mobiliser d'importantes ressources qui devraient aussi permettre aux établissements chargés des eaux et des égouts d'améliorer leurs services et de les étendre aux populations non desservies.

II. Renforcement de capacité des différents responsables

Tout comme les besoins indispensables de financement, l'assainissement nécessite des ressources humaines compétentes, à la mesure des ambitions de la ville et des défis à relever. Dans cette optique, un renforcement de capacité des différents responsables au sein des Ministères de tutelle, de la Commune et des fokontany s'avère urgent afin de mettre en place un mode de gestion efficace des déchets liquide, solide et ménager. Il faut ensuite clarifier les moyens à mobiliser et identifier les contribuables afin de pérenniser les actions.

III. Mise en place des stations de traitement des eaux usées

Les pratiques actuelles exposent l'agglomération à un péril fécal réel. Les résultats de l'analyse montrent nettement l'insalubrité des eaux usées de la Capitale. Or, ces dernières sont actuellement déversées sans traitement préalable dans la rivière d'Ikopa. De ce fait, les eaux de surface ne sont pas protégées. La vie aquatique est mise en danger. La population est exposée à des risques sanitaires divers, parce qu'en plus des différents aspects d'utilisation de la rivière (irrigation rizicole, exploitation de sable, lieu de travail habituel pour les lessiveuses), celle-ci est la source d'eau potable de la ville.

Il est ainsi impératif de mobiliser un budget pour l'aménagement des stations de traitement des eaux usées avant que n'apparaissent des graves problèmes de santé publique comme les maladies épidémiques dues à l'insalubrité de l'eau. Les réseaux d'évacuation des eaux usées qu'on vit en ce moment sont ceux conçus pour 100 000 habitants alors qu'avec la forte croissance urbaine actuelle, on compte environ 2 500 000 habitants au niveau de la CUA. C'est un des facteurs de l'expansion urbaine. On parle toujours de réhabilitation des infrastructures dans les projets d'assainissement des déchets liquides. Mais en fait, en plus des réhabilitations indispensables, il est temps de mettre en place les infrastructures pour l'immense surplus de population. Il est vrai que dans ce cadre le manque de moyen financier est toujours évoqué comme principale contrainte. Pourtant l'enjeu de l'assainissement est la voie vers le développement du pays. Aussi, les responsables devront-ils prendre en compte la réhabilitation et l'extension des matériels d'assainissement parmi leurs priorités.

IV. Entretien périodiques des réseaux d'évacuation

La plupart des réseaux d'évacuation des eaux usées sont bouchés par des matières solides et ne permettent pas aux eaux collectées de s'évacuer normalement. Ce fait est souvent observé au niveau des zones basses ainsi qu'au niveau des ruptures de pentes. C'est pourquoi il est nécessaire de rendre effectifs les curages périodiques au niveau de ces parties favorables à l'entassement des déchets solides.

V. Multiplication des blocs sanitaires publics

L'insuffisance des blocs sanitaires dans un quartier pousse les passants à faire leurs besoins dans la nature. De plus, tous les ménages n'ont pas les moyens de se construire des latrines. Cette situation exige de multiplier le nombre de blocs sanitaires publics en priorisant les fokontany qui en sont dépourvus. La commune et le fokontany devront collaborer dans la recherche des moyens (financier et foncier) pour que ces projets soient réalisés.

VI. Multiplication des bacs à ordures

Le nombre de bacs à ordures est insuffisant pour couvrir les besoins de la population. C'est la principale raison des amoncellements des ordures au niveau de plusieurs points de dépôts illicites sur cette zone. Les bacs RF2 sont déjà une des solutions à ce problème, en

facilitant la collecte des ordures des ménages. Pourtant, cela n'est pas encore satisfaisant et la multiplication des bacs à ordures reste la solution.

VII. Création de site de traitement et de valorisation des déchets ménagers

La saturation du site de décharge d'Andralanitra reste encore un des problèmes majeurs en matière de gestion des déchets solides de la ville d'Antananarivo. La création d'un ou de plusieurs sites de traitement et de valorisation des déchets ménagers permettra de réduire cette gêne. Selon le type de déchet, on a plusieurs formes de traitement possibles dont:

- Des centres d'incinération pour brûler les ordures ménagères afin de produire des vapeurs qui peuvent être transformées en énergie,
- Des digesteurs produisant du biogaz (méthane) à partir de la fermentation des ordures biodégradables ; les résidus du traitement sont d'excellents engrais,
- Des usines de recyclage : recyclage du papier à partir de différentes matières (papier, carton, tissu en coton), ou recyclage des matières plastiques.

Dans ce cadre, en plus des structures liées à la Commune ou à l'Etat, on peut solliciter le secteur privé pour monter ces projets. Ainsi, la valorisation des ordures ménagères cessera d'être uniquement une source de problèmes mais engendra plutôt une rentabilité économique substantielle pour la ville et un impact moindre sur l'environnement.

VIII. Sensibilisation pour une population plus responsable

Chaque fkt est responsable de l'assainissement de son territoire. Certaines des activités effectuées par le fkt nécessitent des moyens financiers tels que la mobilisation du service de ramassage d'ordure avec les RF2 et aussi les curages des petits canaux des bords de route. Dans ce cadre, une plus grande sensibilisation de la population à prendre la responsabilité à payer pour un environnement plus sain devrait être mise en œuvre.

IX. Prise de conscience environnementale de la population

La plupart des habitants ne considèrent pas l'assainissement comme une de leurs priorités. Ils ne pensent pas aux effets des petits gestes quotidiens agressant l'environnement. Toute une éducation reste donc à faire pour un véritable éveil de la conscience environnementale : au niveau des fokontany, dans les lieux publics, les différents établissements, les centres de santé, ou encore au niveau des différentes associations. Il faut faire savoir les méfaits de l'insalubrité et créer les bons réflexes et les bons comportements pour tenir propres les canaux d'évacuation et l'environnement, mettre les ordures dans les lieux qui leur sont réservés, construire des latrines respectant les normes, et les vidanger régulièrement. Des suivis-évaluations devront être effectués après la sensibilisation. Des sanctions sévères dans le cadre d'un « Dina » doivent être prises à l'endroit des contrevenants ; pour cela, une équipe de surveillance doit être mise en place.

X. Partage clair des responsabilités entre les différentes entités

Comme solution au chevauchement des responsabilités entre le SAMVA et la Commune, il faut élaborer un nouveau plan d'assainissement qui distingue bien les réseaux sous les responsabilités respectives du Samva et de la Commune et exhorter la population à bien connaître les lois et à accepter leur application. Pour ce faire, une politique de communication efficace entre les autorités et la population doit être instituée.

Au final, les problèmes auxquels sont confrontés la population du bassin versant Sud d'Antananarivo, dans le cadre de l'assainissement sont multiples. Des solutions existent mais elles supposent une prise de conscience collective et la volonté de dépasser ces problèmes. A court terme, il faudrait résoudre le maximum de problèmes avec les moyens dont on dispose actuellement. Le long terme impose le préalable de voir loin pour laisser un environnement plus salubre en héritage aux générations futures. Ainsi le concept de développement durable se trouvera justifié. Dans ce défi, chacun doit faire face à ses responsabilités, à commencer par l'Etat et la Commune.

CONCLUSION GENERALE

Au début de ce mémoire, la problématique suivante a été posée: « **La partie haute de la ville d'Antananarivo dispose-t-elle d'un réseau d'assainissement suffisant pour ne pas impacter par ses déchets sur la partie basse ?** ». Tout au long de ce travail, nous avons tenté d'y répondre.

La première partie du travail, consacrée aux généralités de l'assainissement a montré son importance capitale dans la salubrité de l'environnement urbain ainsi que son rôle dans la santé publique et dans le développement de la ville. Ainsi, un assainissement bien mené garantit une vie urbaine plus épanouie à travers la bonne santé de ses habitants.

La deuxième partie présente la zone d'étude et a permis d'établir un état des lieux succinct de l'assainissement dans cette partie de la ville d'Antananarivo. Ainsi, l'écoulement naturel des eaux de pluies se traduit par l'interdépendance évidente en matière d'assainissement entre les trois parties de la zone, à savoir la partie haute, les pentes et la partie basse du bassin versant Sud de la Capitale. La conception des réseaux d'assainissement existants, hérités des années 50 et 60 semble avoir minimisé les conséquences de cette situation. Ces réseaux équipent globalement toute la partie basse, couvrent partiellement la partie haute et sont totalement absents des pentes.

Dans la partie haute de la zone, lors de sa mise en place, le réseau formé en grande partie par les caniveaux bordant les rues semble surtout destiné à évacuer les eaux usées jusqu'au niveau des pentes, alors non habitées, sans souci du bien-être des habitants de la partie basse. L'insuffisance du réseau d'assainissement au niveau de la Haute Ville est donc évidente. Du fait de la forte croissance urbaine sans respect des normes d'assainissement au niveau des nouvelles habitations, jointe à l'évacuation incomplète des déchets solides dans les quartiers, le réseau en place est complètement dépassé: on note l'amoncellement chronique des ordures en plusieurs endroits, le rejet des eaux ménagères, des produits de vidange et des matières fécales dans les caniveaux, l'accroissement des volumes des eaux usées dévalant les pentes toute l'année. Enfin, l'absence de station de traitement des eaux usées caractérise jusqu'à présent l'assainissement.

Les impacts de cette situation sur la partie basse sont importants et nombreux.

A chaque pluie, au niveau des pentes, l'érosion augmente et avec elle, les risques d'éboulements sur les habitations et les risques de catastrophes pour les habitants. A chaque pluie, les infrastructures d'assainissement de la partie basse explosent par l'arrivée des eaux usées et des eaux de pluie charriant les déchets en provenance de la haute ville et ce sont de véritables rivières de boue et de déchets solides de toutes sortes qui inondent les rues. Le phénomène est particulièrement spectaculaire les jours ouvrables en fin de journée avec les heures d'embouteillage qu'il engendre et le lendemain lorsque les boues et les déchets ornent la chaussée et les trottoirs.

Les impacts au niveau des pentes et de la partie basse concernent également la pollution par les déchets liquides particulièrement contaminés par les matières fécales, comme le prouvent les résultats de l'analyse et tous les risques écologiques et sanitaires élevés qui y sont liés pour l'environnement et la population.

Ainsi, les hypothèses formulées au début de l'ouvrage sont confirmées et la réponse à la problématique posée est négative au vu de l'importance des impacts au niveau de la partie basse.

Par ailleurs, l'assainissement a pour fonction de préserver la qualité de la vie sur les lieux mêmes où nous vivons. Ce qui n'est pas vérifié par les réalités actuelles du terrain. C'est pourquoi, en plus des mesures immédiates pour se débarrasser des problèmes urgents, il est indispensable de mettre en place et de mettre en œuvre une véritable politique d'assainissement, plus pragmatique, plus performante et tenant compte de l'interdépendance des différentes parties de l'environnement naturel et des problèmes actuels et potentiels.

BIBLIOGRAPHIE

- [1]**SAMVA** Plan des réseaux du Bassin Versant Sud ; Gestion des déchets liquides et solides de la Ville d'Antananarivo ; Etats des lieux et perspectives ; Budgets et Moyens, Avril 2015
- [2]**RAJOELISOA Andriamalala** contribution à l'étude de la mise en place d'une station d'épuration pour le réseau séparatif d'Antananarivo (Madagascar) ; Université de Liège
- [3]**WSUP Madagascar** Développement des grandes lignes d'un plan stratégique d'assainissement a l'échelle de l'agglomération d'Antananarivo, Avril 2010
- [4]**ONG Care** Madagascar : Projet d'Assainissement Innovant en milieu Urbain
- [5]**Centre d'Information sur l'Eau** Le traitement des eaux usées ; Pourquoi dépollué les eaux usées
- [6]**Ministère de la Santé Direction de l'Hygiène et de l'Assainissement de Base, République du Bénin**
Appui à la maîtrise d'ouvrage communale ; Guide d'élaboration et de mise en œuvre du Plan d'Hygiène et d'Assainissement Communal ; Mai 2010
- [7]**Marie Guillame et Anaëlle Le Turnier. Ed. ENDEA Océan Indien _ Antananarivo GRET – Antananarivo** Etude de faisabilité socio-économique pour l'amélioration des conditions d'assainissement dans les quartiers défavorisés de l'agglomération d'Antananarivo, septembre 2010
- [8]**Djeddi Hamza**, Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines, université de mentouri Constantine, 2007
- [9]**INSTAT, vice-primature chargée de l'économie et de l'industrie, secrétariat général, République de Madagascar**, Enquête nationale sur le suivi des objectifs du millénaire pour le développement à Madagascar ; objectif : 07 – ENSOMD 2012- 2013
- [10]**OMS/UNICEF** Rapport périodique du Programme commun de suivi de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement, 2012
- [11] Loi n° 98-029 du 20 janvier 1999 **portant Code de l'eau**
- [12] **Décret n° 2003/464 du 15/04/03** Classification des eaux de surface et réglementation des rejets d'effluents liquides
- [13]**Article de Wikipédia, l'encyclopédie libre**, Traitement des eaux usées

[14]www.memoireonline.com **Wafae BELOKDA**, Contribution à une gestion des effluents liquides hospitaliers, 2009

Pega TUO, Assainissement et gestion de l'environnement dans la commune d'Adjame : le cas de Williamsville (Abidjan), 2007

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Les Conséquences d'une pollution de l'eau

Annexe 2: Quelques types de latrines

Annexe 3: Les mesures des paramètres : pH, MES, DBO5, coliformes et coliformes thermotolérants

Annexe 4: Les questionnaires de l'enquête ménage

Annexe 5: Les avantages offerts par l'usage de latrine :

Annexe 6: Extrait du code de l'eau concernant l'assainissement

Annexe 1 : Les Conséquences d'une pollution de l'eau :

- **Conséquences sanitaire :**

Elles sont donc celles à prendre en compte en priorité.

Elles peuvent être liées à l'ingestion d'eau, de poissons, au simple contact avec le milieu aquatique, mais aussi au contact des insectes attirés par l'insalubrité de l'eau. C'est le cas de nombreux parasites. A noter qu'il ne s'agit pas toujours de problèmes de toxicité immédiate, les conséquences sanitaires pouvant intervenir au travers de phénomènes complexes.

- **Conséquences écologiques :**

C'est-à-dire qui ont trait à la dégradation du milieu biologique. Les conséquences écologiques se mesurent en comparant l'état de milieu pollué par rapport à ce qu'il aurait été sans pollution.

Ceci n'a rien d'évident, la pollution se traduisant parfois uniquement par l'accentuation d'un phénomène naturel.

D'une manière générale, les conséquences écologiques sont à considérer au travers de la réduction des potentialités d'exploitation du milieu à courts et longs termes. Dans certains cas, la conservation du milieu à l'état naturel peut être aussi choisie comme un objectif en soi.

- **Conséquences esthétiques :**

On peut inclure, dans cette catégorie, les problèmes de goût de l'eau. Les conséquences esthétiques sont, par définition, les plus perceptibles, et c'est donc celles dont les riverains et le grand public auront, en premier, conscience.

On peut également distinguer deux autres conséquences liées à l'utilisation de l'eau comme produit.

- **Conséquences industrielles :**

L'industrie est un gros consommateur d'eau : il faut par exemple 1 m³ d'eau pour produire 1 kg d'aluminium.

La qualité requise pour les utilisations industrielles est souvent très élevée, tant sur le plan chimique (minéralisation, corrosion, entartrage), que biologique (encrassement des canalisations par des organismes).

Le développement industriel peut donc être stoppé par la pollution.

- **Conséquences agricoles :**

L'eau est, dans certaines régions, largement utilisée pour l'arrosage ou l'irrigation, souvent sous forme brute (non traitée).

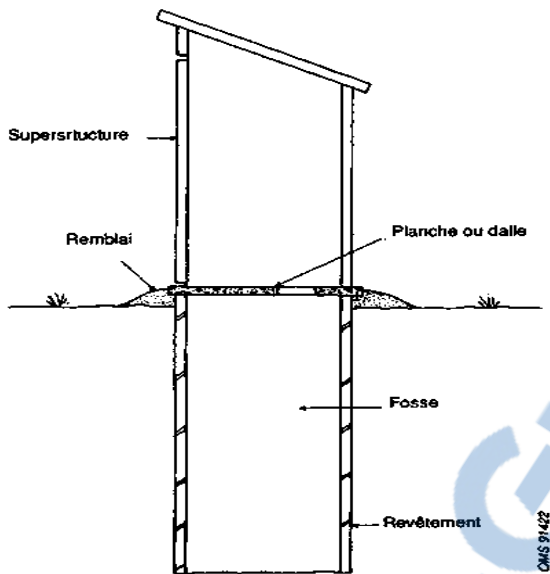
La texture du sol, sa flore bactérienne, les cultures et le bétail, sont sensibles à la qualité de l'eau. De même, les boues issues du traitement des eaux usées pourront, si elles contiennent des toxiques (métaux lourds) être à l'origine de la pollution des sols.

Les eaux usées que nous rejetons chaque jour contiennent des MO, des résidus chimiques et des milliards de germes. Autant d'éléments à risque pour notre santé et notre environnement. Donc, pour éviter les maladies et la pollution, un bon système d'assainissement s'avère indispensable.

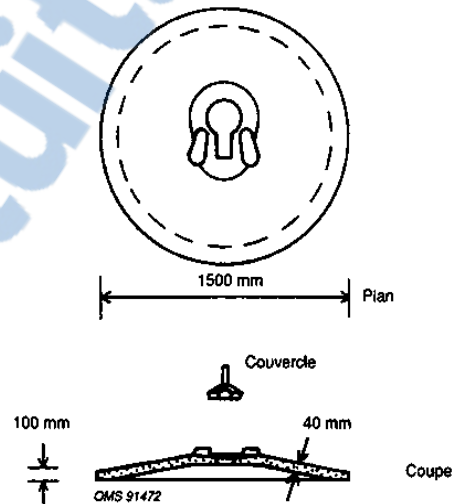
Annexe 2: Quelques types de latrines

Latrine traditionnelle ou latrine simple fosse

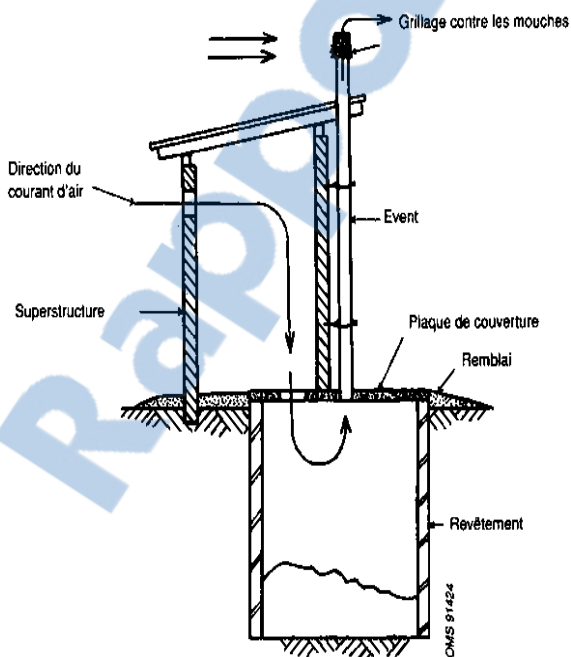
La latrine traditionnelle SANPLAT



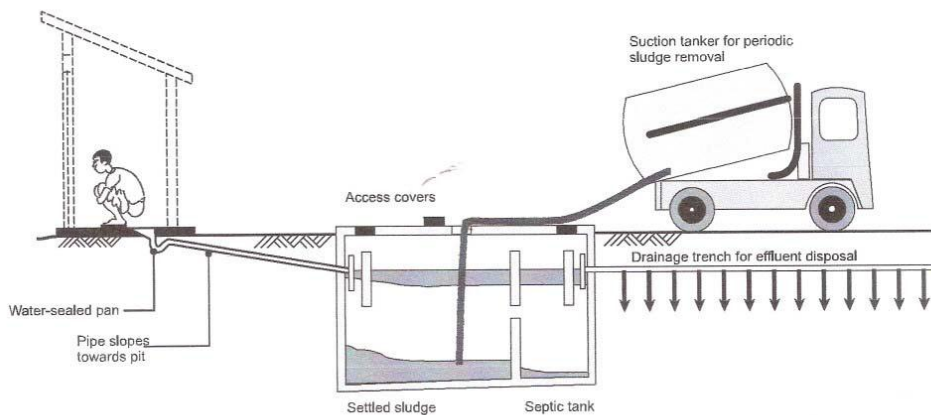
La latrine avec dalle



Latrine sèche ventilée à simple fosse



Cycle des excréta avec WC à chasse d'eau se déversant dans une fosse septique



Annexe 3: Les mesures des paramètres : pH, MES, DBO5, coliformes et coliformes thermotolérants

Mesure du pH

(NF T 90 008)

· Etalonnage de l'appareil à $T = 20^{\circ}\text{C}$, par la solution de $\text{pH} = 4$

Puis celle du $\text{pH} = 10$ et enfin avec celle de $\text{pH} = 7$, en rinçant après chaque étalonnage l'électrode.

· Faire les mesures de l'échantillon à $T = 20^{\circ}\text{C}$ en plongeant l'électrode dans l'échantillon et laisser stabiliser pendant quelques secondes ; noter la valeur du pH de l'échantillon

Mesure des MES

EN 872 : 1996

Principe

La détermination des MES se fait par filtration sur filtre en fibres de verre. La mesure des MES par filtration repose sur le principe de la double pesée : un volume d'eau est filtré sur une membrane (préalablement pesée à vide) de 1,5 microns et les résidus sur cette dernière sont pesés. Le rapport de la différence de masse sur le volume d'eau filtré donne la concentration des MES en milligramme/litre.

Appareillage et verrerie

- Equipement de filtration sous vide ;
- Filtres en microfibres de verre Wattman GF/C ($\text{Æ} 47\text{mm}$) ;
- Fioles jaugées ou éprouvettes graduées ;

Mode opératoire

- Peser la membrane et noter sa masse à vide M_0 ;

- Placer la membrane sur la rampe de filtration ;
- Bien agiter l'échantillon ;
- Prélever un volume de l'échantillon et le transvider sur la membrane ;
- Procéder à la filtration : le volume filtré ne doit pas dépasser 1 litre et la filtration et ne doit pas durer plus d'une demi-heure.
- Récupérer la membrane après la filtration, puis la placer dans une étuve à 105°C pendant

1h30 mn pour enlever l'excès d'eau ;

- Peser de nouveau la membrane, après séchage, puis noter sa masse M1.

Expression des résultats

Le rapport entre la différence des masses et le volume filtré donne la concentration de matières en suspension dans l'échantillon. On applique la formule suivante :

CMES : concentration des MES en mg/l ;

M0 : masse de la membrane avant filtration ;

M1 : masse de la membrane après filtration ;

V : volume d'échantillon filtré.

Mesure de la DBO5

DBO trak

Principe :

L'échantillon est placé dans l'une des flacons bruns. Ceci est placé sur l'appareil et connecté par son bouchon au capteur de pression de l'appareil

Les bactéries présentes utilisent l'oxygène pour oxyder la matière organique dans l'échantillon. L'air dans le flacon contient 21% d'oxygène et remplace l'oxygène consommé par les bactéries. Pendant la période de mesure, l'échantillon est continuellement agité par un barreau d'agitation magnétique entraîné par un moteur d'agitation. L'agitation aide le transfert de l'oxygène de l'air à l'échantillon et permet de simuler des conditions naturelles.

Mode opératoire :

- Au moyen d'une éprouvette graduée, verser le volume approprié d'échantillon dans un des flacons de l'appareil
- Placer un barreau d'agitation magnétique dans le flacon
- Y ajouter le contenu d'une gélule de tampon nutritif DBO pour une croissance bactérienne optimal
- Placer une cupule dans le goulot du flacon
- Ajouter le contenu d'une gélule d'hydroxyde de lithium à la cupule
- Placer le flacon sur l'appareil DBO- trak
- Raccorder le tuyau approprié au flacon et serrer correctement le bouchon
- Placer l'appareil DBO- trak dans l'incubateur
- Mettre en marche l'appareil
- Utiliser la touche gauche pour choisir la durée de 5 jours
- Presser la touche ON pour démarrer la mesure



- L'appareil s'arrête automatiquement à la fin de la durée programmé
- Lire le résultat directement à l'affichage de l'appareil en pressant le numéro le flacon correspondant

Dénombrement des coliformes et des coliformes thermotolérants

Méthode miniaturisée par ensemencement en milieu liquide et détermination du nombre le plus probable (NPP) selon la norme NFT 90-413.

Principe :

C'est une technique de dénombrement en milieu liquide. Les dilutions de l'échantillon d'eau sont incorporées dans des micro-puits (milieu liquide). La croissance des microorganismes se traduit par l'apparition d'un trouble du milieu et, éventuellement, le virage fluorescent de l'indicateur de pH coloré.

Le nombre le plus probable de bactéries présentes est alors estimé par des méthodes statistiques.

Annexe 4: Les questionnaires de l'enquête ménage

fokontany:
Adresse:
Responsabilité de l'enquêté dans le ménage:
Date de l'enquête:
Nombre de personne dans le ménage:

Q01	Où puisez-vous votre eau?
Q02	Quelle est votre consommation moyenne par jour?(nombre de bidon?)
	Vaisselle:...L/j
	Alimentations:...L/j
	Lessive:...L/j
	WC:...L/j
	Bain:...L/j
	Autres:...L/j

Q03	Disposez-vous d'une latrine particulière?
Q04	Si non, dans quel endroit faites vous vos besoins?
Q05	Si la latrine est collective, combien de personne l'utilise?
Q06	Quel type de latrine?
Q07	Quel est le type de fosse?(septique?directe?sèche?)
Q08	Avez-vous déjà effectuer le vidange?
Q09	Combien de fois avez-vous effectuez le vidange?En quel moment?
Q10	Si oui, Quel agent de vidange avez-vous fait appel?SAMVA?Privé?vous même?

Q11	Disposez-vous d'une douche particulière?
Q12	Quel type de douche?

Q13	Si la douche est collective, combien de personne partage cette douche?
Q14	Où deversez_vous votre eau usée?
	eau usée du vaisselle:
	eau usée de la lessive:
	eau de la toilette:
	eau usée de la douche:
	Autres eaux usées:
Q15	Avez_vous rencontrer des problèmes sur ce système de déversement?Lesquels?
	(mauvaise odeur/bouché/débordé/
Q16	Quelle solution proposez_vous?
Q17	Pendant la saison de pluie, quel est votre système d'évacuation des eaux de pluie?
Q18	Avez_vous rencontrez des problèmes sur ce système d'évacuation?Lesquels?
Q19	Si oui, Quelle solution proposez_vous?
Q20	Quel est le mode d'évacuation de vos ordures ménagères?
	Ramassage public?
	Jetés par le ménage?
	Brulés par le ménage?
	Enterrés par le ménage?
	Autres?
Q21	En quel moment évacuez-vous vos ordures ménagères?
Q22	Avez_vous une idée de la quantité de vos ordures menagères par jour?(volume de la poubelle)
Q23	Avez_vous rencontrez des problèmes sur ce système d'évacuation?Lesquels?
	Classe sociale:
	Niveau d'etude du chef de menage:
	Niveau d'etude dela mère:
	Travail des parents:
	Dépenses mensuelle:

Annexe 5: Les avantages offerts par l'usage de latrine :

L'INTIMITÉ : l'absence d'intimité de la défécation en plein air est un problème important pour les femmes. Des latrines attenantes à la maison font que les femmes n'ont plus à attendre certains moments de la journée, par ex. l'aube ou le crépuscule, pour se soulager.

- **COMMODITÉ** : les latrines peuvent être construites attenantes à la maison, donc plus près que les lieux de défécation traditionnels en plein air. Les latrines peuvent également être construites avec une extension pour la toilette corporelle, augmentant ainsi leur utilité pour les femmes.

- **SÉCURITÉ** : les rencontres malencontreuses avec des serpents, des insectes, des véhicules et la végétation sont fréquentes. Par exemple, une fillette de 12 ans est morte d'une morsure

de serpent et un homme de 48 ans a été tué par un bus alors qu'il déféquait tout près de la route.

- **STATUT/PRESTIGE** : des latrines domestiques sont un symbole de progrès et de richesse matérielle. WaterAid-Inde a relaté des anecdotes montrant que dans ses zones de projet, si les ménages les plus démunis sont encouragés à construire des latrines chez eux, les familles plus riches feront de même.

- **ÉCONOMIQUE** : les dépenses récurrentes pour les frais de santé représentent une perte de ressources considérable pour les ménages. Les latrines représentent une dépense unique qui sera compensée à long terme par les économies faites sur les dépenses de santé.

- **LA CRÉATION DE REVENUS** : les latrines peuvent être construites avec une extension pour la toilette corporelle et l'eau usée peut ensuite être utilisée pour générer des revenus avec les potagers. Dans un village, plusieurs femmes ont utilisé leurs revenus complémentaires pour rembourser le prêt de la construction des latrines auprès du groupe d'assistance mutuelle du village.

Annexe 6: extrait du code de l'eau concernant l'assainissement :

De la pollution des eaux :

Art. 12 - Toute personne physique ou morale, publique ou privée exerçant une activité source de pollution ou pouvant présenter des dangers pour la ressource en eau et l'hygiène du milieu doit envisager toute mesure propre à enrayer ou prévenir le danger constaté ou présumé.

En cas de non-respect des prescriptions du paragraphe précédent, l'auteur de la pollution est astreint au paiement, conformément au principe du pollueur payeur, d'une somme dont le montant est déterminé par voie réglementaire, en rapport avec le degré de pollution causée.

Art. 13 - Pour l'application du présent code, la "pollution" s'entend de tous déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects de matières de toute nature et plus généralement de tout fait susceptible de provoquer ou d'accroître la dégradation des eaux, en modifiant leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques ou bactériologiques et radioactives, qu'il s'agisse d'eaux de surface ou souterraines.

Des déchets :

Art. 14 - Est considéré comme déchet tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon.

Pour l'application du présent code, seront principalement pris en considération les déchets qui, par leurs conditions de production ou de détention, sont de nature à polluer les eaux et, d'une façon générale, à porter atteinte à la santé de l'homme et à dégrader l'environnement.

Conformément aux exigences de l'environnement telles que prévues par la loi n° 90-003 du 21 décembre 1990 portant charte de l'environnement et afin de diminuer à la source la production de déchets, l'administration visée au titre V du présent Code doit organiser la surveillance sur les activités des établissements qui peuvent amener des nuisances ou des risques, provenant de déchets produits ou traités.

Art. 15 - Toute personne physique ou morale qui produit ou détient des déchets de nature à produire des effets nocifs sur le sol, la flore et la faune, à polluer l'air ou les eaux et, d'une

façon générale, à porter atteinte à la santé de l'homme et à dégrader l'environnement est tenue d'en assurer l'élimination ou le traitement.

Art. 16 - L'élimination des déchets des ménages s'effectue sous la responsabilité des communes, qui peuvent financer en totalité ou en partie les coûts du service conformément à la réglementation en vigueur.

Sans préjudice des dispositions d'autres textes ultérieurs, l'élimination des déchets industriels, miniers et autres relève de l'initiative privée.

Les industriels et autres auteurs de déchets de toute sorte doivent les remettre dans les circuits garantissant la protection de l'environnement et prendre à leur charge les coûts de transport, d'élimination ou de traitement.

Art. 17 - Au niveau des circuits d'élimination, les entreprises qui produisent, importent ou éliminent les déchets sont tenues de fournir à l'administration toutes informations concernant l'origine, la nature, les caractéristiques, les quantités, la destination et les modalités d'élimination des déchets qu'elles produisent, remettent à un tiers ou prennent en charge.

Art. 18 - Des décrets déterminent les conditions dans lesquelles peuvent être réglementés ou interdits, les déversements, écoulements rejets, dépôts directs ou indirects d'eau ou de matières, plus généralement tout fait susceptible d'altérer la qualité de l'eau superficielle ou souterraine.

De l'assainissement :

Art. 19 - L'assainissement s'entend, au sens du présent Code, de toute mesure destinée à faire disparaître les causes d'insalubrité de manière à satisfaire, à la protection de la ressource en eau, la commodité du voisinage, la santé et la sécurité des populations, la salubrité publique, l'agriculture, à la protection de la nature et de l'environnement, à la conservation des sites et des monuments.

L'assainissement des agglomérations, visé par les présentes dispositions, a pour objet d'assurer l'évacuation des eaux pluviales et usées ainsi que leur rejet dans les exutoires naturels sous des modes compatibles avec les exigences de la santé publique.

L'assainissement collectif des eaux usées domestiques concerne l'évacuation et le traitement des eaux usées par les consommateurs après avoir été distribuées par les systèmes d'approvisionnement en eau potable.

L'Organisme Régulateur du service public de l'alimentation en eau potable peut être chargé par des décrets de la régulation de l'assainissement collectif des eaux usées domestiques.

Art. 20 - Il appartient à toute collectivité ou à tout établissement ou entreprises visées à l'article 17 ci-dessus d'assurer l'évacuation des eaux de toutes natures qu'ils reçoivent dans des conditions qui respectent les objectifs fixés pour le maintien et l'amélioration de la qualité des milieux récepteurs en application notamment des principes énoncés par le présent chapitre.

En tout état de cause, les eaux usées d'origine domestique ainsi que les eaux pluviales doivent faire l'objet d'assainissement collectif dans les conditions fixées par les textes d'application du présent Code.

L'assainissement individuel peut être autorisé si la mise en oeuvre d'un équipement collectif implique des sujétions excessives du point de vue économique ou technique ou se révéler préjudiciable à la qualité des eaux superficielles réceptrices. Toutefois, l'établissement de réseaux définitivement réservés à l'évacuation des effluents d'appareils d'assainissement

individuels s'interposant entre les branchements des immeubles particuliers et les ouvrages publics d'évacuation est interdit.

Art. 21 - Tout déversement d'eaux usées, autres que domestiques, dans les égouts publics doit être préalablement autorisé par la collectivité à laquelle appartiennent les ouvrages qui seront empruntés par ces eaux usées avant de rejoindre le milieu naturel.

L'autorisation fixe, suivant la nature du réseau à emprunter ou des traitements mis en oeuvre, les caractéristiques que doivent présenter ces eaux usées pour être reçues.

En tout état de cause, doivent être respectés les prescriptions prévues par les textes en vigueur en matière d'urbanisme et d'habitat concernant le déversement d'eaux et de matières usées.

Art. 22 - Les eaux résiduaires industrielles, de toute nature, à épurer ne doivent pas être mélangées aux eaux pluviales et eaux résiduaires industrielles qui peuvent être rejetées en milieu naturel sans traitement.

Cependant, ce mélange peut être effectué si la dilution qui en résulte n'entraîne aucune difficulté d'épuration dûment constatée par un laboratoire de contrôle agréé.

L'évacuation des eaux résiduaires industrielles dans le réseau public d'assainissement, si elle est autorisée, peut être subordonnée notamment à un traitement approprié.

De la conservation des ressources en eaux et de la protection de l'environnement

Art. 23 - La réalisation d'aménagements, d'ouvrages ou de travaux, exécutés par des personnes publiques ou privées, est précédée d'une enquête publique et d'une étude d'impact environnemental soumises aux dispositions du présent code ainsi qu'à celles prévues en ce sens par la loi n° 90-003 du 21 décembre 1990 portant Charte de l'environnement, lorsqu'en raison de leur nature, de leur consistance ou du caractère des zones concernées, ces opérations sont susceptibles d'affecter l'environnement et devraient occasionner des troubles à l'écosystème aquatique.

Art. 24 - Pour la protection des rivières, lacs, étangs, tout plan et cours d'eau, eaux souterraines, il est interdit de jeter ou disposer dans les bassins versants des matières insalubres ou objets quelconques qui seraient susceptibles d'entraîner une dégradation quantitative et qualitative des caractéristiques de la ressource en eau.

Constitue un bassin versant toute surface délimitée topographiquement et géologiquement, drainée par un ou plusieurs cours d'eau. Le bassin versant est une unité hydrologique et hydrogéologique qui a été décrite et utilisée comme unité physio-biologique, socio-économique et politique pour la planification et l'aménagement des ressources naturelles.

Du service public de l'eau potable et de l'assainissement collectif des eaux domestiques :

Art. 37 - Le service public de l'approvisionnement en eau potable et de l'assainissement collectif des eaux usées domestiques, appelé au sens du présent chapitre "service public de l'eau et de l'assainissement", est un service d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement collectif des eaux usées domestiques fourni au public, c'est à dire à tout usager, personne physique ou morale de droit public ou privé, avec obligations de service public définies dans des cahiers des charges.

Un système d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement collectif des eaux usées domestiques ou système, est l'ensemble des installations et des infrastructures destinées à fournir de l'eau potable et / ou des services d'assainissement collectif des eaux usées

domestiques sur une aire géographique donnée : installations de captage, de prélèvement et de traitement assimilées à la production de l'eau; installations de transport; infrastructures de distribution et de branchement pour l'eau potable; infrastructures de transport tels que les égouts et infrastructures de traitement et d'épuration pour l'assainissement.

Art. 39 - L'approvisionnement du public en eau potable et l'accès à l'assainissement collectif des eaux usées domestiques sont un service public communal.

L'autoproduction ne constitue pas un service public. Cependant, en cas d'absence ou d'insuffisance de fourniture du service public d'approvisionnement en eau potable dans la zone concernée, l'autoprodacteur peut opérer une fourniture d'eau potable au public, à la condition d'en obtenir l'autorisation expresse dans le cadre d'une convention signée avec le maître d'ouvrage concerné. L'autoproduction est définie comme une activité qui permet à une personne physique ou morale d'effectuer la réalisation et /ou la gestion et la maintenance directe d'un système d'approvisionnement en eau potable, pour la satisfaction de ses propres besoins. Un décret réglera les conditions d'exercice de l'autoproduction.

Art. 40 - Les systèmes d'alimentation en eau potable et d'assainissement collectif des eaux usées domestiques font partie du domaine public des communes, à l'exception des systèmes destinés à l'autoproduction.

De la maîtrise d'ouvrage du service public de l'eau et de l'assainissement

Art. 41 - Le maître d'ouvrage est l'autorité publique responsable vis-à-vis des usagers du service public de l'eau et de l'assainissement, sur une aire géographique donnée.

Les communes rurales et urbaines sont les maîtres d'ouvrages des systèmes d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement collectif des eaux usées domestiques, situés sur leur territoire respectif.

Elles exercent ces attributions par l'intermédiaire du conseil municipal.

Toutefois, aussi longtemps que les communes ne satisferont pas aux critères de capacité définis par décret pour l'exercice de tout ou partie des responsabilités incombant aux maîtres d'ouvrage, celles-ci seront exercées par le Ministre chargé de l'Eau Potable jusqu'à leur habilitation. Durant cette période, le Ministre chargé de l'Eau Potable agira comme maître d'ouvrage délégué des communes. A l'issue de cette période, les contrats conclus entre le Ministre chargé de l'Eau Potable et les tiers seront transférés de plein droit aux maîtres d'ouvrage.

Par dérogation au paragraphe 2 du présent article, les communautés, et / ou les "Fokontany", peuvent, à leur demande, exercer la maîtrise d'ouvrage déléguée des petits systèmes ruraux d'approvisionnement en eau potable situés sur leur territoire avec l'accord de l'Organisme Régulateur visé à la section IV du présent chapitre et de la commune de rattachement.

Art. 42 - Nonobstant les dispositions de l'article 39 ci-dessus, et suivant les conditions de l'article 41 précédent, les systèmes d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement collectif des eaux usées domestiques restent dans le domaine public de l'Etat. Dès la promulgation du présent Code, les fonctions suivantes sont exercées par les communes :

- l'approbation des investissements des systèmes d'approvisionnement en eau potable de leur territoire
- la consultation sur les programmes de développement du service public de l'eau potable et de l'assainissement les concernant.

Les systèmes sont transférés de plein droit au domaine public des communes selon les modalités qui seront fixées par décret.

Art. 43 - lorsqu'un système intégré d'approvisionnement en eau et/ou d'assainissement s'étend sur le territoire de plusieurs communes ou qu'il apparaît nécessaire d'élargir le périmètre d'exploitation du système, pour des raisons techniques, économiques ou de qualité du service public, les communes sont libres de s'associer afin d'unifier la maîtrise d'ouvrage. A défaut d'initiative de la part des communes, l'Organisme Régulateur peut proposer la fusion de la maîtrise d'ouvrage sur la base d'un rapport justifiant cette action après avoir consulté les communes ou communautés concernées. Un décret fixera les conditions et les modes d'organisation de ces associations de communes.

Art. 44 - Les fonctions de maîtrise d'ouvrage sont fixées par décret.

De l'exploitation des systèmes d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement collectif des eaux usées domestiques

Art. 45 - Le gestionnaire de système est l'exploitant, personne physique ou personne morale de droit public ou privé, malgache ou étrangère à qui un maître d'ouvrage confie la réalisation et/ou la gestion et la maintenance directes d'un système.

Dans le cas des personnes morales de droit privé agissant en tant que gestionnaire de système, celles-ci doivent obligatoirement être constituées en la forme de société de droit malgache, conformément aux dispositions législatives et réglementaires en vigueur.

Art. 46 - L'exploitation des systèmes peut être déléguée à des gestionnaires, par contrat de gérance, d'affermage, ou de concession ou être effectuée, à titre exceptionnel, par les maîtres d'ouvrage en régie directe. Ces contrats sont soumis à l'approbation préalable de l'Organisme Régulateur.

Un décret fixe les conditions de recours aux différents modes de gestion déléguée et organise les régimes des contrats de gérance, d'affermage et de concession ; il définit les conditions et les procédures de négociation et d'appel à la concurrence pour ces trois types de contrats.

De l'organisme de régulation du service public de l'eau et de l'assainissement

Art. 47 - Il est institué un Organisme, établissement public à caractère administratif, chargé de la régulation du Service public de l'eau potable et de l'assainissement dont les attributions, la composition et les modalités de fonctionnement et le mode de financement sont fixées par le présent Code et les décrets pris pour son application. L'Organisme Régulateur est un organe technique, consultatif et exécutif spécialisé dans le secteur de l'approvisionnement en eau potable et de l'assainissement collectif des eaux usées domestiques, doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. En tant que de besoin, il peut consulter tous administrations et organismes concernés, dans l'exécution de sa mission.

Art. 48 - L'Organisme Régulateur est chargé notamment:

- de surveiller le respect des normes pour la qualité du service ;
- de déterminer et mettre en vigueur, conformément aux dispositions tarifaires du présent Code, les prix de l'eau, les redevances d'assainissement et surveiller leur application correcte ;
- de proposer des normes spécifiques adaptées à chaque système, et de les soumettre à la décision de l'administration ;

- de concevoir, d'élaborer et d'actualiser un système d'information sur les installations d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement collectif des eaux usées domestiques.

Art. 49 - L'Organisme Régulateur est géré et administré par un conseil assisté par un bureau exécutif.

Art. 50 - Le conseil de l'Organisme Régulateur est composé de 7 membres proposés selon des critères de compétences spécifiques. Ils sont nommés par décret pris en Conseil des Ministres.

Ainsi :

- une personne compétente en matière d'ingénierie en systèmes d'adduction, de traitement et de distribution d'eau potable est proposée par le Ministre chargé de l'Eau Potable ;

- une personne compétente en matière de génie sanitaire est proposée par le Ministre chargé de la Santé ;

- une personne compétente dans le domaine juridique et institutionnel est proposée par le Ministre chargé de la Justice ;

- une personne compétente en matière d'économie et de finances est proposée par le Ministre chargé de l'Economie et des Finances ;

- un représentant des usagers du service public de l'eau et de l'assainissement est proposé par le Premier Ministre ;

- un représentant des maîtres d'ouvrages communaux est proposé par le Ministre chargé des Collectivités locales décentralisées ;

- un représentant des gestionnaires de systèmes est proposé par le Ministre chargé de l'Eau Potable.

La durée du mandat de membre du conseil est de cinq ans renouvelable. Les nominations se feront de la manière suivante:

- les 4 premiers sont nommés dès la publication du présent Code;

- les 3 autres seront nommés 1 an après.

Sauf en cas de perte de leurs droits civiques, les membres du conseil sont irrévocables pendant la durée de leur mandat.

Les fonctions des membres du Conseil sont incompatibles avec toute fonction de membre du Gouvernement ou de membre du Parlement et tout mandat électif. L'accession à de telles fonctions emporte d'office cessation du mandat de membre du conseil.

Art. 51 - Le Conseil de l'Organisme Régulateur élit parmi ses membres un président pour la durée de son mandat.

Art. 52 - Le bureau exécutif est dirigé par un secrétaire exécutif. Celui-ci est nommé pour un mandat de cinq ans par le Conseil, sur proposition du président de l'Organisme Régulateur.

Art. 53 - L'organisation, l'attribution, le mode de fonctionnement et le mode de financement de l'Organisme Régulateur sont précisés par un décret.

Du financement et des principes tarifaires du service public de l'eau et de l'assainissement

Art. 54 - La politique tarifaire et de recouvrement des coûts des services d'eau potable et d'assainissement doit respecter les principes suivants :

- pour chaque système d'eau et d'assainissement, les tarifs applicables doivent permettre l'équilibre financier des gestionnaires de systèmes et tendre vers le recouvrement complet des coûts ;

- les coûts d'investissement et d'exploitation, d'une part, et la capacité de paiement des usagers, d'autre part, sont pris en compte dans les principes de tarification de l'eau et de fixation des redevances pour l'assainissement
- les produits encaissés par les maîtres d'ouvrages et gestionnaires au titre des services d'eau potable et d'assainissement sont des recettes affectées à ces seuls services ;
- les systèmes tarifaires doivent comprendre des dispositions permettant l'accès au service universel de l'eau potable des consommateurs domestiques ayant les plus faibles revenus.

Art. 55 - En raison de la composante sociale du service public de l'eau et de l'assainissement, le total des taxes et surtaxes levées par les collectivités locales sur les facturations de ces services ne peuvent dépasser 10 % du montant hors taxe de ces facturations.

Art. 56 - La collectivité locale maître d'ouvrage tient un compte auxiliaire à son budget tant pour les services d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement collectif des eaux usées domestiques dont la gestion est directement assurée par elle que pour les charges et recettes qui la concernent en cas de gestion déléguée.

Elle produit des comptes financiers selon les formes définies par l'Organisme Régulateur dans les 6 mois suivant la fin de chaque exercice.

Art. 57 - Les modalités d'application des dispositions de la présente section seront précisées par voie réglementaire.

De la surveillance de la qualité de l'eau :

Art. 58 - La surveillance de la qualité de l'eau est effectuée systématiquement par l'administration compétente. Tout exploitant est tenu de surveiller en permanence la qualité des eaux au moyen de vérifications régulières qu'il doit mettre à la disposition de l'administration compétente, et, il doit l'informer de toute variation des seuils limites imposés ou de tout incident susceptible d'avoir des conséquences pour la santé publique.

Des textes réglementaires préciseront les modalités d'application du présent article.

Art. 59 - Outre les contrôles directs de la pollution, la pratique dite de l'autosurveillance désigne les mesures réalisées par tout exploitant, ou celles menées sous sa responsabilité, à la demande de l'administration, et dans des conditions qui lui ont été précisées.

L'autosurveillance, réalisée sous la responsabilité de l'exploitant, doit être complétée et validée par un contrôle réalisé à l'initiative de l'Autorité Nationale de l'Eau et de l'Assainissement.

Art. 60 - L'autosurveillance porte, avant tout, sur les émissions de polluants, elle peut également comporter des mesures dans le milieu rural, à proximité de l'installation.

Pour atteindre les objectifs qui lui ont été assignés, l'autosurveillance implique des mesures régulières et aussi fréquentes que possible dont les modalités seront fixées par voie réglementaire, notamment quant aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux rejets de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement.

Des dispositions pénales et sanctions :

Art. 66 - Tout pollueur doit supporter les coûts de ses activités polluantes.

Art. 68 - Le montant de toutes les sanctions pécuniaires, prononcées en application de l'article ci-dessus sont susceptibles de modifications en fonction de l'importance des dégâts et/ou pollution causés et selon des clauses d'indexation à déterminer par voie réglementaire. En tout

état de cause, des décrets détermineront les sanctions administratives à appliquer en cas d'infraction au présent Code.

Du financement du secteur de l'eau et de l'assainissement :

Art. 69 - En vue de participer au financement de la conservation, de la mobilisation et de la protection des ressources en eau, il peut être institué des redevances de prélèvement sur les ressources, de détérioration de la qualité de ces ressources et de modification du régime des eaux.

Art. 70 - Les redevances sur les ressources en eaux, pour des prélèvements ou des rejets d'eaux ou pour des modifications des régimes des eaux, sont dues sur des bases égales et équitables, pour toute personne physique ou morale, publique ou privée utilisatrice de ces ressources, en fonction des volumes concernés.

Art. 71 - Le financement des ouvrages de mobilisation ou protection des ressources peut également être assuré par des redevances spécifiques à ces ouvrages. Ces redevances spécifiques sont dues, sur des bases égales et équitables, pour tout usage et pour toute personne physique ou morale, publique ou privée bénéficiaire de ces ouvrages. Chaque fois que possible, la structure de gestion de ces ouvrages doit être une structure d'entreprise commerciale autonome de droit commun.

Art. 72 - L'Autorité Nationale de l'Eau et de l'Assainissement peut recourir, au profit du secteur de l'eau et de l'assainissement, à des collectes de fonds, de dons et legs de toute nature, par des procédures réglementaires.

Art. 73 - Il est institué un Fonds National pour les Ressources en Eau qui a pour objectif de répondre aux besoins spécifiques de financement de la conservation, de la mobilisation et de la protection de la qualité des ressources en eau. Ce fonds pourra recevoir les produits des redevances non spécifiques mentionnées au présent titre et participer au financement des ouvrages de protection, mobilisation et protection de la qualité des ressources en eau.

Art. 74 - Des décrets préciseront les modalités de définition et de recouvrement des redevances mentionnées au présent titre et les modalités de la mise en place et de la gestion du Fonds National pour les Ressources Eau.

De l'organisation du secteur de l'eau et de l'assainissement :

Art. 75 - En vue d'assurer la gestion intégrée des ressources en eaux et le développement rationnel du secteur de l'eau et de l'assainissement, il est créé l'Autorité Nationale de l'Eau et de l'Assainissement (ANDEA).

Art. 76 - L'Autorité Nationale de l'Eau et de l'Assainissement exerce sa mission en étroite collaboration avec les différents départements concernés. Ladite Autorité a notamment pour mission :

- de coordonner, planifier, programmer tous projets d'hydraulique et d'assainissement et en suivre l'exécution ;
- d'élaborer et de programmer les plans directeurs d'aménagement des ressources en eau ;
- d'élaborer et de programmer les plans directeurs d'assainissement et de drainage ;
- d'établir les priorités d'accès à la ressource en eau et d'élaborer les normes nationales y relatives ;

- de faire réaliser, en cas de besoin, des études et des travaux relatifs aux réseaux d'assainissement et de drainage ;
- de collecter les données et informations relatives aux ressources en eau ;
- de valoriser l'usage des cours d'eau à des fins de production de protéines animales, de transports, de loisirs et de production d'énergie ;
- de rechercher de nouvelles technologies pour réduire le coût d'exploitation de l'eau ;
- de faire réaliser des études et des analyses en matière économique et financière à court, moyen. Et long terme en vue :
 - 1° de la gestion optimale des ressources financières du secteur de l'eau,
 - 2° du recouvrement des redevances et taxes,
 - 3° de l'évaluation économique du rendement des investissements dans le secteur de l'eau ;
- de percevoir les taxes et redevances liées à l'usage des ressources en eaux ;
- d'assurer la sensibilisation, l'information et la formation dans les secteurs industriel et agricole dans le cadre de la mise en œuvre de la politique nationale de lutte contre la pollution des eaux ;
- de suivre et d'évaluer l'efficacité des mesures d'assainissement et de prévention des pollutions des ressources en eaux ;
- d'exécuter les plans d'urgence pour la prévention et la lutte contre les inondations et les sécheresses.

Art. 77 - L'Autorité Nationale de l'Eau et de l'Assainissement est placée sous la tutelle technique et administrative du Cabinet du Premier Ministre, et sous la tutelle financière du Ministère chargé de l'Economie et des Finances.

Des décrets pris en Conseil de Gouvernement détermineront les attributions et le fonctionnement de l'Autorité Nationale de l'Eau et de l'Assainissement

Art. 78 - Conformément aux dispositions des articles 28 et 77 du présent Code, l'Autorité Nationale de l'Eau et de l'Assainissement est l'unique interlocuteur de tous les intervenants en matière de ressource en eau. Les relations de ladite Autorité avec les différentes structures gouvernementales, les Provinces Autonomes et autres Collectivités ainsi que les intervenants extra étatiques seront précisés dans le cadre de décret.

Nom : ANDRIAMANOHISOA
Prénoms : Ramananarivo Santatra
Adresse : VS21CG Ankatso
Tél : 0340487775
E-mail : Ssantatr@yahoo.fr

Nombre de pages : 49

Titre de mémoire : « Etude de l'assainissement dans les différentes parties du Bassin Versant Sud de la Ville d'Antananarivo »

Encadreur : Docteur Jeannot Arsène RAJAONARIVELO, Ministère de l'Environnement, de l'Ecologie et des Forêts

RESUME

Avec les aléas de la variabilité climatique, l'eau source de toute vie, risque de devenir de plus en plus précieuse et rare. Cette situation illustre bien la place et l'importance de l'assainissement dans une grande ville. Au niveau du bassin versant sud d'Antananarivo, la configuration topographique tout en relief impose naturellement une interdépendance étroite en termes d'assainissement entre les parties hautes et les parties basses de la ville. La mise en place des réseaux d'assainissement d'ailleurs insuffisants et l'évacuation incomplète des déchets solides dans cette partie de la Capitale n'en tiennent pas assez compte. Aussi, les habitants de la Haute Ville ont-ils acquis l'habitude de jeter partout les ordures et de profiter des caniveaux dévalant les pentes pour y déverser les produits de vidange et les eaux usées. Ce qui impacte lourdement sur les parties basses, de Mahamasina à Anosy. Le summum d'inconfort et d'insalubrité y est vécu à chaque pluie avec des torrents de boue et de déchets submergeant les rues et les ruelles engendrant des pannes de voitures et des embouteillages monstres. L'analyse des eaux usées montre que la pollution fécale est monnaie courante dans ces déchets avec ce que cela comporte de risques pour l'environnement et pour la santé publique. Par conséquent, il est plus que temps de rénover et de compléter les infrastructures, d'améliorer le service et les équipements d'évacuation des ordures, de mettre en place des stations de traitement des eaux usées de la Capitale et d'entreprendre l'éducation environnementale de la population.

Mots clés : assainissement, eaux usées, ordures ménagères, environnement, santé publique, station d'épuration.

ABSTRACT

With the vagaries of climate variability, water source of all life, may become increasingly valuable and rare. This illustrates the role and importance of sanitation in a big city. At the south of Antananarivo watershed topographic configuration in relief naturally requires close interdependence in sanitation between the upper parts and the lower parts of the city. The implementation of sewerage networks also insufficient and incomplete solid waste in this part of the capital do not take enough account. Also, residents of the Upper Town they have acquired the habit of throwing garbage everywhere and enjoy the gutters down the slopes to dump the waste products and waste water. Which heavily impact on the lower parts, Mahamasina in Anosy. The ultimate discomfort and unsanitary is lived with each rain torrents of mud and waste submerging streets and lanes causing breakdowns cars and traffic jams. The wastewater analysis shows that fecal pollution is common in these wastes with that entails risks for the environment and public health. Therefore, it is time to upgrade and complete infrastructure, improve service and garbage disposal equipment, set up processing the Capital of sewage stations and undertake the environmental education of the population.

Keywords: sanitation, waste water, environment, household waste, public health, sewage stations