

# SOMMAIRE

	Pages
Listes des abréviations	
Listes des tableaux	
Listes des cartes	
Listes des photos	
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>PARTIE I : GENERALITES PHYSIQUE ET SOCIO ECONOMIQUE DE MADAGASCAR.....</b>	<b>3</b>
<b>Chapitre 1 : Facteurs géographiques et climatologiques.....</b>	<b>4</b>
1. Facteurs géographiques.....	4
1.1 Localisation.....	4
1.2 Relief.....	4
1.3 Réseau hydrographique.....	5
1.4 Faune et flore.....	6
2. Facteurs climatologiques.....	6
2.1 Situation générale.....	6
2.2 Saisons.....	7
2.3 Températures.....	7
2.4 Evaporation et évapotranspiration potentielle.....	7
2.5 Régimes pluviométriques.....	8
<b>Chapitre 2 : Situation sociale.....</b>	<b>9</b>
1. Etude démographique.....	9
1.1 Population .....	9
1.2 Projection des nombres de population.....	10
2. Santé publique.....	14
<b>Chapitre 3 : Activités économiques.....</b>	<b>15</b>
1. Résumé général de l'économie de Madagascar.....	15
2. Activités économiques .....	15
2.1 Agriculture.....	15
2.2 Elevage.....	16
2.3 Pêche.....	16
2.4 Industrie.....	17
2.5 Culture et civilisation.....	17
2.6 Art.....	17
<b>PARTIE II : ETUDE D'AMELIORATION DE L'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE A MADAGASCAR...</b>	<b>18</b>
<b>Chapitre 1 : Données de base statistiques.....</b>	<b>19</b>
1. Situation actuelle.....	19
1.1 Généralités.....	19
	19

1.2 Variations des dessertes entre 2000 et 2001.....	21
	21
2 Structuration des besoins en eau.....	23
2.2 Besoins en eau des BP.....	24
2.3 Demande en eau des BF.....	24
3 Perspective d'évolution.....	25
3.2 Généralités.....	39
3.3 Evolution attendue dans le secteur.....	39
4 Coûts des investissements.....	41
4.2 Coûts des réhabilitations.....	46
4.3 Coûts des extensions.....	48
4.4 Coûts des infrastructures.....	48
5 Mode de gestion des AEP.....	49
5.2 Gestion de la JIRAMA.....	
5.3 Gestion de la collectivité locale.....	51
	51
<b>Chapitre 2 : Contexte général.....</b>	<b>51</b>
1. Contexte institutionnel.....	51
1.1 Code de l'eau.....	54
1.2 Les intervenants du secteur.....	55
1.3 Rappel des définitions.....	55
2. Contexte technique.....	56
2.1 L'Entreprise Sandandrano.....	58
2.2 Solution proposée pour améliorer la gestion.....	58
2.3 Charges de l'Entreprise concessionnaire.....	58
3. Contexte financier.....	60
3.1 Dans le milieu rural.....	
3.2 Dans le milieu urbain.....	61
	61
<b>Chapitre 3 : Impact du projet sur le secteur assainissement.....</b>	
1. Situation actuelle de l'assainissement.....	61
2. Effets causés par l'accroissement des dessertes en AEP sur l'assainissement.....	62
3. Solution avancée pour améliorer le secteur d'assainissement.....	63
3.1 Gestion administrative de l'assainissement .....	64
3.2 Frais de rejet.....	
3.3 Récupération des eaux usées.....	66
	66
<b>Chapitre 4 : Modélisation du projet.....</b>	<b>66</b>
1. Généralités sur le SIG.....	66
1.1 Définition.....	67
1.2 Objectif.....	67
1.3 Exemple de logiciel SIG : Le logiciel MapInfo.....	67
2. Déroulement de la modélisation du projet.....	67
2.1 Préparation de la carte.....	68
2.2 Liaison des données.....	
2.3 Analyse thématique.....	72
	73
<b>CONCLUSION.....</b>	
<b>Bibliographie.....</b>	

<b>ANNEXES.....</b>	75
<i>Annexe 1.....</i>	76
<i>Annexe 2.....</i>	103

## LISTES DES ABREVIATIONS

- **AEP** : Adduction d'Eau Potable ou Alimentation en Eau Potable
- **AEPG** : Adduction d'Eau Potable Gravitaire
- **AEPSPE** : Programme Assainissement, Eau Potable, Soins Primaires de l'Environnement
- **AES** : Adduction d'Eau dans le Sud
- **AFD** : Agence Française pour le Développement
- **ANAE** : Association Nationale d'Action Environnementale
- **ANDEA** : Autorité Nationale de l'Eau et de l'Assainissement
- **BAD** : Banque Africaine de Développement
- **BADEA** : Banque de Développement Economique Africaine
- **BEI** : Banque Européenne d'Investissement
- **BF** : Borne Fontaine
- **BP** : Branchement Particulier
- **BRGM** : Bureau de Recherches Géologiques et Minières
- **CAO** : Conception Assisté par Ordinateur
- **CARITAS** : ONG Catholique
- **CGDIS** : Commissariat Général de Développement Intégré du Sud
- **DAO** : Dessin Assisté par Ordinateur ou Dossier d'Appel d'Offre
- **DSRP** : Document de Stratégie pour la Réduction de la Pauvreté
- **EPM** : Enquêtes Permanentes auprès des Ménages
- **FED** : Fonds Européens de Développement
- **FID** : Fonds d'Intervention pour le Développement
- **FIKRIFAMA** : Fikambanana Kristianina Fampandrosoana Malagasy (ONG)
- **GTZ-KFW** : Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (Organisme Allemand)
- **HB**: Hypothèse Basse
- **HH**: Hypothèse Haute
- **INSTAT** : Institut National de la Statistique
- **IPPTE** : Initiative des Pays Pauvres Très Endettés
- **JICA** : Japan International Cooperative Association

- **JIRAMA** : Jiro sy Rano Malagasy
- **MEM** : Ministère de l'Energie et des Mines
- **MICS** : Multiple Indicators Cluster Surveys
- **ONE** : Office National pour l'Environnement
- **ONG** : Organisme Non Gouvernementale
- **OTUI** : Omnium Technique de l'Urbanisme et de l'Infrastructure
- **PAEPAR** : Projet Pilote d'Alimentation en Eau Potable et Assainissement en milieu Rural
- **PIB** : Produit Intérieur Brut
- **PNUD** : Programme des Nations Unies pour le Développement
- **PSDR** : Projet de Soutien pour le Développement Rural
- **SAF/FJKM** : ONG Protestant
- **SAHA** : Coopération Suisse
- **SAMVA** : Service Autonome de Maintenance de la Ville d'Antananarivo
- **SIG** : Système d'Information Géographique
- **TBS** : Tableau de Bord Social
- **TST** : Taxe sur les Transactions
- **USAID** : United States Agencies for Intenational Development

## LISTES DES TABLEAUX

	Pages
<b>Tableau 1 :</b> Températures moyennes dans toutes les régions de Madagascar	7
<b>Tableau 2 :</b> Pourcentage de la population ayant accès à l'eau potable de 2000 à 2001	19
<b>Tableau 3:</b> Variation des taux d'accroissements des dessertes en eau par <i>Faritany</i>	20
<b>Tableau 4 :</b> Variation des taux de desserte en eau dans les milieux ruraux	21
<b>Tableau 5 :</b> Consommation d'eau traitée par la JIRAMA en 2001	22
<b>Tableau 6 :</b> Besoins en eau et approvisionnement en eau potable par <i>Faritany</i> auprès des bornes fontaines selon l'hypothèse du MEM	23
<b>Tableau 7 :</b> Consommation moyenne journalière dans les BF selon l'hypothèse de Sandandrano	24
<b>Tableau 8 :</b> Pourcentage des dessertes jusqu'en 2015 dans les milieux urbains	25
<b>Tableau 9 :</b> Pourcentage des dessertes jusqu'en 2015 dans les milieux ruraux	26
<b>Tableau 10 :</b> Pourcentage des dessertes jusqu'en 2015 dans tous milieux confondus	26
<b>Tableau 11 :</b> Evolution des dessertes de 1990 à 2015 dans tous milieux confondus selon l'hypothèse de Water Aid	27
<b>Tableau 12 :</b> Taux d'accroissement moyen annuel des abonnés dans les milieux urbains par <i>Faritany</i>	29
<b>Tableau 13 :</b> Nombres de population desservie en 2010 selon notre analyse	31
<b>Tableau 14 :</b> Nombre de population à desservir en 2015	33
<b>Tableau 15 :</b> Estimation des dessertes en 2015 selon notre analyse	33
<b>Tableau 16 :</b> Dessertes réelles en 2015	33
<b>Tableau 17 :</b> Situation des BF de 2001 jusqu'en 2010 par <i>Faritany</i>	35
<b>Tableau 18 :</b> Situation des BF en 2015 par <i>Faritany</i>	36
<b>Tableau 19 :</b> Pourcentage des dessertes estimées de l'année 2001 jusqu'à l'année 2015 en milieu urbain	36
<b>Tableau 20 :</b> Estimation des dessertes en AEP par <i>Faritany</i> en milieu rural de 2001 ; 2015	38
<b>Tableau 21 :</b> Estimation des coûts moyens de réhabilitation à l'horizon 2015 selon la taille des agglomérations	39
<b>Tableau 22 :</b> Estimation des coûts moyens de réhabilitation à l'horizon 2015 par province	40

<b>Tableau 23 :</b> Coût de réhabilitation moyen standardisé par habitant	40
<b>Tableau 24 :</b> Coûts valorisés par habitant des chefs lieux de Fivondronana desservis par la JIRAMA	42
<b>Tableau 25:</b> Comparaison des milieux de mêmes caractères mais sans AEP avec les milieux approvisionnés par la JIRAMA	43
<b>Tableau 26 :</b> Comparaison des milieux de mêmes caractères mais sans AEP avec les milieux approvisionnés par la JIRAMA (suite)	44
<b>Tableau 27 :</b> Estimation des coûts des nouveaux systèmes dans le milieu urbain selon notre analyse	45
<b>Tableau 28 :</b> Coûts des nouvelles BF par Faritany	46
<b>Tableau 29 :</b> Coût de réhabilitation par Faritany des BF existants avant 2005	48
<b>Tableau 30 :</b> Nombre de BF ayant besoin d'une gestion en milieu urbain	57
<b>Tableau 31:</b> Taux d'accès des ménages aux infrastructures d'excrétas de 1999 à 2000	61

## **LISTE DES CARTES**



	<b>Pages</b>
<b><u>Carte 1</u></b> : Estimation des nombres de populations dans le milieu urbain de Madagascar en 2005	12
<b><u>Carte 2</u></b> : Estimation des nombres de populations dans le milieu urbain de Madagascar en 2015	13
<b><u>Carte 3</u></b> : Coûts de réhabilitations des systèmes d'AEP en hypothèse haute dans le milieu urbain de Madagascar en 2010 (en US\$)	69
<b><u>Carte 4</u></b> : Coûts de réhabilitations des systèmes d'AEP en hypothèse haute dans le milieu urbain de Madagascar en 2015 (en US\$)	70
<b><u>Carte 5</u></b> : Coûts des nouveaux systèmes dans quelques régions urbaines de Madagascar (en US\$)	71

## LISTE DES PHOTOS

	<b>Pages</b>
<b><u>Photo 1</u></b> : Pompage sur radeau (système d'AEP dans la Commune urbaine d'Antalaha)	32
<b><u>Photo 2</u></b> : Décanteurs circulaires (système d'AEP dans la Commune urbaine d'Antalaha)	32
<b><u>Photo 3</u></b> : Filtres (système d'AEP dans la Commune urbaine d'Antalaha)	32
<b><u>Photo 4</u></b> : Notre photo en train de prendre note la situation existante de ces infrastructures (Commune urbaine d'Antalaha)	32
<b><u>Photo 5</u></b> : Borne Fontaine de type Sandandrano (Commune rurale de Sabotsy Namehana)	47
<b><u>Photo 6</u></b> : Type de Borne Fontaine gérée par la Commune dans le milieu urbain (Firaiana VI)	47
<b><u>Photo 7</u></b> : Type de puit géré par la collectivité dans le Fivondronana d'Antalaha (Milieu rural)	47
<b><u>Photo 8</u></b> : Borne Fontaine détruit (Firaiana VI)	50
<b><u>Photo 9</u></b> : File d'attente dans une Borne Fontaine (Firaiana VI)	50

## - INTRODUCTION -

L'eau, ressource rare, objet de toutes les convoitises des tensions et des conflits dans certains pays, mérite à juste titre sa réputation d'or bleu. De par son climat et son relief, Madagascar montre une très grande hétérogénéité dans la répartition et le potentiel de ses ressources hydriques. Il existe ainsi des régions qui disposent de ressources largement excédentaires à leur besoin, alors que d'autres régions n'en disposent pas assez pour assurer le minimum de développement.

L'objectif de ce mémoire est donc l'amélioration, voire le développement du secteur de l'eau, plus précisément du secteur de l'eau potable définie par l'OMS comme étant une eau ne renfermant en quantités dangereuses, ni substances chimiques, ni germes nocifs pour la santé. En outre, elle doit être agréable à boire autant que les circonstances le permettent.

Conformément aux objectifs du Millénaire et de l'Etat malagasy, les nôtres consistent principalement à augmenter au maximum le taux de desserte en eau potable dans notre île aussi bien en milieu urbain qu'en milieu rural dans le respect de la politique définie par le DSRP, c'est-à-dire en 2015:

- **Taux de desserte en eau potable dans le milieu urbain : 100%**
- **Taux de desserte en eau potable dans le milieu rural : 80%**

Le présent mémoire essaie d'apporter des éléments de décision pour le développement efficace et durable du secteur de l'eau potable et de l'assainissement à Madagascar et puis de montrer que l'objectif du DSRP pour l'horizon 2015 est encore laborieux.

Il a été établi sur la base des échanges d'idées ainsi que des données recueillies au niveau des Ministères et des acteurs du secteur de l'eau entre autres la JIRAMA, la Sandrandrano et le PAEPAR.

En outre des enquêtes ont été effectuées au niveau des bénéficiaires et des intervenants dans les Faritany telles que Morondava et Antalaha.

La première partie consiste à présenter les données physiques et socio-économique de Madagascar: volets géographique et climatologique, facteur social et enfin activités économiques.

La seconde partie abordera l'étude de l'amélioration du secteur proprement dit. Les démarches effectuées sont les suivantes:

- Analyses des données statistiques sur l'état actuel et l'évolution attendue dans le secteur

- Etudes des contextes généraux sur la gestion des infrastructures : au niveau administratif, technique et financier.
- Augmentation de la desserte en eau potable et de l'assainissement : relation de cause à effet
- Modélisation sur Système d'Information Géographique (SIG)

Nous souhaitons que ce mémoire apportera une dynamique sur l'objectif de l'Etat malagasy « **Développement Rapide, Durable et Efficace** » dans le secteur de l'eau potable et de l'assainissement

*PARTIE I :*  
*GENERALITES PHYSIQUES*  
*ET*  
*SOCIO-ECONOMIQUES*  
*DE*  
*MADAGASCAR*

# Chapitre 1 :

## FACTEURS GEOGRAPHIQUES ET CLIMATOLOGIQUES

### **1 Facteurs géographiques**

#### **1.1 Localisation**

Madagascar est une île située au Sud Ouest de l'Océan indien, à proximité de l'Afrique Orientale, dont elle n'est séparée que par un bras de mer de 400km de large.

Suivant une orientation générale N.N.E-S.S.W, elle s'étend sur une longueur de 1600km, du Cap d'Ambre au Cap Sainte Marie, entre 11°57' et 25°39' de latitude Sud et une largeur de 570km environ. Le méridien 47° est de Greenwich partage l'île en deux parties à peu près égales. Sa superficie est voisine de 590.000km<sup>2</sup>.

L'île est traversée par le Tropique du Capricorne, un peu au dessous de la latitude de Toliary, c'est-à-dire que sa partie méridionale se trouve à la hauteur des déserts africains de l'hémisphère Sud. Ceci entraîne dans cette région une certaine aridité du climat modérée, cependant par le voisinage de la mer.

Madagascar est donc presque entièrement située dans la zone tropicale. Mais l'influence du relief, de la latitude, de l'exposition crée une très grande diversité du climat entraînant une complexité extrême des régimes hydrologiques.

Antananarivo est la capitale de Madagascar. Elle se situe à 2000km de l'équateur et à 8000km du pôle sud.

#### **1.2 Relief**

L'île offre des contrastes entre les Hautes Terres centrales et les régions basses périphériques. Dominant la bordure orientale par un escarpement et s'abaissant lentement vers l'ouest, les Hautes Terres, constituées d'un enchevêtrement de plateaux, de collines, de massifs compacts mais aussi de hautes plaines et de vastes bassins, forment un ensemble morcelé de reliefs volcaniques très divers; du nord au sud, on rencontre les massifs de Tsaratanana (2 886 m), de l'Ankaratra (2 643 m) et de l'Andringitra (culminant à 2 658 m au pic Boby). Le socle ancien, qui affleure sur les deux tiers de l'île, présente par endroits d'anciens reliefs plissés qui ont été métamorphisés avec des granites et des pegmatites. Ailleurs, il est recouvert de sédiments riches en fossiles et d'épanchements volcaniques présentant une dissymétrie est-ouest qui conditionne l'orientation des grands bassins hydrographiques.

Ces Hautes Terres sont séparées de l'océan Indien par une étroite plaine côtière, rectiligne, bordée de lagunes, de marais et de collines basses qui s'élèvent jusqu'au pied de l'escarpement. Sur le versant occidental, en revanche, vers le canal de Mozambique, les deux grands bassins sédimentaires de la Boina au nord, et du Menabe au sud, présentent, autour de Mahajanga et de Morondava, de vastes étendues planes dominées par des plateaux calcaires culminant à plus de 900 m.

Quant au nord du pays, avec ses cuvettes et ses plaines enchâssées dans des formations volcaniques, karstiques ou cristallines, et débouchant sur des deltas alluviaux, sa complexité s'oppose à la relative uniformité de la pointe méridionale de l'île. Adossée à l'est sur le «rebord manambien», cette dernière est essentiellement constituée d'une pénéplaine dont l'altitude varie entre 150 et 500 m.

Les principaux cours d'eau sont, du nord vers le sud, la Sofia, la Betsiboka, le Mangoky, l'Onilahy et la Linta, tributaires du canal de Mozambique, et le Mangoro et la Mananara, qui se jettent dans l'Océan Indien.

### **1.3 Réseau hydrographique**

Les formes du réseau hydrographique malgache présentent une très grande variété par suite du contexte géomorphologique de la grande île. Naturellement ceci divise ce réseau en cinq ensemble d'importances très inégales :

- les versants de la montagne d'Ambre intéressant 11.200km<sup>2</sup>, soit 1,8% de la surface totale. Les principales rivières sont l'Irodo, la Saharenana et la Besokatra dont les eaux sont utilisées pour l'alimentation de la ville d'Antsiranana.
- les versants de Tsaratanana 25.000km<sup>2</sup>, soit 3,3%. Les principales rivières sont la Mahavavy du Nord, l'Antsiatsia (un seul affluent important en rive droite), le Sambirano, la Bemarivo et la Lokoho.
- les versants Est, 150.000km<sup>2</sup>, soit 25,2%. Son réseau hydrographique est très complexe et présente un chevelu très dense. Les principales rivières sont : le Maningory, la Rianila, le Mangoro, la Mananjary et la Mananara.
- les versants Ouest, 365.000km<sup>2</sup>, soit 61,3%. C'est l'ensemble le plus étendu. On y distingue deux séries de bassins :
  - les grands fleuves : la Sofia, l'ensemble Betsiboka-Mahajamba, la Mahavavy du Sud, le Manambolo, la Tsiribihina et l'Onilahy
  - les petits fleuves côtiers : l'Ankofia, la Tsinjomorona, la Sambao, la Manambaho, la Morondava, la Maharivo et le Fiherenana
- les versants Sud, 40.800km<sup>2</sup>, soit 8,2%. Ils couvrent entièrement le Sud du tropique de Capricorne. Les principales rivières sont : le Mandrare, le Manambovo, la Menarandra et la Linta.

## **1.4 Faune et flore**

La diversité des reliefs et des climats favorise le développement d'une flore exceptionnelle par sa variété, sa beauté et son originalité. Sur le versant oriental, la forêt tropicale (10 % du territoire), vestige du couvert forestier originel de l'île, a fait place à une forêt secondaire (savoka) dégradée, allant selon les zones jusqu'à une steppe ou une savane à flore appauvrie. Les hautes terres centrales autrefois boisées portent une prairie, le bozaka, maigre pacage pour les bœufs. La brousse épineuse couvre le sud-ouest du pays. Les milieux naturels abritent encore des espèces et des genres rares, comme certains serpents non venimeux, des lémuriers ou des insectivores, tel le tenrec. D'anciennes forêts denses ombrophiles sempervirentes ont subsisté à l'est, dans le Sambirano. Les régions calcaires, quant à elles, portent une forêt dense caducifoliée. Les formations de forêts littorales à cycas et pandanus abritent des peuplements homogènes de palmiers raphias et de mangroves. Au sud-ouest et au sud, le bush présente une végétation diffuse avec ses euphorbes, son arbre-pieuvre et un ensemble de plantes singulièrement xérophi les.

L'action anthropique a considérablement réduit la richesse et la variété de la faune et de la flore: un hippopotame nain, des tortues géantes, des grands ratites et de nombreux lémuriers ont disparu. Toutefois, les milieux naturels abritent toujours des espèces et des genres uniques au monde, tels le aye-aye et de nombreuses variétés d'iguanes et de batraciens.

## **2 Facteurs climatologiques**

### ***2.1 Situation générale***

Madagascar est située entre la zone des basses pressions équatoriales, au nord, et l'anticyclone de l'océan Indien, au sud-est. Pendant l'été austral, à un vent de mousson soufflant du nord-ouest sur le nord de l'île, s'ajoutent, de janvier à mars, des cyclones irréguliers mais toujours redoutés. Si l'hiver austral est plutôt frais et sec et l'été chaud et humide, le caractère insulaire, la dissymétrie du relief et l'étirement en latitude déterminent plusieurs régions climatiques. La façade orientale de l'île, soumise aux alizés du sud-est, reçoit de fortes précipitations (plus de 2 000 mm) et connaît des températures élevées atteignant au nord 27 °C. Avec une saison sèche de quatre mois, le climat des Hautes Terres centrales est influencé par l'altitude, avec une diminution des pluies (1 200 à 1 800 mm) et des températures (16 à 17 °C) et une augmentation de l'amplitude thermique (6,7 °C). En hiver, les températures sont la nuit, souvent proches de 0 °C la nuit. Le versant occidental, sous le vent, est peu arrosé (moins de 800 mm), à l'exception du Sambirano, les précipitations étant concentrées sur sept mois, avec une saison sèche de plus en plus marquée du nord vers le sud. Enfin, avec un climat semi-aride, le sud et le sud-ouest de l'île reçoivent moins de 500 mm de pluie par an (contre 3 500 mm à Toamasina); ces régions connaissent des contrastes thermiques plus marqués.



## 2.2 Saisons

Dans l'ensemble, deux saisons dominant :

➤ la saison chaude et pluvieuse (l'été), de décembre à avril,  
L'été est la saison de la mousson qui apporte du nord son lot de pluies sur une bonne partie du pays. La chaleur peut devenir étouffante. Les variations des précipitations sont énormes en fonction des zones concernées. Ainsi, le Sud reçoit moins de 500mm d'eau dans l'année tandis que dans le Nord-Est, la côte enregistre des moyennes de 1,5 m à 3 m.

L'été, c'est aussi la saison cyclonique pendant laquelle de violentes dépressions tropicales viennent heurter les côtes.

➤ la saison fraîche et sèche (l'hiver), de juin à septembre.  
En hiver, l'anticyclone des Mascareignes s'avance sur Madagascar et l'alizé souffle violemment, qui provoque un assèchement du Sud du pays. En Juillet-Août les températures peuvent descendre très bas sur les hautes terres pendant la nuit mais les régions côtières conservent une température moyenne acceptable selon des critères européens.

Dans les intervalles, deux intersaisons se fauillent

## 2.3 Températures

En général, les températures varient entre 15 et 32° dans toutes les régions de Madagascar ; mais en moyenne, elles se présentent de la manière suivante :

Tableau 1 : Températures moyennes dans toutes les régions de Madagascar (°C)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Hautes terres	20	20	25	25	25	25	20	15	15	20	20	25
Est	25	25	30	30	25	20	20	15	15	20	25	30
Ouest	25	25	30	30	25	20	20	25	25	25	30	32
Sud	28	30	30	30	28	25	20	25	25	28	32	32

Source : [marina.raf.free.fr/géographie.htm](http://marina.raf.free.fr/géographie.htm)

## **2.4 Evaporation et évapotranspiration potentielle**

Ces deux paramètres sont relativement mal connus à Madagascar. Pour l'évaporation nous disposons des mesures effectuées sous abri, à l'évaporomètre PICHE, par la météorologie nationale et des mesures effectuées sur bac, dans une dizaine de stations, par l'ORSTOM et l'INRA. Quant à l'évapotranspiration, elle n'est évaluée qu'à partir des formules classiques (THORNTHWAITE, PENMANN, PRESCOTT, TURC, .....).

L'évaporation PICHE annuelle varie d'une station à l'autre, de 430 à 2100mm, sans qu'il soit possible de lier systématiquement ces grandes variations à la situation géographique ou à des paramètres caractéristiques du climat. Pour chaque station, le résultat des observations est surtout fonction de l'exposition de l'appareil (ventilation plus ou moins forte) et de son entretien.

Pour l'évapotranspiration, les mesures directes sur lysimètre sont rares mais on utilise souvent les formules trouvées par les naturalistes. Les valeurs des ETP calculées par THORNTHWAITE sont les suivantes :

- sur les Hauts Plateaux au centre, elle est à 1000mm tandis qu'elle croît progressivement vers l'Est et le Sud pour atteindre 1200mm
- vers le nord-ouest et le sud-ouest, elle croît assez fortement en dépassant les 1500mm, dans d'autres secteurs elle arrive jusqu'à 1800 à 2000mm.

## **2.5 Régimes pluviométriques**

Les régimes pluviométriques présentent une grande diversité avec des pluies moyennes annuelles observées comprises entre 377mm à Faux-Cap au sud et 3792mm à Maroantsetra au nord, dans la baie d'Atongil.

Les observations seules indiqueraient que la zone la plus arrosée se situerait au fond de la baie d'Atongil, avec des maximums annuels supérieurs à 5000mm à Maroantsetra. Mais, et cette hypothèse semble confirmée par les débits observés, des pluies moyennes annuelles supérieures à 5000mm sont probables sur le massif de Tsaratanana.

<p>Chapitre 2 :</p> <p>SITUATION SOCIALE</p>
--

## **1. Etude démographique**

### **1.1 Population**

#### **1.1.1 Origine de la population**

Les Malgaches ont une origine complexe: avant les apports africain, arabe et européen, Madagascar reçut, il y a vingt-cinq siècles, ses premiers habitants, des Austronésiens. Par la suite, des immigrants indonésiens (Malacca) et bantous venus d'Afrique subéquatoriale se seraient intégrés à ces Proto-Malgaches. La dissémination d'une population peu nombreuse dans ce vaste espace entraîna la formation d'isolats démographiques indûment assimilés à des «tribus» (le peuplement régional ne procède guère d'une diversité d'origine ethnique), et la «politique des races», mise en œuvre par le général Gallieni au moment de la colonisation française, a fait surgir un tribalisme dont les effets ne dépassent pas les cadres étroits d'une partie de la classe politique.

#### **1.1.2 La répartition de la population**

Dix-huit peuples et une seule nation, les malgaches y croient fortement.

Sur les hauts plateaux vivent les Betsileo et les Merina, anciennement dénommés Hova, du nom de l'une de leurs divisions sociales; les Sakalava (6,4 %) et les Mahafalys dominant dans les plaines de l'ouest et du sud-ouest; les Antemoro, les Antaisaka, et les Tanala peuplent la côte et la forêt du sud-est, tandis que les Betsimisaraka dominant sur la côte orientale. Le nord de Madagascar est principalement peuplé par les Tsimihety (7,4 %). Dans les régions semi-arides du Sud, on trouve les Antandroy (5,3 %) et les Bara. Encore une fois, cette répartition géographique pourrait suggérer que ces groupes constituent des entités ethniques isolées et distinctes, ce qui serait totalement erroné : le commerce, les migrations internes et les structures administratives, tant avant qu'après la colonisation, ont largement contribué à effacer les barrières géographiques. Enfin, les Comoriens représentent 0,3 % de la population globale, les Indiens et les Pakistanais 0,2 %, les autres populations (Européens, Chinois, etc.) 0,6 %.

La population, estimée à 14,1 millions d'habitants [1997], se concentre dans la région orientale, sur les Hautes Terres centrales et dans les zones d'aménagement. Par sa dimension, la capitale, Antananarivo (1,5 million d'habitants ; agglomération : 3,4 millions d'habitants) [1996], est de loin la ville la plus importante. Les autres villes importantes sont Toamasina (160 000 habitants) et Mahajanga (130 000 habitants). Madagascar demeure un pays essentiellement rural (75 % de la population), très lâchement occupé en dehors des zones d'aménagement qui attirent les migrants venant des régions à forte pression démographique: Antemoro, Antefasy et Antaisaka (Sud-Est), Tsimihety, Merina et Betsiléo (Hautes Terres), Antandroy (extrême sud). La croissance démographique est liée à un taux de natalité très élevé (44 ‰) [estimation 1997] et à une espérance de vie à la naissance relativement faible (guère plus de 56 ans) [estimation 1997].

Les langues officielles sont le malgache et le français. Les chrétiens (51 % de la population, dont 26 % de catholiques et 22,8 % de protestants) sont les plus nombreux, suivis par les adeptes des religions traditionnelles (47 %). Les musulmans sont 1,7 %.

## **1.2 *Projections des nombres de population***

Faute de données récentes sur le recensement général de Madagascar, nous avons pris comme base le « le recensement général de Madagascar de 1993 ». Ainsi, les projections de la population ont été effectuées sur divers critères (variation dans le temps des taux d'accroissement, type de milieu....)

Rappelons que Madagascar est un pays essentiellement rural, en dépit d'un récent exode massif vers les villes, elle doit affronter les grands défis démographiques, en assurant en premier lieu son autosuffisance alimentaire.

### **1.2.1 En milieu urbain**

#### ***a) De 1993 à 2000***

Nous avons utilisé les taux d'accroissement par Fivondronana donnés par l'INSTAT pour avoir un peu plus de précisions. Mais pour les Fivondronana non cités par l'INSTAT, nous avons appliqué le taux d'accroissement général du Faritany concerné (voir annexe 2).

#### ***b) De 2000 à 2001***

Pour avoir des valeurs plus réalistes, nous avons pris comme base les taux d'accroissement démographiques par Faritany utilisés par le TBS :

- Antananarivo : 3%
- Fianarantsoa : 3,5%
- Toamasina : 3,3%
- Mahajanga : 3%
- Toliary : 2,9%
- Antsiranana : 2,9%

*c) De 2001 à 2015*

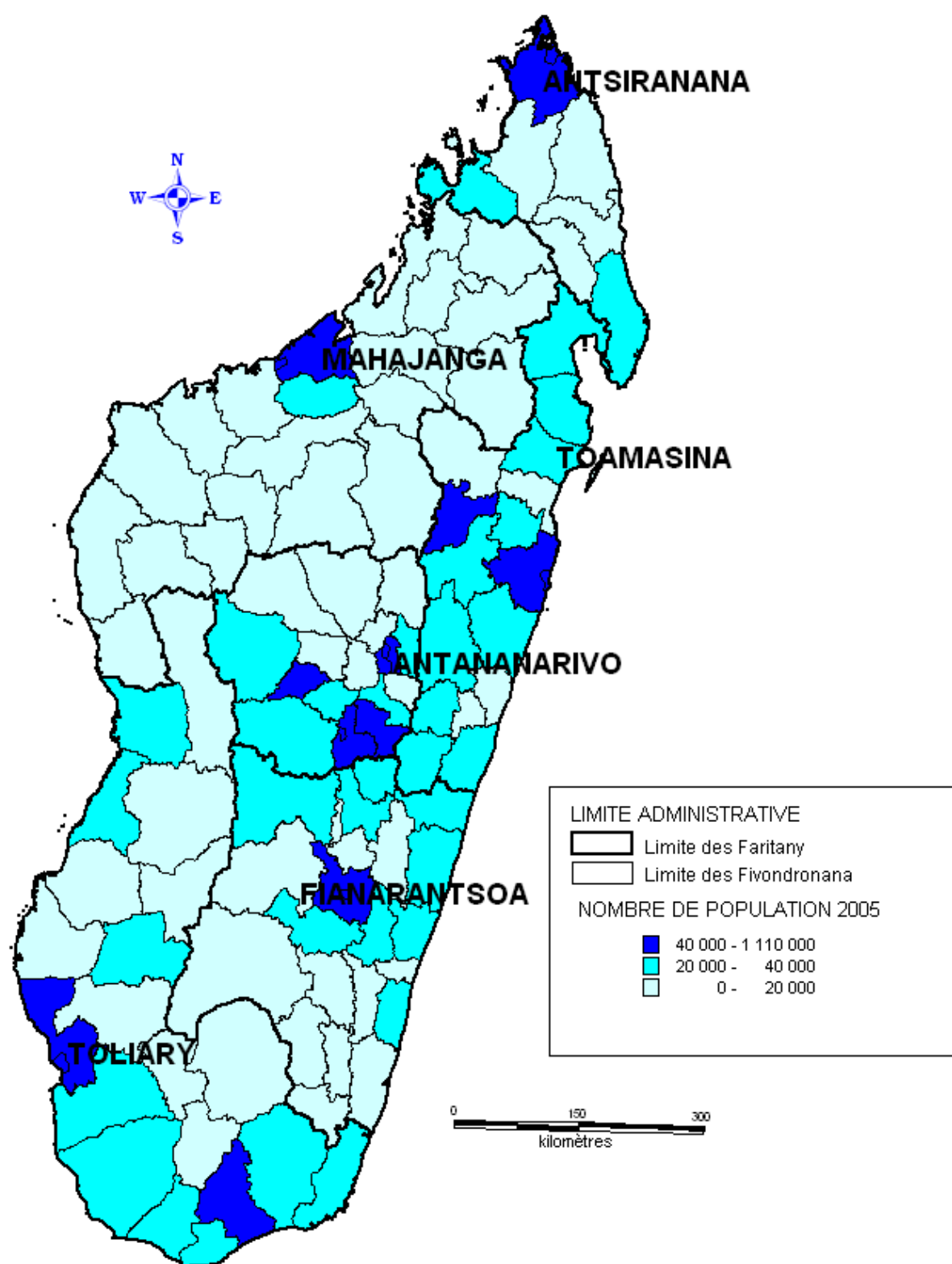
Nous avons gardé le taux unique proposé par le DSRP pour tous les Fivondronana qui est égal à 2,8%.

**1.2.2 En milieu rural**

Faute de données précises comme en milieu urbain, nous avons fait les projections sur les taux suivants :

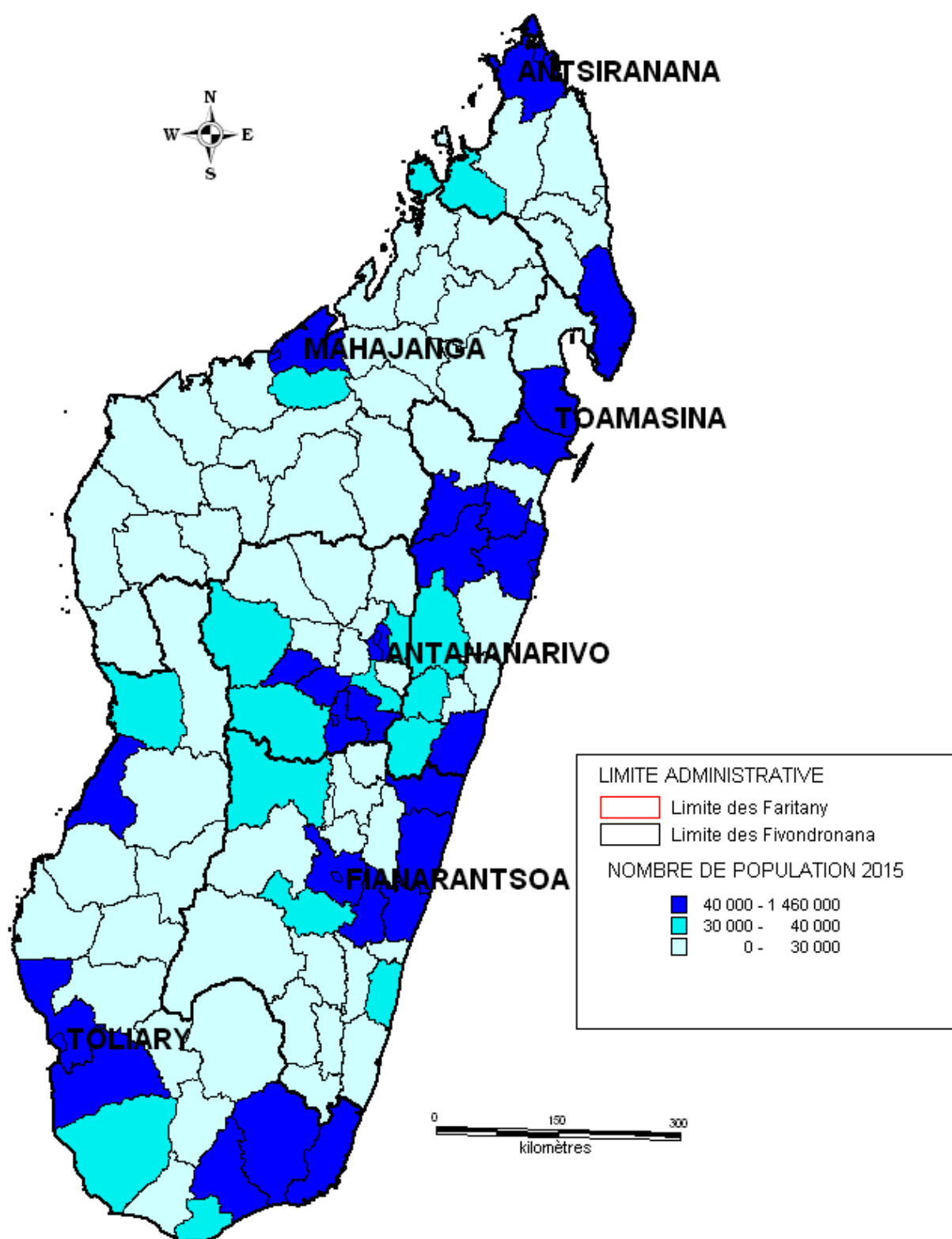
- de 1993 à 1998 : 2,5%
- de 1998 à 2003 : 2,2%
- de 2003 à 2008 : 1,9%
- de 2008 à 2013 : 1,7%
- de 2013 à 2015 : 1,4%

**CARTE 1: ESTIMATION DES NOMBRES DE POPULATION DANS LE MILIEU URBAIN  
DE MADAGASCAR EN 2005**



Source: BD 500 ftm  
Données: projection du recensement des nombres  
de population en 1993 (INSTAT)

CARTE 2 :EVOLUTION DES NOMBRES DE POPULATION URBAINES EN 2015



Source: BD 500 (ftm)  
Données: projection des nombres  
de population a partir du recensement 1993

## **2. Santé publique**

Nous savons très bien que l'eau est une source de vie mais pourra aussi être dangereuse si on ne la maîtrise pas. Rappelons que plusieurs maladies mortelles sont d'origine hydriques telles que la diarrhée, le choléra, la malaria. Il est nécessaire alors de boire et même d'utiliser de l'eau potable si possible pour lutter contre ces maladies.

Malheureusement, à Madagascar, comme dans tout pays pauvre, le meilleur côtoie le pire. Les services de santé publique sont non seulement insuffisants, mais en plus travaillent souvent en dehors des règles de déontologie. Une grande partie des citoyens n'a pas d'autre recours que d'aller vers les services médiocres publics. Ils détiennent par la force des choses, une place prépondérante dans le système sanitaire malgache : 59% des malades les utilisent en général.

Mais si nous entrons un peu plus dans les détails des maladies causées par l'eau, il y a une classification qu'un chercheur a adoptée.

Les effets causés par l'utilisation de l'eau non potable sont:

- risque à long terme par carence ou surcharge : le goitre, la carie,.....
- risque à moyen terme par accumulation : intoxication chronique,.....
- maladies dues aux bactéries, aux virus : dysenterie bacillaire, à protozoaire,.....
- maladies à transmission directe : bilharziose, leptospirose.....



<p>Chapitre 3 :</p> <p>ACTIVITES ECONOMIQUES</p>
--

## **1. Résumé général de l'économie de Madagascar**

La croissance économique était presque nulle entre 1992 et 1995 à cause du tâtonnement des dirigeants dans leur choix de politique économique, en plus des événements de 1991. Ces années étaient marquées par la rareté des investisseurs, l'augmentation de l'inflation, la chute de la consommation ainsi que l'aggravation du déficit public.

La croissance a été retrouvée en 1996, avec 2,1% passé de 3.7% en 1997. Cette progression s'est confirmée en 1998 avec un taux de 3.9%.

Le taux de variation annuelle de l'investissement s'établit à 14.5% après avoir été négatif en 1997.

La crise de 2000-2001 a de nouveau enlisé le pays qui sort tout juste de 2 années de stagnation.

## **2. Les activités économiques de la population malgache**

### **2.1 Agriculture**

Traditionnellement, Madagascar est un pays d'agriculture et d'élevage. Ces secteurs, qui occupent l'essentiel de la population active (78 %) et interviennent pour 42 % dans la formation du PIB, ont été ces dernières années durement touchés par la sécheresse, les dévastations causées par les invasions de criquets, les cyclones (cyclone Geralda, en 1994; cyclone Gretelle en 1997) et la mauvaise gestion du régime Ratsiraka. La principale production vivrière est le riz (37 % des terres cultivées) devant le manioc, mais les activités s'adaptent aux possibilités des régions: par l'abondance de ses pluies, le versant au vent permet l'agriculture (riz, taro, canne à sucre, igname), tandis que le versant sous le vent et la région méridionale, semi-aride, sont davantage propices à l'élevage: zébu (boeuf à bosse, ou *Bos indicus*), mouton, chèvre de Nubie. Quant aux Hautes Terres, réputées pour leur riziculture irriguée, dont les étagements de terrasses peuvent évoquer ceux des Philippines, elles ont autrefois constitué le domaine de prédilection de l'élevage bovin. Partout, les Malgaches élèvent des volailles (poulets, canards, oies) et cultivent le pois de terre, le sésame, des variétés de lentilles et de petits haricots, le bananier, l'oranger et le citronnier. Le cocotier est implanté dans les régions littorales. L'époque moderne a vu l'introduction de plantes américaines (maïs, manioc, arachide). Le développement des cultures commerciales (canne à sucre, coton, sisal, ilang-ilang, cacao, palmier à huile) s'est effectué au sein de grandes exploitations ou dans les terroirs paysans (café, tabac, vanille, girofle, poivre, pois du Cap). La socialisation partielle des circuits de commercialisation n'a pas stimulé la production, le riz étant même devenu insuffisant.

Herbe aquatique, le riz asiatique fut d'abord mis en culture en marais, avant que ne soient aménagées des terres permettant la pratique de la culture sèche. Si le paysan malgache conserve la riziculture en marais (hôraka) que les bœufs piétinent avant les semailles, des formes plus évoluées ont été élaborées, comme sur les rizières en terrasses et en plaine (tanimbary). Cette dernière nécessite labour, repiquage et maîtrise de l'eau. Toutes asiatiques, les variétés de riz utilisées sur la Grande Île sont nombreuses, tant indica que japonica (ou javanica). Mais, comme le montre la génétique, il existe aussi des variétés atypiques résultant de l'adaptation à la culture d'altitude. Une souche malgache de riz long est devenue célèbre: c'est celle qui, importée aux États-Unis au XIXe siècle, a donné le riz caroline.

## **2.2 Elevage**

Madagascar est un pays typiquement rural, à peu près 80% de sa population sont des paysans : éleveurs et agriculteurs. Elle est même reconnue par le monde entier par sa spécialité qu'elle a finie par avoir le doux nom d'élevage contemplatif.

Dans chaque famille, qu'elle soit sur les hautes terres ou qu'elle se situe sur les côtes, on va trouver même chez les plus humbles, quelques poulets, canards ou à l'échelon un peu plus aisé, quelques chèvres, moutons, et enfin le fameux zébu.

Petit élevage, la taille importe peu, mais le cheptel vivant avec la famille constitue d'abord le « porte monnaie ». En effet, le moment venu, et pour des nécessités monétaires, on vend un peu de ces poulets, cochons.....Il arrive aussi que l'on en mange.

## **2.3 Pêche**

L'importance des ressources halieutiques fait de la pêche un domaine à fort potentiel de développement pour Madagascar. Ces produits halieutiques occupent actuellement le 2<sup>ème</sup> rang des produits d'exportations après ceux des zones franches. Madagascar a 5000km de côtes dont les configurations constituent de nombreux sites favorables aux activités de pêches côtières : 52.000ha de mangroves utilisables pour l'aquaculture ; 117.000km<sup>2</sup> de plateau continental pour les pêches semi hauturières ; 155.000ha d'eaux douces ; et une surface piscicole exploitable de plus de 300.000ha.

Il y a trois sortes de pêches pratiquées à Madagascar :

- la pêche artisanale qui occupe 1300 villages de pêcheurs et près de 50.000 pêcheurs. Il s'agit ici non seulement de pêche cotière mais aussi de pêche continentale comme sur le lac Alaotra, le lac Itasy, .....Les prises annuelles sont estimées à 30.000 tonnes
- la pêche industrielle : il s'agit des prises de crevettes, d'holothuries, des thons et des requins. Ceci est effectué par l'Union Européenne après les accords de pêche fait à la fin des années 1980.
- l'aquaculture : c'est une activité récente, centrée sur les crevettes, mais qui a connu une rapide expansion.

Il faut considérer que désormais, les ressources halieutiques pourraient non seulement constituer une part importante de l'économie mais aussi un appoint non négligeable à la qualité nutritionnelle.

## **2.4 Industrie**

L'État socialiste, au cours de la décennie 1975-1985, a financé l'installation d'unités industrielles surdimensionnées, en cours de privatisation depuis le début des années 1990. L'extraction minière reste faible malgré des gisements de mica, de bauxite, de charbon et de pierres précieuses. L'essentiel des industries traitent les produits agricoles: rizeries, féculeries, huileries, sucreries (Namakia), industries du tabac (Antsirabe). La raffinerie de Toamasina, qui transforme le pétrole importé, suffit aux besoins nationaux. Madagascar dispose d'un réseau de 54 200 km de routes et de pistes (10 % bitumés) et d'un réseau ferroviaire de 1 054 km. Principaux aéroports: Antananarivo (329 000 passagers), Toamasina et Mahajanga. Les principaux ports sont: Toamasina (1,4 millions de tonnes) et Mahajanga.

## **2.5 Culture et civilisation**

À peine effleurée par l'influence arabe, la culture malgache reste majoritairement enracinée dans le fonds austronésien. Le choc avec la culture occidentale a affecté la nouvelle classe dirigeante et une bonne partie des citoyens. Toutefois, le bruit et l'image des réalisations modernes et des idéologies nouvelles n'ont pu recouvrir la multiséculaire et vivace cosmogonie malgache.

## **2.6 Art**

Il est surtout représenté par la sculpture et l'architecture funéraires. Les tombeaux mahafaly sont de grands édifices constitués de pierres entassées, caractérisés par les alo-alo, poteaux de bois sculptés ajourés. Les tombeaux plus récents ressemblent à une petite maison ceinte par un mur de ciment recouvert de fresques qui narrent la vie du défunt. Les tombeaux vezo-sakalava sont connus pour leurs statues érotiques. L'artisanat des hauts plateaux, bois sculpté et marqueterie, est particulièrement développé en pays betsileo et zafimaniry. Le célèbre papier antaimoro, autrefois séché au clair de lune, est toujours fabriqué artisanalement à partir d'une pâte d'écorce pilée.

*PARTIE II :*  
*ETUDE D'AMELIORATION*  
*DE L'APPROVISIONNEMENT*  
*EN EAU POTABLE A*  
*MADAGASCAR*

# Chapitre 1 :

## DONNÉES DE BASE STATISTIQUES

### 1. SITUATION ACTUELLE

#### 1.1 Généralités

Madagascar est actuellement un pays en plein essor que ce soit du point de vue économique que sociale. Cette étude est effectuée dans le but d'améliorer l'approvisionnement en eau potable à Madagascar qui est l'un des facteurs essentiels au développement d'un Pays.

Les calculs qui vont suivre sont basés sur les deux dernières données statistiques (années 2000 et 2001) concernant les dessertes en eau potable dans toute l'île.

Tableau 2 : Pourcentage de population ayant accès à l'eau potable de 2000 à 2001

	2000	2001
Milieu rural	9.85%	11.73%
Milieu urbain	59.5%	66.87%
Madagascar	23.77%	27.17%

#### 1.2 Variations des dessertes en eau entre 2000 et 2001

L'étude d'un système d'AEP est, en premier lieu, **fonction du nombre de la population** de la zone d'étude. **Les conditions physiques** sont tenues compte par la suite.

Dans ce cas, la délimitation des zones d'étude est très importante. Elle est effectuée selon la densité démographique de la zone. Nous avons classé les zones par milieu : milieu urbain et milieu rural.

##### 1.2.1 Milieu urbain

Nous définissons comme milieu urbain, les chefs lieux de *Faritany* ainsi que les chefs lieux de *Fivondronana*, sauf les *Fivondronana* d'Antananarivo Avaradrano, Antananarivo Atsimondrano dus à leur caractère semi rural.

Le nombre de la population dans ces régions est encore très varié. Pour avoir une meilleure répartition nous avons adopté la division démographique suivante :

1<sup>ère</sup> division : *région à agglomération de petite taille*: le nombre d'habitants est compris entre 2000 et 10.000.

2<sup>ème</sup> division : *région à agglomération de moyenne taille* : le nombre d'habitants est compris entre 10.000 et 25.000.

3<sup>ème</sup> division : *région à agglomération de grande taille* : le nombre d'habitants est supérieur à 25.000.

Ces trois types de divisions seront utilisés dans le calcul des investissements.

Nous avons pris les dessertes par *Faritany* ; d'une part, afin d'avoir des données un peu plus généralisées dans le calcul et d'autre part, les chiffres que nous avons sont obtenus à partir des *approches par inventaire*, c'est-à-dire, par collecte de données mais pas par enquête auprès des agglomérations.

La valeur des taux d'accroissement est obtenue à partir de la formule suivante :

$$\begin{array}{l} Y = y_0 (1+r_i)^x \\ t_i = r_i \times 100 \end{array} \quad \rightarrow \quad r_i = \left( \frac{y}{y_0} \right)^{\frac{1}{x}} - 1$$

où  $y$  : le taux de desserte en année  $i$   
 $y_0$  : le taux de desserte en année de base  
 $t_i$  : le pourcentage du taux d'accroissement des dessertes par *Faritany* pour l'année considérée  
 $x$  = année  $i$  – année de base  
 si  $i = 1$ ,  $x = 1$  an, année de base = année 0 = 2000

Tableau 3 : Variation des taux d'accroissement des dessertes par *Faritany*

<b>Faritany (milieu urbain)</b>	<b>Taux de desserte en 2000</b>	<b>Taux de desserte 2001</b>	<b>Taux d'accroissement</b>
Antananarivo	55,16%	62,70%	13,67%
Fianarantsoa	59,87%	66,18%	10,54%
Toamasina	40,77%	47,35%	16,14%
Mahajanga	86,30%	95,24%	10,36%
Toliary	63,84%	69,83%	9,38%
Antsiranana	98,53%	100,00%	1,49%

### 1.2.2 Milieu rural

Nous définissons comme milieu rural, les *Fivondronana* d'Antananarivo Avaradrano, Antananarivo Atsimondrano, Antsirabe II, Mahajanga II, Fianarantsoa II, Toamasina II, Toliary II et Antsiranana II ; ainsi que les autres localités qui ne sont pas des chefs lieux des *Fivondronana* telles que les chefs lieux de *Firaisana*. Même si cette dernière délimitation n'est plus utilisable en ce moment, nous allons seulement considérer le nombre de la population, nous n'allons pas tenir compte des divisions administratives.

En milieu rural, la variation du nombre de la population varie suivant les zones concernées, elle peut être soit inférieure soit supérieure à 2000 habitants. Faute de données statistiques fiables, nous n'avons que le taux d'accroissement de desserte commun pour toute l'île dans les régions rurales. La formule utilisée pour calculer le taux d'accroissement est la même que celle utilisée en milieu urbain.

Tableau 4 : Variation des taux de desserte dans les milieux ruraux

Milieux ruraux	Taux de desserte 2000	Taux de desserte 2001	Taux d'accroissement
	9,85%	11,73%	19,09%

## 2. STRUCTURATION DES BESOINS EN EAU

Dans une agglomération la demande en eau varie largement dans le temps. Elle est fonction, d'une part, de la qualité journalière des services publics, et d'autre part de l'évolution démographique. En outre, son étude se différencie selon le caractère urbain ou rural de l'agglomération, du fait de la différence des activités.

### 2.1 Besoins en eau des BP

#### 2.1.1 Demande en eau de l'agglomération urbaine

Dans une agglomération urbaine, la consommation en eau journalière est estimée à partir des besoins de quelques grandes catégories de consommateurs :

- usages privés, domestiques divers, arrosage du jardin à 120 l/j/pers,
- usages professionnelles (accessoires agricoles) : 25 à 50 l/j/pers
- usages publics
  - consommation de la commune : 5 à 30 l/j/pers
  - consommation pour d'autres services : 0 à 25 l/j/pers
- lavages des filtres (5% de la production) avec les pertes d'eau dans les réseaux : 50%

Approximativement, une personne a à sa disposition 225 à 350 litre d'eau par jour.

La consommation d'eau de la JIRAMA est répartie de la façon suivante :

- pour l'administration
- pour les collectivités
- pour les particuliers
- pour les usages internes de la JIRAMA et
- pour les usages spéciaux tels que les chantiers de construction et les ports.

Nous avons à notre disposition les valeurs des consommations d'eau de la JIRAMA en 2001 exprimées en m<sup>3</sup> et le nombre de populations desservies par *Faritany* en 2001 (*voir annexe 2*). Selon l'hypothèse de la JIRAMA ; c'est à partir de ces deux valeurs qu'on peut tirer la consommation d'eau journalière.

Tableau 5 : Consommation d'eau traitée par la JIRAMA en milieu urbain [l/j/hab] en 2001

<b>Faritany (milieu urbain)</b>	<b>Nombre de populations desservies [hab]</b>	<b>Consommation totale [m3]</b>	<b>Consommation par habitant [l/j/hab]</b>
Antananarivo	1.368.500	35.531.183	70
Fianarantsoa	391.930	3.377.307	24
Toamasina	283.740	4.857.613	47
Mahajanga	364.220	6.551.985	50
Toliary	371.220	5.074.227	38
Antsiranana	242.050	6.627.119	75
<b>Moyenne</b>			50,67

La valeur moyenne de la consommation d'eau traitée par la JIRAMA est comprise entre 50 à 100 litre /jour /habitant. En ajoutant les lavages de filtre et les pertes d'eau dans les réseaux (50%), cette valeur augmente de 75 à 150 litre/ jour/ habitant.

### 2.1.2 Demande en eau de l'agglomération rurale

La consommation d'eau traitée dans une agglomération rurale est estimée 60 litre/ jour/ habitant. En effet, l'eau traitée est utilisée uniquement pour l'alimentation et pour les besoins domestiques, et non pour l'Elevage ni l'Agriculture.



## 2.2 Demande en eau des BF

En passant par l'étude de consommation d'eau pour une seule borne, nous allons aboutir au nombre d'habitants s'approvisionnant sur chaque borne fontaine par *Faritany*. Pour ce faire nous avons deux hypothèses :

- Hypothèse MEM (celui de la JIRAMA) et
- Hypothèse de Sandandrano

### 2.2.1 Hypothèse MEM

#### La consommation d'eau aux BF est fixée à 25 litres par jour par personne

Pour les six *Faritany*, la consommation d'eau potable connaît une grande diversité aux bornes fontaines. Elle est élevée pour les *Faritany* d'Antananarivo et Antsiranana (supérieure à 10m<sup>3</sup> par jour car, y compris les pertes dues à l'écoulement permanent des BF). Pour les autres *Faritany* elle varie entre 3 et 10m<sup>3</sup> par jour.

Pour avoir le nombre d'habitants approvisionné par BF on va utiliser les formules suivantes en passant par le calcul de la consommation par BF:

$$c(BF) = \frac{C_a(BF)}{N(BF) \times 365 \text{ jours}}$$

$$H(BF) = \frac{c(BF)}{25 \text{ litres}}$$

Avec  $c(BF)$  : consommation journalière par BF [m<sup>3</sup> /j]

$Ca(BF)$  : consommation totale annuelle dans les BF par *Faritany* [m<sup>3</sup>/an]

$N(BF)$  : nombres de BF totaux par *Faritany* [u]

$H(BF)$  : nombres d'habitants approvisionnés par BF dans un *Faritany* [hab]

Tableau 6 : Besoins en eau et approvisionnement en eau potable par *Faritany* aux bornes fontaines selon l'hypothèse du MEM (source : JIRAMA)

Faritany	$N(BF)$ [u]	$Ca(BF)$ [m <sup>3</sup> /an]	$c(BF)$ [m <sup>3</sup> /j]	$c(BF)$ [l/j]	$H(BF)$ [hab]
Antananarivo	1.666	6.158.047	10,13	10.130	406
Fianarantsoa	626	716.843	3,14	3.140	126
Toliary	568	1.165.470	5,62	5.620	225
Mahajanga	518	1.525.193	8,07	8.070	325
Toamasina	385	661.224	4,71	4.710	189
Antsiranana	302	1.239.241	11,24	11.240	450

D'après les données ci-dessus, le nombre d'habitants s'approvisionnant par borne fontaine varie entre 125 à 500.

### 2.2.2 Hypothèse Sandandrano

Avec l'hypothèse Sandandrano ; les valeurs prises sont indicatives et précises : les mesures sont classées par milieu et prises pendant une période de 5 années.

Tableau 7: Consommation moyenne journalière aux BF selon l'hypothèse de Sandandrano

Milieu	$c (BF)$ [m <sup>3</sup> /j]	$a (hab)$ [l/j/hab]	$H (BF)$ [hab]
Urbain	7	25	280
Semi-urbain	5	20	250
Rural	2	15	130

Avec :  $c (BF)$  : consommation journalière par BF [m<sup>3</sup>/j]  
 $a (hab)$  : consommation journalière par habitant [l/j/hab]  
 $H (BF)$  : nombres d'habitants approvisionnés par BF [hab]

#### **Remarque**

Les valeurs issues de l'hypothèse MEM ne sont rationnelles du fait qu'elles tiennent encore compte des gaspillages d'eau c'est-à-dire de la gratuité de l'eau ainsi que les grandes pertes causées par les vieilles conduites. Par contre, pour *Sandandrano*, la gestion privée des BF lutte contre ces pertes inutiles.

Compte tenu de la situation de la gestion des BF actuelle et de la suppression de la gravité de l'eau dans notre étude, nous avons pris comme base l'hypothèse *Sandandrano* qui s'approche le mieux de notre but.

## **3. PERSPECTIVES D'EVOLUTION**

### **3.1 Généralités**

Notre étude d'amélioration des systèmes d'Adduction d'Eau Potable se base surtout sur la politique du DSRP. Comme étant une étude de recherche, nous avons aussi posé quelques hypothèses tout en respectant les effets réels ainsi que le but principal du DSRP.

## **3.2 Evolution attendue dans le secteur**

### **3.2.1 Evolution attendue dans le secteur selon le DSRP**

#### ***a) Historique du DSRP***

Le Document de Stratégie pour la Réduction de la Pauvreté Primaire ou DSRP-I a été élaboré au mois de novembre 2000 et a permis à Madagascar de bénéficier de l'Initiative des Pays Pauvres Très Endettés ou IPPTE avec une réduction de service de la hauteur de dette à 50 millions US\$ par an.

Le processus d'élaboration du Document de Stratégie pour la Réduction de la Pauvreté ou DSRP complet a redémarré en septembre 2002. Ce document est le fruit d'un processus participatif soutenu et impliquant toutes les forces vives de la Nation : administration, élus, parties politiques, opérateurs économiques, sociétés civiles, organisations non gouvernementales, groupements professionnels. Divers ateliers thématiques, régionaux et de concertation nationale ont été organisés à cet effet de Novembre 2000 à Mars 2003.

#### ***b) Objectif du DSRP***

Le DSRP a pour objectif la réduction du taux de pauvreté de moitié en l'espace d'une décennie.

Plus particulièrement, dans le secteur de l'eau potable, le DSRP a pour but de donner à la population malgache la possibilité d'avoir un accès universel durable et efficace en eau aussi bien en milieu rural qu'en milieu urbain tout en assurant la fonctionnalité des infrastructures existantes et en augmentant le nombre de nouvelles infrastructures.

#### ***c) Evolution attendue dans le secteur de l'eau potable en milieu urbain***

Le but c'est d'atteindre un taux de desserte à 100% en 2015.

**Tableau 8 :** Pourcentage des dessertes en eau jusqu'en 2015 en milieu urbain (source : DSRP)

	2000	2005	2010	2015
Milieu urbain	60%	92%	95%	100%

*d) Evolution attendue dans le secteur de l'eau potable en milieu rural*

Le pourcentage de desserte est plus faible en milieu rural dû au manque d'infrastructure. De ce fait, la plupart des ruraux, qui représentent près de 80% de la population malgache, n'ont pas la possibilité de consommer de l'eau potable.

Tableau 9: Pourcentage des dessertes en eau jusqu'en 2015 en milieu rural (source : DSRP)

	2000	2005	2010	2015
Milieu rural	10%	37%	56%	80%

*e) Evolution attendue dans le secteur de l'eau potable pour tous milieux confondus*

C'est la valeur estimée pour l'approvisionnement en eau potable de toute la population malgache jusqu'en 2015.

Tableau 10: Pourcentage des dessertes jusqu'en 2015 dans tous milieux confondus (source : DSRP)

	2000	2005	2010	2015
Madagascar	24%	48%	64%	84%

3.2.2 Evolution attendue dans le secteur en milieu urbain selon l'hypothèse Water Aid

Water Aid est un organisme britannique travaillant dans le domaine de l'eau potable et de l'assainissement à Madagascar. Water Aid a pris comme référence l'année 1990 avec un taux de desserte en eau de 50%.

La démarche suivie est la suivante :

- le but est toujours de desservir en eau potable toute la population en 2015 c'est-à-dire taux de desserte à 100%. Or en 1990, il restait encore **100% - 50% = 50%** de population non desservie
- Selon l'hypothèse Water Aid, on ne peut assurer que la desserte de la moitié de ces non desservies jusqu'en 2015 c'est-à-dire **50% / 2 = 25%**
- En 2015, l'objectif est d'atteindre le taux définitif **50% + 25% = 75%**

Tableau 11 : Evolution des dessertes de 1990 à 2015 dans les milieux urbains selon l'hypothèse Water Aid

	Nombre de population totale [hab]	Taux de desserte [%]	Nombre de populations desservies [hab]	Nombre de ménages desservis [u]
1990	10.000.000	50	5.000.000	500.000
2000	15.000.000	60	9.000.000	900.000
2015	25.000.000	75	18.750.000	1.875.000

Taille de ménage = 10 habitants/ménage

Pour atteindre ce but, il faut alimenter en eau potable 5416 ménages par mois, pendant 15 ans ou 180 mois (2000 à 2015)

**$(1.875.000 - 900.000)/180\text{mois} = 5416 \text{ ménages par mois.}$**

### 3.2.3 Evolution attendue dans le secteur selon notre analyse

Le déroulement de notre calcul se présente comme suit :

- d'abord, nous avons tenu compte de la **préparation des travaux** c'est-à-dire, les différentes procédures à suivre avant l'utilisation des systèmes cela concerne l'étude théorique et l'exécution des travaux. Dans cette première phase d'étude, notre but est d'avoir une valeur approchée du temps de réalisation des infrastructures avant l'exploitation.
- ensuite, nous avons fait le **calcul des accroissements des dessertes** par type d'infrastructure : avec les branchements particuliers et les bornes fontaines.

#### *a) Préparation des travaux*

La préparation des travaux commence à partir de l'appel aux bailleurs de fonds pour le financement du projet, ensuite les études par les bureaux d'études et enfin l'exécution des travaux par les entreprises. En tout, la préparation des travaux dure 15 à 36 mois environ.

Pour avoir un peu plus de marge, nous allons considérer l'année 2005 comme l'année de départ du nouvel image du secteur eau et assainissement à Madagascar que nous allons nommer « ANNEE ZERO ».

## ❖ *Etude théorique*

### ➤ Appel aux bailleurs de fonds

C'est la partie nécessitant la majorité du temps.

- Si le projet est financé directement par ces bailleurs, l'étude est généralement réalisée par des bureaux d'études étrangers. Cela prendra beaucoup plus de temps : il faut 1 à 3 années avant l'exécution des travaux par les entreprises.
- Si le projet est financé par des programmes, tel que le FID, où les bailleurs investissent, dans ce cas, l'étude sera faite beaucoup plus rapidement car elle sera assurée par des bureaux d'études malgaches.

### ➤ Travail du bureau d'étude

Cette étude consiste à l'élaboration successive de trois dossiers dont l'importance se définit comme suit :

- *L'Avant Projet Sommaire (APS)*
- *L'Avant Projet Détaillé (APD)*
- *Le Dossier d'Appel d'Offre (DAO)*

Ce premier dossier résume les résultats des études diagnostic de base, les problèmes qui se posent ainsi que les différents scénarios d'aménagements et de réhabilitation suivis des études économiques, financières et sociales des présents projets.

- *L'Avant Projet Détaillé (APD)*

Cette phase concerne plutôt la collaboration entre le bureau d'étude et la population bénéficiaire, c'est-à-dire la contribution de cette dernière aux travaux imposés par le maître d'ouvrage délégué.

- *Le Dossier d'Appel d'Offre (DAO)*

L'établissement de cette phase correspond aux lots de travaux en fournissant les documents complémentaires aux APD. La conception des DAO permet de sélectionner les entreprises les plus compétentes qui peuvent assurer avec fiabilité la réalisation des travaux et prévoir des modalités appropriées de suivi par contrôle des travaux : approbation et mise en paiement.

## ❖ Exécution des travaux

Après avoir été sélectionnée lors des ouvertures des dossiers, l'entreprise élue assure la construction de tous les ouvrages nécessaires à l'alimentation en eau potable d'une ville :

- les ouvrages de captages : abris des pompes (bâtiments), forages, puits.....
- les ouvrages de traitement : décanteurs, filtres, bacs à produits, bâches.....
- les ouvrages de stockage : réservoirs
- les ouvrages de distribution : conduites, bornes fontaines

### b) Calcul des accroissements des dessertes

Vu la situation actuelle, l'objectif du DSRP est encore loin d'être réalisé. D'abord, entre 2001 et 2005, l'accroissement des dessertes est encore estimé à 0% ; ensuite, le projet actuel de l'Etat ne s'étend pas encore sur l'approvisionnement en eau potable et enfin, lorsqu'on arrive au stade de l'exploitation, les moyens financiers des gens ne sont pas tous les mêmes : seule une partie de l'agglomération aura la possibilité de s'offrir tout de suite ses propres infrastructures.

## ❖ Dans le milieu urbain

- Les branchements particuliers

Dans nos calculs nous avons tenu compte de l'hypothèse du DSRP qui dit que 60% de la population totale doivent être branchées particulièrement. Or d'après les inventaires de la JIRAMA et les enquêtes faites sur place, ce n'est pas le cas. C'est ce que nous allons voir dans le tableau suivant.

Tableau 12 : Taux d'accroissement moyen annuel des abonnés dans les milieux urbains par *Faritany*

Faritany	Régions abonnées	Taux d'accroissement des abonnés	Taux d'accroissement moyen	Valeur arrondie
Grande ville	Antsirabe Fianarantsoa	6,3% 9,2%	7,8%	7%
Fianarantsoa	Mananjary Ivohibe	2,1% 10,2%	6,1%	6 %
Toliary	Betroka	16,4%	16,4%	16%
Toamasina	Soanierana Ivongo Vatomandry	19,1% 8,7%	13,9%	13%
Mahajanga	Mitsinjo Maevatanana Morafenobe	15,9% 5,6% 16,9%	12,8%	12 %
Antananarivo	Antsirabe	6,3%	6,3%	6 %
Antsiranana	Antalaha	8,3%	8,3%	8 %
Madagascar			10,2%	10%

Pour une marge de sécurité, nous allons considérer qu'une fourchette de 5 à 10% de ces 60% a la possibilité de se brancher particulièrement. Comme notre calcul se fait tous les 5 ans alors le taux devient 25 à 50%.

Par exemple, dans le cas d'Antalaha :

- Nombre de BP en 2001 : 981
- Nombre de BP en 2003 : 1150
- Taux d'accroissement annuel des dessertes en BP : 8,27%

Cette valeur se trouve exactement entre 5 à 10%

- Desserte en 2005

Nous avons pris comme hypothèse que le nombre de populations desservies en 2001 et 2005 est identique ; alors le taux de desserte totale diminue de 27,17% en 2001 jusqu'à 24,33% en 2005.

Les dessertes par BP en 2005 sont obtenues en calculant le pourcentage du nombre de populations desservies par BP en 2001 par rapport aux nombres de populations desservies totaux en 2001 dans le « TBS du secteur eau et assainissement » et c'est avec ces pourcentages que nous avons multiplié notre valeur estimée en desserte totale.

Nous n'avons pas de données disponibles concernant les nombres de BP pour le cas d'Antananarivo Renivohitra et Ambohidratrimo. Pour y remédier, dans notre calcul, nous avons directement estimé le nombre de populations en 2001. Dans ce cas, le pourcentage est obtenu à partir du rapport entre ce nombre dans chacun de ces deux régions et le nombre total de populations desservies en 2001 pour l'ensemble des régions : Antananarivo Renivohitra, Avaradrano, Atsimondrano et Ambohidratrimo (données disponibles). Le même calcul que les autres régions s'ensuit.

- Desserte en 2010

Nous avons constaté que les systèmes d'AEP actuellement existant datent pour la plupart de plus de 20 ans (voir photo 1, 2, 3, 4). Or, la durée de vie de chaque infrastructure ne dépasse pas :

- pour le génie civil, 30 ans
- pour la conduite et l'équipement hydraulique, 15 ans
- pour l'équipement de mesure, 5 ans
- pour l'électromécanique, 10 ans

Nous n'avons pas tenu compte des infrastructures existantes, dans le calcul des dessertes entre 2005 et 2010, car d'après le constat ; la majorité de ces ouvrages ne sont plus utilisables et nécessitent une grande réhabilitation.



Pour le cas des dessertes en 2010 le calcul se déroule comme suit :

- Formule 1: Nombre de population desservie totale selon l'hypothèse du DSRP [ $P_d(TOT)$ ]

$$P_d(TOT) = P_{tot} \times 95\%$$

Où  $P_{tot}$  est le nombre de population totale en 2010

- Formule 2: Nombre de population desservie par BP en 2010 selon l'hypothèse du DSRP [ $P_d(BP)$ ]

$$P_d(BP) = P_d(TOT) \times 60\%$$

- Formule 3: Nombres de population desservie en 2010 selon notre analyse [ $P_e(BP)$ ]

Tableau 13 :

Hypothèse	Symbole	Formule 2
Haute	$P_{eh}(BP)$	$P_{eh}(BP) = P_d(BP) \times 50\%$
Basse	$P_{eb}(BP)$	$P_{eb}(BP) = P_d(BP) \times 25\%$



**Photo 1** : Pompage sur radeau ( Système d'AEP dans La Commune Urbaine d' Antalaha )



**Photo 2** : Décanteurs circulaires (Système d'AEP dans la commune urbaine d' Antalaha )



**Photo 3** : Filtres ( Système d'AEP dans la Commune Urbaine d' Antalaha )



**Photo 4** : Notre photo en train de prendre note la situation existante de ces infrastructures

- Desserte 2015

Ici, nous allons considérer que les infrastructures sont neuves sauf quelques équipements de mesure qui ont besoin d'être entretenu ; mais nous pouvons les négliger dans les grands calculs. Seuls les nombres de population excédentaires sont pris en compte. Le déroulement des calculs se passe comme suit :

- Formule 1' : Nombre de population desservie totale selon l'hypothèse du DSRP en 2015 [ $P_d'(TOT)$ ]

$$P_d'(TOT) = P_{tot} \times 95\%$$

Où  $P_{tot}$  est le nombre de population totale en 2015

- Formule 2' : Nombre de population desservie par BP en 2015 selon l'hypothèse du DSRP [ $P_d'(BP)$ ]

$$P_d'(BP) = P_d'(TOT) \times 60\%$$

- Formule 3' : Nombre de population à desservir en 2015 [ $P_t(BP)$ ]

Tableau 14 :

Hypothèse	Symbole	Formule 2'
Haute	$P_{th}(BP)$	$P_{th}(BP) = P_d'(BP) - P_{eh}(BP)$
Basse	$P_{tb}(BP)$	$P_{tb}(BP) = P_d'(BP) - P_{eb}(BP)$

- Formule 4' : Estimation des dessertes en 2015 selon notre analyse [ $P_{e'}(BP)$ ]

Tableau 15 :

Hypothèse	Symbole	Formule 2
Haute	$P_{e'h}(BP)$	$P_{e'h}(BP) = P_{th}(BP) \times 50\%$
Basse	$P_{e'b}(BP)$	$P_{e'b}(BP) = P_{tb}(BP) \times 25\%$

- Formule 5' : Dessertes réelles en 2015 [ $P_D(BP)$ ]

Tableau 16 :

Hypothèse	Symbole	Formule 2'
Haute	$P_{Dh}(BP)$	$P_{Dh}(BP) = P_{eh}(BP) + P_{e'h}(BP)$
Basse	$P_{Db}(BP)$	$P_{Db}(BP) = P_{eb}(BP) + P_{e'b}(BP)$

➤ Les bornes fontaines

Le DSRP estime que quel que soit le changement économique qui s'impose à Madagascar il reste toujours 40% des populations desservies approvisionnées par BF en 2015. On va toujours se baser sur cette politique même pour la desserte totale.

D'un côté, il y a la mise en place de nouvelles BF et de l'autre côté il y a la réhabilitation des anciennes BF devenues inutilisables, du fait de la mauvaise gestion des infrastructures (destruction...).

D'après notre analyse, le calcul de réhabilitation et de l'extension des nombres de BF doit suivre les marches suivantes :

- Nombres des nouvelles BF à construire de 2005 à 2010

Comme dans le cas des BP nous allons considérer que les BF existantes avant l'ANNEE ZERO ont besoin d'être réhabilité.

Pour avoir le nombre de BF utiles en 2010 on va suivre les étapes ci-après :

- 1<sup>ère</sup> étape : Nombre de population desservie totale selon l'hypothèse du DSRP [P<sub>d</sub>(TOT)]

$$P_d(TOT) = P_{tot} \times 95\%$$

Où P<sub>tot</sub> est le nombre de population totale en 2010

- 2<sup>ème</sup> étape : Calcul des nombres de population desservie totale par les BF [P<sub>d</sub> (BF)]

$$P_d (BF) = P_d(TOT) \times 40\%$$

- 3<sup>ème</sup> étape : Calcul des nombres de BF utiles [N<sub>1</sub>(BF)] en 2010

$$N_1 (BF) = \frac{P_d (BF)}{H (BF)}$$

- 4<sup>ème</sup> étape : Calcul des nombres des BF à construire [R<sub>1</sub> (BF)]

$$R_1 (BF) = N_1 (BF) - E (BF)$$

Où E (BF) le nombre des BF existant avant 2005

Tableau 17 : Situation des BF de 2001 jusqu'en 2010 par Faritany

Faritany	E (BF)	N <sub>1</sub> (BF)	R <sub>1</sub> (BF)
Antananarivo	1666	2717	1051
Fianarantsoa	626	947	321
Toliary	568	884	316
Mahajanga	518	656	138
Toamasina	385	1010	625
Antsiranana	302	341	39
<b>Total</b>	<b>4065</b>	<b>6556</b>	<b>2491</b>

- Nombre de nouveaux BF à construire pour servir la population de 2015 [R<sub>2</sub>(BF)]

Nous ne ferons aucune réhabilitation mais plutôt, nous allons penser à l'entretien annuel des bornes utilisées jusqu'à l'année 2010 pour prévenir d'éventuelle destruction à leur niveau.

Voyons par exemple le cas de la commune urbaine d'Antalaha, en 2001 il y avait 60 BF utilisées, en 2003 il n'y avait plus que 45 BF en marche : le nombre diminue de 13% par an environ.

Pour savoir le nombre de BF à construire pour la population excédentaire non incluse dans la desserte de 2010 mais le sera dans celle de 2015 nous allons suivre les étapes ci-après :

- 1<sup>ère</sup> étape : Nombre de population desservie totale selon l'hypothèse du DSRP en 2015 [P<sub>d'</sub>(TOT)]

$$P_{d'}(TOT) = P_{tot} \times 95\%$$

Où P<sub>tot</sub> est le nombre de population totale en 2015

- 2<sup>ème</sup> étape : Calcul des nombres de population desservie totale par les BF [P<sub>d'</sub>(BF)]

$$P_{d'}(BF) = P_{d'}(TOT) \times 40\%$$

- 3<sup>ème</sup> étape : Extension des nombres de population à desservir par BF en 2015 [P<sub>t'</sub>(BF)]

$$P_{t'}(BF) = P_{d'}(BF) - P_d(BF)$$

- 4<sup>ème</sup> étape : Calcul des nombres de BF utiles [N<sub>2</sub>(BF)] en 2015

$$N_2 (BF) = \frac{P_d (BF)}{H (BF)}$$

- 5<sup>ème</sup> étape : Calcul des nombres de BF à construire [R<sub>2</sub> (BF)]

$$R_2 (BF) = N_2 (BF) - N_1 (BF)$$

Tableau 18 : Situation des BF en 2015 par Faritany

Faritany	N <sub>1</sub> (BF)	N <sub>2</sub> (BF)	R <sub>2</sub> (BF )
<b>Antananarivo</b>	2717	3119	402
<b>Fianarantsoa</b>	947	1087	140
<b>Toliary</b>	884	1015	131
<b>Mahajanga</b>	656	753	97
<b>Toamasina</b>	1010	1160	150
<b>Antsiranana</b>	341	392	51
<b>Total</b>	<b>6556</b>	<b>7526</b>	<b>971</b>

➤ Desserte totale

D'après nos calculs, nous sommes encore loin du but du DSRP. Le tableau suivant résume le pourcentage des dessertes estimées entre l'année 2001 et l'année 2015 en milieu urbain.

Tableau 19 : Pourcentage des dessertes estimées de l'année 2001 jusqu'à l'année 2015 en milieu urbain

Infrastructure	2001	2005	2010		2015	
			HH	HB	HH	HB
<b>BP</b>	19,10%	17,10%	28,50%	14,25%	42,41%	24,31%
<b>BF</b>	47,77%	42,78%	38%		40%	
<b>TOTAL</b>	<b>66,87%</b>	<b>59,88%</b>	<b>66,50%</b>	<b>52,25%</b>	<b>82,41%</b>	<b>64,31%</b>

❖ **Dans les milieux ruraux**

Le calcul des dessertes en milieu rural ne sera pas détaillé car nous ne pouvons poser aucune hypothèse. De plus, nous n'avons en main que l'accroissement général.

D'après le tableau 3, le taux d'accroissement commun des dessertes en milieu rural est de **19,09%**. En tenant compte de l'hypothèse posée dans le milieu urbain qui dit que le projet n'est exploitable qu'à partir de l'année 2005, nous allons toujours considérer que le nombre de populations desservies en 2005 [ $P_{dr}(2005)$ ] est le même que celui en 2001 [ $P_{dr}(2001)$ ]. Dans ce cas, le calcul se déroule comme suit :

- Nombre de population rurale desservie en 2010 [ $P_{dr}(2010)$ ]

$$P_{dr}(2010) = P_{dr}(2005) \times (1 + 0,19)^5$$

- Nombre de population desservie en 2015 [ $P_{dr}(2015)$ ]

$$P_{dr}(2015) = [P_{dr}(2010)] \times (1 + 0,19)^5$$

Après ces calculs, nous pouvons affirmer que dans les milieux ruraux, l'hypothèse du DSRP n'est pas du tout vérifiée surtout si nous nous référons à l'état actuel des infrastructures.

D'autres études pourront être effectuées ultérieurement pour avoir des données fiables concernant le milieu rural. Ainsi, d'autres hypothèses peuvent être posées.

Tableau 20: Estimation des dessertes en AEP par Faritany en milieu rural de 2001 à 2015

Nombre des populations totales rurales					Nombre des populations desservies rurales			
	2001	2005	2010	2015	2001	2005	2010	2015
<b>Antananarivo</b>	3023804	3279471	3588957	3881566	354692	354692	846421	2019860
<b>Toamasina</b>	1877051	2035759	2227875	2409514	220178	220178	525423	1253845
<b>Mahajanga</b>	1305356	1415726	1549329	1675646	153118	153118	365394	871960
<b>Fianarantsoa</b>	2569188	2786416	3049372	3297989	301366	301366	719165	1716183
<b>Antsiranana</b>	985374	1068688	1169541	1264895	115584	115584	275825	658216
<b>Toliary</b>	1659393	1799697	1969536	2130113	194647	194647	464496	1108452
<b>Madagascar</b>	<b>11420166</b>	<b>12385757</b>	<b>13554610</b>	<b>14659723</b>	<b>1339585</b>	<b>1339585</b>	<b>3196725</b>	<b>7628516</b>
<b>Pourcentages des nombres de population desservie</b>					<b>11,73%</b>	<b>10,82%</b>	<b>23,58%</b>	<b>52,04%</b>



## 4. COÛT DES INVESTISSEMENTS

### 4.1 Coût de réhabilitation

Le but est de mettre en évidence les coûts moyens standardisés par habitant pour réhabiliter chaque système d'AEP existant dans l'île. En général, les milieux urbains sont les plus concernés.

La méthode de calcul de ces coûts se base sur le document réalisé par l'OTUI en Juin 1997. Ce document avait pour objectif de rassembler les résumés de chacun des rapports de faisabilités établis pour les 13 centres étudiés afin de saisir les éléments essentiels de ces études.

Lors de cette étude de faisabilité de l' « Amélioration de l'Alimentation en eau potable des 13 centres » les régions seront découpées en cinq zones d'études en fonction de leurs géographies :

- Zone centre : Ambatolampy, Tsiroanomandidy, Moramanga
- Zone Sud-ouest : Morondava
- Zone Sud-est : Manakara, Farafangana, Ihosy
- Zone Nord : Ambanja, Sambava, Antalaha
- Zone Est : Fenoarivo Est, Anosibe an'Ala, Andriamena (milieu rural)

Dans notre projet, nous avons posé deux hypothèses. La première hypothèse dit que : **les régions ayant la même taille d'agglomération présentent le même coût de réhabilitation moyen par habitant** (voir 1.2.1). Ce coût est obtenu à partir de la moyenne des coûts de réhabilitation moyenne par habitant des régions parmi les 13 centres ayant la même taille d'agglomération.

Tous les coûts concernant la réhabilitation des systèmes d'AEP dans les milieux urbains sont exprimés en US\$ avec **1US\$ est égal à 7009,06Fmg ou 1401,81Ariary** selon le cours de change du 18/02/04 apparu dans le journal quotidien « MIDI Madagascar » le 19/02/04.

Tableau 21 : Estimation des coûts moyens de réhabilitation à l'horizon 2015 selon la taille des agglomérations

Taille de l'agglomération	Coût moyen par habitant [US\$]
2000 à 10.000	56
10.000 à 25.000	139
>25.000	85

La deuxième hypothèse dit que **les coûts des matériels ainsi que les main-d'œuvres varient selon les provinces**. Nous avons aussi tenu compte des classements par province :

- Province d'Antananarivo : Ambatolampy, Tsiroanomandidy
- Province de Toamasina : Moramanga, Fenoarivo Est, Anosibe an'Ala

- Province de Mahajanga : Andriamena (milieu rural)
- Province d’Antsiranana : Ambanja, Sambava, Antalaha
- Province de Fianarantsoa : Manakara, Farafangana, Ihosy
- Province de Toliary : Morondava

La même méthode que précédemment est utilisée pour le calcul de la moyenne.

**Tableau 22 :** Estimation des coûts moyens de réhabilitation à l’horizon 2015 par province en US\$

<b>Province de Madagascar</b>	<b>Coût par habitant [US\$]</b>
Antananarivo	97
Toamasina	66
Mahajanga	83
Antsiranana	110
Fianarantsoa	89
Toliary	97

En bref, le coût réel standardisé de réhabilitation est la moyenne de ces deux hypothèses.

**Tableau 23 :** Coût de réhabilitation moyen standardisé par habitant en US\$

<b>Taille de l’agglom</b> <b>Province</b>	<b>2000 à 10.000</b>	<b>10.000 à 25.000</b>	<b>&gt;25.000</b>
Antananarivo	76	89	90
Toamasina	61	73	75
Mahajanga	55	80	83
Antsiranana	83	95	97
Fianarantsoa	72	85	86
Toliary	76	89	90
Madagascar	73	85	87

Remarque :

Pour la province de Mahajanga, nous n’avons pris en compte que le coût moyen selon la taille des agglomérations car l’exemple pris dans les 13 centres est une région rurale.

- Calcul de la moyenne :

$$M = \frac{\sum X_i}{n_i}$$

où M : le coût de réhabilitation moyen par habitant des régions de même type [US\$]

$X_i$  : le coût de réhabilitation estimé pour chaque région [US\$]

$n_i$  : le nombre de régions de même type

## 4.2 Coûts des extensions

Dans notre étude, nous allons considérer que dans toutes les régions en milieu rural soit il n'y a pas encore d'AEP, soit il y en a mais c'est défectueux. Jusqu'en 2001, même dans le milieu urbain, certaines régions présentent le même cas.

Dans nos calculs nous allons supposer que jusqu'à maintenant aucune de ces régions n'a bénéficié d'un approvisionnement en eau.

### 4.2.1 Milieu urbain

La méthode est simple : les régions sans AEP seront comparées une à une avec celle desservie par la JIRAMA. Il faut vérifier si elles présentent, par ordre d'importance, les mêmes types de géologie, de relief, de condition climatique et de nombre de population.

La JIRAMA n'a pas pu nous donner les coûts réels de la construction de la plupart des systèmes, qui datait de loin. Pour connaître les coûts actualisés, nous avons adopté une autre méthode :

- En premier lieu nous avons effectué un inventaire de tous les ouvrages actuels constituant chaque système ;
- nous avons déduit par la suite les prix, d'abord unitaire en utilisant le bordereau de prix, ensuite les coûts totaux en multipliant par les quantités.
- Et enfin, nous obtenons le coût par habitant en divisant les prix par le nombre de populations desservies.
- Pour raison de sécurité, on va ajouter ces valeurs par **la majoration géographique qui est égale à 15% du coût du système de la région propriétaire.**

Tableau 24: Coûts valorisés par habitant des chefs lieux de Fivondronana desservis par la JIRAMA

Régions desservies par la JIRAMA	Coûts valorisés 2001 [Millions de Fmg]	Nombre de population desservie en 2001 [Hab]	Coûts valorisés par habitant [Fmg]	Coûts valorisés par habitant arrondis [Fmg]
Vatomandry	2 752	1770	1 554 633	1 600 000
Mananjary	6 498	30810	210 914	211 000
Betroka	1 746	12620	138 352	140 000
Manakara	7 123	31780	224 119	225 000
Fianarantsoa	29 006	127510	227 480	228 000
Toliary	27 405	153020	179 094	180 000
Antsirabe	32 900	144720	227 336	228 000
Ivohibe	1 001	590	1 695 763	1 700 000
Soanierana Ivongo	2 797	2630	1 063 586	1 064 000
Mitsinjo	898	1510	594 371	600 000
Maevatanana	2 557	10910	234 395	235 000
Morondava	5 147	28 679	179 481	180 000
Antalaha	5 970	27 222	219 301	220 000
Morafeno	1 125	4270	263 466	264 000

Sources :

- Monsieur RAZAFINDRAZAKA Barison, Directeur Equipement Eau dans le Département Etudes et Amélioration de la JIRAMA
- Monsieur RANDRIANARISOA Jérôme, Responsable Eau et Monsieur Solofo, Responsable Production de la JIRAMA à Morondava
- Monsieur JAOTOMBO, Responsable Exploitation Eau de la JIRAMA à Antalaha

**Tableau 25 : Comparaison des milieux de mêmes caractères mais sans AEP avec les milieux approvisionnés par la JIRAMA**

Chefs lieux de Fivondronana SAEP	Relief	Géologie	Conditions climatiques				Chefs lieux de Fivondronana AAEP	Ressources
			Type de climat	Nombre de mois sec	Précipitation	Température		
Antanambao Manampotsy	300 à 600	Système du graphite	Tropical humide	0	P>1500	t>15°	Vatomandry	Eau souterraine
Soalala	0 à 300	Terrains sédimentaires: volcanisme néogène, pliocène continental, volcanisme crétacé	Tropical sec	7 à 8 mois	1000<P<1500	t>20°	Mitsinjo	Eau souterraine
Kandreho	0 à 900	Terrains cristallins (système du graphite, système du Vohibory)	Tropical sec	5 à 6 mois	1500<P<2000	t>20°	Maevatanana	Eau souterraine
Ambatomainty	0 à 900	Terrains sédimentaires: Karroo (système du graphite). Terrains cristallins (granite migmatite)	Tropical sec	5 à 8 mois	1000<P<2000	t>20°	Morafenobe	Eau souterraine
Beroroha	0 à 900	Terrains sédimentaires: Isalo, Sakamena	Tropical sec	7 à 8 mois	1000<P<1500	t>20°	Morafenobe	Eau souterraine
Miandrivazo	0 à 600	Terrains sédimentaires: volcanisme néogène à quaternaire, Isalo, Gabbros	Tropical sec	5 à 8 mois	1000<P<1500	t>20°	Morafenobe	Eau souterraine
Benenitra	300 à 900	Terrains sédimentaires: Karroo (Isalo, Sakamena, Sakoa)	Tropical sec	7 à 8 mois	1000<P<1500	t>20°	Morafenobe	Eau souterraine
Ikongo			Tropical d'altitude		P>1500	t>15°	Ivohibe	Source
Midongy Atsimo	300 à 900	Terrains cristallins (système Androyen)	Tropical d'Altitude	0	P>1500	t>15°	Betroka	Eau de surface

**Tableau 26 : Comparaison des milieux de mêmes caractères mais sans AEP avec les milieux approvisionnés par la JIRAMA (suite)**

Chefs lieux de Fivondronana SAEP	Relief	Géologie	Conditions climatiques				Chefs lieux de Fivondronana AAEP	Ressources
			Type de climat	Nombre de mois sec	Précipitation	Température		
Nosy Varika	0 à 300	Terrains sédimentaires: volcanisme néogène à quaternaire, volcanisme crétacé	Tropical humide	0	P>1500	t>15°	Mananjary	Eau souterraine
Vondrozo	0 à 300	Terrains cristallins (granite et migmatite, système de graphite)	Tropical d'Altitude	0	P>1500	t>15°	Ivohibe	Source
Iakora	600 à 900	Terrains cristallins (système Androyen)	Tropical d'Altitude	3 à 4	P>1500	t>15°	Betroka	Eau de surface
Befotaka	900 à 1200	Terrains cristallins (système Androyen)	Tropical d'Altitude	0	P>1500	t>15°	Betroka	Eau de surface
Maroantsetra	0 à 300	Alluvions, sables, granite d'Antogil	Tropical humide	0	P>1500	t>15°	Soanierana Ivongo	Eau de surface
Marolambo	600 à 900	Terrains cristallins (système du graphite)	Tropical humide	0	P>1500	t>15°	Vatomandry	Eau souterraine

Source : Atlas de Madagascar

Tableau 27: Estimation des coûts des nouveaux systèmes dans le milieu urbain selon notre analyse

Chefs lieux de Fivondronana SAEP	Chefs lieux de Fivondronana type	Coûts par habitant ajoutés par la majoration géographique [Fmg]	Nombre de population totale [Hab]	Coûts totaux [Millions de Fmg]
Antanambao Manampotsy	Vatomandry	1 840 000	11 250	20 699
Soalala	Mitsinjo	690 000	8 663	5 977
Kandreho	Maevatanana	270 250	5 908	1 597
Ambatomainity	Morafenobe	303 600	12 042	3 656
Beroroha	Morafenobe	303 600	15 952	4 843
Miandrivazo	Morafenobe	303 600	15 303	4 646
Benenitra	Morafenobe	303 600	4 822	1 464
Ikongo	Ivohibe	1 955 000	31 902	62 368
Nosy Varika	Mananjary	242 650	30 482	7 396
Midongy Atsimo	Betroka	161 000	9 079	1 462
Vondrozo	Ivohibe	1 955 000	16 830	32 902
Iakora	Betroka	161 000	10 132	1 631
Befotaka	Betroka	161 000	4 989	803
Maroantsetra	Soanierana Ivongo	1 223 600	19 610	23 995
Marolambo	Vatomandry	1 840 000	20 915	38 484

**1[Million de Fmg] = 1.000.000Fmg**

Mais il y a quatre autres régions à AEP en panne, dont deux se trouvent dans la province d'Antananarivo : Andramasina et Arivonimamo ; une dans celle de Fianarantsoa : Manandriana et une dans celle de Toamasina : Amparafaravola, n'ayant pas les mêmes caractères que ceux dont nous possédons des informations alors nous avons utilisé les coûts de réhabilitation et d'extension dans l'étude d'amélioration de l'alimentation en eau potable de 13 centres à l'horizon 2005 pour eux.

Avec la même méthode que le calcul des coûts de réhabilitation à l'horizon 2015 c'est-à-dire, en calculant la moyenne des coûts selon la taille des agglomérations et selon les provinces, on trouve :

- Andramasina : avec un nombre de population compris entre 10.000 et 25.000 et se situant dans la province d'Antananarivo, on peut lui attribuer comme coût de nouvel système : **80US\$ par habitant**
- Arivonimamo : même cas que la précédente alors le coût est égal à **80US\$ par habitant**
- Amparafaravola : après calcul, on trouve : **95US\$ par habitant**

- Manandriana : le coût du nouvel système est environ **96US\$ par habitant**

#### 4.2.2 Milieu rural

Dans le milieu rural, nous allons considérer que l'ensemble du *Fivondronana* présente le même coût par habitant : tous les chefs lieux de *Firaisana* constituant le *Fivondronana* auront le même coût d'extension par habitant mais pour raison de sécurité on va ajouter le coût généralisé c'est-à-dire celui du chef lieu de Fivondronana par **la majoration géographique** qui est **égale à 15% de celui-ci**.

Nous avons à notre disposition les coûts d'extension des chefs lieux de *Firaisana* approvisionnés par la JIRAMA. Dans le cas où ces derniers sont desservis par d'autres organismes, la même méthode que celle utilisée en milieu urbain est adoptée.

La région d'Andriamena, une des zones choisies dans les 13 centres, présente une taille d'agglomération inférieure à 2000 ; elle obéit aussi à la définition d'un milieu rural car c'est un chef lieu de *Firaisana*. Le coût de réhabilitation attribué à cette zone rurale est de **83 US\$** par habitant.

### 4.3 Coût des infrastructures

#### 4.3.1 Coût des nouvelles infrastructures

Notre but est de rendre les BF payantes. Nous allons prendre comme référence le coût des BF de type Sandandrano (voir photo 5). En moyenne le coût d'une seule BF déjà branchée est de **3.500.000Fmg** (coût du génie civil = 2.500.000Fmg et coût de branchement = 1.000.000Fmg).

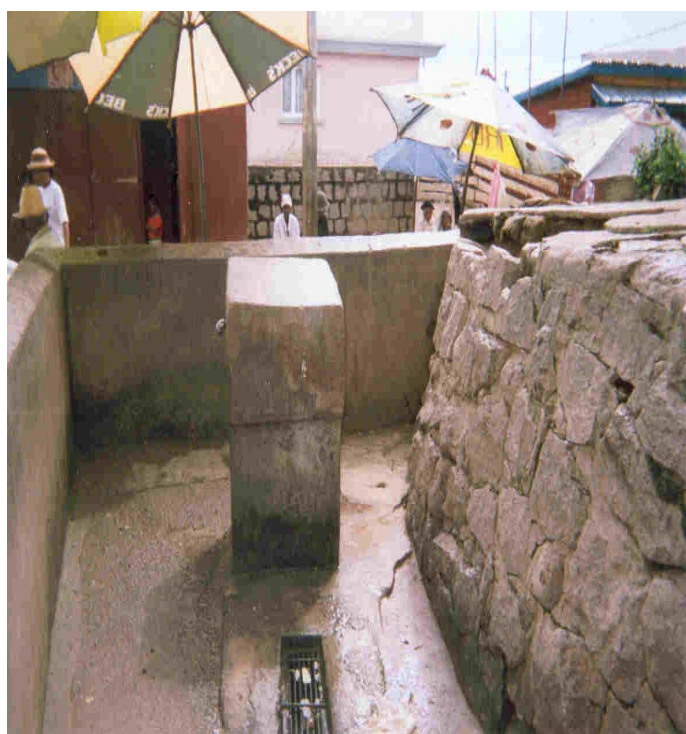
Tableau 28 : Coûts des nouvelles BF par Faritany

Faritany	2010		2015	
	R <sub>1</sub> (BF)	Coût par Faritany en millier [Fmg]	R <sub>2</sub> (BF )	Coût par Faritany en millier [Fmg]
Antananarivo	1051	3.678.500	402	1.407.000
Fianarantsoa	321	1.123.500	140	490.000
Toliary	316	1.106.000	131	458.500
Mahajanga	138	483.000	97	339.500
Toamasina	625	2.187.500	150	525.000
Antsiranana	39	136.500	51	178.500
<b>Total</b>	<b>2491</b>	<b>8.718.500</b>	<b>971</b>	<b>3.398.500</b>





**Photo 5 :** Borne fontaine de type Sandandrano ( Commune rurale de Sabotsy Namehana )



**Photo 6 :** Type de borne fontaine gérée par la commune  
Dans le milieu urbain ( Firaisana VI)



**Photo 7:** Type de puit géré par la  
collectivité dans le fivondronana  
d'Antalaha ( Milieu rural)

#### 4.3.2 Coût de réhabilitation des infrastructures

Comme son nom l'indique, la situation des BP est très particulière alors on ne peut pas donner une valeur constante à leur réhabilitation.

Quant au cas des BP, nous avons déjà mentionné dans le paragraphe 3.2.3.2.b) que les BF existantes avant 2005 sont à réhabiliter. Comme elles sont déjà branchées, il nous suffit juste de renouveler leur génie civil, ce qui ne nous coûtera plus que **2.500.000Fmg**.

Tableau 29 : Coût de réhabilitation par Faritany des BF existantes avant 2005

Faritany	E (BF)	Coût par Faritany en millier [Fmg]
<b>Antananarivo</b>	1666	4.165.000
<b>Fianarantsoa</b>	626	1.565.000
<b>Toliary</b>	568	1.420.000
<b>Mahajanga</b>	518	1.295.000
<b>Toamasina</b>	385	962.500
<b>Antsiranana</b>	302	755.000
<b>Total</b>	<b>4065</b>	<b>10.162.500</b>

#### 4.3.3 Coût d'entretien et maintenance des infrastructures

Nous allons toujours parler du cas des BF. Par le présent projet, différents types d'organisme ou particulier vont gérer ces bornes alors, chacun aura sa manière de les entretenir mais comme nous avons déjà pris le cas de l'Entreprise Sandandrano, l'exemple de valeur prise sera la sienne. Elle estime que leur taux d'entretien et de maintenance annuel est de **1,5 à 5% du coût total d'une seule BF**.

### 5. MODE DE GESTION DES AEP

En général, la gestion des AEP pour la majorité des régions urbaines est assurée par la JIRAMA. Tandis qu'en milieu rural, elle est assurée par la collectivité locale.

#### 5.1 Gestion de la JIRAMA

Jusqu'à maintenant, la JIRAMA n'approvisionne en eau potable que 65 centres dont :

- 6 localisés dans les chefs lieux de Faritany
- 52 dans les chefs lieux de Fivondronana
- 7 dans les chefs lieux de Firaiana

Dans certaines régions, un centre peut gérer plusieurs chefs lieux de Fivondronana. Pour chaque centre, il y a une agence qui s'occupe de la station de pompage ainsi que du règlement des consommations par les abonnés.

Les communes s'occupent des BF. Mais en cas de problèmes techniques celles ci font appel à l'agence.

En général, les communes n'arrivent pas à gérer ces infrastructures : l'entretien ainsi que la maintenance sont très rares. L'hypothèse : **500 habitants par BF** n'est plus valable. En effet, la plupart des infrastructures sont détruites ou fonctionnent mal (voir photo 8) ; de plus, il y a beaucoup de perte non contrôlée. La consommation dépasse la limite définie pendant l'étude et les besoins des consommateurs ne sont plus atteints. C'est ce qui explique les files d'attente pénible auprès de certaines BF (voir photo 9).

## **5.2 Gestion de la Collectivité locale**

Ce mode de gestion s'effectue dans les régions rurales et dans les 22 chefs lieux de *Fivondronana* (situation 1991). La gestion de la collectivité locale est obtenue à partir d'une demande, faite par la commune ou par une association de bienfaiteurs habitant dans la commune, auprès des investisseurs. Seule l'installation de toutes les infrastructures nécessaires à l'approvisionnement en eau potable est effectuée par les investisseurs. L'entretien et/ou la réhabilitation de ces dernières seront assurés par la cotisation des membres de l'association.

Ce mode de gestion fut un échec car les associations ne peuvent assurer ni financièrement ni techniquement l'entretien de ces infrastructures. C'est ce qui explique que la majeure partie des systèmes gérés par la collectivité ne fonctionne plus.

Même si quelques uns sont en état de marche ; nous revenons à notre hypothèse que : **les milieux ruraux sont tous considérés comme sans AEP.**



**Photo 8** : Borne fontaine détruite ( Firaiana VI )



**Photo 9** : File d'attente dans une borne fontaine ( Firaiana VI )



## **1 CONTEXTE INSTITUTIONNEL**

Cette partie est l'application de ce qui est mentionnée dans le code de l'eau.

### **1.1 Code de l'eau**

L'eau est un élément vital pour tout être vivant. Sa mise en valeur ainsi que sa protection sont nécessaires.

La loi n° **98-029** portant code de l'eau a été adoptée par l'Assemblée Nationale en sa séance du 19 décembre 1998.

Ce code a surtout pour objet :

- la domanialité publique de l'eau.
- la gestion, la conservation et la mise en valeur des ressources en eau.
- l'organisation du service publique de l'eau potable et de l'assainissement collectif des eaux usées domestiques.
- la police des eaux.
- le financement du secteur de l'eau et de l'assainissement.
- l'organisation du secteur de l'eau et de l'assainissement.

Il comprend 84 articles repartis en sous section dans des sections titrés.

### **1.2 Les intervenants du secteur**

Des organismes ainsi que des associations ont contribué à la réalisation et aussi à la gestion des AEP à Madagascar.

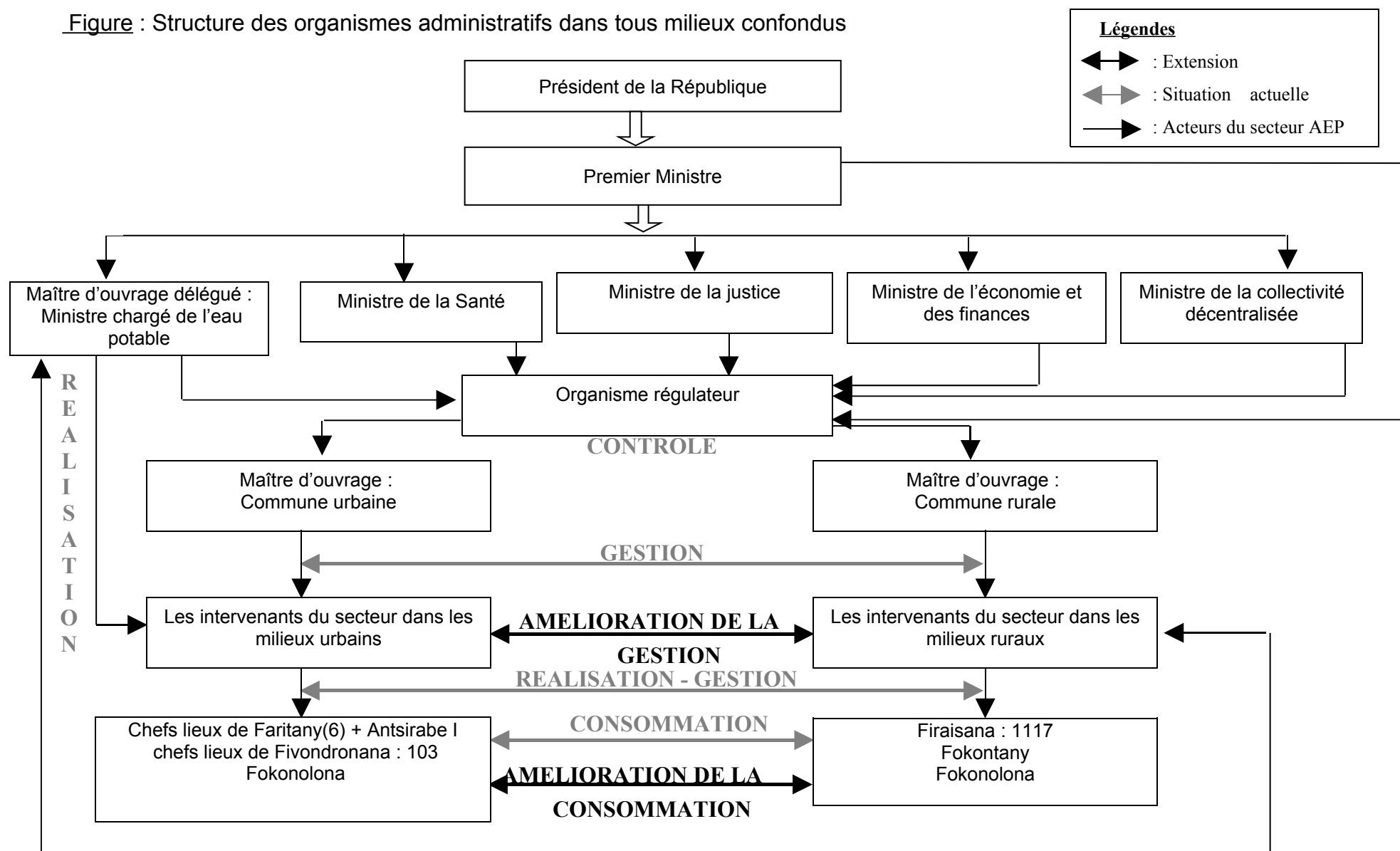
Pour les milieux urbains, il y a :

- la JIRAMA,
- le MEM,
- le projet IPPTE,
- le projet « dotation pour les collectivités décentralisées »,
- l'ANAE,
- l'ONG TARATRA,
- l'AES,
- l'Entreprise « SANDANDRANO »,
- l'association FAMONJENA,
- l'association « MIARINTSOA »

Pour les milieux ruraux :

- la JIRAMA,
- le MEM,
- le PAEPAR,
- l'AEPSPE,
- le projet « 150 forages dans le Sud »
- le projet IPSTE,
- le projet « développement des eaux souterraines dans la région Sud Ouest »
- le projet « dotation pour les collectivités décentralisées »
- l'ANAE,
- l'ONG TARATRA,
- FIKRIFAMA,
- CARITAS,
- SAF FJKM
- La « COMPOSANTE EAU » du programme de « mise en place des moyens d'existence durable »
- Le FID
- Le PGED,
- AIDE et ACTION
- L'ONE,
- SAHA,
- L'AES
- L'association « FAMONJENA »
- L'association « MIARINTSOA »
- CARE
- BRGM
- PSDR
- CGDIS

Figure : Structure des organismes administratifs dans tous milieux confondus



### **1.3 Rappel des définitions**

#### **1.3.1 Maître d'ouvrage délégué**

C'est un membre de l'Etat Central (Ministre chargé de l'eau potable) qui exerce les responsabilités incombant aux maîtres d'ouvrage durant une certaine période lorsque ceux-ci ne satisfont pas aux critères de capacités définis par décret.

#### **1.3.2 Maître d'ouvrage**

C'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.

#### **1.3.3 Organisme régulateur**

C'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 d'une personnalité morale et de l'autonomie financière. En cas de besoin, dans l'exécution de sa mission, il peut consulter les administrations et organismes concernés.

### **1.4 Rôles des administrateurs**

- le Président de la République est le premier Homme d'honneur du secteur, toute activité que ça soit technique, théorique ou financière doit être établie sous ses ordres.
- le Premier Ministre ainsi que les Ministres de l'Energie et des Mines, de la Santé, de la Justice, de l'Economie et des Finances et de la Collectivité décentralisée doivent nommer par décret pris en conseil des ministres les 7 membres du Conseil de l'organisme régulateur selon leurs compétences spécifiques.

Ainsi :

- une personne compétente en matière d'ingénierie en système 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 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 système est proposé par le Ministre chargé de l'Eau Potable.



- l'organisme régulateur est chargé :
  - 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 collectif des eaux usées domestiques.
- les communes assurent la gestion des infrastructures actuelles que ce soit au niveau de l'eau potable ou au niveau de l'assainissement
- les *Fokonolona* se sont jusqu'à présent contentés de consommer gratuitement sur les bornes fontaines et en payant sur les BP

Dans le contexte technique seront définies les techniques à adopter pour améliorer la situation dans ce secteur.

## **2. CONTEXTE TECHNIQUE**

La gestion des systèmes n'est pas parfaite à Madagascar. Dans ce chapitre, nous avons essayé de donner des techniques d'amélioration sur le mode de gestion des infrastructures ainsi que sur la distribution d'eau potable proprement dite.

### **2.1 L'Entreprise Sandandrano**

La SANDANDRANO est une entreprise intervenant dans les domaines de Recherches et Application en Hydraulique Urbaine. Elle est gérée par un professionnel expérimenté dans le domaine de l'hydraulique et de l'assainissement.

C'est une entreprise concessionnaire de distribution en eau collective lorsque cette dernière est produite et traitée par la JIRAMA ; elle en est la première à Madagascar. Mais d'ailleurs, elle n'est pas restée dans ce domaine mais elle s'étend aussi dans les activités de génie civil tels que construction et réhabilitation des bâtiments publics ou privées, dans les voiries et réseaux divers tels que, aménagements de voiries, parking, terrassement, et ouvrages métalliques.

Sabotsy Namehana est la première commune signant un contrat de concession de BF et de Lavoires communes avec SANDANDRANO en 1998. Depuis cette date, le système fonctionne au grand bénéfice de tout le monde.

Le contrat de concession est d'une durée de 7 années renouvelable après évaluation des résultats de la gestion du concessionnaire et du respect de ses obligations contractuelles. L'esprit général de cette concession repose sur les points suivants :

- assurer un service permanent et de qualité de distribution d'eau potable suivant des tarifs et horaires approuvés par la mairie
- créer des emplois au niveau local
- mettre en place une gestion rationnelle de BF et Lavoires

- s'appuyer sur l'esprit de la réforme en cours de discussion à cette époque.

## **2.2 Solution proposée pour améliorer la gestion**

Notre nouvelle stratégie n'a qu'un seul et unique but : **quitter la mauvaise gestion utilisée avant et appliquer une nouvelle gestion plus meilleure et plus efficace**. Beaucoup de choses vont changées, d'abord au niveau du secteur, et ensuite au niveau de l'économie.

### **2.2.1 Au niveau du secteur**

La nouvelle gestion que nous avons proposée consiste à :

- **rendre les BF payantes** avec un prix abordable pour la population selon les Articles 54 et 55 du Code de l'Eau. Ce sera bénéfique pour les gestionnaires. Dans certaines régions d'Antananarivo ceci est déjà adopté : le litre de l'eau potable de la JIRAMA est vendue à 5 Fmg. Dans le cas des eaux non traitées ce prix peut diminuer.

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

- L'accès au service public de l'eau, que ce soit aux points d'eau collectifs ou aux branchements individuels, est payant ;
- Pour chaque système d'eau et 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. »

Article 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. »

- Créer des entreprises privées ou semi privées s'occupant de la gestion uniquement : la vente, l'entretien des infrastructures, et les réhabilitations que ce soit en milieu rural ou en milieu urbain. Ceci peut se faire par province, par *Fivondronana*, par *Firaisana* ou même par *Fokontany* selon les moyens des investisseurs. Le marché peut suivre les étapes suivantes :
- Abonnement auprès de l'organisme distributeur tel que la JIRAMA.

- Construction de quelques nombres de BF et considération de l'eau potable comme une marchandise.
- Obtention de l'agrément de la commune et paiement des taxes de tout genre correspondant à ce marché.

En général, cette nouvelle stratégie s'approche de la privatisation des BF. Ceci va améliorer le secteur. La population ne sera plus en manque d'eau et l'entretien ainsi que la maintenance des BF n'en seront que meilleurs.

### 2.2.2 Au niveau de l'économie

Cette nouvelle gestion va diminuer la charge des communes. Ce sera aussi une source d'argent grâce aux taxes payées par les investisseurs.

L'investissement de l'Etat se limitera donc sur l'installation des infrastructures primaires et les branchements particuliers qui seront ensuite remboursés par les frais de consommation privés des abonnés et les BF seront à la charge des entreprises privées.

Cette nouvelle gestion peut être assurée par des Ingénieurs hydrauliciens sortants. Nous pouvons dire que notre projet est alors une solution du chômage.

D'après nos recherches, 6 chefs lieux de Faritany, 96 chefs lieux de Fivondronana et 1117 chefs lieux de Firaiana ont besoin de cette nouvelle gestion lorsque les dessertes atteignent 100% dans toute Madagascar.

Tableau 30: Nombre de BF ayant besoin d'une gestion en milieu urbain

	2005	2010	2015
Nombre de BF	4065	6556	7526

#### ❖ Gestion intérieure

Pour un organisme gérant les BF d'une région, il doit recruter obligatoirement des gens assurant la fonctionnalité complète de ces infrastructures :

- Un contrôleur : un contrôleur peut s'occuper de 15 BF. Il a, pour fonction, la vérification des compteurs, l'entretien et maintenance des BF, gestion des recettes et dépenses....Il doit posséder des diplômes (au moins BACC+2ans).
- Un fontainier : un fontainier s'occupe d'une seule BF car c'est le vendeur d'eau. Il est plus avantageux de recruter des fontainiers de la région pour diminuer les dépenses.

En 2015, on estime que le nombre de chômeurs va diminuer d'au moins 8000 personnes à part les gens dans l'administration tels que les secrétaires, les comptables, les techniciens.....

### **2.3 Charges de l'Entreprise concessionnaire**

En général, les charges d'exploitations annuelles sont estimées à **60% du chiffre d'affaire** de l'Entreprise concessionnaire.

Mais en entrant un peu plus dans les détails, voici les charges de l'Entreprise proprement dite :

- les coûts de maintenance sont passés de 1,5 à 5%.
- le gestionnaire verse une redevance mensuelle à la mairie sur la vente de l'eau. Celle-ci est calculée par BF et en fonction du volume mensuel vendu. Pour faire simple, cette taxe correspond à ce jour à environ 1% des ventes d'eau.
- le gestionnaire est exonéré de tout impôt, droits et taxes de toute nature. Il bénéficie en particulier de l'exonération de redevance pour rejet d'eaux usées vis-à-vis de la JIRAMA.
- les taxes
  - patente : 300.000Fmg par an
  - TST : 5%
  - redevance : 1%
  - timbre : 0,05Fmg par m<sup>3</sup>

Le prix de vente de l'eau est de **5Fmg par litre** et est fixé conjointement avec la mairie.

## **3. CONTEXTE FINANCIER**

Qui dit financement sous entend automatiquement bailleurs de fonds. Pour les pays pauvres tel que Madagascar, les grands projets ne pourront jamais marcher sans l'intervention des investisseurs étrangers. Il y a plusieurs sortes de bailleurs travaillant dans notre secteur. En 2003, les organismes investisseurs sont :

### **3.1 Dans le milieu rural**

Nous avons neuf sortes de bailleurs utilisant leur argent dans le secteur de l'eau potable en milieu rural.

#### **3.1.1 La Banque mondiale**

La Banque Mondiale finance le secteur eau et assainissement à travers la cellule de projet PAEPAR, un programme défini sous la tutelle du MEM, qui assure l'extension de la couverture des besoins en eau potable dans les zones rurales de Madagascar. Et d'autre part elle intervient aussi dans le projet de plusieurs agences d'exécution telles que le FID et l'ANAE.

### 3.1.2 L'AFD

Ceci ne tient pas une principale place dans le financement de l'approvisionnement en eau potable dans le milieu rural mais il intervient uniquement dans ce domaine comme mesure d'accompagnement d'autres projets.

### 3.1.3 La GTZ-KFW

Elle intervient dans la province d'Antsiranana à travers le projet « GreenMad »

### 3.1.4 La BAD

C'est l'un des principaux bailleurs de l'AES travaillant particulièrement dans les zones des socles.

### 3.1.5 L'USAID

Il se spécialise surtout dans le domaine de l'environnement. Dans le secteur eau et assainissement le programme de l'ONG CARE représente ce bailleur. Il réalise la construction des infrastructures et intervient souvent dans le projet de réhabilitation de réseau d'eau.

### 3.1.6 Le PNUD

Il finance en particulier l'approvisionnement en eau dans le sud tel que la mise en place de 150 forages. Mais lors de la réalisation du Code de l'Eau et de ces décrets d'application, il était aussi un grand appui pour les rédacteurs.

### 3.1.7 L'Union Européenne

Elle travaille à travers le FED pour le financement de plusieurs projets d'hydraulique villageoise jusqu'en 1995.

### 3.1.8 La JICA

La coopération japonaise finance un important projet d'exploitation des eaux souterraines dans la région du sud-ouest. Elle est également intervenue dans le Grand Sud pour l'adduction en eau potable par conduite dans les Fivondronana de Tsihombe et Beloha

### 3.1.9 L'Inter Coopération Suisse

Celle-ci travaille à Madagascar à travers l'organisation SAHA dans le domaine rural par le biais du programme de développement rural (PDR). Pour sa part elle contribue à la réduction de la pauvreté et à l'amélioration des conditions de vie en milieu rural particulièrement dans les zones d'Imerina, de Betsileo et de Menabe.

### **3.2     *Dans le milieu urbain***

Dans le cas des milieux urbains, les projets financés par les bailleurs constituent particulièrement les travaux de réhabilitation et d'extension des infrastructures. La société JIRAMA est la plus compétente dans ce domaine, de plus elle est reconnue mondialement par l'OMS comme étant la meilleure en matière de traitement d'eau potable c'est pourquoi elle a l'agrément de celle-ci, comme l'Institut Pasteur, de créer un laboratoire d'analyse d'eau brute.

De ce fait, on a juste pris en compte les bailleurs finançant les projets de la JIRAMA actuellement. Comme étant une société d'Etat, elle n'obtient ses financements que par l'intermédiaire des ministères. Les principales actions des bailleurs dans le secteur de l'eau potable en milieu urbain sont donc :

#### **3.2.1   La BEI**

C'est un projet de 5 ans nécessitant 4 millions d'Euro et qui a débuté vers l'année 1998. La BEI a participé dans le projet de renforcement du système d'AEP à Antsirabe. C'est le seul financement qu'elle a donné pour Madagascar.

#### **3.2.2   L'AFD**

Cette agence a assuré la réhabilitation de la zone rurale et urbaine d'Antananarivo avec un fond de 25 millions FF. Elle a commencé en 2000 et va se terminer en 2004.

#### **3.2.3   La BADEA**

C'est un nouvel bailleur se lançant dans le domaine de l'AEP. Elle va aussi financer la province d'Antananarivo dans les Fivondronana de Manjakandriana et Ambalavao. Ce sont des projets qui viennent de commencer avec un fond de 5,2 millions US\$.

#### **3.2.4   Le KFW**

Comme la BADEA c'est aussi un nouvel bailleur dans le domaine de l'AEP urbaine qui va financer la province de Mahajanga avec un fond de 600.000 Marks.

## Chapitre 3 : IMPACT DU PROJET SUR LE SECTEUR ASSAINISSEMENT

Les deux secteurs eau potable et assainissement sont complémentaires. Dans ce chapitre, nous allons voir l'impact du projet sur l'assainissement à Madagascar. Notre objectif étant le renforcement des systèmes d'AEP à Madagascar. Nous avons essayé de répondre à la question suivante : **quelle stratégie peut-on adopter pour que ces deux secteurs soient vraiment complémentaires ?**

### 1. SITUATION ACTUELLE DE L'ASSAINISSEMENT

Pour l'assainissement, les données pouvant être utilisées sont obtenues par l'EPM 99 et le MICS 2000 qui sont des documents rédigés après des enquêtes effectuées auprès des ménages. Le taux d'accès en est fonction.

Tableau 31: Taux d'accès des ménages aux infrastructures d'excrétas de 1999 à 2000

	1999	2000	2001
Milieu rural	41,7%	52,2%	Non disponible
Milieu urbain	74,4%	87,3%	Non disponible
Madagascar	50%	58%	Non disponible

### 2. EFFETS CAUSÉS PAR L'ACCROISSEMENT DES DESSERTES EN AEP SUR L'ASSAINISSEMENT

On ne peut parler d'approvisionnement en eau sans parler d'assainissement. Notre projet envisage une augmentation de la desserte en eau potable, d'ici 2015, à 50% au minimum et à 100% au maximum de sa valeur en 2001 dans le milieu urbain et à 5 fois plus de celle-ci dans le milieu rural.

Obligatoirement la desserte en assainissement devra être proportionnelle à la desserte en approvisionnement pour éviter un déséquilibre entre eux, qui peut entraîner les effets suivants :

- les réseaux d'évacuation des eaux usées ne suivront plus les besoins de l'agglomération. Ces eaux sales vont être jetées dans les rues ou n'importe où. Cela peut créer non seulement, des problèmes sociaux mais aussi peut être une source de pollution.
- la multiplication de BF nécessite de nouveaux systèmes d'assainissement, les ouvrages existants, déjà obsolètes, ne sont plus suffisants.
- on doit aussi penser aux rejets des eaux usées surtout pour le cas d'Antananarivo Renivohitra.

### **3. SOLUTION AVANCÉE POUR AMÉLIORER LE SECTEUR D'ASSAINISSEMENT**

L'augmentation du taux d'accès en AEP est proportionnelle avec celle de l'assainissement. Pour garder un équilibre entre ces deux secteurs, il faut les tenir compte en même temps.

Actuellement, il y a des problèmes comme l'insuffisance des infrastructures (cas de l'AEP) mais aussi le problème de rejet surtout dans les milieux urbains en particulier les chefs lieux de Faritany.

Ceci est pris en charge par la commune. Elle semble être trop lourde pour certaines régions. Lorsque le budget donné par l'Etat central est insuffisant, la commune doit se satisfaire de la taxe d'assainissement payée par les consommateurs particuliers d'eau potable lors de la facturation.

Dans notre cas, nous allons surtout nous étaler sur le problème de rejet. Voici une idée qui pourra être une résolution à ce problème :

- création d'un organisme s'occupant de l'assainissement particulièrement dans chaque région urbaine. Pour Antananarivo Renivohitra, le SAMVA s'en sort bien dans la gestion des infrastructures en assainissement.
- paiement des frais de rejet par les utilisateurs selon leurs types d'activité en obéissant aux articles 54 et 55 du Code de l'Eau
- récupération des eaux usées

#### **3.1 Gestion administrative de l'assainissement**

En ce moment la plupart de la gestion de l'assainissement urbain est directement gérée par la commune. Ceci entraîne donc un frein au développement de ce secteur car la survie de ces infrastructures n'est assuré que par la surtaxe de 10% de la consommation en eau potable dans les branchements particuliers. Un pourcentage qui ne suffit même pas à l'entretien des ouvrages. Les ouvrages existants n'arrivent plus à satisfaire le besoin de l'agglomération, le nombre d'ouvrages est insuffisant alors que les rejets ne cessent d'augmenter.

Dans le cas d'Antananarivo Renivohitra la commune a créé un organisme : le SAMVA se spécialisant dans le domaine de l'assainissement. Cet organisme a pour objectif de résoudre tous les problèmes pouvant nuire à l'existence de ces ouvrages ou entraîner l'insuffisance de ces derniers.



### 3.1.1 Le SAMVA

La loi 95 035 a établi la création d'un service s'occupant de la gestion des déchets liquides et solides de la ville d'Antananarivo.

Un organisme collaborant avec la commune urbaine a donc été créé : le SAMVA, qui, par l'aide financier de la Banque Mondiale, gère le dépôt des déchets solides ainsi que les réseaux d'assainissement existants dans toute la ville. C'est un service autonome qui vit de la taxe de 10% reçu lors de la facturation de la consommation d'eau potable.

La responsabilité du SAMVA est donc :

- Pour les déchets solides
  - le transport des déchets vers ces lieux de rejets
  - l'entretien des moyens de transport
  - le nettoyage des bacs à ordures
  - la gestion des ordures jusqu'à son arrivée à l'usine de compostage
- Pour les déchets liquides
  - les prétraitements des eaux usées : dégrillage, dessablage
  - le curage des ouvrages existants
  - la gestion des stations de pompes des eaux usées
  - l'entretien des matériels utilisés

Le SAMVA gère, environ 50km de réseau d'assainissement dans la ville d'Antananarivo.

### 3.1.2 Nouvelle création

Nous proposons que la création d'un organisme comme SAMVA est une bonne idée pour résoudre les problèmes d'assainissement urbain à Madagascar car la commune ne réussira jamais à tout mettre en ordre, en tenant compte que l'assainissement est l'un des secteurs qui demande le plus d'attention.

Ces nouvelles créations peuvent s'accompagner de celles de l'adduction d'eau potable si on veut avoir un parfait équilibre entre l'accroissement des dessertes de ces deux secteurs.

## **3.2 Frais de rejet**

La taxe d'assainissement payée par les consommateurs particuliers d'eau potable n'est pas du tout suffisante. Dans ce cas, nous devons chercher d'autres moyens pour augmenter le budget d'assainissement. Ce budget concerne uniquement l'entretien. Pour l'extension, ce sera un autre budget.

Le processus à suivre est le suivant :

- Conformément à l'article 54 du code de l'eau, la redevance communale payée par les gestionnaires doit être utilisée pour l'assainissement.
- d'autre part les abonnés par BP doivent toujours continuer de payer la taxe mentionnée dans leur facture mais la majoration de 50% de la taxe d'assainissement citée par la loi 95-035 devrait être appliquée aux gros pollueurs (grand restaurant, station d'essence).
- l'organisme responsable doit aussi facturer les rejets des grandes industries dans les rivières, lacs, étangs ou mer telles que les tanneries, les fermes, les abattoirs,.....

### **3.3 Récupération des eaux usées**

Lorsque le projet d'augmentation des dessertes sera réussi, pour la protection de l'environnement, il faut penser à diminuer les rejets qui, bientôt, seront beaucoup plus abondants qu'avant. Le traitement des eaux usées avant le rejet ou leur recyclage peuvent être envisagés. Ces derniers sont applicables dans les milieux urbains où les lieux de rejets sont étroits.

#### **3.3.1 Les procédés de traitement des eaux usées**

En milieu urbain, après la réussite de ce projet, nous ne pouvons plus se satisfaire des traitements naturels des effluents, qui ne sont valables que pour une certaine quantité d'eaux usées. Nous devons utiliser des procédés artificiels pour éviter le risque de pollution l'environnement (mort des êtres vivants dans l'eau de rejet, mauvaise odeur, source de maladie...)

Les impuretés contenues dans les eaux usées comprennent des matières minérales et organiques : les matières dissoutes ou semi dissoutes dans l'eau sont en plus forte proportion, les matières non dissoutes (décantables, en suspension, flottantes) sont entraînées en partie par le courant liquide. Il y a aussi les micro-organismes, en particulier les bactéries qui se nourrissent des matières organiques. Ces bactéries sont à l'origine de la mauvaise odeur et des fermentations putrides.

En vue d'éliminer les diverses impuretés des eaux usées, il y a toute une gamme de dispositifs :

- Pour les matières en suspension grossières : les tamis et les grilles.
- Pour les matières décantables grossières : les dessableurs.
- Pour les graisses, les huiles et les matières flottantes de même nature : les séparateurs de graisse ; les bassins d'écumage ; les bassins de précipitation chimique ; les filtres à sables.
- Pour les matières dissoutes, semi dissoutes (colloïdales), et pour les matières organiques en suspension très fines, les installations biologiques notamment :
  - les lits bactériens
  - les étangs et les lacs pour eaux usées
  - les bassins de boues activées
  - les fosses septiques

- contre les infections épidémiques et les odeurs : le chlore ou d'autres produits chimiques ; dans une mesure limitée, les installations d'épuration biologique.

### 3.3.2 Valorisation des eaux usées

Elle peut être appliquée à la fois en milieu urbain qu'en milieu rural. Elle consiste à recycler les eaux usées ou à transformer les produits obtenus lors du traitement en produits utilisables dans d'autres systèmes.

Sur les stations d'épuration commerciales, le gaz produit peut :

- être utilisé pour la transformation des boues dans les digesteurs,
- servir au chauffage des fosses,
- servir à la production de force motrice. L'énergie obtenue suffit pour l'exploitation d'une station biologique tout entière.
- se vendre comme carburant.

Les boues présentent d'une part un certain intérêt pour l'Agriculture: un engrais riche en humus peut être réalisé à partir d'un mélange de boues et d'ordures ménagères. D'autre part les eaux usées prennent aussi une grande valeur au niveau de l'Agriculture grâce à sa teneur en matières dissoutes ou semi dissoutes et en boues non décantées car ce sont des matières fertilisantes qui pourront assurer l'accroissement rapide des productions.

## **1. GÉNÉRALITÉS SUR LE SIG**

### **1.1 Définitions**

Le Système d'Information Géographique (SIG) est :

- a) Une série d'outils puissants qui servent à collecter, à sauvegarder, à extraire, à dessiner et à transformer les données spatiales du monde réel pour différentes utilisations
- b) Un outil qui permet de réunir des informations spatiales de sources les plus diverses, de les numériser, de les rendre comparables, de les combiner, et de les analyser à travers une véritable base de données cartographiques
- c) Un environnement d'analyse multidisciplinaire et spatial offrant des outils de saisie et de gestion d'information sous forme numérique ainsi que des outils d'analyse, de modélisation et de représentation cartographique
- d) Un SIG peut aussi se définir comme un ensemble organisé de matériel, de données géographiques, de personnel compétent et toutes procédures permettant la saisie, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation et la visualisation des informations référencées spatialement grâce à la combinaison d'informations cartographiques et de base de données.

### **1.2 Objectifs**

Le SIG vise trois objectifs précis dont :

- Faire des traitements : croisements des données (superposition, union, intersection...), calculs statistiques, changement de repère
- Fabriquer une carte
- Faire des requêtes sur la base : si longtemps la carte n'a été conçue que comme un archivage d'information sur papier, à l'heure actuelle, le monopole de représentation des informations géographiques est brisé par la forme numérique d'archivage des données.

Le SIG nous permet donc d'améliorer la qualité des données obtenues, d'avoir de nouvelles informations à partir des données de base, de sortir rapidement à temps réel la carte ou les données à partir de l'impression, de faciliter l'accès aux informations et enfin d'obtenir des coûts, délais et main d'œuvre réduits dans la confection des cartes.

### **1.3 Exemple de logiciel SIG : le logiciel Mapinfo**

Ce logiciel est un SIG qui nous permet de créer et de personnaliser les cartes. Il se présente comme un simple logiciel de D.A.O ou de C.A.O mais aussi il est un outil de gestion et d'analyse de données visualisables sous l'angle géographique. C'est le logiciel que nous allons utiliser pour faire la modélisation de notre projet.

## **2. DÉROULEMENT DE LA MODÉLISATION DU PROJET**

On entend par « **modélisation du projet** » l'archivage numérique des données concernant **l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable à Madagascar** ainsi que ses représentations dans une ou plusieurs cartes pour faciliter le renvoi des messages auprès des personnes intéressées mais aussi pour sortir rapidement à temps réel la carte ou les données à partir de l'impression.

Le déroulement de la modélisation se fait sous trois étapes successives :

- La préparation de la carte
- La liaison des données
- L'analyse thématique
- L'impression des cartes

### **2.1 Préparation de la carte**

#### ➤ Numérisation sur écran

On peut exploiter un fichier raster (plan, carte ou photographie scannée) que l'on affiche sur un écran et sur lequel on opère directement la saisie. La numérisation sur écran se fait en deux étapes :

- Scannage des données analogiques (cartes, photo...) suivie d'une ouverture de l'image dans un logiciel SIG capable de gérer des données raster (Mapinfo). L'image va servir de fond, sur laquelle que l'on va dessiner les éléments géographiques dont on souhaite extraire
- Utilisation des fonctions de « dessin » du même logiciel

Cette numérisation peut prendre beaucoup de temps c'est pourquoi on a utilisé la carte BD500 déjà numérisée pour la modélisation de notre projet.

### **2.2 Liaison des données**

#### 2.2.1 Liaison des fichiers

La liaison des fichiers consiste à introduire dans Mapinfo les données sous format Microsoft Excel. Le transfert des données dans le Microsoft Excel vers le Mapinfo se fait à travers l'ouverture de la table DBMS. Le nom de source de données doit être offert dès le début, c'est-à-dire, dans « Microsoft Excel », pour notre cas. Puis parcourir le chemin d'accès vers le fichier à lier et la liaison sera accomplie.

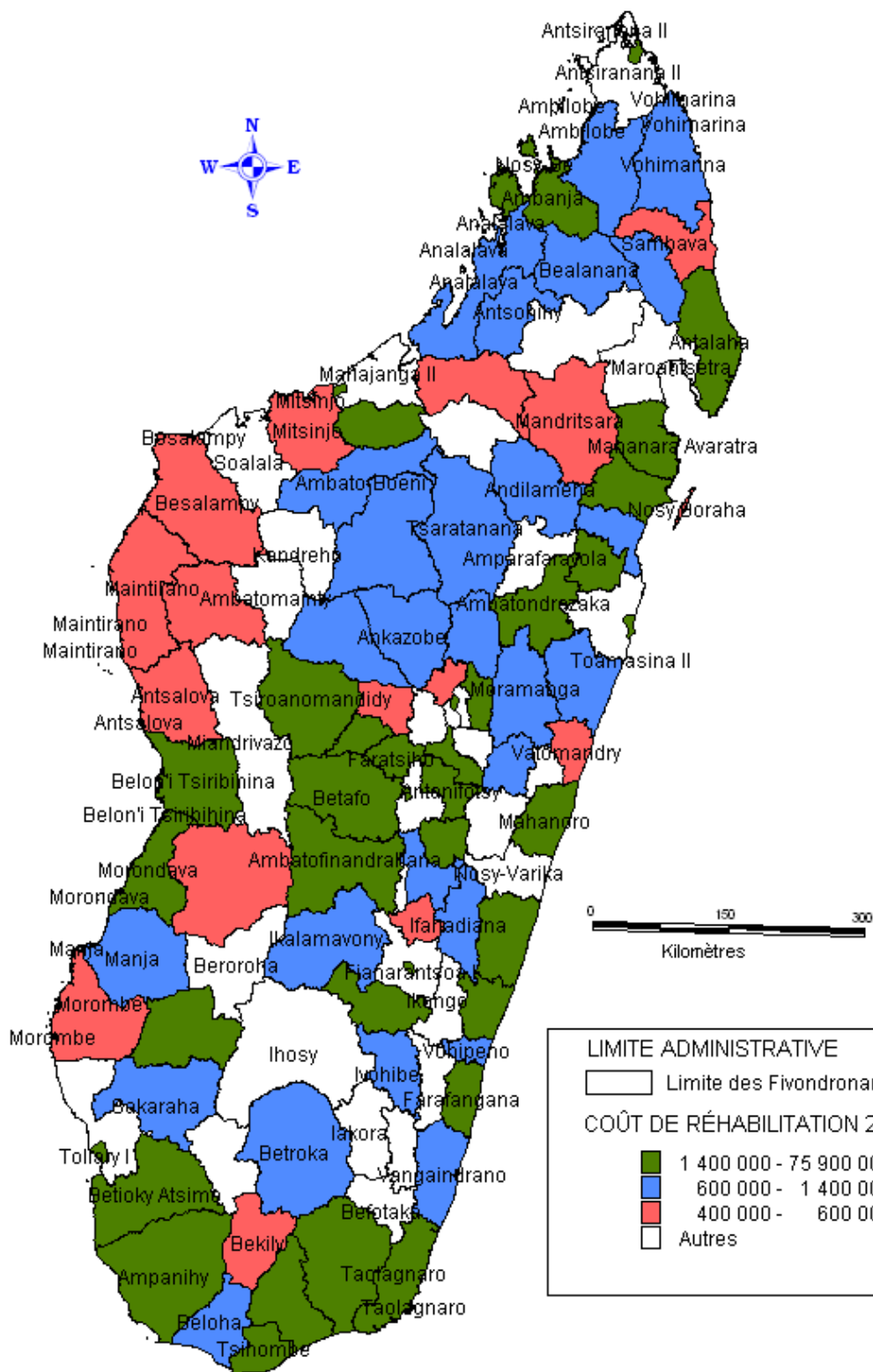
### 2.2.2 Liaison des données

Dans notre cas, on était obligé de parler de liaison de données car on n'est pas passé par la numérisation d'une carte propre à notre projet alors ceci consiste à faire correspondre aux données du BD 500 les données du projet au moins une colonne doit être identique dans ces deux données existantes.

### **2.3 Analyse thématique**

L'analyse thématique d'une carte est définie par l'exposition des données à travers une carte. Ces données peuvent être affichées sur la carte sous forme de rayure ou de couleur comme on le veut mais obligatoirement chaque carte doit toujours être accompagnée par une légende montrant les couleurs correspondant à chaque donnée. Mais pour la rendre plus réelle et utilisable elle doit être aussi représentée sous échelle que nous définissons également et montrons dans celle-ci. Mais avant l'impression, le tout doit être enregistré sous document et ne pourra plus être modifié.

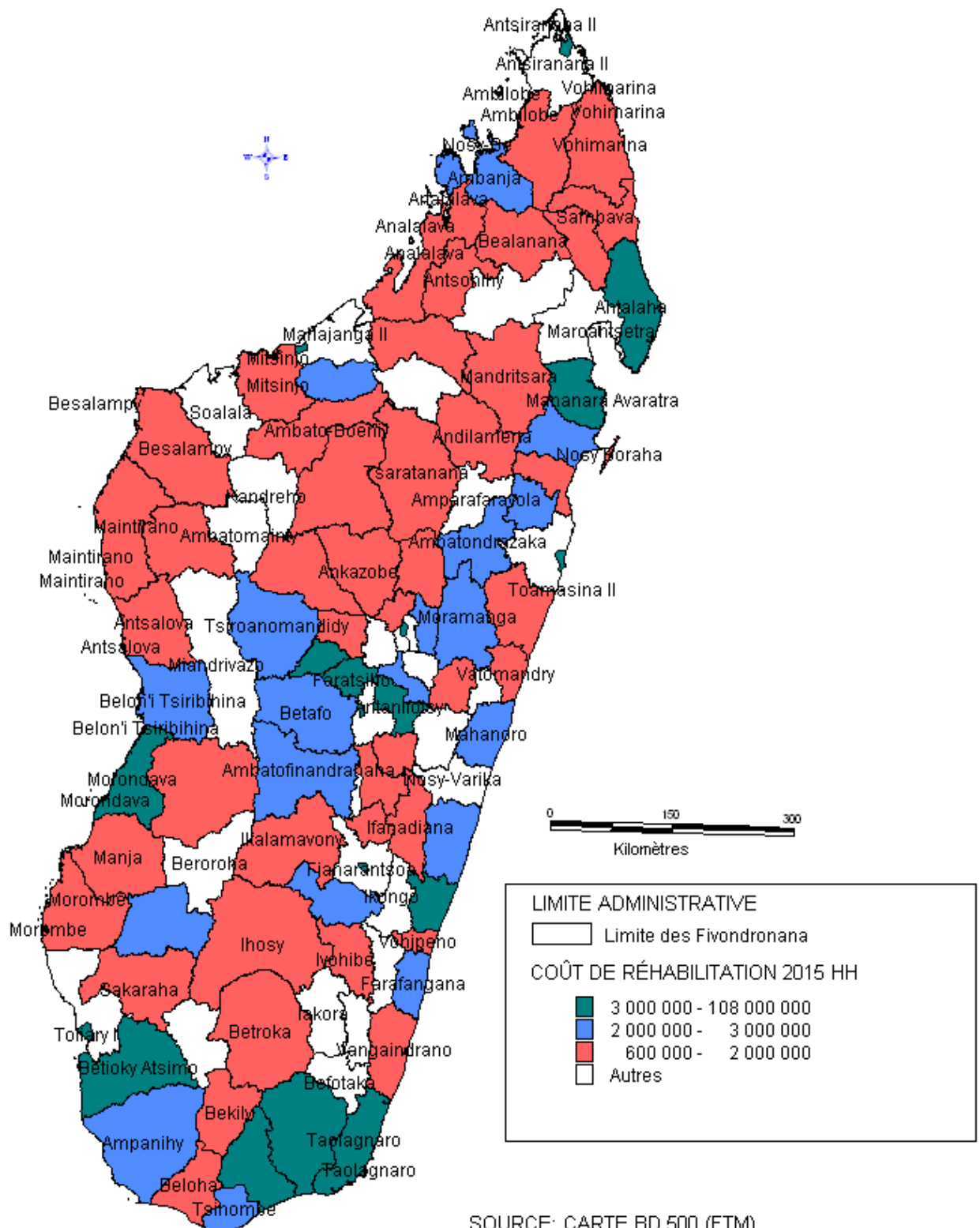
**CARTE 3: COUTS DE REHABILITATION DES SYSTEMES D'AEP EN HYPOTHESE HAUTE ESTIMES POUR L'ANNEE 2010 DANS LES MILIEUX URBAINS DE MADAGASCAR**



Source: BD 500 (ftm)

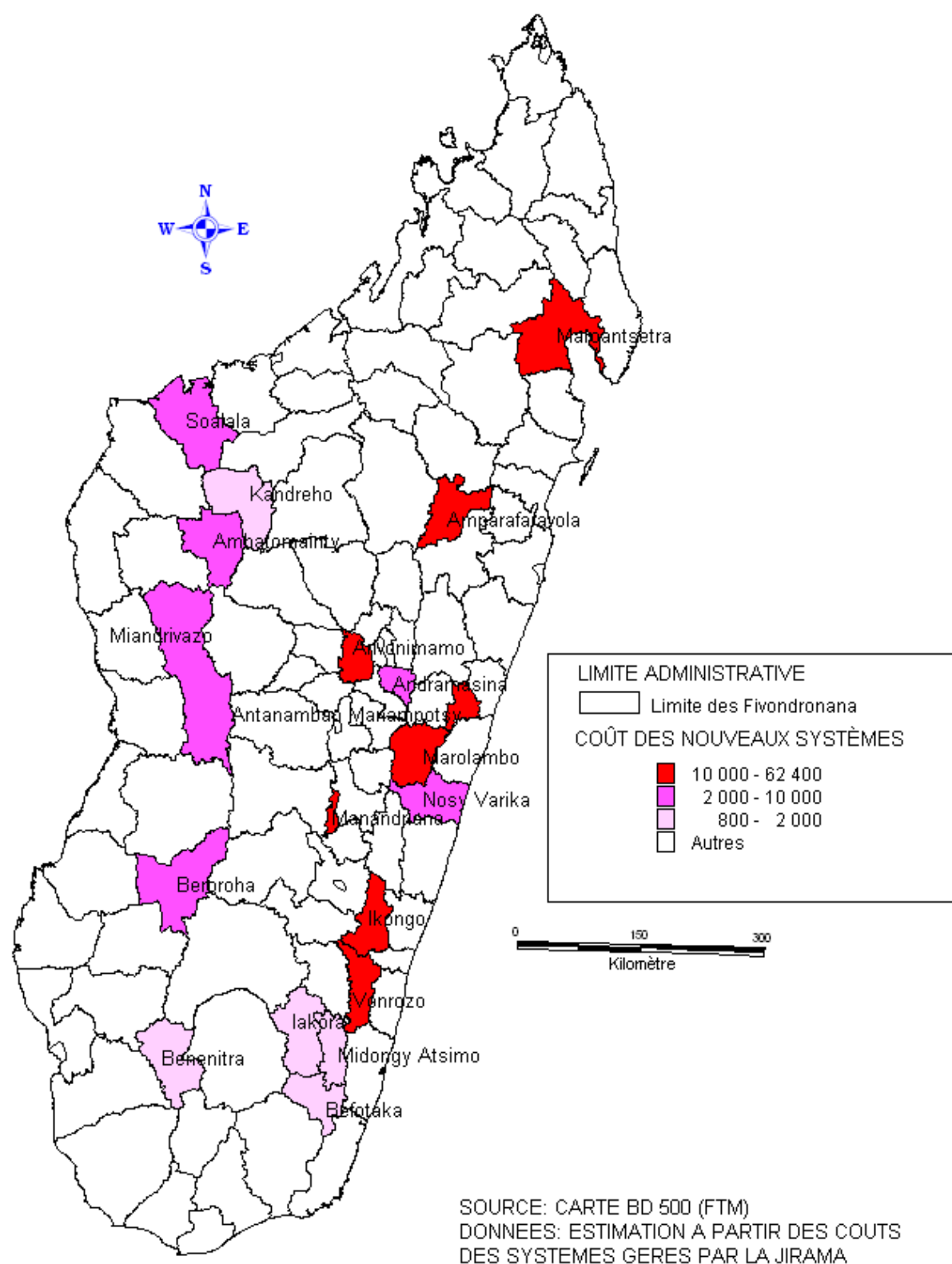
Données: projection des nombres de population à partir du recensement 1993 (INSTAT)

CARTE 4: COÛTS DE RÉHABILITATION DES SYSTÈMES D'AEP EN HYPOTHÈSE HAUTE ESTIMÉS POUR L'ANNÉE 2015 DANS LES MILIEUX URBAINS DE MADAGASCAR





CARTE 5: COÛTS DES NOUVEAUX SYSTÈMES D'AEP DANS LE MILIEU URBAIN EN US\$



## - CONCLUSION -

Madagascar, dit pays pauvre, se réveille actuellement. Dans ce nouveau millénaire, différents projets sont envisagés pour changer le monde malgache, l'améliorer dans tous les domaines et même de lui donner une nouvelle image meilleure dans son développement. Mais comme a dit le Président de la République « Ny miasa miaraka no fanombohana..... » alors ce mémoire fait partie de notre participation au développement de notre cher pays.

Etant Hydraulicienne de formation, notre contribution à l'accroissement économique de Madagascar s'intéresse particulièrement au développement du secteur de l'eau et de l'assainissement.

Ce présent document a présenté un aperçu général de la situation actuelle du dit secteur qui semble un peu désastreuse. Compte tenu de cet état de lieux, et des objectifs ambitieux fixés par le gouvernement pour l'amélioration de ce secteur, les objectifs spécifiques suivants sont proposés :

- l'augmentation économique doit être proportionnelle à l'accroissement démographique pour avoir une bonne stabilité impliquant le développement du pays
- la politique de gestion des infrastructures doit connaître une nouvelle image pour que les bénéficiaires ne souffrent pas de manque d'eau. Conformément au Code de l'eau la privatisation des BF est envisageable et la notion de gratuité de l'eau devra être supprimée incessamment.
- le financement des réhabilitations ainsi que les renforcements de la plupart des systèmes existants sont étudiés dans ce présent rapport. Les éléments financiers dans ce mémoire sont une plaidoirie que tous les responsables du secteur peuvent discuter avec les bailleurs.
- après avoir résolu les problèmes de desserte en eau potable, il faudrait voir aussi ceux des assainissements qui constituent une priorité tout autant que la première: les lieux de rejets ne suffiront plus pour les milieux urbains alors pour éviter les gaspillages, on envisage de recycler les eaux usées ; de même pour les milieux ruraux, on peut aussi réutiliser ces déchets dans les agricultures après les avoir transformés.
- Mais malgré l'évolution de la technologie actuelle, on peut tout voir d'un seul coup sans feuilleter toutes les pages grâce au logiciel SIG : toutes les données sont figurées dans des cartes de Madagascar et sont disponibles sur fichier informatique privé.

Tout a été planifié dans ce mémoire quand il s'agit de réhabilitation ou de renforcement de système d'AEP dans les toutes les régions de Madagascar. Les responsables concernés n'auront plus qu'à prendre des décisions dans la desserte en eau potable et aussi en assainissement dans une telle ou telle région située à Madagascar, comme son titre l'indique ce présent rapport est un « **ELEMENTS DE DECISION POUR LE DEVELOPPEMENT RAPIDE, EFFICACE ET DURABLE DE L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE ET DE L'ASSAINISSEMENT A MADAGASCAR** ».

## BIBLIOGRAPHIE

- René BATTISTINI, Paul LE BOURDIEC, Françoise LE BOURDIEC - Atlas de Madagascar – Association des géographes de Madagascar, Laboratoire de Géographie
- René BATTISTINI, J.M HOERNER - Géographie de Madagascar - EDICEF, SEDES
- BDE - 1993 - Recensement général de la population et de l'habitat : Résultats préliminaires
- J. BONTOUX – Introduction à l'étude des eaux douces – CEBEDOC EDITEUR, lavoisier TEC et DOC
- BURGEAP, Etudes et Conseils Plus, Ministère de l'Energie et des Mines, Direction de l'Eau et de l'Assainissement, Bureau de Projet PAEPAR – 2003 – Assistance à l'Elaboration du Document de Politique de Développement du Secteur Eau et Assainissement en Milieu Rural
- Cellule Technique – 2003 - Document de Stratégie pour la Réduction de la Pauvreté – STA
- Pierre CHAPERON, Joël DANLOUX, Luc Ferry, DMH, CNRE – Fleuves et Rivières de Madagascar – Edition ORSTOM
- Dans les Média Demain – 1999 – Accès à l'Eau Potable : les bornes fontaines bientôt payantes
- Direction de la Démographie et des Statistiques Sociales – 2001 – MICS 2000 – INSTAT
- FTM – 2002 – Carte de Madagascar : divisions administratives, climat, carte physique – FTM
- Karl R. IMHOFF – 1970 – Manuel de l'Assainissement Urbain – Cinquième Edition DUNOD
- INSTAT – 2003 – EPM
- Ministère de l'Energie et des Mines – 1999 – Code de l'Eau



- Ministère de l'Energie et des Mines – 2002 – Tableau de Bord Social « Secteur Eau et Assainissement »
- OTH – 1975 – Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement de Tananarive Tome VII – OMS
- OTUI – 1997 – Amélioration de l'Alimentation en Eau Potable des 13 Centres (Résumés des Faisabilités)
- Maurice POSTEL et Francis Durieux – Technique de l'Ingénieur
- Projections et Perspectives Démographique – 1997 – Recensement Général de la Population et de l'Habitat, Volume 2, Rapport d'Analyse Tome VIII
- Mamy RABARIMANANA – 1998 - Le système d'Information Géographique – CFSIGE
- RAKOTOSON Solofo, RALIJAONA Andry, RANDRIAMAHALEO Tovo – 2002 – Les Défis d'un développement durable – Edition CERIC s.a.r.l
- RAZAFINRAZAKA Barison – 2001 – Tableau de Bord Eau Potable – JIRAMA
- SANDANDRANO – Fiche Technique
- [marina. raf. free. fr/géographie. htm](http://marina.raf.free.fr/géographie.htm)
- [WWW. nomade. tiscali. fr/cat/voyage\\_géographie/pays\\_régions/afrique/madag](http://WWW.nomade.tiscali.fr/cat/voyage_géographie/pays_régions/afrique/madag)
- [http: // WWW.city population. de/Africa.htm](http://WWW.citypopulation.de/Africa.htm)
- [WWW.inist. fr/ pabiomed/ p\\_mdg.htm](http://WWW.inist.fr/pabiomed/p_mdg.htm)
- [www.alovelyworld. com/ web madag/ lien/ madagea.htm](http://www.alovelyworld.com/web/madag/lien/madagea.htm)



**Nom et prénom** : ANDRIAMANANTENA Lucia Dorès  
**Titre** : Eléments de décision pour le développement rapide, durable et efficace de l'alimentation en eau potable et de l'assainissement à Madagascar  
**Nombres de page** : 120  
**Nombres de tableaux** : 31  
**Nombres de photo** : 9  
**Nombres de carte** : 5

## **- RESUME -**

Le but fondamental de cet ouvrage est de permettre à tout organisme ou individu, intéressé au développement de Madagascar dans le domaine de l'AEP ou de l'Assainissement, de faciliter leur tâche et surtout leur servir d'étude préliminaire surtout au niveau des financements.

Après des études diagnostics sur la situation actuelle du secteur à travers les données sur le milieu naturel et humain et sur les infrastructures existantes, nous pouvons dire que la gestion des infrastructures a besoin d'être revue, l'étude du financement des réhabilitations ainsi que les renforcements de ces deux systèmes doivent être disponible à tout moment.

Comme a dit un journaliste malgache dans un revu « **personne à Madagascar n'aura bientôt plus accès à l'eau potable, à titre gracieux. Même les usagers des bornes fontaines devront payer !** ». Rendre les BF payantes était la meilleure solution pour avoir la bonne gestion de ces infrastructures publiques. Cette nouvelle politique vise surtout à assurer un service universel de l'approvisionnement en eau. Néanmoins, tout le monde devra désormais participer : ce ne sont plus ceux qui disposent de branchement individuels qui supportent les coûts de dépense des autres, en plus les communes n'auront plus les moyens d'entretenir ni de maintenir ces infrastructures.

**Les coûts de réhabilitation par habitant des systèmes dans les milieux urbains** varient environ entre **55 et 97US\$** avec 1US\$ est égal à 7009,06Fmg ou 1401,81 ariary tandis que **les coûts par habitant des nouveaux systèmes dans tous milieux confondus tournent autour de 140.000Fmg à 1.955.000Fmg.**

Ceci est un ouvrage d'initiation, muni de valeurs standard et estimées mais les hypothèses sont bien réelles tirées dans des faits existants et des études antérieures. Il ne saurait remplacer les ouvrages spécialisés mais il donnera un bon coup de main à celui qui en aura besoin dans le domaine de l'AEP et de l'Assainissement.

**Mots clés** : Alimentation en eau potable, Assainissement, Borne fontaine, Branchement particulier, Réhabilitation

**Directeur du mémoire** : Monsieur RAZAFINJATO Gérald  
**Adresse de l'auteur** : LOT VF 75 Mahamasina Nord Antananarivo 101 Madagascar  
**Téléphone** : 0320210920