

UNIVERSITE DE FIANARANTSOA
INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNIQUE DE L'ENVIRONNEMENT

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE TECHNICIEN
SUPERIEUR EN ENVIRONNEMENT

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE ET
MICROBIOLOGIQUE DE L'EAU DISTRIBUEE ET DE LA POLLUTION DE PLAGE
DANS LA COMMUNE URBAINE DE MANANJARY**



Présenté par : - Mlle RAZAFINDRASAMY Tina
- Mlle RAKOTONDRAIBE Prisca Veroniaina

Soutenu le : 12 mai 2010 devant les membres de jury composés de :

Président : Docteur RAKOTONDRAVELO Christian Etienne

Examinateur : Monsieur RAKOTOZAFY Jean Claude

Rapporteur : Monsieur ANDRIANARAHINJAKA Hasiniaina

Année 2008-2009

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENT	I
RESUME	II
LISTE DES TABLEAUX	III
LISTE DES FIGURES	III
LISTE DES CARTES	III
LISTE DES ANNEXES	IV
ACRONYMES	V
GLOSSAIRES	VI
I. INTRODUCTION	1
I.1. But de l'étude	2
I.2. Le site d'étude.....	2
I.2.1. Localisation	2
I.2.2. Relief et paysage	4
I.2.3. Climat	4
I.2.4. Température	5
I.2.5. Pluviométrie	5
I.2.6. Sol	5
I.2.7. Hydrographie	6
I.2.8. Faune et flore	6
I.2.9. Situation démographiques	7
I.2.10. Santé	9
I.3. l'eau potable a Mananjary	10
II. MATERIELS ET METHODES	12
II.1. Prélèvements et mesures des paramètres	12
II.1.1. Premier prélèvement	13
II.1.2. Deuxième prélèvement	13
II.1.3. Mesure des paramètres physiques	14
II.1. 3.1. Mesure de pH.....	14
II.1. 3.1. Mesure de turbidité	15
II.1.4. Analyses bactériologiques	15
II.1.5 Analyses chimiques	15

II.1. 5.1. Dosage de Chlore résiduel en mg /l	16
II.1. 5.2. Dosage de Fer	17
II.2. Etude de la pollution de plage	17
II.2.1. Enquête	17
II.2.1.1 Visite préliminaire	17
II.2.1.2. Elaboration des questionnaires	17
II.2.1.3. Méthode d'Echantillonnage	18
II.2.1.4. Méthode de collecte de données	20
II.2.2. Observation directe	20
III. RESULTATS ET INTERPRETATION	21
III.1. Caractéristiques microbiologiques	21
III.2. Caractéristiques physiques de l'eau	21
II.2.2. Eau traitée de la borne fontaine	21
II.2.2. Eau brute	23
III.3. Caractéristiques chimiques	24
III.3.1. Eau brute	24
III.3.2. Eau traitée	26
III.4. Caractéristiques de la population	27
III.4.1. Sexes	27
III.4.2.Age	27
III.4.3.Situation familiale.....	28
III.4.4.Niveau d'instruction	28
III.4.5.Activité	29
III.4.6.Nombre d'enfants	29
III.4.7.Revenu journalier	30
III.5. Causes et impacts de la pollution	30
III.6. Résultats de l'observation directe.....	32
IV. DISCUSSION ET SUGGESTIONS	33
IV.1. Discussion.....	33
IV.2. Suggestions	35
V. CONCLUSION	37
BIBLIOGRAPHIE	38
ANNEXES	i

REMERCIEMENTS

Ce mémoire n'aurait pas touché à sa fin sans le soutien et l'appui de nombreuses personnes, physiques ou morales, qui ont contribuées de près ou de loin à son élaboration. Nous tenons donc à exprimer notre profonde reconnaissance aux personnes suivantes :

- Dr RAKOTONDRAVELO Christian Etienne notre Président de jury , d'avoir fait l'honneur de présider ce mémoire, malgré ses nombreuses occupations ;
- Mr RANDRIANASOLO Jean Paul notre examinateur d'avoir accepté aussi de siéger parmi les membres de jury ;
- Mr ANDRIANARAHINJAKA Hasiniaina, notre rapporteur pour tous les conseils et aides qu'il nous a donné durant la réalisation de ce travail ;
- Mr RAKOTOZAFY Jean Claude, de nous avoir proposé le sujet de notre étude
- Mr le Directeur et tous les personnels de l'ISTE qui nous ont permis la réalisation de ce stage ;
- Mr RABAKOHARIMANANA Rabenarivo, Directeur du sous groupement de la société JI.RA.MA. Mananjary qui nous a pris en charge et nous a beaucoup aidé durant notre stage ;
- Mr BERNARD, le chef de la section eau de la JI.RA.MA Mananjary, de nous avoir donné toutes ses possibilités pour la réalisation des analyses que nous avons effectuées au laboratoire ;
- Toute l'équipe de la JIRAMA pour leurs aides et conseils pendant notre travail ;
- Mr le chef District de Mananjary, de nous avoir donné toutes les informations dont nous avons eu besoin ;
- Mr le Maire de la Commune Urbaine de Mananjary, de nous avoir accepté de réaliser notre stage en nous donnant une lettre d'introduction ;
- Mr les chefs fkt et les Ampanjaka qui nous ont bien accueillis pour la réalisation de notre enquête et qui ont donné les informations sur notre étude ;

Enfin, nous sommes très heureuses de témoigner notre reconnaissance à tous ceux et celles qui, par leurs informations, leurs conseils, et leurs encouragements, ont permis la réalisation de ce travail.

Merci !

RESUME

L'eau est un élément vital pour l'homme, comme pour tout être vivant. Cependant, elle est également un vecteur de nombreuses maladies quand elle est de mauvaise qualité. Pour évaluer la qualité de l'eau distribuée dans la ville de Mananjary, des analyses microbiologiques et surtout physico-chimiques ont été réalisées sur l'eau brute au niveau de trois captages et sur l'eau traitée dans une borne fontaine. Les résultats de ces analyses nous ont permis de connaître leur potabilité qui est relative aux paramètres pris en considération et conforme aux normes Malgache. Concernant la pollution de plage, les origines sont nombreuses et l'impact n'est pas négligeable et aussi un blocage sur le plan touristique de cette ville. Il est donc impératif de prendre des mesures afin d'améliorer la qualité de cette eau et de sensibiliser la population d'utiliser les latrines et pour promouvoir au développement de la commune.

Mot clés : Eaux- Analyse- Pollution- Plage- Mananjary

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Température de Mananjary.....	5
Tableau 2 : Pluviométrie de Mananjary.....	5
Tableau 3 : Ressources faunistiques et floristiques	6
Tableau 4 : Répartition par tranche d'âge des habitants de Mananjary.....	8
Tableau 5 : Information sanitaire.....	9
Tableau 6 : Résultat d'analyse bactériologique.....	21
Tableau 7 : Résultat d'analyse physique de l'eau traitée	22
Tableau 8 : Résultat d'analyse physique de l'eau brute des 3 captages.....	23
Tableau 9: Résultat d'analyses chimiques sur l'eau brute de 3 captages.....	25
Tableau 10 : Résultat d'analyse chimique de l'eau traitée dans une borne fontaine.....	26
Tableau 11 : Nombre des enquêtés selon le sexe.....	27
Tableau 12 : Répartition par classe d'âge des enquêtés.....	27
Tableau 13 : Distribution des enquêtés selon leur situation matrimoniale.....	28
Tableau 14 : Représentation du niveau d'instruction des enquêtés des 4 fkt.....	28
Tableau 15 : Nombre des enquêtés selon leurs activités.....	29
Tableau 16 : Nombre d'enfants des enquêtés.....	29
Tableau 17 : Revenu journalier des enquêtés.....	30
Tableau 18 : Réponse de la question n°1.....	30

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Exploitation eau potable dans la ville de Mananjary.....	10
Figure 2: Forage d'Ambatolambo.....	11
Figure 3: Réservoir d'accumulation.....	11
Figure 4: Alimentation en eau des bornes fontaines selon la carte Réseau de distribution d'eau potable de la JI.RA.MA.....	12
Figure 5: Un multi paramètre WTW.....	14

LISTE DES CARTES

Carte 1 : Carte de localisation de la Commune Urbaine de Mananjary.....	3
---	---

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1: Fiche d'enquête	i
Annexe 2 : Questionnaires.....	ii
Annexe 3 : Réglementation de l'eau potable.....	ii
Annexe 4 : Norme O.M.S de l'eau potable.....	iv

ACRONYMES

C.S.B.U	:	Centre de Sante de Base Urbaine
Fkt	:	Fokontany
INSTAT	:	Institut National de Statistique
IPM	:	Institut Pasteur de Madagascar
ISTE	:	Institut des Sciences et Technique de l'environnement
JI.RA.MA	:	Jiro sy Rano Malagasy
NM	:	Norme Malgache
O.M.S	:	Organisation Mondiale de la Santé
UNESCO	:	Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture
VMA	:	Valeur Maximale Admissible

GLOSSAIRE

Conductivité : Elle mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargées électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau.

Dureté : Une eau est « dure » lorsqu'elle est fortement chargée en ions Calcium et Magnésium, et par opposition « douce » lorsqu'elle contient peu de ces ions.

Eau potable : eau dont la consommation est sanitaire sans risque pour la santé de l'homme à court et, moyen terme. C'est une eau devant répondre à un certain nombre de caractéristiques la rendant propre pour la consommation humaine. Les standards de ce point de vue sont différents selon les usages et la situation.

pH : est une mesure de l'acidité ou de l'alcalinité. Il a un effet important sur le goût de l'eau. Il indique aussi des possibles problèmes de corrosion et la possibilité de la présence des métaux toxiques.

Turbidité : La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité traduit la présence des particules en suspension dans l'eau. Elle est mesurée pour assurer l'acceptabilité de l'eau aux usagers.

I. INTRODUCTION

L'eau est une source de vie et un élément indispensable pour le bon fonctionnement de tout organisme vivant. Elle est d'ailleurs la majeure composante du corps humain car elle constitue les 65% du poids corporel. Elle est utilisée, entre autre, dans l'alimentation et l'hygiène corporelle. En effet, elle contient des éléments minéraux qui peuvent être utilisés par l'organisme, c'est-à-dire qui complètent ceux apportés par les aliments.

Cependant, elle peut être également une source « d'empoisonnement » lorsqu'elle est de mauvaise qualité. Elle peut être un vecteur de diverses maladies dues à la prolifération des microorganismes qu'elle contient ou aux pollutions chimiques qu'elle a subit. D'après le rapport de l'Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture (UNESCO), en 2000, entre 1.085.000 et 2.187.000 des décès dus à des maladies diarrhéiques sont liés au facteur « eau, assainissement, et hygiène » dont 90% sont des enfants moins de 5 ans selon l'Institut National de Statistique (I.N.S.T.A.T), en 2004.

Un autre problème sur la qualité de l'eau se pose actuellement en ce qui concerne la potabilité, c'est surtout l'approvisionnement en eau potable, et ce dans le monde entier. D'après la 18^{ème} édition de la Conférence Mondiale en Eau qui a eu lieu à Stockholm en août 2008, « 2,5 milliards de personnes, de par le monde, n'ont pas accès aux infrastructures de base liées à l'assainissement ». Ce problème concerne également Madagascar. En effet, le taux de la population ayant accès à l'eau traitée varie de 5,4%, dans la province de Fianarantsoa, à 57,7% dans celle d'Antananarivo (I.N.S.T.A.T./ DSY).

Dans la Commune Urbaine de Mananjary, ce taux est de 4%. Dans cette ville c'est la société Jiro sy Rano Malagasy (JIRAMA) qui gère la distribution de l'eau potable. Trimestriellement, elle fait une analyse physico-chimique et mensuellement l'analyse bactériologique. Dans cette Commune, on a la pollution de la plage qui constitue vraiment un problème sur l'environnement, quatre Fokontany (Fkt) dans la partie Est en est concerné par le rejet des déchets fécaux.

I. 1. But de l'étude

C'est de maîtriser quelques techniques environnementales en l'occurrence les analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'eau et la pollution de plage.

I.2. Le site d'étude

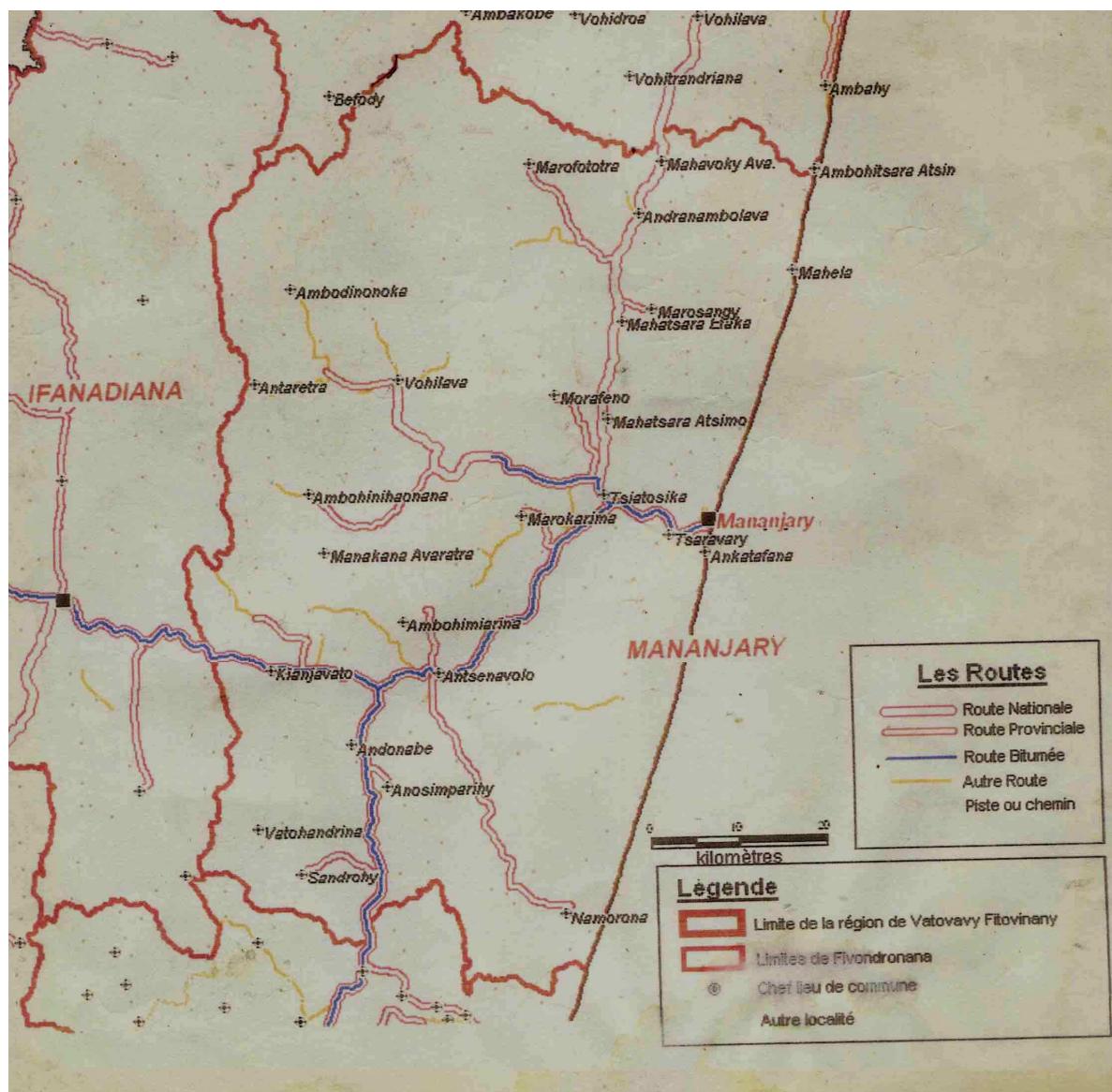
C'est la commune urbaine de Mananjary

I.2.1. Localisation

La Commune Urbaine de Mananjary fait partie du District de Mananjary et de la Région de Vatovavy Fitovinany. Elle est située à 161km du chef lieu de la Région qui est Manakara et se trouve ainsi dans la zone communément appelée Grand Sud-Est de la Circonscription Administrative de Fianarantsoa. C'est la Commune qui est le terminus de la RN25 après Ifanadiana et à 200km de Fianarantsoa. La RN25, classée parmi les routes nationales secondaires, est la seule voie de communication routière qui relie la Commune Urbaine de Mananjary et Antananarivo en passant par la RN7.

Entre autres, la Commune Urbaine de Mananjary est dans la partie Sud-est de Madagascar. Elle est délimitée à l'Est par l'Océan Indien, à l'Ouest par la Commune Rurale de Tsiasotsika, au Nord par la Commune Rurale de Mahela et au Sud par la Commune Rurale d'Ankatafana-Tsaravary.

La superficie de la Commune Urbaine de Mananjary est environ 12000 km² renfermant 12 fokontany. Ces fokontany sont repartis selon le parcours du Canal de Pangalana, dont 4 sont dans la partie Est du Canal et 8 dans la partie Ouest.



Source : PCD Mananjary

Carte de localisation de la Commune Urbaine de Mananjary

I.2.2. Relief et paysage

La Commune Urbaine de Mananjary se caractérise par la diversité de ses paysages tant du côté terrestre que côtier. Généralement, le relief accidenté domine et montre la présence des forêts secondaires en cours de dégradation. Au niveau de la zone côtière la façade maritime constitue une zone dunaire riche en ressources halieutique. C'est une façade rectiligne et à lagunes avec une côte poissonneuse favorable au développement maritime et parsemée de nombreux plans d'eau au niveau aussi bien de l'embouchure des fleuves que des falaises. Trois sous-ensembles de relief se succèdent de l'Ouest en Est.

-la falaise constituée par des éléments accidentés de l'escarpement de la faille de l'Est Malagasy. Des pentes fortes aux dénivellations importantes ponctuées par des chutes de rivière encadrent des étroites et profondes vallées.

-la zone des collines ou « tanety » moyennes et basses varient entre 50m à 500m, lesquelles collines au sommet arrondi et dénudé par le tavy sont séparées par des vallées plus larges où se concentre la population.

-la zone littorale s'étend sur une bande de 20km, mais ne comporte ni delta ni grandes plaines alluviales. A l'amont d'une côte basse, sableuse et rectiligne, règne un système de lagune enserrée contre les cordons littoraux et les premiers reliefs de l'arrière-pays. Mais, par contre, entrecoupée par de vallées estuaires bordées de petites surfaces alluviales.

I.2.3. Climat

Dans l'ensemble, le climat est chaud et humide. Il est marqué par l'approximité de la bordure occidentale de l'anticyclone de l'Océan Indien. Par conséquent, l'Alizé souffle constamment d'Est en Ouest, entraînant des masses d'air humide et chaud occasionnant une forte pluviométrie.

Trois périodes caractérisent Mananjary sur ce point à savoir :

- la période chaude et humide qui commence vers la deuxième quinzaine du mois de décembre et prend fin généralement au mois de février.
- la période fraîche et humide qui débute à partir du mois de mars jusqu'au mois de juillet.
- une saison intermédiaire du mois d'août au mois de novembre pendant laquelle on assiste à une suspension de pluie.

I.2.4. Température

La température moyenne annuelle dépasse en générale 20°C. Le mois de février étant la période de référence pour le maxima, et la période la plus froide est enregistré au mois de juin.

Le tableau 1 ci-dessous dressé relate le bilan thermique de l'année 2008.

Tableau 1:Relevé de la température de Mananjary (2008)

Mois	janv	Fev	mars	avr	Mai	juin	juil	Août	sept	oct	nov	Déc
Température (°C)	26,2	26,4	25,7	24,4	23,3	20,1	20,4	21	20,2	21,3	23,3	25,4

I.2.5. Pluviométrie

En général, dans ce climat chaud est enregistrée une pluviométrie annuelle supérieure à 1500mm. La station météorologique de Mananjary enregistre 1100mm à 3200m de pluviométrie. Sa moyenne mensuelle de cinq dernières années est de 2147,8mm.

Le nombre de jour de pluie par année varie entre 140 à 175. La saison pluvieuse s'étale de décembre à avril. Si janvier et février sont les mois les plus pluvieux, août et septembre sont les moins arrosés.

Le tableau 2 suivant montre la pluviométrie de la Commune Urbaine de Mananjary pendant 2008.

Tableau 2 : Pluviométrie de Mananjary (année 2008)

Mois	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Pluviométri e (mm)	2167	2324	1665	2421	1560	1537	1775	234	121	453	1407	1440

I.2.6. Sol

On observe trois unités géomorphologique. Les paramètres agro-écologique font état de trois ensembles naturels: la zone colline, la zone basse, le littoral.

- Dans la zone de colline, on distingue :
 - sous-forêt : sol humifère
 - sous-savane : sol ferrallitique
 - sous-roranga : sol squelettique où on l'assiste à une apparition de l'horizon B

- Au bord du fleuve (baiboho) ou zone basse : sol sédimentaire
- Au bas-fond : sol hydro morphé
- Sur les hauts reliefs de la falaise dominent des sols ferralitiques rajeunis mais très fragile et riche en humus favorable à une mise valeur plus ponctuée. Les sols de hautes et moyennes collines sont ferralitiques composés des minéraux dégradés et érodés.

I.2.7. Hydrographie

Le réseau hydrographique de Mananjary est riche en cours d'eau dont les plus importants sont : Pangalana, Fangato, Mananjary.

Les principales fleuves de Mananjary prennent leurs sources dans la zone accidentée de la falaise ; elles présentent un profil rapide, ponctuées par des nombreuses chutes dans leurs cours supérieurs ; elles gagnent ensuite les régions basses où elles s'étalent largement dans un cours et sinueux cherchant difficilement son débouché vers la mer à travers le cordon littoral dunaire. Il constitue l'une des potentielles touristiques de Mananjary.

I.2.8. Faune et flore

Dans le domaine forestier cité supra, de nombreuses ressources faunistiques et floristiques sont répertoriées. Des essences forestières sont également identifiées.

En dehors de tout cela, la Commune Urbaine de Mananjary dispose une richesse en espèces faunistiques marines et d'eau douce.

Le tableau 3 ci-après montre ces différentes ressources.

ESPECES FAUNISTIQUES
Ibis à cimier, canards sauvages, lémuriens, Lézards, caméléon, divers insectes et espèces d'oiseaux, Mammifères rongeurs, lipophryphla.
ESPECES FLORISTIQUES
Hitsika, Hintsy, Voapaka, Hazombato, Nato, Merana, Varongy, Vilo, Masonamabato, Ramiavona, Mantsilana, Tsimamasasokina, Rabena
AUTRES ESPECES
Orchidées, Diverses épiphytes

Mananjary possède encore autres ressources floristiques valeureuses à usage directe et pour la phytothérapie.

ESSENCES FORESTIERES
Bois de rose, Ebènes, Palissandres, Dalbergia baroni, Hintsy, Ambora, Atafana, Fahavalonkazo, Fandranakanga, Haronganalahy, Kijy
PLANTES MEDICINALES
Pervenche, Kaboka, Talapetraka

Dans la Commune il y a des différents types d'écosystèmes qui sont : les forêts littorales, les formations marécageuses, le peuplement d'eucalyptus, les plans d'eau.

I.2.9. Situation démographique

La population totale de la Commune Urbaine de Mananjary compte 32914 d'habitants ayant un taux de natalité un peu élevé et avec la prédominance d'ethnie Antambahoaka. Puis on y trouve les autres ethnies en parfaite cohabitation, ce sont : le Betsimisaraka, l'Antemoro, l'Antanala, le Merina, le betsileo, les Antesaka, les Antandroy.

La population de Mananjary est repartie selon le tableau 4 ci-dessous :

Tableau 4 : Répartition par tranche d'âge des habitants de Mananjary

TRANCHE D'AGE	0-5		5-15		15-30		30-50		50 de plus		Total	
	SEXE	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
MASINDRANO	520	550	668	950	860	930	420	500	540	570	3008	3500
ANKADIRANO	170	175	180	215	140	150	83	136	70	64	643	740
ANOSINAKOHO	290	405	245	429	215	236		130	181	90	120	970	1371
ANDOVOSIRA	330	381	423	524	787	390	350	352	244	255	2134	2212
AMBATOLAMBO	160	193	157	230	120	240	70	146	60	64	567	873
MAROFINARITRA	210	224	200	258	124	310	66	155	69	82	669	1040
TANAMBAO	474	480	650	640	740	834	460	386	370	480	2694	2820
ANALANJAVIDY	320	486	385	475	335	485	260	250	90	140	1390	1836
AMPASIMANDRORONA	120	350	150	420	150	280	140	270	70	50	630	1376
FANGATO	140	160	180	190	120	165	80	125	60	58	580	698
MAHATSINJO	96	154	125	142	209	246	75	140	120	207	625	889
AMBONARAMENA	111	127	147	228	170	198	98	129	135	293	661	975
TOTAL	2941	3685	3510	5001	3970	4464	2242	2681	1918	2383	14581	18324

M : Masculin

F : Féminin

Presque dans tous les fkt les femmes sont plus nombreuses que les hommes. La population de Mananjary est jeune car la majorité de la population sont âgées moins de 30 ans.

L'espérance de vie de la population est de 60 à 70 ans environ. La densité de population est de 761,32hab/km².

I.2.10. Santé

Le tableau 5 ci-dessous nous renseigne sur la santé à Mananjary

Tableau5 : Information sanitaire

Formation sanitaire		Nb médecins	Paramédicaux			Nombre de lits	Nb de personnel administratif	Nb consultations mensuelles
Nombre	Type		Sage-femme	Infirmiers	Aides sanitaires			
Publique								
1	CSB 1	0	5	17	12	4	0	508
1	CSB Urbain	2	3	2	2	6	3	8833
1	CHD	5	5	10	5	70	7	767
Privée								
1	Dispensaire	1	0	3	0	2	1	600
1	Dispensaire inter entreprise	2	0	2	0	0	2	483
2	Cabinet dentaire	2	0	0	2	0	0	150

Nombre d'évacuation sanitaire : 12/an

Ambulance : 1 (privée)

Nombre de pharmacie : 01

Nombre de dépôt de médicaments : 02

Maladies courantes :

- Fièvre / paludisme : 22,44%,
- I.R.A. : 13,53%,
- Diarrhées : 16,85%
- Toux de plus de trois semaines : 04,45%
- Infections cutanées : 03,97%
- Pneumonie : 02,02%
- Infections de l'œil et de ses annexes : 01,91%,
- Affections bucco-dentaires : 01,85%
- Malnutrition : 11,71%

Taux de vaccination infantile : 98 %

Taux de mortalité infantile : 6 %

Nombre de médecins libres : 05

(Source : Service de Santé de district de Mananjary)

Mananjary est une ville paludéenne. Parmi les dix pathologies dominantes, cette maladie concerne une proportion importante des citadins. La population a une grosse difficulté sanitaire. Au fait, l'intervention chirurgicale locale coûte trop chère pour une masse socialement pauvre.

I.3. L'EAU POTABLE A MANANJARY

L'eau potable de la ville de Mananjary est fournie principalement par la JI.RA.MA. La ville est alimentée par trois sortes de captage, qui sont Pangalana, le forage et le puits. Le premier est un captage d'eau de surface, les deux restes sont des captages d'eaux souterraines. On utilise des groupes électropompes pour les trois sortes de captage, donc c'est un système pompage est utilisé pour le cas de Mananjary. Les captages fournissent entre 16.000m³ et 20.000 m³ d'eau traitée par mois, d'après la JI.RA.MA. Ces captages se situent à Ambatolambo qui est à 3km de la ville. Du captage jusqu'à son arrivée aux consommateurs, l'eau suit d'abords quelques étapes dont l'ensemble forme l'exploitation (figure 1). Ce sont la production (captage et pompage) ; le traitement simple (la désinfection par chloration, la flocculation, la neutralisation) ; le stockage et la distribution proprement dite.

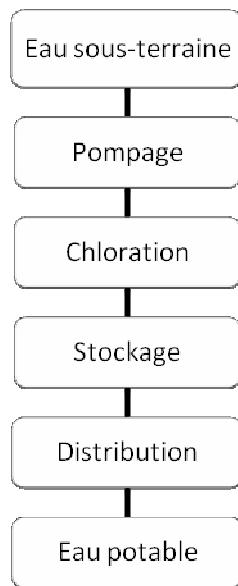


Figure 2: Exploitation eau potable dans la ville de Mananjary

- Pour le forage :

Partant de la nappe phréatique, l'eau est d'abord pompée par un groupe électropompe (figure 2) immergé grâce à des forages qui ont été réalisés au niveau des captages. Dans la

bâche de reprise, l'eau est ensuite désinfectée par l'hypochlorite de calcium (Ca(ClO)_2), dont la quantité est de l'ordre de 7 g/m³ d'eau à traiter. La neutralisation se fait en même temps en utilisant la chaux d'ordre 10 g/m³, jusqu' après la sortie de l'eau. L'eau chlorée suit l'étape de désertisation s'il est nécessaire et après elle est stockée dans le réservoir (1000 m³). C'est après le stockage que se passe enfin la distribution.

- Pour le puits

Partant de la nappe phréatique, l'eau est aussi pompée par le groupe électropompe de surface. Il produit 17 m³/h. Ensuite elle est aspirée et refoulée se dirigeant vers la bâche de reprise dans laquelle se fait le traitement chimique par la désinfection en utilisant l'hypochlorite de Calcium, la deferrisation en utilisant la Sulfate d'alumine et la neutralisation. C'est dans le réservoir d'accumulation qu'on stocke l'eau (figure 3). C'est enfin que l'eau suit les conduites de distribution pour être arrivée jusqu' aux consommateurs.

- Pour le canal de Pangalana

L'eau est pompée par deux groupes électropompes de surface qui produisent chacun 50 m³/h. Apres avoir passée par le tuyau d'aspiration, l'eau est refoulée. Elle est ensuite traitée dans la bâche de reprise. Le stockage a lieu dans le réservoir d'accumulation d'eau (figure 3). C'est après tout que l'eau est distribuée.

Pour les eaux captées trois traitements sont toujours réalisés :

- le traitement par hypochlorite de Calcium pour la désinfection
- le traitement par la chaux pour la neutralisation et deferrisation
- le traitement par la Sulfate d'alumine et la chaux pour la flocculation

Dans la ville, les conduites sont formées essentiellement par des tuyaux en fonte. Les tuyaux en PVC sont utilisés surtout pour la distribution d'eau à la sortie du réservoir. Il y a également des tuyaux galvanisés mais ils sont très rares.



Figure 2: Forage d'Ambatolambo



Figure 3: Réservoir d'accumulation

II. MATERIELS ET METHODES

II.1. PRELEVEMENTS ET ANALYSES DES PARAMETRES

Afin d'évaluer la qualité de l'eau distribuée dans la ville de Mananjary, des prélèvements ont été effectués au niveau de la borne fontaine qui se situe à Masindrano et au niveau des trois captages.

La figure 4 suivant montre le réseau de distribution de l'eau dans la commune urbaine de Mananjary

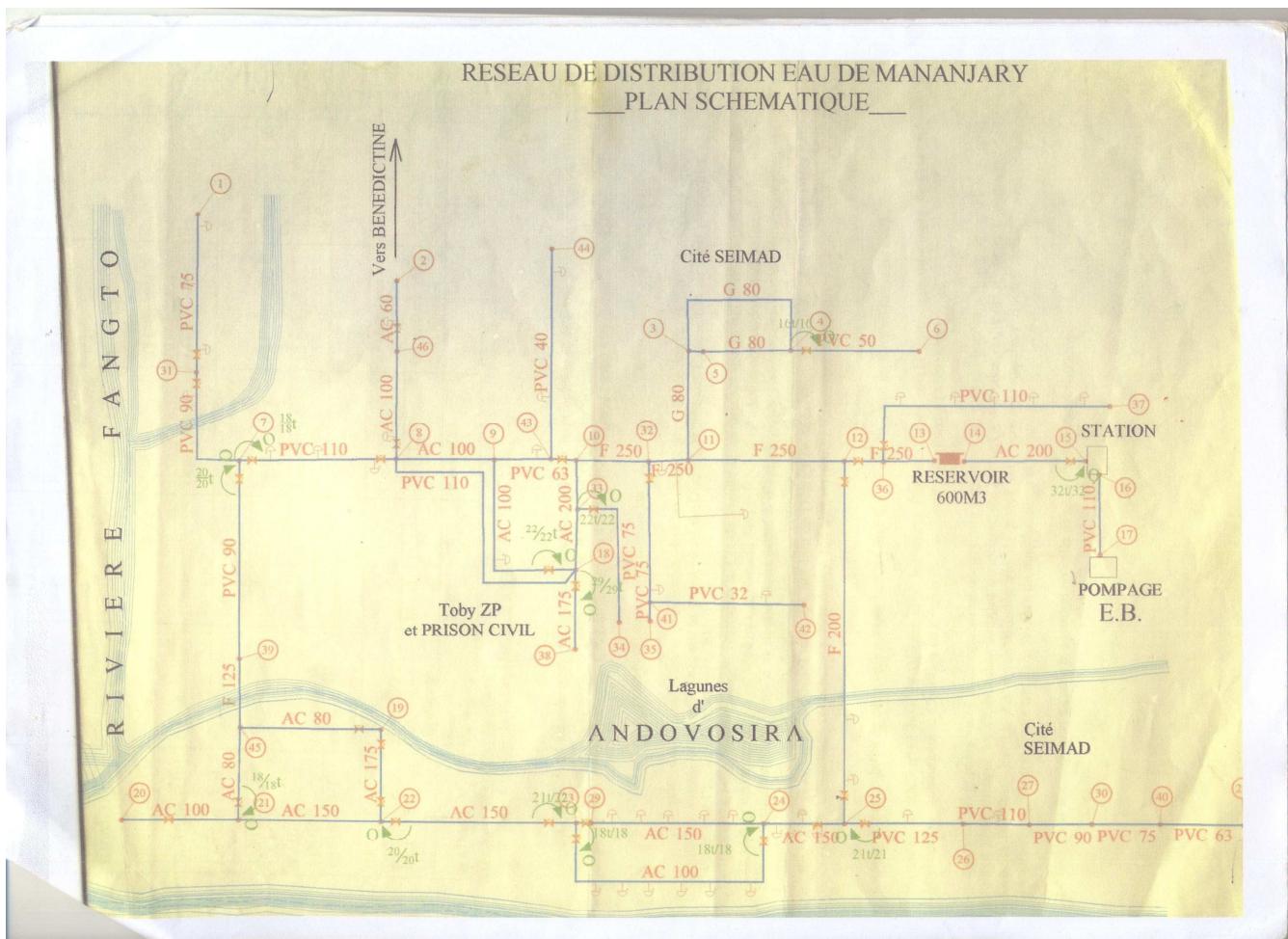


Figure 4: Alimentation en eau des bornes fontaines selon la carte Réseau de distribution d'eau potable de la JI.RA.MA

Ces prélèvements ont été effectués en vue d'analyses physico-chimiques et microbiologiques. Pour cela, deux échantillonnages ont été prélevés sur l'eau brute et l'eau traitée. Après, les

échantillons prélevés sont envoyés à Antananarivo (Mandrozeza et l’Institut Pasteur de Madagascar) pour être analysés sur certains paramètres physico-chimique et microbiologique. Le mode de transport se fait par avion.

II.1.1. Premier prélèvement

Le premier prélèvement a été fait sur l'eau traitée de la borne fontaine. Ce prélèvement s'est passé en quelques étapes. D'abords, on a rincé le robinet. Ensuite on a laissé couler l'eau pendant quelques minutes. On a lavé le robinet avec du savon puis on l'a rincé. On a ensuite fait passer de la flamme d'un pistolet à souder à gaz au robinet. Ensuite vient l'essuyage avec du coton imbibé d'alcool. C'est enfin qu'on procède au prélèvement proprement dit.

L'échantillon de 1l prélevé est mis dans un bocal stérile pour le transport jusqu'au laboratoire de l’Institut Pasteur de Madagascar pour les analyses microbiologiques ; et à la Direction de l’Exploitation Eau à Antananarivo pour les analyses physico-chimiques .

II.1.2. Deuxième prélèvement

Le deuxième échantillonnage a été prélevé au niveau des captages, les prélèvements se sont faits sur l'eau brute. On a rincé les flacons avec de l'eau à prélever avant le prélèvement proprement dit. Il est à noter qu'au niveau des captages, les prélèvements se sont portés sur l'eau non traitée issue du forage, de puits et du canal de Pangalana pour avoir la qualité physico-chimique et microbiologique.

Durant chaque échantillonnage, la quantité d'eau prélevée a été de 1l. Les échantillons ont été ensuite mis dans des bocaux puis acidifiés par quelques gouttes d'acide sulfurique concentré pour la conservation et pour avoir de bons résultats lors des analyses chimiques. Les bocaux ont été ensuite mis dans une glacière contenant de glace pour les maintenir au frais jusqu'à leur arrivée au laboratoire.

Le lieu des captages de la JIRAMA Mananjary est éloigné de la ville, loin d'habitation et sans implantation des bâtiments ou d'usine donc il est sûr qu'il n'y a pas de rejet des déchets organiques, chimiques, toxiques pouvant affecter la qualité de l'eau. La station est plus bien aménagée et entretenue.

II.1.3. Mesure des paramètres physiques

La mesure des paramètres physiques a été faite sur les lieux de prélèvement. La température, la turbidité, la conductivité sont mesurées avec un appareil de mesure de type multi paramètre (figure 5). Le pH et les autres paramètres comme la couleur, l'odeur, et l'aspect de l'eau ont été mesuré directement sur le lieu de prélèvement.



Figure 5: Un multi paramètre WTW

II.1.3.1. Mesure de pH

L'eau à analyser en présence de réactif colorimètre donne une coloration avec les ions H^+ dont l'intensité est proportionnelle à la concentration de H^+ .

La mesure de pH se fait par hydro cure pour l'eau brute des 3 captages et l'eau traitée

- Matériels utilisés :
 - ✓ Comparateur standard
 - ✓ Cuvette graduée A/B
 - ✓ Plaquette étalon (pH : 6-7,6 de Bleu de Bromothymol)
- Mode opératoire :

On a pris la cuvette graduée A/B, on l'a rincé deux fois avec de l'eau à analyser et on l'a rempli jusqu'au trait B. Ensuite, on a ajouté 8 gouttes de Bleu de Bromothymol. Puis, on a agité la solution colorée obtenue en bouchant la cuvette. Enfin on l'a placée dans le comparateur du côté repère « réactif ».

Au moyen du comparateur et de la plaquette étalon, on a déterminé le pH en faisant coulisser la plaquette sous la face antérieure jusqu'à égalisation de l'intensité de couleur. La comparaison de la couleur s'était faite face à la lumière mais non au soleil.

II.1.3.2. Mesure de turbidité

L'appréciation de l'abondance des matières en suspension finement divisées dans l'eau mesure son degré de turbidité. Ces mesures de turbidité ont un grand intérêt dans le contrôle de l'épuration des eaux brutes surtout sur l'eau de canal de pangalana et elle est autant plus faible dans l'eau traitée si le traitement est efficace.

La mesure de la turbidité a été faite seulement sur l'eau du canal de Pangalana.

- Matériels utilisés :
 - Disque blanc de 20cm de diamètre fixe au bout d'une perche
- Mode opératoire :

On utilisé la méthode de Secchi.

On laisse descendre le disque dans l'eau et on a mesuré la profondeur a partir de laquelle il a cessé d'être visible.

II.1.4. Analyses bactériologiques

On n'a pas pu faire les analyses par faute de matériels. Les échantillons ont été envoyés à IPM.

II.1.5. Analyses des éléments chimiques

Les éléments chimiques mesurés sont nombreux, mais on peut les classer en 4 groupes :

- Le premier est formé par l'ion calcium (Ca^{2+}), l'ion magnésium (Mg^{2+}), et les ions chlorure (Cl^-). Ce sont des éléments dont la présence dans l'eau est considérée comme normale mais à une certaine quantité.

- Les éléments indicateurs de pollution qui sont des éléments dont la présence ou la variation de la quantité indique une pollution d'origine biologique et chimique. Ce sont l'ammonium (NH_4^+), le nitrate (NO_3^-), le nitrite (NO_2^-).

- Le troisième groupe est formé par les éléments dits indésirables. En effet, leur présence dans l'eau en une quantité élevée peut porter atteinte à la santé humaine ou altérer le goût de l'eau. Ce sont le fer, le zinc, le phosphore, le phosphate, et le cuivre.

- Les éléments toxiques sont des éléments qui peuvent provoquer des problèmes au niveau sanitaire même à une très faible quantité. Ce sont le fluor (F), le plomb (Pb), le cadmium (Cd), le nickel (Ni), le chrome hexavalent (Cr^{6+}).

II.1.5.1.Dosage de chlore résiduel en mg /l

On a fait le dosage de Chlorure de Sodium pour l'eau traitée au sein du laboratoire de la JIRAMA de Mananjary par hydro cure.

Principe : En milieu ammoniacal, le Dimethylglyoxine donne en présence du fer un complexe de coloration rose dont l'intensité est une fonction croissante de concentration.

- Matériels et réactif utilisés :

- ✓ Comparateur standard
- ✓ Cuvette graduée A/B
- ✓ Plaquette étalon (Chlore libre 0,1 à 2 mg/l)
- ✓ Orthotolidine

- Mode opératoire

On a rincé la cuvette graduée A/B deux fois par l'eau traitée de la borne fontaine. Puis, on rempli la cuvette jusqu'au trait B avec de l'eau à analyser. On ajoute 3 gouttes d'orthotolidine, ensuite on bouche la cuvette et on agite. Après, on fait la comparaison de couleur sous la face antérieur à l'aide de comparateur et de la plaquette étalon .Enfin, on lit la teneur en chlore libre en mg/l

II.1.5.1.Dosage du fer total

La mesure du fer total se fait aussi par hydro cure

- Matériels utilisés :

- ✓ Comparateur standard
- ✓ Cuvette graduée A/B
- ✓ Plaquette étalon (pH : 6-7,6 de Bleu de Bromothymol)

- Mode opératoire :

On a prélevé 10ml d'eau à analysés, puis on a ajouté 1jauge d'hydrosulfite de Sodium. On l'a ensuite agité jusqu'à dissolution du réactif et on a laissé reposer pendant 2mn ; c'est après qu'on a ajouté 16 gouttes de Dimethylglyoxine. On a laissé reposer 2mn la solution. Encore on a ajouté 20gouttes d'Ammoniac, on a agité et la laissé reposer pendant 2mn. Après on a rempli la cuvette graduée A/B avec de l'eau colorée et l'on a placé dans le comparateur standard. Enfin on a comparé la couleur de cette solution avec celle de plaque Etalon en lisant la teneur correspondante.

II.2. ETUDE DE LA POLLUTION DE PLAGE

Afin d'étudier l'origine, la nature et l'impact de la pollution de plage, on a mené une enquête auprès de la population et des observations directes sur la plage.

II.2.1 Enquêtes

II.2.1.1 Visite préliminaire

La descente préliminaire au sein des 4fkt a été réalisée pour tirer la base de sondage et pour faire une observation. De ce fait on a pu faire le choix des variables qui coïncident à l'objectif de l'enquête.

II.2.1.2. Elaboration des questionnaires

a. Type de questions

L'enquête a été munie de l'étude quantitative et qualitative. On a établi des questions des faits(annexe 2) pour les variables contrôlées pour savoir les caractéristiques de la

population étudiée. Ces variables sont plutôt quantitatives et basées sur le sexe, l'âge, situation familiale, le niveau d'instruction, l'activité, le nombre d'enfants, le revenu journalier.

Ensuite, on a élaboré des questions ouvertes ainsi que fermées pour les variables non contrôlées en vue de connaître l'origine, l'abondance et l'impact de la pollution de la plage sur l'environnement.

b. Codification

Pour la facilité du dépouillement et le traitement des données, la codification a été établie pour les questions des faits. Un code a été associé à la modalité de réponse. Néanmoins, on n'a pas associé une codification sur les questions ouvertes. On a donné seulement une numérotation puisque la réponse des questions ouvertes est multiple.

II.2.1.3. Méthode d'échantillonnage

Même si la population des 4 fkt était enquêtée on a adopté un échantillonnage. On a pris la partie représentative de l'ensemble de la population d'enquête. Pour obtenir les résultats fiables les caractéristiques de l'échantillon devaient être les mêmes à celles de la population.

La méthode de l'échantillonnage utilisée était non probabiliste, par quotas.

Cette méthode passait par quatre étapes :

- On a étudié les caractéristiques de la population de base selon certains critères de représentativités : le sexe et l'âge.
- On a déduit la part respective de ces différents critères en valeur relative.
- On a déterminé le taux de sondage pour savoir la taille de l'échantillon.
- On a appliqué à l'échantillon la valeur relative obtenue.

➤ Calcul de la taille de l'échantillon dans tous les fkt

- Pour le Fkt n° 1, soit une population de 3.820 habitants âgé plus de 15 ans. Parmi cette population mère, il y a 48% d'hommes et 52% de femmes dont 47% ont l'âge entre 15 à 30 ans ,24% entre 30 à 50 ans et 29% plus de 50 ans. On a préalablement choisi le taux de sondage de 1/80 qui signifie le rapport entre la taille de l'échantillon et la taille de la population étudié qui doit être égale à 1/80.

$$T_s = n/N \rightarrow \frac{1}{80} = \frac{n}{N}$$

n : taille de l'échantillon

N : nombre de la population mère

La taille de l'échantillon est donc $3820/80 = 48$ personnes.

La structure de l'échantillon est déterminée en appliquant les quotas :

$48 \times 48\% = 23$ hommes

$48 \times 52\% = 25$ femmes

$48 \times 47\% = 23$ personnes âgées de 15 à 30 ans

$48 \times 24\% = 11$ personnes âgées de 30 à 50 ans

$48 \times 29\% = 14$ personnes âgées plus de 50 ans

- Pour le Fkt n°2, soit une population de 643 habitants âgés plus de 15 ans. Parmi cette population, il y a 46% d'hommes et 54% de femmes dont 45% ont l'âge entre 15 à 30 ans ,34% entre 30 à 50 ans et 21% plus de 50 ans.

La taille de l'échantillon est donc $643/80 = 8$ personnes

La structure de l'échantillon est déterminée en appliquant les quotas

$8 \times 46\% = 4$ hommes

$8 \times 54\% = 4$ femmes

$8 \times 45\% = 4$ personnes âgées de 15 à 30 ans

$8 \times 34\% = 3$ personnes âgées de 30 à 50 ans

$8 \times 21\% = 1$ personne âgée plus de 50 ans

- Pour le Fkt n°3, soit une population de 972 habitants âgés plus de 15 ans. Parmi cette population, il y a 45% d'hommes et 55% de femmes dont 46% ont l'âge entre 15 à 30 ans ,32% entre 30 à 50 ans et 22% plus de 50 ans.

La taille de l'échantillon est donc $972/80 = 12$ personnes

La structure de l'échantillon est déterminée en appliquant les quotas

$12 \times 45\% = 5$ hommes

$12 \times 55\% = 7$ femmes

$12 \times 46\% = 5$ personnes âgées de 15 à 30 ans

$12 \times 32\% = 4$ personnes âgées de 30 à 50 ans

$12 \times 22\% = 3$ personne âgée plus de 50 ans

- Pour le Fkt n°4, soit une population de 2378 habitants âgés plus de 15 ans. Parmi cette population, il y a 48% d'hommes et 42% de femmes dont 49% ont l'âge entre 15 à 30 ans ,30% entre 30 à 50 ans et 21% plus de 50 ans.

La taille de l'échantillon est donc $2378/80 = 30$ personnes

La structure de l'échantillon est déterminée en appliquant les quotas

$$30 \times 58\% = 17 \text{ hommes}$$

$$30 \times 42\% = 13 \text{ femmes}$$

$$30 \times 49\% = 15 \text{ personnes âgées de 15 à 30 ans}$$

$$30 \times 30\% = 9 \text{ personnes âgées de 30 à 50 ans}$$

$$30 \times 21\% = 6 \text{ personnes âgées plus de 50 ans}$$

II.2.1.4. Méthode de collecte de données

Le procédé a été une technique d'investigation et mettant un processus de communication verbale. Une interview à base de questionnaire a été effectuée sur terrain pour recueillir les données qu'on a voulu avoir. Le type d'entretien utilisé a été alors un entretien individuel semi-directif. Il s'agissait de diriger et de soutenir l'enquêté en le laissant s'exprimer librement.

II.2.2.Observation directe

Des observations directes dans différents endroits de la plage ont été effectuées le matin et le soir durant 15 jours. L'abondance et l'origine de la pollution ont été analysées. En outre, les impacts de cette pollution aussi ont été étudiés.

III. RESULTATS ET INTERPRETATION

III.1. CARACTERISTIQUES MICROBIOLOGIQUES DE L'EAU

Après les analyses microbiologiques de l'eau brute et l'eau traitée, les résultats ont montré l'absence de coliformes totaux dans 100ml pour tous les échantillons analysés. Cela implique donc qu'ils ne contiennent ni coliformes fécaux, ni d'*Escherichia coli*, car le test de contamination fécale dans le recherche de germe est inférieur à 1 c'est-à-dire conforme à la Valeur Maximale Admissible (VMA) destinée à la consommation humaine. Le tableau 6 donne le résultat de l'analyse bactériologique.

Tableau 6 : caractéristiques bactériologiques

TYPE D'ECHANTILLON	Eau de puits	Eau de pangalana	Eau de forage	Eau traitée	VMA N.M
Coliforme totaux à 37°C/ 100ml	<1	<1	<1	<1	<1
Coliforme thermo tolérant à 44°C/100ml	<1	<1	<1	<1	<1
Streptocoque fécaux /100ml	<1	<1	<1	<1	<1
Anaérobie sulfuto-réducteurs/20ml	<1	<1	<1	<1	<2
OBSERVATION	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme	

III.2. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DE L'EAU

III.2.1. Eau traitée de la borne fontaine

D'après l'analyse physico-chimique de l'eau traitée, les résultats sont montrés dans le tableau 7 suivant.

Tableau 7 : Caractéristiques physiques de l'eau traitée

PARAMETRE	RESULTATS	VMA N.M
Aspect	Trouble	Limpide
Odeur	Absence	Absence
Couleur		Incolore
Température, en °C	24,6	25
Turbidité, en NTU	6,4	5
pH	6,8	6,5 – 9,0
Conductivité à 20%, en $\mu\text{s}/\text{cm}$	1147	3000
Minéralisation, en mg/l	1067	
Dureté TH en °F	20	50
TH Ca, en °F	6,00	
Alcalinité TA, en °F	0,00	
Alcalinité TAC, en °F	3,70	
M, O, mg O_2/l (alcalin)	2,26	2

D'après cette analyse, l'eau traitée n'est pas conforme à la norme sur certains paramètres comme l'aspect, la turbidité, les MO.

III.2.2. Eau brute

L'analyse physico-chimique de l'eau brute de 3 captages donne 3 types d'échantillons aussi à analyser, le 1^{er} échantillon est l'eau de puits, le 2^{em} est directement l'eau du canal de pangalana et la 3^{ème} est sur l'eau de forage . Le tableau 8 ci-dessous donne le résultat d'analyse physico-chimique de l'eau brute.

Tableau 8 : Caractéristiques physiques de l'eau brute des 3 captages

PARAMETRES		Eau de Puits	Eau de forage	Eau de canal de Pangalana	VMA (N.M.)
PARAMETRES	Aspect	Limpide	Trouble	Limpide	limpide
	Odeur	Absence	Absence	Absence	absence
	Couleur		Jaunâtre		Incolore
	Température, en °C	24,6	24,6	24,6	25
	Turbidité, en NTU	1,02	13 , 3	0,98	5
	Ph	5,9	6,1	6,8	6,5 – 9,0
	Conductivité à 20%, en µs/cm	216	39,6	1854	3000
	Minéralisation, en mg/l	200	37	1718	
	Dureté TH en °F	7,00	1,5	28,60	50
	TH Ca, en °F	4,50	0,80	6,00	
	Alcalinité TA, en °F	00	0,00	0,00	
	AlcalinitéTAC, en °F	2,70	1,50	4,30	
	M, O, mg O ₂ /l (alcalin)	1,10	3,60	2,10	2

D'après le résultat des analyses physiques sur l'eau de puits, on trouve que tous les paramètres sont conformes à la norme sauf le pH.

Sur l'eau du canal de Pangalana, on constate que les matières organiques seulement qui dépassent la valeur maximale admissible à l'eau potable.

En parlant de l'eau de forage, le résultat montre que l'eau n'est pas conforme à la norme avec son aspect qui est trouble entraînant une coloration jaune et sa turbidité qui dépasse les Normes Malgaches ainsi que les matières organiques.

III.3. CARACTERISTIQUES CHIMIQUES

III.3.1. Eau brute

Le résultat des paramètres chimiques analysés sur l'eau bute est présenté sur le tableau 9 ci – dessous.

Tableau 9 : caractéristiques chimiques de l'eau des 3 captages

		Eaux des Puits (mg/l)	Forage (mg/l)	Pangalana (mg/l)	VMA (N.M.) (mg/l)
CATIONS	Calcium Ca ⁺⁺	18,00	3,20	24 ,00	200
	Magnésium Mg ⁺⁺	6,08	1,70	34,92	50
	Sodium Na ⁺	39,10	4,60	377,20	
	Ammonium NH ₄ ⁺	0,00	0,00	0,00	0,5
	Fer total Fe ⁺⁺ , Fe ⁺⁺⁺	0,00	0,40	0,02	0,5
ANIONS	Carbonates CO ₃ ⁻	0,00	0,00	0,00	
	Bicarbonates HCO ₃ ⁻	32,94	18,30	32,46	
	Chlorures Cl ⁻	60,35	1,10	582,20	250
	Sulfates SO ₄ ⁻⁻	4,32	0,00	45,09	250
	Nitrites NO ₂ ⁻	0,00	0,00	0,00	50
	Nitrates NO ₃ ⁻	0,00	0,00	0	0,1
	Hydroxydes OH ⁻	0,00	0,00	0	

Pour l'eau de puits le résultat d'analyses chimiques montre que tous les paramètres sont conformes à la norme.

Pour l'eau du canal de Pangalana la valeur de chlorure dépasse la valeur maximale admissible à l'eau potable.

Pour l'eau de forage, tous les paramètres sont tous conformes aux Normes Malgaches

III.3.2. Eau traitée

Tableau 10 : caractéristiques chimiques de l'eau traitée dans une borne fontaine

		Examen au laboratoire (mg/l)	VMA (N.M.) (mg/l)
CATIONS	Calcium Ca ⁺⁺	24,00	200
	Magnésium Mg ⁺⁺	34,02	50
	Sodium Na ⁺	226,00	
	Ammonium NH ₄ ⁺	0,00	0,5
	Fer total Fe ⁺⁺ , Fe ⁺⁺⁺	0,08	0,5
ANIONS	Carbonates CO ₃ ⁻	0,00	
	Bicarbonates HCO ₃ ⁻	45,14	
	Chlorures Cl ⁻	355,00	250
	Sulfates SO ₄ ⁻⁻	27,15	250
	Nitrites NO ₂ ⁻	0,00	0,1
	Nitrates NO ₃ ⁻	0,00	50
	Hydroxides OH ⁻	0,00	

D'après ce tableau, seul la valeur de Chlorure seulement qui dépasse la valeur maximale admissible pour l'eau potable.

III.4. Caractéristiques de la population

III.4.1.Sexe

Le nombre des enquêtés est donné par le tableau 11 ci-dessous selon sexe.

Tableau 11 : Nombre des enquêtés selon le sexe

Sexe Fkt \ Sexe	Masculin	Féminin	Total
Masindrano	23	25	48
Ankadirano	04	04	08
Anosinakoho	05	07	12
Andovosira	17	23	30

Nous avons enquêté 23 hommes et 25 femmes dans le fkt de Masindrano. Dans le fkt Ankadirano, les enquêtés sont 04 hommes et 04 femmes. 05 hommes et 07 sont enquêtés dans le fkt d'Anosinakoho. Le nombre d'hommes enquêtés est 17 et celui de femmes est 13.Dans le fkt d'Andovosira. On peut dire que dans les 4 fkt les femmes enquêtées sont plus nombreuses que les hommes

III.4.2. Age

Le tableau 12 montre le nombre des enquêtés selon leur âge.

Tableau 12 : Répartition par classe d'âge des enquêtés

Age Fkt \ Age	[15-30[	[30-50[	[50 et plus [	Total
Masindrano	23	11	14	48
Ankadirano	04	03	01	08
Anosinakoho	05	04	03	12
Andovosira	15	09	06	30

Les enquêtés des fkt sont presque âgés de 15 a 30 ans ; On peut dire qu'ils sont encore jeunes et concernés par la pollution de la plage. Il y a quand même ceux qui sont adultes âgés plus de 30ans mais petit effectif.

III.4.3.Situation familiale

La situation familiale des enquêtés est montres sur le tableau 13 qui suit.

Tableau 13 : Distribution des enquêtés selon leur situation matrimoniale

Situation Fkt \	Célibataire	Marié(e)	Veuf (ve)	Divorcé(e)	Total
Masindrano	15	24	05	04	48
Ankadirano	03	03	02	00	08
Anosinakoho	02	08	00	02	12
Andovosira	10	17	02	01	30

D'après le tableau ci-dessus, la plupart des enquêtés sont tous mariés pour les 4 fkt.

III.4.4. Niveau d'instruction

Le tableau 14 ci-après donne le niveau d'éducation des enquêtés.

Tableau 14 : Représentation du niveau d'instruction des enquêtés des 4 fkt.

Instruction Fkt \	Primaire	Secondaire premier cycle	Secondaire second cycle	Universitaire	Analphabète
Masindrano	17	20	01	02	05
Ankadirano	03	03	01	00	01
Anosinakoho	05	02	03	01	01
Andovosira	04	10	06	01	10

La majorité des enquêtés terminent leurs études en école secondaire premier cycle pour les 4 fkt. Seulement 14% d'entre eux ont passé à l'école secondaire second cycle et 04% à l'université. D'ailleurs le taux d'analphabète n'est pas du tout à négliger.

III.4.5.Activités

La catégorie socioprofessionnelle est montrée par le tableau 15 suivant.

Tableau 15 : Nombre des enquêtés selon leurs activités

Fkt Activités	Masindrano	Ankadirano	Anosinakoho	Andovosira
Agriculture	16	02	03	11
Pêche	12	02	03	07
Commerce	06	01	02	03
Artisanat	09	02	03	13
Fonctionnaire	05	01	01	06
Total	48	08	12	30

L’agriculture et l’artisanat sont les principales activités des enquêtés de chaque fk . Aussi, la pêche y est reconnue.

III.4.6. Nombre des enfants

Le tableau 16 ci-dessous donne le nombre des enfants des enquêtés.

Tableau 16 : Nombre d’enfants des enquêtés

Nombr e d'enfant Fkt	Aucun	[1-3]	[4-6]	[7 et pus[
Masindrano	08	13	20	07
Ankadirano	02	02	03	01
Anosinakoho	00	02	08	02
Andovosira	08	05	17	00

En moyenne, le nombre d’enfants des enquêtés sont entre 4 à 5 pour chaque fkt. On peut tirer que la taille de famille est large pour les 4fkt enquêtés

III.4.7. Revenu journalier

Le tableau 17 ci-contre relate le revenu par jour des enquêtes.

Tableau 17 : Revenu journalier des enquêtes

Fkt Revenu(Ar)	Masindrano	Ankadirano	Anosinakoho	Andovosira
Moins de 1000	05	01	04	07
[1000-2000[	16	02	03	12
[2000-3000[	12	02	01	03
[3000-5000[	02	01	00	02
[5000-8000[	06	00	01	04
Plus de 8000	07	02	03	02

Le revenu journalier de la plupart des enquêtes varie entre 1000 à 2000 Ar dans les 4 fkt. Ce revenu n'arrive pas à couvrir les besoins quotidiens du foyer. Quand même certain gagnent plus de 8000 Ar par jour.

III.5. Causes et impacts de la pollution de la plage

Les enquêtés qui polluent la plage est au nombre beaucoup supérieur à celui qui ne pollue pas.

Le tableau suivant le montre.

Tableau 18 : Réponse de la question n°1

	Oui	Non
Masindrano	41	07
Ankadirano	08	00
Anosinakoho	09	03
Andovosira	25	05
Total	83	15

Pour ceux qui ne polluent pas la plage, les uns ont répondu qu'ils ont des latrines familiales. Les autres ont déclaré qu'ils préfèrent aller au canal de Pangalana là où il peut en même temps se laver. Certains ont dévoué qu'ils resservent un peu d'argent pour latrine publique,

Pour ceux qui polluent la plage, ils ont plusieurs raisons selon leur fkt.

- FKT Masindrano.

Le problème majeur pour les 55% enquêtés de la FKT de masindrano est l'utilisation de WC. Ils ont dit qu'ils ne sont pas habitués tous simplement. Après cela, il y a aussi 30% qui garde la tradition de faire leur besoins sur la plage. Il garde la dite jusqu'à présent. Les 19% des enquêtés ont répondu qu'ils ont de problème sur la latrine.

- FKT Ankadirano

La plupart des enquêtes ont affirmé que c'est une habitude de génération en génération. Les autres enquêtés ont déclaré que la plage est encore large pour faire ce besoin. Mais l'utilisation de l'eau après le besoin a été aussi signalée par l'un des enquêtes. Comme dans le FKT précédent la conservation de la tradition a été encore mentionnée. Toutes les enquêtes polluent la plage.

- FKT Anosinakoho

Parmi les enquêtés 9 ont répondu qu'ils polluent la plage, 3 enquêtés ont affirmé que c'est une habitude, les deux autres ont parlé de la conservation de la tradition, il y en a 2 aussi qui ont souligné le problème sur le frais d'installation d'un WC familial. Pour les 2 restes des enquêtés, l'un a dit que c'est une lutte contre la mauvaise odeur auprès de l'habitat lui incite à faire le besoin sur la plage. Et le dernier enquêté a parlé de l'absence de latrine qui lui pousse à faire la pollution sur la plage.

- FKT andovosira

24% des enquêtés ont encore mentionnée l'habitude de faire leur besoin sur la plage. Le 24% autre ont dit qu'après le besoin, ils leur faut de l'eau pour se laver. 16% ont déclaré que c'est la conservation de la tradition qui y pousse de polluer la plage. Les autres 16% ont affirmé qu'ils ne sont pas habitué à l'utilisation de WC ni publique ni familiale. Le 20% reste ont répondu que la difficulté d'implantation de WC familial dans le FKT.

D'après les résultats sur l'origine de la pollution de la plage on constate que les principales causes de cette pollution sont généralement

III.5.2. Les impacts majeurs de la pollution

- FKT Masindrano

Dans cet fkt, il y a beaucoup de réponses qui est affirmé par les enquêtés, le 35% des enquêtés ont dit que l'impact majeur de la pollution sur l'environnement est la pollution de l'air car il y a une mauvaise odeur qui souffle de la mer et entre dans la maison, le 25% disent qu'il a une problème sanitaire sur les ressources marines, le 20%ont répondu qu'il provoque la ressources marines dégoutantes à cause de la pollution et enfin le 20% des enquêtés disent qu'il entraîne une saleté de mer et un problème touristique.

- FKT Ankadirano

Dans cet fkt,parmis les 8 personnes enquêtés on trouve 4 réponses différents, 3 personnes sont répondus que la pollution de plage entraîne la pollution de l'air, 3 personnes aussi disent qu'il entraîne une pollution du milieu et les 2 autres disent que l'impact majeur de la pollution de plage sont la pollution de la mer et entraîne une problème touristique.

- FKT Anosinakoho

Parmis les 12 personnes enquêtés, 6 personnes ont affirmé que la pollution de plage entraîne la pollution de la mer, 3 personnes disent qu'il y a un problème sanitaire sur les ressources marines et les 3 autres enquêtés sont répondus que la pollution de plage une trouble sur la vague de la mer et la ressources marines devient dégoutante.

- FKT Andovosira

La plupart des enquêtés dans ce fkt ont affirmé que la pollution de plage entraîne la pollution de la mer, 3 personnes ont répondus qu'il y a un problème sur l'espace sportif, 7 personnes disent qu'on a un problème touristique et enfin 6 personnes disent qu'il entraîne une pollution de milieu.

III.6. Résultat de l'observation directe

Notre observation par semaine nous a permis de constater et d'affirmer que la plage devient de plus en plus polluante. Même si la pollution est de divers types celui des déchets fécaux sont le plus abondants et dominants. En général, les gens font leur besoin chaque matin entre 5h et 7 h 30mn et le soir à partir de 17h .Ils se jettent ensuite dans la mer sur se laver. D'après ce qu'on a observé les personnes âgées plus de 4ans contribuent à la pollution de la plage.

IV. DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS

IV.1. DISCUSSIONS

En effet, la chloration qui a été effectuée sur l'eau lors de la sortie de réservoir a permis d'éliminer ces coliformes. En outre, étant donné que les prélèvements ont été faits pendant la période de pluie, les gens ne consomment pas beaucoup d'eau, l'eau reste ainsi plus longtemps dans les conduites de distribution. Le chlore a donc eu assez de temps d'action jusqu'à son arrivée aux consommateurs. L'eau distribuée dans la ville de Mananjary suit les normes malgaches sur les paramètres microbiologiques.

La différence de la valeur de pH sur les 3 captages peut avoir des conséquences sur la qualité des conduites de distribution. En effet, si le pH est acide (inférieur à 7), cela entraîne la formation des précipités d'hydroxydes de résiduels, favorisant la corrosion des parois des tuyauteries.

Parmi les 3 captages seul le forage qui a un aspect trouble. Cela est justifié par sa forte turbidité de valeur 13,3 qui est supérieur à la norme donc on peut parler de la présence des matières en suspension favorisant le développement des microorganismes. Même après avoir suivi la désinfection la valeur de la turbidité n'arrive pas au dessous de celle de la VMA.

En parlant sur l'eau traitée, on trouve que le résultat sur l'aspect est trouble, sa turbidité est forte et les MO dépassent les normes, même si l'un de 3 captages seulement ont une aspect trouble. Cela prouve que le traitement effectué par la JIRAMA ne rectifie pas la turbidité. Cela explique aussi que l'aspect de l'eau, la turbidité et les M.O. sont interdépendants : plus l'aspect est trouble plus la turbidité est forte plus les MO sont en grand nombre.

L'eau contient plusieurs éléments chimiques à part l'H et l'O. Sa potabilité est évaluée selon ces éléments pour qu'il n'y ait pas de risque sanitaire. Parmi les ions, les Ca^+ et Mg^+ sont conformes à la norme et leur présence dans l'eau distribuée est considérée comme normale. Seuls les ions Cl^- qui dépassent la VMA. Cela pourrait être dû à la désinfection. La valeur de Cl^- qui est égale à 355,00 n'a pas d'impact sur la santé humaine mais plutôt seul le goût de l'eau est altéré. Les éléments chimiques indicateurs de la pollution comme le NH_4 , NO_3^- , NH_3 sont à valeur nulle. Cela signifie alors que l'eau distribuée n'est pas affectée par la pollution d'origine biologique et chimique. C'est évident puisque la station de la JIRAMA est bien éloignée d'habitation alors il n'aurait pas lieu de rejet des déchets organiques, toxiques et chimiques aux alentours pour détériorer la qualité de l'eau sur les paramètres chimiques. Les

éléments indésirables comme le fer sont présents dans l'eau mais leur quantité n'est pas du tout élevée ne pouvant porter atteinte à la santé humaine. Depuis le captage, les paramètres chimiques de l'eau distribuée dans la ville de Mananjary sont conformes pour la destination à la consommation humaine.

A propos des caractéristiques de la population, les couples sont stables car la majorité de la population sont marié. Mais la taille de famille en moyenne monte jusqu'à 8 personnes. Néanmoins chaque famille gagne 1000 à 2000 Ar par jour : la taille de famille large pourrait être expliquée par la faiblesse du niveau d'instruction dans les 4 fkt. La plupart des enquêtés ont abandonné l'école en classe de secondaire premier cycle alors pour eux il est difficile de maîtriser les méthodes contraceptives pour limiter le nombre d'enfants. En plus, la plupart de la population se contente seulement de l'agriculture et l'artisanat alors le revenu journalier ne pourrait pas répondre le besoin quotidien de chaque famille qui est en grande taille. Cela pourrait être encore dû à la faiblesse des niveaux de connaissance. Ils ne pourraient pas maîtriser les techniques de production de sorte que le rendement puisse couvrir le besoin pendant toute l'année.

Les principales causes de la pollution sur la plage sont généralement l'habitude séculaire de génération en génération de faire le besoin sur la plage ; l'habitude de se laver sur la mer après de faire leur besoin ; la conservation de la tradition et le problème financier sur l'utilisation des WC publique et sur l'installation des latrines familiales. Les Antambahoaka sont conservateurs de la tradition vue la présence des Ampanjaka ayant encore un pouvoir. Les fady sont à respecter jusqu'à présent y compris et chacun les sauvegarde

Les impacts de la pollution ne sont pas lourds pour l'écosystème marin car l'océan ou la mer a un pouvoir bactériostatique. Une petite surface polluée par des déchets fécaux est face à une grande étendue d'eau salée chargée des bactéries capables de transformer les déchets fécaux. C'est mineur pour l'écologie marine et pouvant assurer la survie des certains organismes. Pourtant ces impacts ne sont pas légers pour l'environnement et le bien-être de l'homme. Pour l'environnement, il engendre la pollution de l'air, de la mer, du milieu et perte de certaines espèces halieutiques. Pour le bien-être de l'homme il provoque le problème sanitaire suite à la pollution de l'air. Il est aussi une barrière de développement de la Commune. La plage peut offrir un attrait touristique qui pourrait être une source de revenu pouvant développer la Commune et la dimension humaine. Il peut être un apport économique et un support écologique pour l'écosystème marin.

IV.2. SUGGESTIONS

Pour rendre cette eau conforme, c'est à dire potable et dont les caractéristiques répondent très strictement aux critères définis par le Code de l'Eau, il faut que la qualité de l'eau au niveau des captages ne se détériorent, au contraire, son amélioration est impérative. Il faut également que la qualité de l'eau distribuée soit améliorée, qu'elle réponde aux critères de potabilité de l'eau, et ceci quelle que soit la qualité de l'eau au niveau des captages. Pour cela :

- Les stations de pompage ne doivent pas être à proximité d'habitation pour éviter toute contamination,
- Le rejet des déchets surtout organiques doit être interdit surtout aux alentours des stations. Il faut donc installer un périmètre de protection et promouvoir le recyclage des déchets,
- Remplacer tous les tuyaux en fonte par des tuyaux en PVC pour éviter tout contact au plomb de l'eau traitée,
- Appliquer le traitement physique à la station de la JIRAMA Mananjary pour améliorer la qualité de l'eau sur les paramètres physico-chimiques en y installer au moins un décanteur et un filtre.

Dans les 4fkt, vu les problèmes que rencontrent la population, il est impérative de :

- Renforcer le « planning familial » pour diminuer la large taille familiale,
- Créer des activités génératrices de revenu adaptées à la situation actuelle comme l'anguiliculture, la pisciculture, l'apiculture pour satisfaire les besoins quotidiens de la population,
- Inciter les parents à envoyer leurs enfants à l'école pour hausser le niveau d'instruction et réduire l'alphabétisme
- Donner des informations et formation pour améliorer les techniques de production en vue d'un bon rendement.

Pour diminuer ou éliminer la pollution de la plage il faut :

- construire des latrines publiques au moins 4 dans chaque fkt,
- Renforcer les sensibilisations d'utiliser ces latrines,
- mettre en vigueur le Dinam-pokonolona ,
- assainir et aménager la plage pour une aire de détente, pour développer les Beach-sports, pour attirer les visiteurs surtout pour le développement du tourisme,
- Créer une aire protégée marine.

CONCLUSION

Les paramètres physiques de l'eau distribuée dans la ville de Mananjary du point de vue aspect, turbidité et matières organiques ne respectent pas la limite indiquée dans la règlementation malgache. La cause de cette non-conformité est basée par le manque de traitement physique à la station de la JIRAMA Mananjary. Il n'en est pas de même pour les éléments chimiques normaux, et les éléments indicateurs de pollution. En outre, elle ne contient pas des éléments toxique dès le captage jusqu'au robinet. Cela fait d'elle conforme à la consommation humaine si on parle des paramètres chimiques car elle répond aux conditions de potabilité de l'eau définie par la norme O.M.S et par la règlementation malgache. Concernant les paramètres microbiologiques, l'eau distribuée dans la ville de Mananjary est potable.

L'obtention d'une eau potable ne dépend uniquement pas de la société de distribution, c'est-à-dire la JI.RA.MA, mais elle dépend aussi de tout à chacun. En effet, sa qualité au niveau des captages peut se détériorer à cause de la pollution que ce soit organique ou chimique. Les rejets que l'on croit insignifiants peuvent devenir dangereux si on n'y fait pas attention. Or une eau de mauvaise qualité peut avoir des effets néfastes sur la santé. A propos de la pollution de la plage, l'habitude, la conservation de la tradition demeurent la principale cause de la pollution de la plage. L'impact majeur de ladite se pose sur l'environnement et le secteur tourisme. Suite à notre étude la population ne devrait pas être la dernière pour accéder à la sensibilisation pour l'utilisation des latrines. Enfin du compte, ce stage nous a permis de maîtriser des techniques environnementales et de documentation.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

1. CONNETT M. Fluoride & KIDNEY D. in Children. 3^{ème} édition. 2005 : 92
2. INSTAT. Connaissances, attitudes et pratiques en matière d'eau d'assainissement et d'hygiène dans les provinces d'Antananarivo et de Fianarantsoa. Anonyme, Rapport d'analyse. 2004
3. MARC B. La Recherche. 2008 : 44
4. Plan Communal de Développement de la CU de Mananjary.2007
5. RODIER J, L'analyse de l'eau – eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 7^{ème} édition. Dunod. 2003 : 115
6. STEPHANE J. Eau et Assainissement.2004 :420

Sites internet :

- <http://fr.wikipedia.org/wiki/Fluo#Toxicité>
- <http://www.fluoridealert.org/>
- <http://www.lenntech.com.htm>
- <http://www.passeportsante.net>

ANNEXES

Annexe 1 : FICHE D'ENQUETE

I. Identification du site

Site :

Commune :

District :

Région :

II. Variables contrôlées

1. Sexe

- 1.a) Masculin
- 1.b) Féminin

2. Age

- 2.a) [18-30[
- 2.b) [30- 50[
- 2.c) [50 et plus [

3. Situation familiale

- 3.a) Célibataire
- 3.b) Marié (e)
- 3.c) Veuf (ve)
- 3.d) Divorcé (e)

4. Niveau d'instruction

- 4.a) Primaire
- 4.b) Secondaire premier cycle
- 4.c) Secondaire second cycle
- 4.d) Université
- 4.e) Analphabète

5. Activités

- 5.a) Agriculture et élevage
- 5.b) pêche
- 5.c) Commerce
- 5.d) Artisanat
- 5.e) Fonctionnaire

6. Nombre d'enfants

- 6.a) Aucun
- 6.b) [1-3]
- 6.c) [4-6]
- 6.d) [7 et plus [

7. Revenu journalier (Ar)

- 7.a) Moins de 1000
- 7.b) [1000-3000[

- 7.c) [3000-5000[
- 7.d) [5000-8000[
- 7.e) plus de 8000

Annexe 2 :Questionnaire

- 1- Est-ce que vous polluez la plage ?
- 2- Pourquoi ?
- 3-
- 4- Quels sont les impacts majeurs de cette pollution ?

Annexe 3: Réglementation de l'eau potable

A Madagascar, la norme de potabilité de l'eau est régit par le décret N° 2004-635 du 15 juin 2004, portant modification du décret n° 2003-941 du 09 Septembre 2003 relatif à la surveillance de l'eau, au contrôle des eaux destinées à la consommation humaine et aux priorités d'accès à la ressource en eau. Les conditions de potabilité de l'eau sont définies par ce décret selon deux paramètres :

I. PARAMETRES ORGANOLEPTIQUES ET PHYSIQUES

L'eau doit être si possible:

- ❖ sans odeur,
- ❖ sans couleur,
- ❖ sans saveur désagréable;

La température recommandée est 25° (une température supérieure provoque la prolifération des germes) ;

La turbidité ne doit pas dépasser, si possible, 5NTU ;

La conductivité: elle doit être mesurée dans le but de surveiller la pollution. Deux mesures doivent être faites par an au minimum:

2 fois par an au minimum en milieu rural (1 en saison sèche et 1 en saison humide)

Une fois par trimestre en milieu urbain

Une analyse doit être faite dès que les conditions locales changent (installation d'usine ou d'habitation à proximité).la conductivité est inférieure à 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C

-pH:

Le pH recommandé est compris entre 6,5 et 9 ;

II. PARAMETRES CHIMIQUES

Eléments normaux :

	MINIMA	ADMISSIBLE MAXIMA
Calcium		200 mg/l
Magnésium		50
Chlorure		250 mg/l
O ₂ dissous % de saturation	75%	
Dureté		500 mg/l exprimée en CaCO ₃

Eléments anormaux

	MAXIMA (mg/l)
Matières organiques	2 (milieu alcalin) 5 (milieu acide)
Chlore libre	2 (Cl ₂)
Ammonium	0,5 (NH ₄) ⁻
Nitrite	0, 1 (NO ₂) ⁻
Azote total	2 (N)
Fer total	0.5 (Fe)
Phosphore	5 (P ₂ O ₅)
Zinc	5 (Zn ²⁺)
Cuivre	1 (Cu ²⁺)
Aluminium	0,2 (Al ³⁺)
Nitrates	50 (NO ₃) ⁻
Fluor	1,5 (F)

Eléments toxiques:

Chrome total	0,05
Plomb	0,05 mg/l
Nickel	0,05 mg/l
Zinc	5 mg/l
Cadmium	0,005 mg/l
Mercure	0,001

Pour les éléments toxiques:

L'analyse est systématique et la fréquence est d'une fois par an.

Des analyses seront effectuées en présence de risque de pollution en amont.

L'eau livrée à la consommation humaine est une eau exempte de germes pathogènes et de germes indicateurs de pollution fécale à savoir:

- ❖ coliformes totaux 0/100 ml
 - ❖ streptocoques fécaux 0/100 ml
 - ❖ coliformes **thermo-tolérants** (Ecoli) 0/100ml
 - ❖ clostridium sulfito-réducteur < 2 /20ml
- spores anaérobies sulfito-réductrices**

Annexe 4 : Norme O.M.S. de l'eau potable

Les lignes directrices de l'OMS en ce qui concerne la qualité de l'eau potable, mises à jour en 2006 sont la référence en ce qui concerne la sécurité en matière d'eau potable

Elément/ substance	Symbole/ formule	Lignes directrices fixées par l'OMS
Aluminium	Al	0,2 mg/l
Ammonium	NH ₄ ⁺	Pas de contraintes
Cadmium	Cd	0,003 mg/l
Chlore	Cl	Pas de valeur mais on peut noter un goût à partir de 250 mg/l
Chrome	Cr ⁺³ , Cr ⁺⁶	chrome total : 0,05 mg/l
Couleur		Pas de valeur guide
Cuivre	Cu ²⁺	2 mg/l
oxygène dissous	O ₂	Pas de valeur guide
Fluorure	F ⁻	1,5 mg/l
Dureté	mg/l CaCO ₃	200 ppm
Fer	Fe	Pas de valeur guide
Plomb	Pb	0,01 mg/l
Manganèse	Mn	0,4 mg/l
Nickel	Ni	0,07 mg/l
Nitrate et nitrite	NO ₃ , NO ₂	50 et 3 mg/l (exposition à court terme) 0.2 mg/l (exposition à long terme)
pH		Pas de valeur guide mais un optimum entre 6.5 et 9.5
Sodium	Na	Pas de valeur guide
TDS		Pas de valeur guide mais optimum en dessous de 1000 mg/l
Zinc	Zn	3 mg/l