

TABLE DES MATIERES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTES DES CARTES

LISTES DES GRAPHERS

LISTES DES ABREVIATIONS

INTRODUCTION GENERALE.....	1
PARTIE I : OBJECTIFS DU TRAVAIL	3
CHAPITRE 1: CONTEXTE GENERAL.....	5
1 1 - SITUATION AU SEIN DE L'ADMINISTRATION.....	5
1 2 - SITUATION DES POINTS D'EAU EN GENERAL	6
1 3 - SITUATION ACTUELLE DES SYSTEMES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU EN MILIEU RURAL A MADAGASCAR.....	6
1 3 1- LES DIFFERENTS TYPES D'OUVRAGE	6
1 3 2- INVENTAIRE DES SYSTEMES D'ADDUCTIONS D'EAU POTABLE	6
1 4 - SITUATION ACTUELLE DE LA POPULATION RURALE EN MATIERE DE DESSERTE EN EAU POTABLE ..	7
CHAPITRE 2: LES POLITIQUES ET LES OBJECTIFS DU SECTEUR EAU POTABLE	9
2 1 - POLITIQUE DU SECTEUR DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT.....	9
2 2 - STRATEGIES	10
2 3 - PLAN D'ACTION DE LA DEA	10
CHAPITRE 3: OBJECTIFS DANS LA MISE EN PLACE DE TOUT PROJET D'ALIMENTATION EN EAU.....	12
3 1 - ASSURER UN ACCES UNIVERSEL EN MATIERE D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE.....	12
3 2 - ASSURER UN SERVICE EFFICACE ET DURABLE	12
3 3 - PROMOUVOIR UNE PRISE DE RESPONSABILITE CLAIRE DE TOUS LES ACTEURS	12
3 4 - CHANGEMENT DE COMPORTEMENT POUR CHANGER LES CONDITIONS DE VIE.....	13
3 4 1- CHANGEMENT DE COMPORTEMENT AU NIVEAU DE LA PRISE DE RESPONSABILITE ET DE LA PARTICIPATION COMMUNAUTAIRE.....	13
3 4 2- CHANGEMENT CONDITION SANITAIRE ET DE COMPORTEMENT VIS A VIS DE L'HYGIENE CORPORELLE ET DOMESTIQUE	14
3 4 3- CHANGEMENT DES CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES ET DE COMPORTEMENT VIS A VIS DE L'HYGIENE DU MILIEU.....	14
CHAPITRE 4: IMPORTANCE DU TRAVAIL	15
1 1 - OBJECTIFS.....	15
1 2 - IMPORTANCE DE LA BASE DE DONNEES DANS LA POLITIQUE DU SECTEUR EAU.....	15
1 3 - IMPORTANCES DE LA BASE DE DONNEES SUR EXCEL.....	15
1 4 - IMPORTANCES DE LA BASE DE DONNEES SUR SIG	16

PARTIE II : ETUDE SUR L'ADDUCTION EN EAU POTABLE GRAVITAIRE.....	18
CHAPITRE 1: GENERALITES.....	19
1 1 - DEFINITIONS	19
1 1 1- ADDUCTION D'EAU POTABLE	19
1 1 2- L'ADDUCTION PAR POMPAGE	19
1 1 3- L'ADDUCTION GRAVITAIRE :	20
1 2 - LOCALISATION DES AEPG	20
1 3 - LES ORGANISMES OEUVRANT DANS LES AEPG	22
CHAPITRE 2: IMPORTANCE DES AEPG.....	23
2 1 - POINT DE VUE ECONOMIQUE	23
2 2 - POINT DE VUE SOURCE	23
2 3 - ROLE DES AEPG SUR LE TAUX DE DESSERTE	23
CHAPITRE 3: REALISATION DES AEPG	26
3 1 - DONNEES ESSENTIELLES A RASSEMBLER A L'ORIGINE DE L'ETUDE D'ADDUCTION EN EAU POTABLE ..	26
3 1 1- RENSEIGNEMENTS SE REPORTANT SUR LA DEMOGRAPHIE	26
3 1 2- RENSEIGNEMENTS SUR LES BESOINS EN EAU	26
3 1 3- RENSEIGNEMENTS SUR LES SOURCES	26
3 1 4- PLAN DE LA REGION	26
3 1 5- LEVERS TOPOGRAPHIQUES	26
3 1 6- PLUVIOMETRIE ET CLIMAT	27
3 1 7- GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE	27
3 1 8- MAINS D'ŒUVRE ET MATERIAUX LOCAUX	27
3 1 9- TRANSPORT ET MANUTENTION.....	27
3 2 - LA REALISATION DES AEPG	27
3 2 1- APPROCHE VILLAGEOISE	28
3 2 2- BUT	28
3 2 3- ETAPES.....	28
3 2 4- PHASES	28
3 2 5- RESULTATS OBTENUS.....	29
3 2 6- EVALUATION DE L'ORGANISATION COMMUNAUTAIRE POUR L'ENTRETIEN, LA REPARATION ET LE FONCTIONNEMENT DES AEP	30
3 3 - RECHERCHE DES SOURCES	32
3 4 - LES PRINCIPAUX TYPES DE SOURCES	33
3 4 1- TYPES I	33
A) SOURCES ARTESIENNES.....	33
B) LES SOURCES PAR DEBORDEMENT.....	34
C) SOURCES PAR EMERGENCE.....	34

D)	SOURCES PAR DEVERSEMENT.....	35
E)	RESURGENCES	35
3 4 2-	TYPE II.....	36
A)	CELLES QUI REAGISSENT AUX AVERSES ISOLEES DE SAISON SECHE	36
B)	CELLES QUI NE REAGISSENT PAS AUX AVERSES ISOLEES DE SAISON SECHE.....	36
C)	CELLES DONT L'AUGMENTATION DE DEBIT N'INTERVIENT QUE LONGTEMPS APRES LE DEBUT DES PLUIES.....	37
3 5 -	MISE EN PLACE DES CAPTAGES	37
3 5 1-	DEFINITION	37
3 5 2-	LES BUTS PRINCIPAUX D'UN CAPTAGE DE SOURCE	37
3 5 3-	LES CONDITIONS A RESPECTER LORS DE L'ELABORATION D'UN CAPTAGE	38
3 5 4-	REGLE.....	38
3 5 5-	CHOIX DES LIEUX DE CAPTAGE.....	38
A)	RECHERCHE DU MEILLEUR LIEU DE CAPTAGE	38
B)	LE CHOIX DES MEILLEURES SOURCES.....	39
3 5 6-	LES TECHNIQUES DE CAPTAGE	40
A)	CAPTAGE PAR DRAIN	40
B)	CAPTAGE PAR PUIITS.....	41
C)	CAPTAGE PONCTUEL.....	41
3 5 7-	AMELIORATION DU DEBIT PRODUIT.....	42
3 6 -	RESERVOIR.....	43
3 7 -	DESSABLEUR.....	46
3 8 -	CONDUITES	47
3 9 -	MISE EN PLACE DES BORNES FONTAINES	49
 PARTIE III : ELABORATION ET EXPLOITATION DE LA BASE DE DONNEES SUR LES AEPG		51
CHAPITRE 1: ANALYSE DE LA SITUATION		53
1 1 -	SITUATION DES REALISATIONS :	53
1 2 -	LES RESULTATS ATTENDUS D'UNE BASE DE DONNEES :	53
CHAPITRE 2: GENERALITES SUR LES BASES DE DONNEES		54
2 1 -	DEFINITION	54
2 2 -	LES DIFFERENTES SORTES DE BASES DE DONNEES	54
2 2 1-	DU POINT DE VU INFORMATIQUE ET PROGRAMMATION	54
A)	LES SYSTEMES DE GESTION DE BASE DE DONNEES RELATIONNELS (SGBD RELATIONNELS).....	55
B)	SCHEMA RELATIONNEL.....	55
2 2 2-	DU POINT DE VU SIG.....	55
A)	BASE DE DONNEES CARTOGRAPHIQUES.....	55
B)	BASE DE DONNEES ALPHANUMERIQUES	56
CHAPITRE 3: ELABORATION DE LA BASE DE DONNEES EXCEL		57

3 1 -	MICROSOFT EXCEL	57
3 1 1-	DEFINITION	57
3 2 -	POURQUOI UTILISER MICROSOFT EXCEL ?	57
3 3 -	ELABORATION.....	57
3 3 1-	SOURCE DES DONNEES	57
3 3 2-	SAISIE DES DONNEES	58
3 3 3-	CORRECTION ET MISE A JOUR DES DONNEES.....	58
3 4 -	LES FICHIERS DE DONNEES EXCEL CONÇUS	59
3 4 1-	TOUTES LES DONNEES	59
3 4 2-	BD PAR FARITANY	60
3 4 3-	BD PAR ORGANISME	61
3 5 -	MODE DE PRESENTATION DES BASES DE DONNEES SUR EXCEL.....	62
CHAPITRE 4: MISE EN PLACE DU FICHIER WASAMS		63
4 1 -	INTRODUCTION	63
4 2 -	PROCESSUS DE MISE EN PLACE	63
CHAPITRE 5: SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE OU SIG		64
5 1 -	DEFINITIONS	64
5 2 -	LES OUTILS ET LES COMPETENCES REQUIS	65
5 3 -	LES CAPACITES DU SIG	66
5 4 -	LES DOMAINES ET LES THEMES D'APPLICATION DU SIG.....	66
5 5 -	AVANTAGES DU SIG	66
CHAPITRE 6: LE LOGICIEL MAPINFO.....		68
6 1 -	DEFINITION :	68
6 2 -	LES FONCTIONNEMENTS ESSENTIELS DE MAPINFO QUI NOUS INTERESSENT	68
6 3 -	CREER UNE TABLE A PARTIR DES FONDS DE CARTES.	69
6 3 1-	OUVRIR UNE TABLE.....	69
6 3 2-	MODIFIER LA STRUCTURE DE LA TABLE	69
6 3 3-	GESTION DES DONNEES	70
6 4 -	CARTOGRAPHIE	70
6 4 1-	LA PROJECTION	70
6 4 2-	L'ECHELLE.....	71
6 4 3-	LES SIGNES REPRESENTATIFS	71
6 4 4-	LES COUCHES CARTOGRAPHIQUES	71
6 4 5-	L'HABILLAGE.....	71
6 4 6-	LA LEGENDE.....	71
CHAPITRE 7: ELABORATION DE LA BASE DE DONNEES SUR MAPINFO PROFESSIONNAL...		72
7 1 -	SOURCE DES DONNEES	72

72 -	CREATION DE TABLE DONNEES	72
73 -	MODE DE CLASSEMENT	73
74 -	CORRECTION ET MISE A JOUR DES DONNEES	74
75 -	CREATION DES TABLES CARTES	74
	LES POINTS D'EAU AEPG	74
76 -	LES TABLES BASE DE DONNEES CONÇUES	75
76 1-	LA TABLE COMPORTANT TOUTES LES DONNEES	75
76 2-	LES TABLES COMPORTANT LES DONNEES SUR LES PROJETS D' AEPG EFFECTUES DANS CHAQUE PROVINCE	76
	CHAPITRE 8: MANIPULATION DES BASES DE DONNEES	78
8 1 -	MANIPULATION DES BASES DE DONNEES SUR EXCEL	78
8 2 -	MANIPULATION DES BASES DE DONNEES SUR MAPINFO	78
	CHAPITRE 9: EXPLOITATION DES BASES DE DONNEES	79
9 1 -	EXPLOITATION DES BASES DE DONNEES EXCEL	79
9 1 1-	CALCUL NOUVEAU TAUX DE DESSERTE APRES LA REALISATION DE QUELQUES PROJETS	79
9 1 2-	CALCUL TAUX DE DESSERTE PAR L' AEPG PAR FARITANY ET SUIVI DE SON EVOLUTION	83
9 1 3-	CALCUL TAUX DE DESSERTE PAR AEPG POUR MADAGASCAR	85
9 1 4-	ANALYSE DE LA CAPACITE DES RESERVOIRS	86
9 1 5-	ESTIMATION DU DEBIT DE SOURCE	89
9 1 6-	ESTIMATION DU NOMBRE DE POPULATION PAR BORNE FONTAINE	89
9 2 -	EXPLOITATION DES BASES DE DONNEES SIG	90
9 2 1-	ANALYSE SUR UN MICRO ORDINATEUR	90
9 2 2-	CARTOGRAPHIE	93
	CHAPITRE 10: SUGGESTIONS POUR L' AMELIORATION DE LA CAPACITE DES BASES DE DONNEES	101
	CONCLUSION GENERALE	103
	BIBLIOGRAPHIE	104
	ANNEXE I : ECHANTILLON DE DONNEES DE LA BANQUE DE DONNEES EXCEL	106
	ANNEXE II : CALCUL DU NOMBRE DE POPULATION DESSERVIE PAR PROJET D' AEPG EN MILIEU RURAL A PARTIR DES DONNEES PAR ORGANISME	108
	ANNEXE III : CALCUL DU NOMBRE DE POPULATION DESSERVIE PAR PROJET D' AEPG EN MILIEU RURAL ET TAUX DE DESSERTE A PARTIR DES DONNEES PAR FARITANY	110
	ANNEXE IV : CALCUL DE L' EVOLUTION DU NOMBRE DE POPULATION DESSERVIE A MADAGASCAR D' APRES LES DONNEES COLLECTEES	111

ANNEXE V : CALCUL ET REPRESENTATION GRAPHIQUE DE L' EVOLUTION DU NOMBRE DE POPULATION DESSERVIE POUR ANTANANARIVO D' APRES LES DONNEES COLLECTEES	112
ANNEXE VI : CALCUL ET REPRESENTATION GRAPHIQUE DE L' EVOLUTION DU NOMBRE DE POPULATION DESSERVIE POUR ANTSIRANANA D' APRES LES DONNEES COLLECTEES.....	114
ANNEXE VII : CALCUL ET REPRESENTATION GRAPHIQUE DE L' EVOLUTION DU NOMBRE DE POPULATION DESSERVIE POUR FIANARANTSOA D' APRES LES DONNEES COLLECTEES	116
ANNEXE VIII : CALCUL ET REPRESENTATION GRAPHIQUE DE L' EVOLUTION DU NOMBRE DE POPULATION DESSERVIE POUR TOLIARY D' APRES LES DONNEES COLLECTEES.....	118
ANNEXE IX : CALCUL ET REPRESENTATION GRAPHIQUE DE L' EVOLUTION DU NOMBRE DE POPULATION DESSERVIE POUR TOAMASINA D' APRES LES DONNEES COLLECTEES	120
ANNEXE X : CALCUL ET REPRESENTATION GRAPHIQUE DE L' EVOLUTION DU NOMBRE DE POPULATION DESSERVIE POUR MAHAJANGA D' APRES LES DONNEES COLLECTEES.....	122
ANNEXE XI : NOMBRE DE POPULATION ET TAUX D'ACCROISSMENT NATUREL SELON L'INSTANT SUIVANT LES TROIS VARIANTES	124
ANNEXE XII : DIMENSIONNEMENT DES RESERVOIRS : METHODE CNEAGR.....	125
ANNEXE XIII : DIMENSIONNEMENT DES RESERVOIRS : METHODE FIKRIFAMA CARITAS.....	126
ANNEXE XIV : DIMENSIONNEMENT DES RESERVOIRS : METHODE M BOONE	127

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Répartitions des systèmes d'eau dans les six provinces.....	7
Tableau 2 : Nombre de population ayant l'accès à l'eau potable par province.....	7
Tableau 3 : Le nombre des populations rurales dans les six provinces.....	8
Tableau 4 : Les taux de desserte par provinces.....	8
Tableau 5 : Objectifs de l'Etat sur les taux de desserte.....	9
Tableau 6 : Caractéristiques des nappes des Hauts Plateaux.....	21
Tableau 7 : Répartition du type d'adduction employé dans chaque province.....	24
Tableau 8 : Pourcentage de la répartition du type d'adduction dans les provinces.....	24
Tableau 9 : Hypothèse de répartition de puisage.....	45
Tableau 10: Liste des réalisations effectuées dans le Fivondronana d'Anjzorobe.....	80
Tableau 11: Résumé de la situation de l'AEPG à Madagascar sans considération de l'accroissement de la population.....	85
Tableau 12: Résumé de la situation de l'AEPG à Madagascar avec considération de l'accroissement de la population.....	86
Tableau 13 : Résultats des analyses de la capacité des réservoirs d'Andapa.....	88
Tableau 14: Résultats des analyses des débits de sources à Manamisoa Ambalavao.....	89
Tableau 15: Résultats de l'estimation du nombre de population desservie par borne fontaine dans le Firaisana de Vavatenina.....	89

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Les données classées	58
Figure 2: Représentation du fichier de base de données toutes les données	59
Figure 3 : Représentation du fichier de base de données par Faritany	60
Figure 4 : Représentation du fichier de base de données par organisme.....	61
Figure 5: Représentation du fenêtre création du table de données	72
Figure 6 : Représentation du mode de classement	73
Figure 7: Représentation des points d'eau sur SIG	74
Figure 8: Représentation de la table comportant toutes les données.....	75
Figure 9 : Représentation de la table comportant les données de la province d'Antananarivo	76
Figure 10: Représentation n°1 de l'exploitation de la base de données	90
Figure 11: Représentation n°2 de l'exploitation de la base de données	91
Figure 12: Représentation n°3 de l'exploitation de la base de données	92

LISTE DES CARTES

Carte 1 : Toutes les adductions gravitaires effectuées à Madagascar depuis 1979 jusqu'en 2004.....	97
Carte 2 : Accessibilité de quelques réalisations effectuées dans le Fivondronana d'Anjozorobe.....	98
Carte 3 : Analyse de la dimension des réservoirs du Fivondronana d'Andapa : Méthode CNEAGR.....	99
Carte 4 : Analyse de la dimension des réservoirs du Fivondronana d'Andapa : Méthode CARITAS-FIKRIFAMA.....	100
Carte 5 : Analyse de la dimension des réservoirs du Fivondronana d'Andapa : Méthode M.BOONE.....	101
Carte 6 : Analyse des débits de source des AEPG Manamisoa.....	102
Carte 7 : Répartition moyenne de la population par Borne Fontaine Vavatenina.....	103

LISTE DES ABREVIATIONS

AEP :	Adduction d'Eau Potable
AEPG :	Adduction d'Eau Potable Gravitaire
AEPP :	Adduction d'Eau Potable par Pompage
BD100 :	Base de données 100 millièrne
BD500 :	Base de données 500 millièrne
BF :	Borne Fontaine
CNEAGR :	Centre National Agricole et du Génie Rural
DEA :	Direction de l'Eau et de l'Assainissement
DSRP :	Document de Stratégie pour la Réduction de la Pauvreté
FIKRIFAMA :	Fikambanana Kristianina Fampandrosoana ny Malagasy
FTM :	Foibe Taotsaritany Malagasy
IEC :	Information – Education – Communication
INSTAT :	Institut National de la Statistique
KPF :	Komity Paritra Fampandrosoana
KPI :	Komity Paritra Iraisana
KR :	Komitin'ny Rano
MEM :	Ministère de l'Energie et des Mines
ONG :	Organisme Non Gouvernemental

PAEPAR : Projet pilote d’Alimentation en Eau Potable et Assainissement en milieu Rural

PD AEPAR : Programme de Développement Alimentation en Eau Potable
 et Assainissement en milieu Rural

LISTE DES GRAPHES

Graphe 1 : Evolution du nombre de population desservie par l’AEPG87

Graphe 2 : Evolution du nombre de population desservie par l’AEPG en milieu rural par
rapport au nombre de population desservie87

INTRODUCTION GENERALE

Les Nations Unies (ONU) promeuvent dans le monde, pour chaque pays, la vulgarisation de l'accès à l'eau potable, pour toutes les classes sociales et toutes les régions de tous les pays. L'ONU incite tous les gouvernements à privilégier la politique de l'amélioration de la santé publique dans leur pays respectif surtout pour les pays en voie de développement ainsi l'accès à l'eau potable est le fer de lance de cette politique d'amélioration.

Le gouvernement malgache actuel reconnaît que l'accès à l'eau potable et aux infrastructures d'assainissement est un élément fondamental dans la stratégie de réduction de la pauvreté et le DSRP définit parmi ses objectifs prioritaires la nécessité d'accroître rapidement les proportions de population ayant accès à des services efficaces durables pour l'eau potable et l'assainissement.

La nécessité de créer une infrastructure fiable est donc cruciale pour atteindre ces objectifs. Pour la Direction de l'Eau et de l'Assainissement, il est d'abord nécessaire de disposer des outils de planification et de suivi de l'approvisionnement en eau potable et de l'assainissement dans le pays. Le fait que Madagascar soit vaste et qu'il y a divers moyens techniques élaborés pour mettre en oeuvre l'approvisionnement en eau dans toute l'île, doivent par ailleurs être prises en compte et inciter à mettre en place une structure bien organisée.

La création d'une base de données fiable, fournie de façon régulière et qui va permettre le développement ou l'amélioration des outils en tenant compte les demandes est le moyen élaboré par la DEA.

Cette base de données doit assurer une gestion intégrée des ressources disponibles, non seulement pour l'alimentation en eau potable, mais également pour les autres usages : irrigation, élevage, hydroélectricité, tourisme, industrie, pêche...

Ce mémoire de fin d'étude est une contribution à la mise en place de cette base de données dont voici les grandes lignes :

- La première partie traitera l'importance et les objectifs de la mise en place d'une base de données ;
- La deuxième partie évoquera la place de l'Adduction d'Eau Potable Gravitaire dans la politique de desserte en eau potable du milieu rural à Madagascar et étudiera les techniques de ce type d'adduction;
- Et enfin on va détailler la phase d'élaboration de la base de données et effectuer quelques applications qu'on pourrait faire à partir de celle-ci.

Partie I :
OBJECTIFS DU TRAVAIL

INTRODUCTION

L'Etat Malgache s'est fixé l'objectif d'augmenter le taux de desserte en eau potable et en assainissement dans le milieu rural, l'un des facteurs clés de développement selon le DSRP. La mise en place d'une infrastructure stable et organisée au niveau de l'Administration pour la gestion de l'eau et de l'assainissement a été la première étape indispensable avant toute action. On a ensuite essayé d'optimiser la coordination entre les départements mandatés par l'Etat à savoir la DEA et les organismes privés oeuvrant dans le secteur pour mener à bien les projets ayant des financements et pour accélérer leurs réalisations.

Il reste à déterminer la meilleure politique à entreprendre. Ensuite mettre en place un plan d'action efficace pour les objectifs à atteindre, enfin de se doter d'un maximum d'outils de travail qui permettraient d'avoir une grande efficacité et rapidité dans les actions.

Dans cette partie nous allons d'abord parler du contexte général puis les politiques et les objectifs du secteur eau potable, ensuite nous parlerons de l'importance du travail que nous avons entrepris et pour finir nous allons parler des objectifs de tout projet d'adduction d'eau potable.

1 1 - Situation au sein de l'administration

Le Ministère de l'Energie et des Mines à travers sa « Direction de l'Eau et de l'Assainissement » (DEA) a en charge, la conception, la mise en œuvre et la gestion des politiques sectorielles de l'Eau et de l'Assainissement.

Au niveau central, la DEA est chargée de la mise en application de la Politique Nationale de l'Eau et de l'Assainissement.

Le développement du secteur de l'eau et de l'assainissement constitue un des moyens pour promouvoir l'économie du pays. Actuellement, le Gouvernement reconnaît l'accès à l'eau potable et aux infrastructures d'assainissement comme un élément fondamental dans la stratégie de réduction de la pauvreté et le DSRP définit parmi ses objectifs prioritaires la nécessité d'accroître rapidement les proportions de population ayant accès à des services efficaces et durables pour l'eau potable et l'assainissement, en assurant la fonctionnalité des infrastructures existantes, et en augmentant le nombre d'infrastructures nouvelles. Dans le cadre de la mise en œuvre de la programme de développement de l'alimentation en eau potable et d'assainissement en milieu rural (PD AEPAR), il apparaît ainsi nécessaire pour la DEA de disposer des outils de planification et de suivi nécessaires, notamment d'une base de données fiables alimentée de façon régulière, qui lui permettra de développer ou d'améliorer les outils de prise en compte des demandes et d'assurer par ailleurs une gestion intégrée des ressources disponibles, non seulement pour l'alimentation en eau potable, mais également pour tous les autres usages : l'irrigation, l'élevage, l'hydroélectricité, le tourisme, l'industrie, la pêche, etc.

Dans la situation actuelle, l'insuffisance des moyens et le manque de coordination entre les différents acteurs du secteur n'ont pas permis de disposer d'un inventaire complet de toutes les infrastructures d'AEP réalisées sur l'ensemble du territoire qui aurait ainsi servi de ligne de référence à toutes les actions ultérieures à entreprendre dans le cadre de la mise en œuvre de la politique de développement de l'approvisionnement en eau potable et de l'assainissement.

1 2 - Situation des points d'eau en général

Les sources pourraient être gaspillées et parfois contaminées si des précautions et des aménagements nécessaires ne sont pas effectués. Notons que le point d'eau représente, dans la plupart des sociétés, le premier lieu de convivialité obligatoire.

Dans le monde il y a des régions, parfois des pays entiers, où les sources sont pratiquement ou totalement absentes. Ceci est dû à une série de facteurs telle que :

- Une évaporation d'une extrême intensité qui ne laisse pas aux pluies le temps de s'infiltrer et prélève à nouveau l'eau des nappes phréatiques jusqu'à des profondeurs très considérables (plusieurs dizaines de mètres pour certains sédiments) ;
- L'uniformité du relief, qui joue un rôle essentiel, à la fois dans l'alimentation des nappes (ruissellement + concentration) et dans la mise en charge de l'eau dans le sous-sol.

L'approvisionnement en eau, des petites collectivités rurales des pays en développement est encore loin d'être satisfaisant. De nombreux projets et programmes s'efforcent de l'améliorer en agissant suivant deux axes :

- faciliter l'accès au point d'eau ainsi que les conditions de puisage, ce qui a pour effet d'accroître les quantités d'eau consommées
- Isoler les points d'eau des sources de pollution, ce qui améliore la qualité de l'eau consommée.

Les solutions choisies pour parvenir à ces fins doivent satisfaire à deux conditions principales. Tout d'abord, leur mise en œuvre, tant pour des questions d'éthique que pour des questions d'efficacité et de moyens, doit pouvoir se faire dans le cadre de l'investissement humain. Ensuite, elles doivent fournir régulièrement, dans des conditions climatiques exceptionnelles, une eau en quantité suffisante et de bonne qualité.

1 3 - Inventaire des systèmes d'adductions d'eau potable

Le recensement des systèmes d'eau en milieu rural effectué en 2001 a donné les résultats suivants :

- Adduction d'eau potable gravitaire (AEPG) : 1740
- Adduction d'eau potable par pompage (AEPP) : 146
- puits et forages : 3064

Ces systèmes d'eau sont répartis comme suit au niveau des 6 provinces :

Tableau 1 : Répartitions des systèmes d'eau dans les six provinces

Province	AEPG	AEPP	PUITS ET FORAGES	TOTAL
Antananarivo	845	20	35	900
Fianarantsoa	485	15	200	700
Toliary	70	100	2 230	2 400
Mahajanga	100	5	345	450
Antsiranana	70	3	77	150
Toamasina	170	3	177	350
Madagascar	1740	146	3064	4950

Source : PAEPAR

1 4 - Situation actuelle de la population rurale en matière de desserte en eau potable

A Madagascar, la proportion des populations ayant accès à l'eau potable en milieu rural est de 14 % en 2003. La proportion de ceux qui y disposent d'un assainissement adéquat est encore plus faible (7,5%).

Le nombre de population rurale ayant accès à l'eau potable est donné par le tableau ci-dessous :

Tableau 2 : Nombre de population ayant l'accès à l'eau potable par province

Province	Population desservie
Antananarivo	388613
Antsiranana	46510
Fianarantsoa	191546
Mahajanga	107237
Toamasina	107869
Toliary	520847
Madagascar	1362617

Source : PAEPAR

On constate que c'est la province de Toliara qui enregistre la plus grande partie de population desservie avec 520847 personnes, ceci est surtout dû à la campagne de construction de puits et de forage dans cette province effectuée ces dernières années pour lutter contre la sécheresse. Viennent ensuite la province d'Antananarivo et celle de Fianarantsoa. C'est la province d'Antsiranana qui est la moins desservie avec seulement 46510 personnes desservie. Mais ces chiffres ne sont pas très éloquentes pour déterminer la vraie situation dans chaque province. En effet, c'est le taux de desserte, c'est-à-dire le nombre de population desservie sur nombre de population totale en pourcentage, qui est le plus fiable en tant qu'indicateur de desserte pour un lieu donné.

Le nombre total de la population rurale :

Tableau 3 : Le nombre des populations rurales dans les six provinces

Province	Population rurale
Antananarivo	2515500
Antsiranana	780409
Fianarantsoa	2127276
Mahajanga	1080826
Toamasina	1560704
Toliary	1373909
Madagascar	9438685

Source : INSTAT

Taux de desserte :

Tableau 4 : Les taux de desserte par provinces

Province	Taux de desserte
Antananarivo	15%
Antsiranana	6%
Fianarantsoa	9%
Mahajanga	10%
Toamasina	7%
Toliary	38%
Madagascar	14%

Source : calcul

Chapitre 2: LES POLITIQUES ET LES OBJECTIFS DU SECTEUR EAU POTABLE

2 1 - Politique du Secteur de l'Eau et de l'Assainissement

La politique du secteur de l'eau et de l'assainissement est basée sur 2 axes principaux :

1^{ère} axe d'intervention: développement rapide des infrastructures grâce à une gestion intégrée des ressources en eau et la libéralisation du secteur, basée sur une répartition claire des rôles et responsabilités de tous les intervenants.

2^{ème} axe d'intervention: amélioration de l'accès des populations à l'eau potable et aux installations d'assainissement à travers :

- (i) l'organisation du service public d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement;
- (ii) la décentralisation et la responsabilisation des collectivités et des usagers et
- (iii) une nouvelle stratégie de recouvrement des coûts.

Voici le tableau qui résume les objectifs de taux de desserte fixés par l'Etat :

Tableau 5 : Objectifs de l'Etat sur les taux de desserte

Situation en %					
année	1999	2000	2005	2010	2015
Milieu rural	12	13	37	56	80
Milieu urbain	83	83	92	95	100
Madagascar	26	27	48	64	84

Source : DSRP

2 2 - Stratégies

Les stratégies à suivre pour le développement du secteur de l'eau et de l'assainissement selon le DSRP sont :

- La définition d'objectifs clairs en termes de réalisation d'infrastructure en donnant la priorité aux pauvres et aux plus démunis;
- La mise en place d'un cadre légal et réglementaire ainsi que d'une organisation de services devant permettre aux plus pauvres et plus démunis d'accéder aux installations d'eau et d'assainissement efficaces et durables;
- La mise en place d'un mécanisme de financement intégrant un système de subvention pour les infrastructures sociales et d'une stratégie de recouvrement des coûts pour les usages de l'eau;
- Le développement de la contribution du secteur privé et des ONG dans le secteur;
- La mise en œuvre de programmes d'IEC devant permettre d'aider les couches de populations pauvres à s'intégrer et à s'organiser en conséquence dans les projets de développement des infrastructures d'eau et d'assainissement;
- Le renforcement des capacités nationales et locales - notamment au niveau de la population « pauvre » – en matière d'organisation et de gestion des systèmes de fournitures de services en eau potable et assainissement,
- La mise en place d'un système de suivi - évaluation efficace pour mesurer l'évolution des impacts des actions dans l'amélioration des conditions de vie de la population.

2 3 - Plan d'actions de la DEA

- Poursuivre la réalisation des projets actuellement en cours dans les meilleures conditions possibles, en vue d'accélérer la mise en place de nouvelles infrastructures;
- Mettre en application le Code de l'eau pour que les intervenants du secteur de l'eau et de l'assainissement puissent travailler dans un cadre légal et réglementaire et dans un cadre institutionnel (mise en place de l'Autorité Nationale de l'Eau et de l'Assainissement) , sécurisants, favorables et incitatifs.

- Obtenir les financements nécessaires, notamment par l'accroissement des contributions financières des investisseurs privés, des agences de financements extérieurs, et de l'Etat ainsi que des bénéficiaires, par le système de recouvrement des coûts.
- Développer les actions d'IEC, de mobilisation communautaire, de renforcement des capacités nationales et locales, de valorisation et de motivations des ressources humaines.
- Eduquer et mobiliser les ménages à se doter d'infrastructures d'évacuation des excréta, si possible les fosses septiques, au moins les latrines, les communes pour la mise en place des infrastructures d'évacuation des eaux usées domestiques dans le cadre d'un service public efficace ou par le développement des initiatives privées pour les fosses septiques.
- Renforcer les outils et structures de suivi-évaluation du secteur de l'eau et de l'assainissement, pour permettre d'évaluer les efforts entrepris et d'apprécier objectivement les impacts obtenus.

C'est sur ce dernier point que nous allons axer notre travail.

Chapitre 3: OBJECTIFS DANS LA MISE EN PLACE DE TOUT PROJET D'ALIMENTATION EN EAU

3 1 - Assurer un accès universel en matière d'approvisionnement en eau potable.

L'eau est une ressource vitale, indispensable à l'homme pour se maintenir en vie, et il faut donc permettre à tous, notamment les plus pauvres et les plus démunis d'y accéder.

3 2 - Assurer un service efficace et durable

C'est aussi un bien éminemment économique, nécessitant ainsi la mobilisation de mesures économiques et financières devant permettre d'assurer la pérennité des services pour sa distribution aux usagers de façon efficace, c'est à dire en quantité et qualité satisfaisante.

La nouvelle stratégie concrétisant la nouvelle Politique de l'Eau se propose d'étendre la couverture de l'alimentation en eau et de l'assainissement de manière durable et économique grâce à un système de conception réaliste, peu coûteuse, de fonctionnement et d'entretien que la population locale, bénéficiaire direct, les petites entreprises et les collectivités locales.

Les projets devront permettre également l'expérimentation d'options techniques diverses, l'appel à des opérateurs locaux, l'essai de différentes stratégies de participation communautaire visant la mobilisation de la communauté à travers la mise au point d'actions d'Information – Education – Communication (IEC).

3 3 - Promouvoir une prise de responsabilité claire de tous les acteurs

Pour la pérennisation des infrastructures et des acquis en matière de santé et d'environnement, l'on veut s'assurer en effet qu'aux différentes étapes de l'élaboration du projet les bénéficiaires sont parties prenantes dans les avantages et les contraintes des projets. On définira comment ils peuvent être associés aux démarches d'identification, de réalisation, de prévision de l'entretien, de l'entretien proprement dit afin que les projets soient pleinement les leurs.

Ceci suppose aussi que cette population soit informée et acquise aux possibilités qui s'ouvrent en termes de santé et d'hygiène (eau potable, bassin public pour la lessive, latrines (collectives et privées), d'activités nouvelles, de disponibilité de temps, de préservation et de valorisation de l'environnement. La population devra également participer à l'élaboration des formes d'organisation qui assurent sa pleine participation.

D'intenses campagnes d'IEC accompagneront l'implantation et le fonctionnement des ouvrages édifiés.

Afin que les actions proposées aient des chances d'être appropriées pleinement par leurs bénéficiaires, les actions d'IEC doivent à la fois rencontrer des besoins réels ou latents dans les sociétés bénéficiaires, et correspondre à leur possibilité en termes de valeurs comme de capacité sociale.

3 4 - Changement de comportement pour changer les conditions de vie

3 4 1- Changement de comportement au niveau de la prise de responsabilité et de la participation communautaire.

Le gage le plus certain du succès de la nouvelle politique de l'eau consiste dans l'adhésion de la population des bénéficiaires à cette politique. Ceci suppose que cette population connaisse la nouvelle politique de l'eau et définisse sa place dans les actions entreprises. La communauté doit être impliquée, en concertation étroite avec les projets, les intervenants communaux, les entreprises, les ONG, dans le financement, la réalisation, la gestion et l'entretien des équipements. Ceux ci seront pleinement appropriés par la communauté qui aura été convaincue de leur utilité pour elle.

La participation des communautés est considérée comme la composante essentielle de la stratégie adoptée.

Le passage d'une population soumise à «l'Etat-Providence», pourvoyeur des besoins, à une société où chaque habitant, chaque communauté, réalisant qu'il s'agit de son bien-être, propose les innovations nécessaires et adhère à leur réalisation de façon responsable, ce passage, bien que lent, est possible ; il s'inscrit dans la dynamique des rapports sociaux à la base des actions communautaires dans leurs rapports aux instances extérieures.

L'approche participative intègre les dimensions consensuelles comme conflictuelles des sociétés dans la prise de décision et dans l'action (choix des sites,

réalisation, entretien des infrastructures, prise en charge financière et de travail, plateforme IEC, ...). Cette approche, qui manque souvent dans les expériences réalisées, doit être présente dans tous les projets visant le développement du secteur de l'eau et de l'assainissement.

3 4 2- Changement condition sanitaire et de comportement vis à vis de l'hygiène corporelle et domestique

Un projet d'adduction d'eau potable doit avoir des impacts mesurables sur le niveau de vie, l'état de santé, les conditions d'hygiène de la population. Certains indicateurs dont il conviendra d'établir la mesure pourront être retenus tels :

- les transformations dans le budget - temps des femmes et des enfants,
- la réduction des maladies d'origine hydrique,
- la diminution de l'importance des dermatoses,
- l'amélioration du fonctionnement des centres de santé de base, des infrastructures publiques,
- le souci du bien-être communautaire,
- l'amélioration de l'état nutritionnel à travers la production de cultures maraîchères, de petit élevage, par les ménages et les écoles,
- les facilités plus grandes pour la lessive familiale,
- le développement des activités artisanales, etc

3 4 3- Changement des conditions environnementales et de comportement vis à vis de l'hygiène du milieu

Un projet d'approvisionnement en eau potable doit avoir des impacts, qu'ils soient «positifs» ou «négatifs» sur l'environnement qu'il s'agira de mesurer, à savoir :

- ◆ impact direct sur les espaces habités,
- ◆ problèmes de l'évacuation des eaux,
- ◆ changement dans la qualité de l'eau en relation avec l'entretien des infrastructures, avec le temps,
- ◆ pollution des eaux de surface,
- ◆ éventuellement problèmes liés à l'utilisation des latrines, etc.

Chapitre 4: IMPORTANCE DU TRAVAIL

1 1 - Objectifs

L'objet du travail demandé est de permettre à la DEA de disposer d'un outil efficace et durable répondant à ses besoins d'information, de programmation, de planification et de suivi de la réalisation d'ouvrages en milieu rural.

L'outil informatique permet d'avoir un large choix d'exploitation qui peut satisfaire à ces besoins.

Notre objectif est de créer une base de données qui permettra de faire les inventaires, des divers calculs nécessaires pour la planification et le suivi et diverses représentations cartographiques des informations à la possession de la DEA.

1 2 - Importance de la base de données dans la politique du secteur eau

Comme nous avons vu dans le chapitre précédent, le DSRP se fixe des objectifs qu'il s'efforce d'atteindre. La base de donnée créée donnera un inventaire des actions effectuées et affichera les résultats qui permettront au DSRP de faire l'évaluation de ses travaux. Ainsi s'il s'avère que les objectifs ne soient pas atteints, on cherchera immédiatement une solution efficace en gardant comme outil de réflexion la base de données. L'indicateur principal est la valeur du taux de desserte et de son évolution. Mais si par contre les objectifs sont atteints, on essayera d'analyser les données pour tirer une ou des conclusions pour les actions futures.

1 3 - Importances de la base de données sur EXCEL

L'outil EXCEL permet de :

- Mémoriser les relations entre les données
- Représenter graphiquement les données
- Exploiter les informations (base de données)
-

Les calculs requis sont faciles à effectuer et sont exécutés rapidement sur Microsoft EXCEL.

Microsoft EXCEL est de plus l'un des outils de saisie d'information le plus employé dans le monde et à Madagascar.

1 4 - Importances de la base de données sur SIG

Le SIG ou Système d'Information Géographique permet de :

- Cartographier les données en possession très rapidement
- Interposer les données cartographiques en possession avec d'autres types de données (courbe de niveau, réseau routier, occupation du sol...)
- Localiser les projets déjà effectués.
- ...

CONCLUSION

Le taux de desserte en eau potable est encore faible surtout dans le milieu rural. La politique du secteur en eau potable vise donc à améliorer au maximum ce taux de desserte.

L'objectif de ce travail est de créer une base de données qui sera efficace et durable et qui répondra au besoin d'information, de programmation, de planification et de suivi de la réalisation d'ouvrage en milieu rural.

Partie II :

ETUDE SUR L'ADDUCTION EN EAU POTABLE GRAVITAIRE

Chapitre 1: GENERALITES

1 1 - Définitions

1 1 1- Adduction d'eau potable

L'adduction d'eau potable consiste à approvisionner une ville ou un village en eau consommable sans nuire à la santé des bénéficiaires

Il y a l'adduction par pompage et l'adduction gravitaire ;

1 1 2- L'adduction par pompage

On appelle pompe une machine destinée à faire circuler un liquide ; au point de vue physique, le fonctionnement d'une pompe consiste en ce qu'elle transforme l'énergie mécanique de son moteur d'entraînement en énergie hydraulique. La réserve d'énergie reçue par le liquide à l'intérieur de la pompe permet au courant de surmonter la perte de charge et de s'élever jusqu'à une certaine hauteur.

On a besoin de pompe si le captage se situe à un niveau inférieur à celui du réservoir d'accumulation. Les eaux de captage sont relevées par une station de pompage dans cette conduite de refoulement.

Notons que l'utilisation des pompes nécessite une usine élévatoire ou une station de pompage qui comprend généralement :

⇒ La salle d'arrivée d'eau, appelée bache d'arrivée ou bache d'aspiration ;

⇒ La salle des machines ;

⇒ La salle réservée aux installations électriques ;

⇒ La stérilisation et le comptage ;

⇒ Les annexes (magasin, atelier, installations sociales, bureau,...)

Du point de vue économique, conduite de refoulement et station de pompage sont liées. En effet, plus le diamètre de la conduite est petit pour un même débit à relever, plus la perte de charge sera grande, plus le moteur d'entraînement devra être puissant, donc plus l'énergie dépensée sera importante

L'exploitation de ce type d'adduction demeure difficile en milieu rural. En effet, le coût de l'électricité et le coût de la maintenance, à payer en

permanence, sont trop chères pour la population. De plus, l'électrification en milieu rural est encore très faible.

1 1 3- L'adduction gravitaire :

Dans une adduction gravitaire, le point de captage se situe à une altitude supérieure à celle du réservoir de desserte de l'agglomération.

La différence de cette méthode à la précédente est qu'elle ne nécessite pas une station de pompage ni d'aucune machine trop coûteuse. L'eau est seulement transitée sous l'effet de la pesanteur.

On peut distinguer l'adduction gravitaire par captage d'un lac ou d'un fleuve et l'adduction gravitaire par captage d'eau souterraine. Le captage d'un lac ou d'un fleuve est coûteux parce qu'il exige des traitements physico – chimiques avant d'être exploité. Par contre, on peut directement exploiter l'eau souterraine ou seulement utiliser un petit décanteur.

Nous pouvons donc dire que parmi les méthodes d'adduction, celle qui est gravitaire et qui est depuis un captage de source est théoriquement la plus économique.

Dans les prochains chapitres nous allons nous concentrer sur cette adduction gravitaires et faire une étude plus approfondie notamment celles dont la source est obtenue par captage d'eau souterraine.

1 2 - Localisation des AEPG

Madagascar peut être subdivisé en huit zones hydrogéologiques :

- ⇒ Socles magmatiques et métamorphiques des Hauts plateaux ;
- ⇒ Socles magmatiques et métamorphiques de la partie Sud des hauts plateaux ;
- ⇒ Bassin sédimentaire de Morondava ;
- ⇒ Bassin sédimentaire de Toliary ;
- ⇒ Bassin sédimentaire d'Antsiranana ;
- ⇒ Bassin sédimentaire de Mahajanga ;
- ⇒ Bassin sédimentaire de la Côte Est ;
- ⇒ Bassin sédimentaire de L'Extrême Sud ;

Les principaux réservoirs souterrains de Madagascar se trouvent dans les deux zones des hauts plateaux. On peut y effectuer les AEPG car les nappes s’y trouvant peuvent produire des sources à grand débit. Nous allons détailler les caractéristiques de ces zones et des nappes s’y trouvant.

▪ **Socles magmatiques et métamorphiques des Hauts plateaux :**

Occupant une superficie de 300 000 km² (sur 587 000 km²) soit 51% de la superficie totale de Madagascar. Cette zone englobe la totalité de la province d’Antananarivo, la plus grande partie de la province de Fianarantsoa, une partie des provinces d’Antsiranana, de Toamasina et de Mahajanga. Les ressources sont bien alimentées toute l’année.

La pluviométrie annuelle est de 1000 à 1400 mm ce qui explique que cette zone n’a pas de problèmes à ce niveau. Cette zone est située entre 1200 et 1500 m d’altitude.

On peut distinguer quatre types de nappes donnés par le tableau suivant:

Tableau 6 : Caractéristiques des nappes des Hauts Plateaux

Type	Profondeur [m]	Epaisseur [m]	Débit spécifique [litres/sec/m]	Qualité de l’eau	Observations
<i>Nappe d’alluvions</i>	Faible	10 environ	3 à 6	Forte teneur en fer	
<i>Nappe d’arènes</i>	Quelques mètres		11 à 28	Teneur en fer élevé	Exposée à la pollution
<i>Nappe de fissures</i>	<i>Les nappes de fissures et les Nappes de terrains volcaniques quaternaires sont peu étudiées actuellement.</i>		0.8 à 1.4		Alimentées par les nappes d’arènes
<i>Nappe de terrains volcaniques quaternaires</i>			0.8 à 1.4		Alimentées par les nappes d’arènes

Source : PAEPAR

- **Socles magmatiques et métamorphiques de la partie Sud des hauts plateaux :**

Ils possèdent trois sortes de nappes :

- ♣ Nappes d'alluvions ;
- ♣ Nappes d'arènes ;
- ♣ Nappes de fissures.

1 3 - Les organismes oeuvrant dans les AEPG

On distingue 2 sortes d'AEPG :

- Les grandes AEPG effectuées dans des localités plus ou moins grandes sous la tutelle de la DEA. Elles sont effectuées par des entreprises plus ou moins importante
- Les petites AEPG effectuées dans les petites localités rurales plus ou moins lointaines. Les deux principales ONG qui œuvrent dans la réalisation des petites AEPG en milieu rural sont le CARITAS Madagascar et le FIKRIFAMA. La différence entre ces deux ONG se situe dans le type de recouvrement de coût mise en place :
 - Les villages dont l'AEPG a été réalisée par CARITAS mettent en place des cotisations fixes mensuelles, tandis que
 - Les villages dont l'AEPG a été réalisée par FIKRIFAMA mettent en place des cotisations fixes annuelles.

Chapitre 2: **IMPORTANCE DES AEPG**

2 1 - Point de vue économique

Economiquement, le coût des investissements, le coût du fonctionnement et le coût de l'entretien du type d'adduction gravitaire par captage est reconnu comme le plus économique. Elle ne nécessite pas de budget de fonctionnement car il n'y a aucune machine (pompe) qui a besoin de carburant ou d'électricité ni aucune station de traitement qui a un besoin constant de réactifs chimiques du fait que l'eau est directement consommable. De plus, les entretiens nécessaires sont effectués par les techniciens locaux et par les membres des associations des usagers. S'il y a des opérations de réparation à entreprendre, c'est le fond collecté par les associations des usagers pour le recouvrement des coûts qui sera utilisé. Cet ouvrage-type est constitué d'un captage de sources, d'une conduite d'amenée à un réservoir de stockage et d'un petit réseau de distribution desservant quelques bornes-fontaines. Suivant le débit de la source et la densité de population à proximité, cet ouvrage peut desservir de 500 à 10 000 habitants, en faisant l'hypothèse qu'une borne-fontaine en milieu rural dessert 200 personnes.

Cet ouvrage concerne environ 54% de la population à desservir, sur l'ensemble de Madagascar.

2 2 - Point de vue source

Outre la possibilité de réaliser un captage avec un minimum de moyen, l'exploitation de l'eau des sources présente aussi un autre avantage, la régularité du débit des sources. On peut quelquefois améliorer le système de captage pour obtenir un débit plus important.

2 3 - Rôle des AEPG sur le taux de desserte

Le taux de desserte est le rapport exprimé en pourcentage du nombre de population desservie sur le nombre total de population. C'est l'indicateur principal sur la réussite de la politique entreprise par la DEA.

Voici deux tableaux qui résument de la répartition de chaque type d'adduction dans chaque province en 2001 :

Tableau 7 : Répartition du type d'adduction employé dans chaque province

Province	AEPG	AEPP	puits et forage	%AEPG	%AEPP	%P&F	totale réalisation	total%
Antananarivo	845	20	35	94%	2%	4%	900	18%
Fianarantsoa	485	15	200	69%	2%	29%	700	14%
Toliary	70	100	2230	3%	4%	93%	2400	48%
Mahajanga	100	5	345	22%	1%	77%	450	9%
Antsiranana	70	3	77	47%	2%	51%	150	3%
Mahajanga	170	3	177	49%	1%	51%	350	7%
Madagascar	1740	146	3064	35%	3%	62%	4950	100%

% AEPG, % AEPP, %P&F : Pourcentage d'un type d'adduction choisi dans chaque province

Source : PAEPAR et calcul

Tableau 8 : Pourcentage de la répartition du type d'adduction dans les provinces

Province	AEPG	%AEPG'	AEPP	%AEPP'	puits et forage	%puits et forage'
Antananarivo	845	49%	20	14%	35	1%
Fianarantsoa	485	28%	15	10%	200	7%
Toliary	70	4%	100	68%	2230	73%
Mahajanga	100	6%	5	3%	345	11%
Antsiranana	70	4%	3	2%	77	3%
Toamasina	170	10%	3	2%	177	6%
Madagascar	1740	100%	146	100%	3064	100%

% AEPG', % AEPP', %P&F' : Pourcentage de la répartition du type d'adduction dans les provinces

Source : PAEPAR et calcul

Nous pouvons constater qu'en milieu rural, les *puits et forage* représentent 62% des adductions, les AEPG 35% et les AEPP 3%. 73% et 68% des adductions respectivement par *puits et forage* et par *pompape* sont destinées à la province de Toliary. 49% des AEPG destinées à la province d'Antananarivo.

Les AEPG recensées à Madagascar sont au nombre de 1740 environ. Un projet desserve en moyenne 954 personnes (voir Annexe n°II), ce qui nous donne une population desservie environnant les 1659893 donc un taux de desserte de 14%. Or, l'adduction par *puits et forage* dépasse rarement les 400 individus desservis par projet (d'après fichier WASAMS) et l'adduction par pompape peut desservir une grande quantité de population mais relativement trop coûteux.

Ces chiffres nous montrent l'influence des AEPG sur la population desservie et sur le taux de desserte. En effet, les AEPG desservent déjà 14% de la population rurale sur les 37% objectées par l'Etat pour l'année 2005 alors qu'elle n'occupe que 35% des réalisations.

Chapitre 3: REALISATION DES AEPG

3 1 - Données essentielles à rassembler à l'origine de l'étude d'adduction en eau potable

3 1 1- Renseignements se reportant sur la démographie

On doit se renseigner s'il y avait une étude démographique sur la localité à desservir. Ensuite, on doit savoir, la population actuelle, la date du dernier recensement et la population qu'il a indiquée dans la localité. Enfin, le nombre d'année auquel les nouvelles installations d'alimentation en eau doivent assurer.

3 1 2- Renseignements sur les besoins en eau

On doit se poser les questions suivantes :

- Quelles dotations par habitant et par jour admet – on généralement dans le pays ou la région où se trouvent la localité en question ?
- Quelles sont les besoins actuelles et futurs des édifices publics ou privés (écoles, hôpitaux, administrations,...) ?

3 1 3- Renseignements sur les sources

- Qualités physico-chimiques des sources ;
- Qualités bactériologiques ;
- Débit disponible et débit en fin de saison sèche
- Emplacement de la source (altitude...)

3 1 4- Plan de la région

Le plan de la région ou de la localité même à petite échelle doit être rassemblé.

3 1 5- Levers topographiques

Dès que les itinéraires à suivre peuvent être précisés, les levers topographiques correspondants sont nécessaires.

3 1 6- Pluviométrie et climat

La connaissance de la valeur des hauteurs de pluie mensuelles et annuelles (avec indications des années d'enregistrement) permet d'avoir une idée sur la quantité d'eau disponible dans les sources. De même pour la répartition des saisons et la durée de la saison sèche.

3 1 7- Géologie et hydrogéologie

On doit se procurer des données géologiques et hydrogéologiques existant sur la région même sommaire.

3 1 8- Mains d'œuvre et matériaux locaux

On doit d'hors et déjà se renseigner si on peut trouver des ouvriers qualifiés pouvant être nécessaire et le barème des salaires pratiqués.

De même pour les matériaux et leur coût.

3 1 9- Transport et manutention

On doit se demander sur les moyens de transport et de manutention pour les tuyaux et les autres matériels.

3 2 - La réalisation des AEPG

La réalisation des AEPG suit les étapes suivantes :

- Approche villageoise
- Recherche de source
- Mise en place du captage
- Mise en place du réservoir
- Mise en place des conduites
- Mise en place de dessableur
- Construction de bornes fontaines

3 2 1- Approche villageoise

Cette approche est mise en œuvre à Madagascar dans le projet pilote dénommé PAEPAR (Projet pilote d'Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement en milieu Rural), financé par la Banque mondiale. Elle est considérée comme l'approche officielle qui doit être adoptée pour toute réalisation d'adduction d'eau gravitaire. Elle a fait l'objet d'un audit technique. La présentation faite ci-dessous qui est une synthèse de cette approche.

3 2 2- But

L'approche vise :

- à intégrer la population dans le projet
- à les convaincre d'amener leur contribution à la réalisation du projet
- à les superviser dans la mise en place des comités de gestion des points d'eau.

3 2 3- Etapes

Cette approche comprend les étapes suivantes :

- Approche IEC devant amener l'intégration de la population dans le projet
- Réalisation des travaux d'exécution des infrastructures par l'approche participative
- Mise en fonctionnement de la gestion du système par les villageois à travers le comité de points d'eau
- Contenu de l'Approche IEC devant amener l'intégration de la population dans le projet

3 2 4- Phases

L'approche IEC comprend les différentes phases suivantes:

- Réception de la demande issue des bénéficiaires qui acceptent déjà de participer au projet, la demande doit être signée par le maximum de la population et visée par les autorités locales ;

- Visite des lieux par l'agence d'exécution ou par les comités régionaux;
- Discussion au niveau des villageois et dirigée par les comités villageois mise en place sur les règles du jeu et la fiche de faisabilité du projet ;
- Election d'un comité de l'eau, répartition des tâches et mise en place d'un calendrier concertée entre les bénéficiaires pour la réalisations des différentes étapes du projet ;
- Envoi du rapport de réalisation de la collecte des matériaux locaux par les bénéficiaires du projet ;
- Contrôle par l'agence d'exécution des quantités et de la qualité des matériaux fournis et l'organisation de la communauté de base, levée topographique et reconfirmation des données de la fiche d'enquête ;
- Creusement des tranchées, mise à disposition de magasin de stockage, élévation des murs de clôtures, etc. par les bénéficiaires et envoi du rapport de leur réalisation ;
- Réalisation physique du projet : par les bénéficiaires, mise à disposition des mains d'œuvre nécessaires, hébergement des techniciens, diverses élections (comité de l'eau, responsables des BF) et par l'agence d'exécution, construction des ouvrages, diverses formations (techniciens locaux, tenue des livres, rôle de la femme sur la santé et l'hygiène) ;
- Suivi de l'effectivité des comités de l'eau, de la réalisation des programmes communautaires.

3 2 5- Résultats obtenus

Les activités de sensibilisation communautaire sont généralement facilitées par l'existence des projets déjà réalisés par les agences d'exécution dans la région. La mise en place de la structure des comités régionaux a beaucoup contribué au bon résultat de sensibilisation communautaire.

Les enquêtes socio-économiques menées au niveau des villages ont permis d'établir de bonnes relations entre les agences d'exécution et la population locale. Après trois à quatre campagnes d'IEC, appuyées par les mesures de débits des

sources et les levés topographiques, les villageois étaient suffisamment informés sur le projet et motivés pour prendre en charge les participations locales prédéfinies.

Puisqu'on ne commence pas les travaux avant que toutes les participations villageoises ne soient prêtes, à part la fourniture de la main-d'œuvre durant la réalisation des travaux, cela entraîne une organisation villageoise très efficace dans la mise en place du projet.

Dans presque tous les cas, on remarque une réunification des villageois bénéficiaires du projet au sein de l'association des usagers de l'eau.

3 2 6- Evaluation de l'organisation communautaire pour l'entretien, la réparation et le fonctionnement des AEP

L'organisation communautaire pour l'entretien, la réparation et le fonctionnement des AEP semblent marcher de façon satisfaisante pour toutes les installations visitées dans le cadre de cet audit technique.

On remarque que les deux agences d'exécution ont des expériences sur la préparation des usagers à mettre en place l'organisation qui est maîtrisée par la communauté bénéficiaire.

Pour la gestion du système, les entités intervenant dans l'organisation communautaire sont :

- L'association des usagers de l'eau ;
- Le comité de l'eau (KR ou Komitin'ny Rano) ;
- Le comité régional qui assure la liaison permanente entre les comités de l'eau de chaque AEP et l'agence d'exécution ;
- Les responsables des BF et
- Les techniciens locaux.

Pour l'entretien du réseau, les activités suivantes sont exécutées périodiquement :

- Vérification générale des installations par les techniciens locaux ;
- Nettoyage des captages par les techniciens locaux ;
- Nettoyage du réservoir par tous les hommes membres de l'association sous la direction des techniciens locaux ;

- Nettoyage et maintien de la salubrité de l'environnement des BF par les femmes sous la direction d'une responsable de chaque borne.

Pour les réparations, les tâches sont généralement confiées aux techniciens locaux, à savoir :

- Remblayage des conduites apparentes ;
- Réparation des fuites surtout au niveau des conduites ;
- Curage des points bas en cas d'obturation des conduites ;
- Remplacement des robinets ; etc.

Pour le fonctionnement, outre les statuts de l'association, des règlements intérieurs sont mis en place pour chaque fontaine, par exemple :

- Heure d'ouvertures des BF ;
 - Age limite minimum pour accéder aux BF ;
 - Conditions de manipulation des robinets (ne pas accrocher les seaux sur les robinets, ne pas fermer ni ouvrir à fond le robinet, ...)
 - Interdiction de se laver, de faire la lessive et la vaisselle aux BF ;
- etc.

Du côté de la communauté bénéficiaire, surtout pour les petits villages, on peut espérer une pérennisation des installations.

Présentation synthétique et évaluation du système de recouvrement des coûts

Deux types de recouvrement de coûts existent pour les 12 installations d'AEP visitées :

- Les cotisations fixes mensuelles, adoptées par les villageois où l'AEP a été réalisée par CARITAS ; et
- Les cotisations fixes annuelles, adoptées par ceux dont l'AEP ont été réalisées par FIKRIFAMA.

Aucune des communautés bénéficiaires n'a adopté le système de recouvrement par la vente d'eau par seau. Le système n'a pas été même avancé aux usagers lors des différentes séances de formation, d'information et de sensibilisation.

Pour les deux types de recouvrement de coût cités plus haut, les sommes à payer sont à la portée des usagers, voire modiques selon certains. Comme le

montant de la cotisation est très faible par rapport à la participation individuelle lors de la mise en place du projet, chaque membre s'en acquitte toujours bien avant le délai maximum de paiement.

Tous les membres des associations des usagers ont donc la capacité et la volonté de payer leur part dans les recouvrements des coûts, à part des rares exceptions qui ne payent pas pour des raisons de conflits internes entre membres.

On constate que le type de «cotisation annuelle fixe» pose moins de problèmes que le type de «cotisation mensuelle». En effet, la population rurale n'a pas l'habitude des charges fixes mensuelles étant donné que leur source de revenu n'est pas mensuelle mais annuelle (la récolte annuelle qui se situe entre le mois de mai et le mois de juillet). Les trésoriers eux-mêmes n'ont pas l'habitude de faire des reports mensuels sur le livre de comptes.

3 3 - Recherche des sources

C'est l'un des étapes les plus importantes dans la réalisation d'un projet d'AEPG.

Une source intéressante à exploiter est une source qui donne en toutes saisons de l'eau potable en quantité suffisante.

Les sources ayant une quantité suffisante ont les caractéristiques suivantes qu'il faut faire très attention:

- ♣ elles ne réagissent pas aux averses isolées de saison sèche. En effet, l'eau des précipitations a de plus grandes difficultés à parvenir jusqu'à la nappe quand le sol est sec. Ainsi, dans le cas d'une zone non saturée jouant correctement son rôle épurateur, l'eau des averses de saison sèche ainsi que celle des averses de début de saison des pluies ne contribuera pas à la recharge de la nappe.

- ♣ elles ne voient leur débit augmenter que longtemps (un à plusieurs mois) après le début des saisons des pluies;

- ♣ elles présentent au cours de l'année des variations de débit assez faibles.

Une enquête auprès des anciens de la région à étudier est nécessaire pour avoir les informations nécessaires sur la potentialité d'une source à fournir le débit nécessaire.

Par contre, le critère principal pour savoir si une source est « potable » est l'épaisseur de l'aquifère de la zone qui la surmonte. En effet, la précipitation qui tombe en amont d'une source subit une épuration. Elle est le fait de mécanismes chimiques et biologiques qui ont lieu pour la majeure partie dans la zone non saturée surmontant l'aquifère. Dans l'aquifère lui-même, n'interviennent que des dilutions qui font baisser le taux de pollution. Donc plus la zone non saturée surmontant un aquifère est épaisse, plus la source émergeant de celui-ci est potable.

On peut avoir une idée sur son épaisseur et sur son efficacité, en observant la réaction des sources aux pluies isolées des saisons sèches ainsi que leur délai de réaction au début des saisons de pluies.

3 4 - Les principaux types de sources

Il y a 2 types de classification de sources :

3 4 1- Types I

Une source est généralement caractérisée par son mode de parution : localisée ou diffuse, et par le lieu, topographique de son émergence : haut, milieu, bas d'une rupture de pente, changement géologique,

De ce fait on peut distinguer cinq types de sources dont :

- ♣ Les sources artésiennes ;
- ♣ Les sources par débordement ;
- ♣ Les sources par émergence ;
- ♣ Les sources par déversement ;
- ♣ Les résurgences.

a) Sources artésiennes

Ce sont des sources jaillissantes. Elles jaillissent sous pression après avoir été emprisonnées dans une aquifère, parfois au bas des pentes.

Ce sont des sources d'aquifères captifs dont le niveau piézométrique est supérieur à celui du sol. L'eau circule sous pression depuis l'aquifère jusqu'à la

surface du sol à travers les fissures du toit de la nappe. Ce toit peut être constitué de roches meubles ou consolidées.

S'il est constitué de roches consolidées, l'eau ne circule que dans des fissures très localisées. Les sources présentent des arrivées d'eau regroupées dont les alentours sont secs. Sources ponctuelles, elles seront captées comme telles et leur débit ne pourra être amélioré de façon significative.

Si c'est une roche meuble, au contraire, il ne présente pas de fractures. Dès lors ce sont les racines des grands arbres qui jouent le rôle de drains en traversant, le toit de la nappe. L'émergence de la source est dans ce cas plus diffuse. Elle permet parfois d'améliorer le débit en captant plusieurs émergences diffuses.

b) Les sources par débordement

L'aspect de ces sources aux arrivées d'eau très diffusées est variable suivant la situation dans laquelle elles se trouvent par rapport à l'aquifère.

Ces sources apparaissent dans des zones où la nappe rencontre un ou plusieurs obstacles (roche, couche imperméable...). Les sources en aval de la partie captive de l'aquifère sont situées au bas de pentes souvent fortes, en bordure d'importantes zones marécageuses. La remontée du niveau de l'eau dans les puits permet l'installation d'une conduite à une altitude supérieure à celle de la zone marécageuse.

c) Sources par émergence

On les rencontre directement en amont de zones marécageuses étendues. Elles sont typiques pour les zones en relief très peu accentuées. Ces sources correspondent à l'affleurement de la zone saturée d'un aquifère à nappe libre, nappe alluviale ou nappe de vallée.

Le captage de ce type de source ne peut se faire que par puits. Les débits dans ce cas seront fonction de l'épaisseur de la tranche d'aquifère captée. C'est pourquoi, il est important de reconnaître les environs de l'implantation projetée afin de s'assurer que le substratum n'affleure pas et que cette épaisseur peut être suffisante.

Pour qu'il n'y ait aucun risque de pollution par inondation ou par infiltration, l'altitude de la surface piézométrique de la nappe doit être toujours supérieure à l'altitude de plan d'eau de la rivière

d) Sources par déversement

On distingue trois catégories de source par déversement suivant le contraste lithologique entre aquifère à nappe libre et substratum.

♣ Catégorie 1 : Substratum formé par de roches meubles et par l'aquifère de roches consolidées ; les sources apparaissent au bas de rupture des pentes.

♣ Catégorie 2 : Aquifère formé par de roche meubles et par le substratum de roches consolidées. Les sources sont également situées en haut des ruptures de pente formée par l'affleurement du substratum plus résistant. Les arrivées d'eau sont diffuses. On le reconnaît chaque fois qu'on voit de l'eau sortir sur une large portion de talus. Le captage ne nécessite pas de précaution technique particulière, le fait appel un drainage important.

♣ Catégorie 3 : Les roches de l'aquifère est du substratum sont identiques, la variation de la perméabilité et la variation du teneur en argile et des degrés d'altération provoque l'apparition de la source.

e) Résurgences

Dans les milieux fissurés, dans les régions où l'altération karstique a profondément entaillé des calcaires massifs mais aussi parfois dans celles où la cuirasse latéritique suffisamment puissante, altérée et fracturée présente des fissures largement ouvertes, le réseau hydrographique superficiel et le réseau souterrain sont en relations permanentes par un jeu de pertes et de résurgences.

La morphologie des résurgences présente de grain, des similitudes avec celle des sources en milieu fissuré. Leur eau par contre ne présente pas les mêmes garanties de salubrité.

On devra donc s'assurer, chaque fois que l'eau jaillit au bas d'un talus ou d'une falaise formée de roches dures et fissurées, calcaires ou cuirasse latéritique, qu'il s'agit bien d'une source.

3 4 2- Type II

Mais du point de vue des variations de débit, on peut aussi classer les sources en trois autres catégories :

a) Celles qui réagissent aux averses isolées de saison sèche

Les sources de cette catégorie sont des sources qui drainent soit des aquifères très superficiels, soit des aquifères formés de roches fissurées.

Elles n'offrent, aucune garantie de qualité de leur eau. D'autre part, aucun des deux types d'aquifères qu'elles drainent n'a une capacité de rétention suffisante pour assurer convenablement un rôle régulateur pour les aquifères fissurés car l'eau y circule très rapidement, dans des conditions proches de celles de l'écoulement superficiel; les aquifères sont très superficiels car ils correspondent souvent à des niveaux perchés de faible étendue et de faible épaisseur qui n'ont donc qu'une très petite réserve.

En conclusion, ces sources ne doivent être captées qu'en l'absence de toute solution de rechange. Les risques de pollution et de tarissement sont grands. On devra, si on est amené à procéder à leur aménagement, insister auprès des usagers sur le fait que l'eau n'est pas potable, et tenter d'introduire des méthodes d'épuration individuelle en essayant d'en généraliser l'usage.

b) Celles qui ne réagissent pas aux averses isolées de saison sèche

Les sources de cette deuxième catégorie, celles qui ne sont pas sensibles aux averses de saison sèche mais dont le débit augmente rapidement après le début de la saison des pluies, ne sont pas absolument à l'abri des risques de tarissement. Elles sont plus fiables quant à la qualité de leur eau.

Ce sont des sources d'aquifères encore superficiels, peu étendus ou bien dont la capacité d'emmagasinement est faible, leur débit subit des variations assez rapides pendant la saison des pluies avec chaque pluie importante.

Préservées de la pollution en saison sèche, elles y sont vulnérables en saison des pluies par suite de la remontée du niveau de la nappe et de la diminution de l'épaisseur de la zone non saturée.

c) Celles dont l'augmentation de débit n'intervient que longtemps après le début des pluies

Les sources de la troisième catégorie sont celles qui présentent les meilleures garanties de régularité, tant du point de vue de la qualité de leur eau que de celui de leur débit.

Le rapport des débits de hautes eaux aux débits d'étiages est faible pour ces sources et le décalage de ces régimes avec l'alternance saisonnière peut être de plusieurs mois. D'autre part, l'augmentation du débit est progressive dans ce cas, et n'est pas nécessairement soulignée par l'arrivée d'eau troublée.

Ces sources drainent des aquifères plus importants que les précédentes, moins superficiels, niveaux perchés de grande étendue ou nappes de vallées.

3 5 - Mise en place des captages

3 5 1- Définition

Le fait de capter veut dire, dans cet ordre:

- drainer
- concentrer
- distribuer

l'eau d'une source.

Le principe du captage est de drainer les arrivées d'eau et de les concentrer afin de pouvoir récupérer l'eau dans une chambre, à partir de laquelle on acheminera l'eau vers un lieu de distribution, proche de la source, ou bien, par l'intermédiaire d'une adduction, proche du lieu de consommation.

3 5 2- Les buts principaux d'un captage de source

- Préserver l'eau de la source de la pollution à la sortie de terre et de la rendre facilement accessible aux consommateurs.
- Ensuite et suivant les possibilités, améliorer le débit et la qualité de l'eau de la source.

3 5 3- Les conditions à respecter lors de l'élaboration d'un captage

- Ne pas diminuer le débit. Le choix du meilleur point de captage permet d'éviter ceci.

- Ne pas augmenter les risques de pollution. Les creusements des tranchées doivent être par exemple accomplis avec précaution pour ne pas souiller la source.

- Ne pas tarir la source à exploiter. En effet, dans les cas les plus graves, les sources captées tarissent très souvent peu de temps après leur aménagement. Ceci est dû aux interventions effectuées de la mise en œuvre proprement dite du captage qui a chamboulé l'équilibre qui s'est créé autour de la source depuis longtemps. Il y a deux façons opposées de penser l'aménagement d'un site pour remédier à cela, soit tenir compte le moins possible des données naturelles, mais alors la protection de l'aménagement demandera de gros moyens et surtout beaucoup d'entretien, soit modifier aussi peu que possible le milieu et toujours dans le sens des tendances naturelles (aplanir les bosses, combler les creux, ouvrir des passages à l'eau de ruissellement).

3 5 4- Règle

Il est impérativement défendu de mettre les arrivées d'eau en charge, c'est-à-dire que le niveau d'eau dans les tranchées de captage ne doit jamais être supérieur au niveau d'émergence naturelle de la source.

On devra pour cela apporter un soin tout particulier au repérage des niveaux, à la réalisation des pentes, au choix des dimensions des conduites, et surtout à l'évacuation de l'eau durant les travaux.

3 5 5- Choix des lieux de captage

a) Recherche du meilleur lieu de captage

Il faut faire attention sur les sources apparaissant au milieu d'éboulis aussi bien dans les pentes que dans les vallées. Les éboulis, dû à l'érosion naturelle, masquent la véritable émergence. L'eau migre sous ces éboulis, sur une distance très variable (quelques mètres à quelques centaines de mètres) avant d'apparaître à la faveur d'un accident de terrain ou d'une diminution de la couche d'éboulis. On se trouve dans ce cas, face à un point d'eau très facilement polluable si la couche d'éboulis en amont

n'est pas suffisamment épaisse (minimum 2,00 m d'éboulis fil recouverts de terre végétale) et susceptible de déplacer très facilement au gré des fortes pluies, crue de rivières, tornades ou cyclones.

En général, les anciens de la région à étudier savent si le point d'eau a toujours été là, ou si on lui connaît d'autres lieux antérieurs d'apparition.

b) Le choix des meilleures sources

Le caractéristique à prendre en compte lors des choix des sources est l'augmentation du débit d'une source. L'augmentation du débit d'une source après les pluies et l'augmentation du débit d'une source après le début d'une saison pluvieuse ne correspond pas à l'arrivée à la source de l'eau infiltrée lors des premières pluies. Il ne dépend que de l'augmentation du niveau de la surface piézométrique, variation dont la vitesse de propagation dans l'aquifère des zones de recharge aux exutoires, est supérieure à celle de l'eau. Le délai de réaction de la source à une averse dépend donc de la vitesse de propagation de la charge hydraulique, dans l'aquifère et de la distance de la zone de recharge à l'exutoire.

Or la vitesse de propagation de l'influence de la recharge de la nappe dépend essentiellement de la capacité d'emmagasinement de l'aquifère: plus celle-ci est importante et plus les volumes d'eau nécessaires à une augmentation donnée de la charge hydraulique et à sa propagation sont importants. Il faudra donc pour un même relèvement de la surface piézométrique que les volumes d'eau infiltrés jusqu'à la nappe et que les volumes d'eau déplacés à l'intérieur de l'aquifère soient d'autant plus importants que sa capacité d'emmagasinement sera grande.

D'autre part, pour une même quantité d'eau infiltrée jusqu'à la nappe, le niveau de la surface piézométrique se trouve d'autant moins relevé, et corrélativement la variation du débit des sources sera d'autant moins grande que la capacité d'emmagasinement de l'aquifère sera plus importante.

Les longs délais de réaction aux averses et les faibles variations saisonnières de débit sont donc les caractéristiques de sources drainant des aquifères de grande étendue, à forte capacité d'emmagasinement, c'est-à-dire possédant une importante réserve susceptible de ne pas s'épuiser en fin de saison sèche.

Le cas des nappes captives:

Pour une nappe captive, l'arrivée de petites quantités d'eau dans l'aquifère suffit à provoquer de grandes variations de la surface piézométrique et donc à augmenter notablement le débit des sources

Les signes de l'augmentation du débit:

L'augmentation du débit d'une source est souvent signalée par une importante augmentation de la turbidité de l'eau.

Limpide, elle se trouble, devient blanchâtre ou jaunâtre. Ce phénomène est dû à l'accroissement de la vitesse de l'eau dans l'aquifère: celle ci arrache des particules fines au terrain et les transporte en suspension. Plus spectaculaire qu'une simple variation de débit, l'arrivée d'eau troublée à une source, toujours remarquée par les usagers, permet d'obtenir lors de l'enquête des renseignements assez précis sur ses réactions aux pluies.

3 5 6- Les techniques de captage

Suivant le type de source rencontré, on utilisera les techniques:

- ♣ de captage par drain ;
- ♣ de captage par puits ;
- ♣ de captage ponctuel.

a) Captage par drain

Un drain est constitué de trois tranchées disposées en Y ou en T, dont les branches, appelées ailettes, sont situées en amont de la queue disposée suivant la ligne de crête sur la plus grande pente du terrain.

Certaines sources ne présentent pas à proprement parler d'arrivées d'eau, en effet l'eau sort de terre dans une pente sur une large surface de terrain. Les sources par débordement ou par déversement d'aquifères constitués de roches meubles et les sources artésiennes à travers un toit de roches meubles, donnent de telles émergences diffuses. Leur drainage s'impose, pour collecter l'ensemble des émergences et concentrer l'eau.

b) Captage par puits

Capter une source par puits consiste à creuser un puits dans l'aquifère, soit en amont, soit sur le lieu même de la source. Le puisage peut alors se faire directement dans le puits (puits ouvert) ou, quand la dénivellation à l'aval de la source est suffisante, par une conduite amenant l'eau du captage jusqu'au lieu du puisage (puits fermé).

Ce mode de captage est très satisfaisant tant pour sa rationalité en tant qu'ouvrage d'exploitation que pour les résultats qu'il permet d'obtenir du point de vue de la qualité de l'eau. On est en effet dans ce cas totalement maître des caractéristiques qu'on lui donne, affranchi des contraintes liées au site de la source. Ce type d'ouvrage est en outre très robuste et ne requiert pratiquement pas de maintenance.

Cette méthode nécessite un équipement spécifique et implique des transports. Elle est donc intéressante pour des projets spécialisés et opérant dans des régions au réseau routier assez dense et efficace. Les buses éléments de base du captage par puits, peuvent également être utilisées dans le cas de captage par gravité.

On implante généralement le puits en amont de la source. La meilleur implantation possible se fera en partant de la source dans la direction du gradient maximum de la nappe qu'on peut déterminer approximativement en observant la direction des arrivées d'eau à la source, ou en utilise la radiesthésies.

On doit surtout veiller à situer le puits sur le versant de la source. L'implantation d'un puits sur les axes des vallons est à proscrire car ils correspondent à des zones de recharge au niveau desquelles l'aquifère est particulièrement vulnérable à la pollution.

c) Captage ponctuel

Il est appliqué aux sources par débordement et par déversement d'un aquifère constitué de roches fissurées. Aussi pour les sources artésiennes ou les résurgences qui ont une émergence ponctuelle bien localisée.

Les travaux de drainage de ces sources ponctuelles sont très simples. Le terrain assure lui même le rôle de drain. Capter ne revient donc qu'à concentrer l'eau et la récupérer dans une chambre que l'on construira à cet effet.

La chambre de captage sera aménagée le plus près possible de l'arrivée de l'eau située le plus souvent dans ce cas au bas d'une rupture de pente.

3 5 7- Amélioration du débit produit

Le débit d'une source s'exprime par l'équation de Darcy.

$$Q = kiS$$

Où :

$i = \frac{h}{l}$: Perte de charge par unité de longueur ou gradient hydraulique.

Q : Débit [m³/s]

S : Surface de la section [m²]

k : Perméabilité du terrain aquifère [m/s]

h : Différence de niveau piézométrique [m]

l : Distance entre des niveaux piézométriques. [m]

Les débits Q varient proportionnellement à k , à i et à S . Pour améliorer les débits de production d'un captage, il faut prendre en compte les caractéristiques physiques liés à ces paramètres :

Rôle de k :

Les couches lithologiques du terrain, les types du sol, la nature de la source à exploiter et le choix d'implantation des ouvrages devront être orienté en tenant compte des courbes de niveau, de la pente et du sens de l'écoulement.

Rôle de S :

Elle doit avoir une dimension appropriée et faire le meilleur choix sur les formes et les types des ouvrages, les milieux adaptés à la morphologie et à la géologie du terrain, afin de pouvoir capter le maximum de débit.

Rôle de i :

♠ A proximité des exutoires, source ou puits en exploitation, la nappe est déprimée.

♠ Le rabattement est fonction du débit de l'exutoire donc plus on pompe dans un puits plus la valeur du rabattement augmente (On appelle rabattement cette dépression qui correspond à un accroissement de la vitesse de l'eau de l'aquifère).

♠ Pour une source, plus on augmente le rabattement (en baissant le niveau du captage) plus, à surface de captage égale, on augmente le débit de la source car le débit d'un captage est égal au produit du débit unitaire qui n'est que la vitesse de

filtration, par la surface de captage.

♣ Un léger abaissement du niveau de captage peut augmenter la valeur du gradient hydraulique de façon considérable car elle est très faible dans la nappe.

♣ Pour augmenter i , il faut augmenter le rabattement. Ainsi, il est généralement intéressant de capter les sources à un niveau inférieur à celui de leur émergence naturelle.

3 6 - Réservoir

- Type de réservoir :

On emploie généralement le réservoir semi – enterré, circulaire et en béton armé. Le réservoir doit être muni d'un trou d'homme, d'un trop plein et d'une vidange de fond.

- Dimensionnement d'un réservoir :

Dans une adduction gravitaire le réservoir de desserte doit se situer à une altitude plus élevée que le point de captage. Le réservoir est lui aussi situé au dessus du village à desservir. Théoriquement le dimensionnement d'un réservoir doit prendre en compte du débit maximal à l'heure où la consommation est la plus grande dans une journée. Il doit aussi tenir compte de l'accroissement de la population à un horizon défini par le projet. Il y a différentes méthodes de dimensionnement de réservoir en milieu rural, voici quelques exemples :

- En supposant que l'adduction est à débit uniformément réparti sur 24 heures, d'après la méthode de M.BOONE, on a :

$$V = 2 \text{ à } 10a$$

V : Volume du réservoir [m^3]

a : Débit horaire moyen de distribution [m^3/h].

$$a = \frac{C}{24}$$

C : Consommation totale journalière (cette valeur doit tenir de l'accroissement de la population)

$$C = b \times N + \text{perte en ligne}$$

b : besoin en eau journalier par personne [$\text{l}/\text{jour}/\text{pers}$]

N : nombre total d'habitant

Perte en ligne : 20% à 50% de la consommation totale

L'accroissement de la population pris en compte est la plus grande valeur obtenue par les deux méthodes suivantes :

Méthode 1 :

$$N = N_o (1 + T_c)^n$$

N : nombre de population après n années

No : nombre de population lors de la conception

Tc : taux d'accroissement naturel

n : horizon du projet

Méthode 2 :

On tire le nombre de population $N=y$ à partir de l'équation :

$$N = y = y_0 + Ax^a$$

Avec : y : Nombre de population à une date donnée

y_0 : Nombre de population à la première année où l'on a des données

x : Rang de l'année à considérer par rapport à la première

a : Horizon du projet

$$\Rightarrow y - y_0 = Ax^a$$

$$\Rightarrow \log(y - y_0) = \log A + a \log x$$

$$\Rightarrow Y = b + aX \text{ avec : } \log(y - y_0) = Y ; b = \log A \text{ et } X = \log x$$

Par la méthode des moindres carrées :

$$a = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - \sum X \sum X} \quad \text{et} \quad b = \frac{\sum X^2 \sum Y - \sum X \sum XY}{n \sum X^2 - \sum X \sum X}$$

▪ Méthode CNEAGR (voir annexe XII)

C'est une méthode qui tient compte des paramètres suivants :

- Le besoin en eau journalier par habitant ou débit unitaire journalier b .
- Le nombre de population à desservir, le taux d'accroissement

annuel à considérer et l'horizon du projet. Le nombre de population à prendre en compte pour le dimensionnement du réservoir est donné par la formule :

$$N = N_o (1 + T_c)^n$$

- Le besoin total journalier est obtenu par la formule :

$$B_j = N \times b \times 1,1$$

Avec **1,1** : majoration de la perte en ligne.

- La répartition de puisage : elle est donnée par l'hypothèse dans le tableau suivant :

Tableau 9 : Hypothèse de répartition de puisage

Horaires	6 -9 h	9-11 h	11 - 14 h	14 - 16 h	16 - 18 h	18 -21 h	21 - 6 h
Durée (h)	3	2	3	2	2	3	9
Coefficient de répartition de puisage	0,15	0,05	0,35	0,05	0,35	0,04	0,01

- Le débit de l'apport des sources Q_a : On jauge le débit fourni par les sources. On compare le volume d'eau fourni dans des intervalles de temps donné dans la deuxième ligne du tableau précédent avec le volume puisé dans ces intervalles.

$$A = Q_a \times durée \times 3600$$

A : apport dans un intervalle de temps [l ou m³]

$$V_p = B_j \times durée$$

V_p : volume puisé [l ou m³]

Le volume du réservoir est donné par la différence maximale entre le cumul d'apport et la cumul du volume puisé des sept intervalles d'une journée.

▪ Méthode utilisée par le CARITAS et le FIKRIFAMA

$$V = (1 + \Theta)^n \times N_o \times \frac{b}{1000} \times \frac{T}{24}$$

V : Capacité réservoir (m³)

T : Temps de remplissage du réservoir

- Si le débit de remplissage Q compris entre 15 l/min et 20 l/min, on prend T=12 heures

- Si $Q > 20$ l/min, on prend $T = 10$ heures

N_o : Nombre de population pendant l'année de la mise en œuvre du projet

b : Besoin en eau journalier par personne (l/j)

Θ : Taux d'accroissement théorique de la population pour un horizon donné

n : Horizon du projet

Notons que quelquefois, les organismes FIKRIFAMA et CARITAS cherchent seulement les sources les plus abondantes que la zone peut fournir. Les sources peuvent être en excès ou insuffisantes pour les besoins journaliers de la population. Le dimensionnement se fait ensuite en fonction seulement du débit disponible dans les sources et des moyens financiers alloués à la construction du réservoir, même si le besoin moyen journalier pour une personne, qui est à Madagascar pour la population rurale compris entre 20 l/jour/pers et 30 l/jour/personne, n'est pas satisfait.

3 7 - Dessableur

Le dessableur n'est pas obligatoire mais il est employé en cas de forte présence de sable dans les conduites. Il est situé après le captage.

- Type de dessableur :

Les dessableurs sont en général de forme parallélépipédique en béton.

- Dimensionnement du dessableur :

Le volume du dessableur est :

$$\Omega = L \times H \times l .$$

La vitesse de l'eau dans le dessableur est :

$$V_{eau} = \frac{Q}{l \times H}$$

La relation qu'on doit prendre en compte pour dimensionner un dessableur est la suivante :

$$\frac{L}{H} = \frac{V_{eau}}{V_s}$$

L : Longueur du dessableur.

H : Profondeur du dessableur.

V_{eau} : Vitesse de l'eau.

V_s : Vitesse de sédimentation.

3 8 - Conduites

Il y a 2 sortes de conduites à dimensionner :

- Les conduites d'amené : c'est le tronçon compris entre le captage et le réservoir
- Les conduites de distribution : ce sont les tronçons qui desservent les eaux à partir du réservoir vers les bornes fontaines.

Les techniques de dimensionnement sont les mêmes pour les 2 cas.

- Type de réseau :

Généralement, le type réseau employé pour les AEPG rurales est le réseau ramifié.

- Type de conduite :

Les conduites employées sont de type PEHD (Polyéthylène Haute Densité) ou galvanisés pour la traversée des routes, voie ferrée, terrains accidentés, ruisseau et rizière. Les conduites en PVC ne sont pas rentables en milieu rural à cause de son coût trop élevé.

- Caractéristiques :

Les conduites peuvent supporter une pression maximale de 16 barres. Elles sont enfouies au moins à 70 cm de profondeur sous terre.

- Dimensionnement des conduites :

Plusieurs paramètres sont pris en compte pour le dimensionnement des conduites :

♣ **Débit de pointe transité**

Le diamètre doit vérifier la relation :

$$Q_p = V \times S = V \times \pi \times \frac{D^2}{4}$$

Q_p : Débit de pointe (m^3/s)

V : Vitesse correspondant au débit de pointe (m/s)

S : Section conduite (m^2)

D : Diamètre de la conduite (m)

♣ Vitesse de l'eau

La vitesse doit être comprise entre 0,3 m/s et 1,5 m/s. Une vitesse trop faible (<0,3m/s) entraînera la formation de dépôt dans les conduites de même qu'une vitesse trop élevée (>1,5 m/s) entraînera une trop forte vibration qui pourrait endommager les conduites et causer des désagréments à cause des bruits. Donc il faut tenir compte de ces conditions pour dimensionner les conduites, soit augmenter le diamètre nominal pour diminuer la vitesse, soit diminuer le diamètre pour augmenter la vitesse.

♣ Pertes de charge dans les conduites

Ce sont les pertes de charge linéaire qui sont engendrées par les conduites. Elles dépendent de la nature des conduites selon la rugosité des parois intérieures, de la vitesse de l'eau et de la longueur de la conduite. Il existe plusieurs abaques et tables pour évaluer la perte de charge. Elles se différencient essentiellement par la valeur de λ (coefficient de perte de charge). Voici un exemple de formule employée :

Formule de COLEBROOK :

$$j = \frac{\lambda}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

Avec :

- j : perte de charge linéaire
- D : diamètre de la conduite
- V : Vitesse dans la conduite
- g : accélération de la pesanteur
- λ est obtenu à partir de la relation :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left[\frac{K}{3.71D} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} \right]$$

- K : coefficient de rugosité des parois
- Re : nombre de Reynolds

$$\text{Re} = \frac{V \times D}{\gamma}$$

- γ : Viscosité cinématique du liquide

♠ **Pression au sol**

La pression au sol dans les points de puisages (bornes fontaines) doit être comprise entre 5m et 40m en hauteur de colonne d'eau. Elle indique à peu près la

valeur de $\frac{V^2}{2g}$:

$$\boxed{\text{pression au sol} = \text{côte piézométrique aval} - \text{côte au sol}}$$

- dispositifs particuliers :

A chaque point bas, on doit mettre un dispositif de vidange pour évacuer les dépôts s'y accumulant et à chaque point haut on doit munir le réseau de ventouse pour évacuer l'air.

3 9 - Mise en place des bornes fontaines

Le nombre de bornes fontaines allouées à chaque village est fonction du nombre de population maximal à desservir par borne fontaine et de la répartition des hameaux. Les bornes fontaines sont équipées d'un regard technique et d'un regard d'écoulement d'eau perdue ; le premier est placé en amont à l'arrivée de l'eau, muni d'une vanne d'arrêt ; le second sera destiné à recueillir le surplus d'eau et assurera son évacuation. On doit aussi mettre en place un périmètre de sécurité (enclos) autour de la borne fontaine.

CONCLUSION

Cette étude nous a montré que l'adduction gravitaire depuis un captage souterrain est la plus économique. Les principaux réservoirs souterrains de Madagascar se situent dans les deux zones des hauts plateaux.

Actuellement, les principales ONG qui oeuvrent dans la réalisation des AEPG sont le CARITAS et FIKRIFAMA.

Les enquêtes nous ont donné une population rurale desservie par les AEPG à 14% sur les 37% objectées par l'Etat pour l'année 2005.

Cette étude technique nous a montré aussi les étapes à suivre dont les principaux sont la recherche de source; la mise en place du captage; le dimensionnement du réservoir, des conduites; Mise en place de dessableur s'il en faut et enfin la construction de bornes fontaines. Mais il faut, avant toute réalisation de projet, faire des sensibilisations des villageois

Partie III
ELABORATION
ET EXPLOITATION DE LA
BASE DE DONNEES SUR LES
AEPG

INTRODUCTION

Dans l'évolution du monde actuel, l'outil informatique est désormais incontournable dans tous les domaines d'activités imaginables quoi qu'il soit. Il est synonyme de développement par son vaste champ d'action, par sa capacité énorme de fonctionnalité et par la rapidité à laquelle les outils effectuent des tâches requises.

De nombreux logiciels ont été créés en ce sens dans différents domaines et l'on peut dire que les recherches sur le développement de la capacité de ces logiciels ont porté leur fruits car un logiciel comme le MapINFO Professionnel peut, par exemple, stocker, gérer et représenter à la fois des données brutes.

Cette capacité est très intéressante dans le domaine d'approvisionnement en eau. En effet, dans l'adduction d'eau potable, la gestion de l'eau tout comme la gestion des données reportant sur l'eau sont vitales.

Il faut donc centrer les recherches adéquates afin de mieux organiser cette gestion. Des améliorations ont été faites et des nouvelles idées sont aussi à développer. Force est aussi de constater que des problèmes surgissent. Mais les outils EXCEL et SIG MapINFO sont avantageux car on peut toujours les améliorer à n'importe quel moment. Dans cette troisième partie, nous allons essayer d'élaborer un système de base de donnée qui pourrait aider à la réflexion dans la réalisation d'un projet d'approvisionnement en eau notamment pour le système d'adduction en eau potable gravitaire.

Pour cela nous allons voir tout sur les bases de données, de la conception jusqu'à l'exploitation et on va y mettre quelques suggestions pour l'améliorer.

Chapitre 1: ANALYSE DE LA SITUATION

1 1 - Situation des réalisations :

On a recensé plus de 1740 AEPG réalisés dans le milieu rural à Madagascar. L'AEPG contribue à plus de 50% des dessertes à Madagascar. C'est un système qu'il faudrait bien développer pour atteindre le but fixé sur le taux desserte à Madagascar.

Mais toutes ces réalisations ont besoin d'être répertoriées pour structurer la politique de l'Etat en approvisionnement en eau. En effet, la mise en place d'un inventaire sur les AEPG facilitera le suivi-évaluation des projets réalisés. En effet, on a besoin d'information sur les états actuels des réalisations déjà effectuées. On peut ainsi avoir une idée sur le nombre exacte du nombre de population desservie. Les réalisations peuvent respecter ou non la perspective de pouvoir desservir toute la population jusqu'à un horizon donné en tenant compte de l'accroissement de la population et ainsi de suite.

Un moyen efficace de recensement pour permettre un bon inventaire est de créer cette base de données. On peut ensuite compléter au fur et à mesure les données manquantes. La plus grande partie du travail effectué est consacrée à la mise en place d'une base de données pour les petites AEPG en milieu rural effectuées par les organismes CARITAS et FIKRIFAMA entrant dans le projet PAEPAR. Les autres AEPG, plus grandes, sous la tutelle de la DEA ne sont pas concernées par cet inventaire.

1 2 - Les résultats attendus d'une base de données :

Afin d'avoir une base de données efficaces, les résultats doivent satisfaire les conditions suivantes :

- La base de données doit être facile à manipuler pour les futurs utilisateurs
- La base de données doit permettre une mise à jour fréquente au fur et à mesure que des données complémentaires arrivent
- La présentation doit faciliter la rapidité de la prise de décision

- La base de données doit être présentée sous une forme où l'accès est facile pour toutes les entités oeuvrant dans le secteur de l'eau (distribution, prix...)

Chapitre 2: GENERALITES SUR LES BASES DE DONNEES

2 1 - Définition

Base de données :

Une base de données est une structure de données (informations) permettant de recevoir, de stocker et de fournir à la demande de besoins des multiples utilisateurs.

C'est une collection d'informations organisées pour être facilement accessible par l'intermédiaire d'un ordinateur. Dans MapInfo, ce terme est souvent utilisé pour décrire un unique fichier ou table d'informations.

L'approche « Base de données » vise à simplifier l'organisation des données, ainsi, un système organisé autour d'une base de données est conçu en fonction des données (les structures).

2 2 - Les différentes sortes de bases de données

2 2 1- Du point de vu informatique et programmation

Il existe plusieurs types de base de données :

- Les systèmes de gestion de Base de données (SGBD) relationnels
- Les bases de données réparties
- Les « Backs-ends processors » ou machines bases de données
- Les langages naturels
-

a) Les Systèmes de Gestion de Base de Données relationnels (SGBD relationnels)

Un SGBD est considéré comme relationnel s'il existe un **schéma conceptuel** sous forme **relationnel** et un langage se reposant sur des **opérateurs assembleurs** selon le type voulu.

b) Schéma relationnel

Modélisation d'un certain univers sous forme d'une collection de relation.

Le schéma relationnel est avantageux dans notre travail car cette collection de relation est soumise à une normalisation, afin que l'on obtienne des relations vérifiant certaines propriétés, de telle sorte que :

- ⇒ La création et la mise à jour ou la suppression d'informations soient aisées ;
- ⇒ La modification du schéma rendue nécessaire par une évolution de la perception de la réalité soit la plus simple possible ;
- ⇒ La compréhension de la réalité soit facilitée par le schéma

2 2 2- Du point de vu SIG

On distingue deux types de base de données:

- base de données cartographiques ou base de données géographiques ;
- base de données alphanumériques ou base de données attributaires.

a) Base de données cartographiques

Les données cartographiques sur Madagascar sont basées sur :

La BD500 et la BD10 (base de données 500000^e et base de données 100000^e):

Ce sont des bases de données issue des cartes 1/500 000 et des cartes 1/100 000 fournie par le FTM (Foiben'ny Taosaritanin'i Madagasikara). Elles contiennent les thèmes sous forme de tables suivantes :

- La planimétrie
- Le réseau routier et les franchissements

- Le réseau ferré
- L'hydrographie
- Les unités administratives
- L'occupation du sol
- Équipement - Divers
- La toponymie
- L'altimétrie...

b) Base de données alphanumériques

Les données alphanumériques sont basées sur les :

- *données CORNELL UNIVERSITY* : ce sont les résultats des enquêtes au niveau des communes à Madagascar réalisés par le programme ILO de CORNELL UNIVERSITY en collaboration avec l'Institut National de la Statistique (INSTAT) et le Centre National de Recherche Appliquée au Développement rural (FOFIFA).

- *données monographiques* par le ministère de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche.

Chapitre 3: ELABORATION DE LA BASE DE DONNEES EXCEL

3 1 - Microsoft Excel

3 1 1- Définition

Excel est un tableur capable de:

- Mémoriser les relations entre les données
- Représenter graphiquement les données
- Exploiter les informations (base de données)
-

3 1 2- Tableur

Logiciel dont la fonction essentielle est de construire et de stocker des tableaux de données et de calcul.

3 2 - Pourquoi utiliser Microsoft Excel ?

Microsoft EXCEL est l'un des outils de saisie d'information le plus employé dans le monde et à Madagascar, et les partenaires oeuvrant dans le secteur de l'eau et de l'assainissement avec. C'est un outil très facile à manipuler.

De plus son SGBD est relationnel ce qui procure un grand avantage dans ce travail car les données stockées dans la banque de données peuvent être mises à jour, être modifiées ou supprimées à tout moment.

3 3 - Elaboration

3 3 1- Source des données

Les données brutes ont été fournies directement par les organismes principaux oeuvrant sur l'AEPG en partenariat avec le DEA à savoir le FIKRIFAMA et le CARITAS.

3 3 2- Saisie des données

Les données brutes sont saisies, classées et répertoriées dans un fichier EXCEL. Les données sont importées depuis le fichier brut en reproduisant les données sur la banque de données.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
606	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	SAMBAVA	ANTSIRADRANO	AMBOHIMANARINA	700		IDA	764
607	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	SAMBAVA	BEVONOTRA	AMBAVALA	330		IDA	739
608	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	SAMBAVA	SAMBAVA	ANTAKOLY	600		IDA	795
609	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	SAMBAVA	SAMBAVA	BEMANEVIKA	5200		IDA	798
610	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	SAMBAVA		ANTSAHAKAJJOY	400		IDA	774
611	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	AMBANJA	ANTRANOKARANY	AMBALAMAHOGO	600		IDA	610
612	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	AMBANJA	ANTRANOKARANY	ANTRANOKARANY	1500		IDA	611
613	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	ANDAPA	AMBODIANGEZOKA	AMBODIPONT	1200		DDC	735
614	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	ANDAPA	AMBODIANGEZOKA	AMBOHIMARINA	1500		IDA	733
615	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	ANDAPA	AMBODIANGEZOKA	ANDRANOVALO	987		IDA	731
616	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	ANDAPA	AMBODIANGEZOKA	ANTSAVOKABE	500		IDA	730
617	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	ANDAPA	ANDRANOMENA	ANDRANOMENA	5000		ICCO	734
618	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	ANDAPA	ANKIAKABE AVARATRA	MAROKOBAY	2400		CODEL	740
619	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	ANDAPA	ANKIAKABE AVARATRA	AMBODIMANGA	1000		IDA	742
620	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	ANDAPA	DOANY	AMBODIZAVY	1120		ICCO	729
621	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	ANDAPA		AMBODIDIVAINA	3000		IDA	730
622	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	ANDAPA		AMBOHITRANIVO	320		ICCO	734
623	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	VOHEMAR	DARAINA	DARAINA	1600		ICCO	751
624	CARITAS	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	AMBILO	AMBILO	850			461
625	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	Ambohimahamasina	SAHAFY	903		IDA	473
626	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	Ambohimahamasina	TANAMBAO MAHASOA	827		IDA	465
627	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	Ambohimahamasina	TSARAMANDROSO	960		IDA	472
628	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	ANJOMA NANDIHIZANA	AMBOZONTANY	510		IDA	463
629	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	ANJOMA NANDIHIZANA	ANATO	546		IDA	465
630	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	ANJOMA NANDIHIZANA	ANJOMA	1250		IDA	462
631	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	Kirano Soamifanaraka	AMBOHINAMBOARINA	600		IDA	459
632	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	Kirano Soamifanaraka	KIRANO	387		IDA	462
633	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	Mahazony	MORAFENO	485		IDA	456
634	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	MANAMISOA	MANAMISOA	450		IDA	455
635	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	MANAMISOA	MANAMISOA I	250		DDC	455
636	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	MANAMISOA	VOHIBOAY	400		IDA	452

Figure 1 : Les données classées

3 3 3- Correction et mise à jour des données

Beaucoup de données manquent ou sont inexactes. On devait donc vérifier toutes les valeurs existantes.

Voici quelques exemples :

1. Des dimensions de réservoirs insensées :

$$25000 \text{ m3} \Rightarrow 25000 \text{ l}$$

2. Des coordonnées manquent ou sont erronées :

On a vérifié les coordonnées de toutes les localités à l'aide de la table localité BD100 dans la base de données BD100 élaborée par la FTM.

3. Complément de données :

En vérifiant les coordonnées, on a déterminé le Fivondronana et le Firaisana des localités desservies.

3 4 - Les fichiers de données Excel conçus

3 4 1- Toutes les données

Toutes les données existantes sont stockées dans ce classeur.

Elles contiennent des informations sur le Faritany, l'organisme, le Fivondronana, le Firaisana, le nombre de population desservie, le nombre total de population, les coordonnées Laborde (X,Y), le nombre de Borne Fontaine, le Bailleur de fond, la longueur des conduites d'amenées, la longueur de la conduite de distribution et la capacité du réservoir.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
606	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	SAMBAYA	ANTSIRADRANO	AMBOHIMANARINA	700		IDA	764
607	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	SAMBAYA	BEVONOTRA	AMBAVALA	330		IDA	739
608	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	SAMBAYA	SAMBAYA	ANTAKOLY	600		IDA	795
609	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	SAMBAYA	SAMBAYA	BEMANEVKA	5200		IDA	798
610	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	SAMBAYA		ANTSAHAKAJOY	400		IDA	774
611	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	AMBANJA	ANTRANOKARANY	AMBALAMAHOGO	600		IDA	610
612	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	AMBANJA	ANTRANOKARANY	ANTRANOKARANY	1500		IDA	611
613	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	ANDAPA	AMBODIANGEZOKA	AMBODIPONT	1200		DDC	735
614	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	ANDAPA	AMBODIANGEZOKA	AMBOHIMARINA	1500		IDA	733
615	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	ANDAPA	AMBODIANGEZOKA	ANDRANOVALO	987		IDA	731
616	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	ANDAPA	AMBODIANGEZOKA	ANTSAVOKABE	500		IDA	730
617	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	ANDAPA	ANDRANOMENA	ANDRANOMENA	5000		ICCO	734
618	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	ANDAPA	ANKIAKABE AVARATRA	MAROKOBAY	2400		CODEL	740
619	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	ANDAPA	ANKIAKABE AVARATRA	AMBODIMANGA	1000		IDA	742
620	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	ANDAPA	DOANY	AMBODIZAVY	1120		ICCO	729
621	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	ANDAPA		AMBODIDIVAINA	3000		IDA	730
622	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	ANDAPA		AMBOHITRANIVO	320		ICCO	734
623	FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	VOHEMAR	DARAINA	DARAINA	1600		ICCO	751
624	CARITAS	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	AMBILO	AMBILO	650			461
625	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	Ambohimahamasina	SAHAFY	903		IDA	473
626	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	Ambohimahamasina	TANAMBAO MAHASOA	827		IDA	465
627	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	Ambohimahamasina	TSARAMANDROSO	960		IDA	472
628	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	ANJOMA NANDIHIZANA	AMBOZONTANY	510		IDA	463
629	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	ANJOMA NANDIHIZANA	ANATO	546		IDA	465
630	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	ANJOMA NANDIHIZANA	ANJOMA	1250		IDA	462
631	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	Kirano Soamifanaraka	AMBOHINAMBOARINA	600		IDA	459
632	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	Kirano Soamifanaraka	KIRANO	387		IDA	462
633	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	Mahazony	MORAFENO	485		IDA	456
634	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	MANAMISOA	MANAMISOA	450		IDA	455
635	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	MANAMISOA	MANAMISOA I	250		DDC	455
636	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	MANAMISOA	VOHIBOAY	400		IDA	452

Figure 2: Représentation du fichier de base de données : toutes les données

3 4 2- BD par Faritany

Ce fichier subdivise les données par Faritany en des feuilles différentes :

- ANTANANARIVO
- FIANARANTSOA
- MAHAJANGA
- TOLIARY
- TOAMASINA
- ANTSIRANANA

Elles contiennent des informations sur l'organisme, le Fivondronana, le Firaiana, le nombre de population desservie, le nombre total de population, les coordonnées Laborde (X,Y), le nombre de Borne Fontaine, le Bailleur de fond, la longueur des conduites d'amenées, la longueur de la conduite de distribution, la capacité du réservoir.

	A	B	C	D	E	F	H	I	J
1	ORG	FARITANY	FIVONDRONANA	FIRAISANA	VILLAGE	POPULATION	Bailleur	X	Y
2	CARITAS	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	AMBILO	AMBILO	650		461	468,8
3	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	Ambohimahamasina	SAHAFY	903	IDA	473	464,52
4	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	Ambohimahamasina	TANAMBAO MAHASOA	827	IDA	465	447
5	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	Ambohimahamasina	TSARAMANDROSO	960	IDA	472	459
6	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	ANJOMA NANDIHIZANA	AMBOZONTANY	510	IDA	463	470
7	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	ANJOMA NANDIHIZANA	ANATO	546	IDA	465	473,5
8	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	ANJOMA NANDIHIZANA	ANJOMA	1250	IDA	462	469
9	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	Kirano Soamifanaraka	AMBOHINAMBOARINA	600	IDA	459	479
10	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	Kirano Soamifanaraka	KIRANO	387	IDA	462	475,5
11	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	Mahazony	MORAFENO	485	IDA	456	453
12	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	MANAMISOA	MANAMISOA	450	IDA	455	482
13	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	MANAMISOA	MANAMISOA I	250	DDC	455	482
14	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	MANAMISOA	VOHIBOAY	400	IDA	452	481
15	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	MANAMISOA	AMBATOLAHY	970	IDA	453,5	482
16	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBATOFINANDRAHANA	AMBATOFINANDRAHANA	SAMBALAHY NORD		IDA	433,5	615,5
17	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBATOFINANDRAHANA	AMBATOFINANDRAHANA	SAMBALAHY SUD	450	IDA	433,5	615,5
18	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBATOFINANDRAHANA	ITREMO	ITREMO	403	IDA	422	612
19	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBATOFINANDRAHANA	Soavina	ANTSAHAKELY	357	IDA	455	617
20	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBATOFINANDRAHANA	Soavina	AMBOHIMARINA	405	IDA	438	619
21	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBATOFINANDRAHANA	Soavina	TATAMO	542	IDA	440,5	620
22	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBATOFINANDRAHANA	Soavina	VINANY	500	IDA	437,5	621
23	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBATOFINANDRAHANA	Soavina	TETIKANANA	600	IDA	440	616
24	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBOHIMAHASOA	AMBOHIMAHASOA	IDIMBY	837	IDA	472	549
25	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBOHIMAHASOA	FIADANANA	FIADANANA I	509	IDA	483	557
26	CARITAS	FIANARANTSOA	AMBOHIMAHASOA	FIADANANA	ANDRERE	800		476,5	581,5
27	CARITAS	FIANARANTSOA	AMBOHIMAHASOA	FIADANANA	JEROSALEMA VAOVAO	300		476,5	583
28	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBOHIMAHASOA	Isaka	BESOA		IDA	452,5	557
29	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBOHIMAHASOA	Isaka	ANTALATA ISAKA	733	IDA	478	581
30	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBOHIMAHASOA	KALALAO	KALALAO		IDA	460	552
31	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBOHIMAHASOA	Manandona	AVARATSENA	3000	DDC	463	662
32	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBOHIMAHASOA		IASANA	910	ICCO	460	540
33	FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBOHIMAHASOA		ANTEVIAHITRA	200	DDC	480	555

Figure 3 : Représentation du fichier de base de données par Faritany

3 4 3- BD par Organisme

Il subdivise les données par organismes en des feuilles différentes :

- CARITAS
- FIKRIFAMA
- AUTRES

Elles contiennent des informations sur le Faritany, le Fivondronana, le Firaisana, le nombre de population desservie, le nombre total de population, les coordonnées Laborde (X,Y), le nombre de Borne Fontaine, le Bailleur de fond, la longueur des conduites d'amenées, la longueur de la conduite de distribution, la capacité du réservoir.

	A	B	C	D	E	F	I	J
	ORG	FARITANY	FIVONDRONANA	FIRAISANA	VILLAGE	POPULATION	X	Y
1								
2	CARITAS	ANTANANARIVO	AMBOHIDRATRIMO	AMBOHIPIHAONANA	AVARATRIMANARINA	760	522	837
198	CARITAS	MAHAJANGA	MAEVATANANA	ANDRIBA	AMBOHITSARATELO	450	464	927
199	CARITAS	MAHAJANGA	MAEVATANANA	ANDRIBA	AMPOTAKA-SUD	1264	455	923
200	CARITAS	MAHAJANGA	MAEVATANANA	ANDRIBA	ANDRIBA	800	452,5	944,5
201	CARITAS	MAHAJANGA	MAEVATANANA	ANDRIBA	ANKERANA	415	450	942,5
202	CARITAS	MAHAJANGA	MAEVATANANA	BEMOKOTRA	ANTANIMBARY I	1100	443,5	990
203	CARITAS	MAHAJANGA	MAEVATANANA	BEMOKOTRA	ANTANIMBARY II	900	443,5	990
204	CARITAS	MAHAJANGA	MAEVATANANA	ANDRIBA	FANJAVARIVO	478	451	942
205	CARITAS	MAHAJANGA	MAEVATANANA	ANDRIBA	KAMOLANDY	920	457	953
206	CARITAS	MAHAJANGA	MAEVATANANA		MAROHARONA	400	452,5	944,5
207	CARITAS	MAHAJANGA	MAEVATANANA	ANTSIAFABOSITRA	MAROKOLOY	654	452	966,5
208	CARITAS	MAHAJANGA	MAEVATANANA	ANDRIBA	MIANTSOARIVO	850	466,8	924
209	CARITAS	MAHAJANGA	MAEVATANANA	ANDRIBA	MIARINARIVO	750	451	948
210	CARITAS	MAHAJANGA	MAEVATANANA	ANDRIBA	SAHAVOARA	775	465	932
211	CARITAS	MAHAJANGA	MAEVATANANA	ANDRIBA	TSARAHONENANA	620	454	946
212	CARITAS	MAHAJANGA	MAEVATANANA	ANDRIBA	TSARAMARAINA	410	458	940
213	CARITAS	MAHAJANGA	MAMPIKONY		AMBODISAKOANA TSARATANANAKA	460	588,5	1275
214	CARITAS	MAHAJANGA	MAMPIKONY		AMPOMBIMANANGY I	750		
215	CARITAS	MAHAJANGA	MAMPIKONY		AMPOMBIMANANGY II	850		
216	CARITAS	MAHAJANGA	MAMPIKONY		MORARANOTSARATANANAKELY I	420	588,5	1275
217	CARITAS	MAHAJANGA	PORT BERGE	AMBODIMAHABIBO	AMBODISATRANA MANJOLA	650	599	1144
218	CARITAS	MAHAJANGA	TSARATANANA	MANAKANA	AMBALANIRANA	1167	522,5	944,5
219	CARITAS	MAHAJANGA	TSARATANANA	BRIEFVILLE	MAHABE I	1015	534,75	962
220	CARITAS	TOAMASINA	AMBATONDRAZAKA	FERAMANGA AVARATRA	ANTOKAZO	1 650	625	934
221	CARITAS	TOAMASINA	AMBATONDRAZAKA	MANAKAMBAHINY ANDRE	ANOSIVOLA	1 200	638	931
222	CARITAS	TOAMASINA	AMBATONDRAZAKA		ANDRANOMALAZA	1 300	630	958
223	CARITAS	TOAMASINA	AMBATONDRAZAKA		ANTENDRONDRANO	1 050	638	967
224	CARITAS	TOAMASINA	ANOSIBE AN'ALA	ANOSIBE AN'ALA	AMBODIVONA	750	587	743
225	CARITAS	TOAMASINA	ANOSIBE AN'ALA	ANOSIBE AN'ALA	ANDRANOTAPAKA	900	586	742
226	CARITAS	TOAMASINA	ANOSIBE AN'ALA	ANOSIBE AN'ALA	FARAVOHITRA	700	587	746
227	CARITAS	TOAMASINA	ANTANAMBAO MANAMPONTSY	ANTANAMBAO MANAMPO	AMBODIVANDRIKA	1 155	624	736,8
228	CARITAS	TOAMASINA	ANTANAMBAO MANAMPONTSY	ANTANAMBAO MANAMPO	MAHELA	850	615	733

Figure 4 : Représentation du fichier de base de données par organisme

3 5 - Mode de présentation des bases de données sur Excel

Les données sont répertoriées suivant le type : nom organisme, nom Faritany, nom Fivondronana, Année de réalisation, Bailleur, ...

On les classe par ordre alphabétique.

Pour un fichier donné, les attributs sont classés selon le thème dans des feuilles.

Chapitre 4: MISE EN PLACE DU FICHIER WASAMS

4 1 - Introduction

Le fichier Excel WASAMS est un fichier qui enregistre les inventaires physiques et tous les données connues de tous les projets concernant la mise en place d'approvisionnement en eau effectués par les organismes travaillant en partenariat avec le MEM (DEA) avant l'année 2002.

La contribution à la mise en place de ce fichier donne une idée générale sur le mode et la méthode de mise en place d'un outil nécessaire pour le DEA.

4 2 - Processus de mise en place

- Prendre un par un les sources de données sur Excel ou WinWord
- Trier les données utiles
- Convertir les unités pour être conforme aux autres

Exemple : débit *en l/h* $\Rightarrow m^3/s$

- Copier les informations dans une banque de données initiales dans leur champ respectif
 - Séparer les données suivant la province, le Fivondronana et la commune d'origine
 - Compléter les données manquantes tel que omission du nom de la province ou du Fivondronana
 - Compléter les coordonnées géographiques à l'aide d'une carte calée sur MapInfo. La coordonnée n'est pas précise mais donne à peu près une idée de l'emplacement.

Chapitre 5: SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE OU SIG

5 1 - Définitions

Système

Un système est une combinaison d'éléments réunis pour former un ensemble. Les éléments sont unis par des relations. Décrire un tel système consiste à déterminer les éléments et ses relations.

Système d'information

Un système d'information est :

- une représentation possible des différents systèmes ;
- un ensemble de procédés pour les recueils, la codification, le stockage, l'analyse et la récupération des données

Information géographique

L'information géographique est la représentation d'un objet ou d'un phénomène réel localisé dans l'espace à un moment donné.

Ainsi, l'information géographique est caractérisée par sa sémantique qui décrit la nature, les aspects, les attributs de l'objet ou du phénomène, et sa géométrie qui précise sa localisation sur la surface terrestre.

Certaines informations sont géographiques par nature (exemple : représentation du terrain,...), d'autres peuvent le devenir par destination (exemple : données sur la population, les cultures, ...).

Système d'Information Géographique

Un SIG est un dispositif composite réunissant des matériels informatiques, des logiciels d'analyse spatiale, des données géographiques numériques, des personnels qualifiés et une structure d'accueil. Ce dispositif a pour vocation de traiter et de gérer des données géoréférencées, en la transformant en information utiles à l'analyse et à la prise de décision, restituées généralement sous la forme de cartes thématique et/ou de schéma d'aide à la décision .

Par restriction, on emploie le terme pour décrire les logiciels permettant la manipulation des données géographiques. Voici deux définitions très voisines, la première sur les besoins des utilisateurs, la deuxième sur ceux des décideurs :

- un Système d'Information Géographique est un système de gestion de base de données pour la saisie, le stockage, l'extraction, l'interrogation, l'analyse et l'affichage de données localisées ;

- un Système d'Information Géographique est un ensemble de données repérées dans l'espace, structurées de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision.

En faite, les trois composantes d'une SIG comprennent donc:

- Le « **S** », qui concerne les potentialités et les contraintes liées au système matériel et logiciel
- Le « **I** », qui décrit le flux d'information, leurs producteurs, leurs destinataires, et le contexte institutionnel dans lequel ils s'insèrent.
- Le « **G** », c'est-à-dire les données géoréférencées elle-même, qui renvoi notamment à la distribution géographique des thèmes traités et à leur présentation symbolique.

5 2 - Les outils et les compétences requis

Pour pouvoir utiliser un logiciel SIG la configuration minimale d'un micro – ordinateur est :

- ⇒ Ecran couleur ;
- ⇒ Processeur 120 Mhz ;
- ⇒ Mémoire vive (RAM) : 32 Mo ;
- ⇒ Disque dur suffisant pour le stockage des données

La compétence minimale requise pour l'apprentissage et la manipulation d'un logiciel SIG est :

- ⇒ Maîtrise de l'environnement Windows ;
- ⇒ Bonne connaissance sur la gestion de base de données ;
- ⇒ Bonne manipulation de la souris ;
- ⇒ Sens visuel adéquat.

5 3 - Les capacités du SIG

- Localisation des zones qui satisfont à certaines conditions.
- Mise en évidence des proximités.
- Mise à jour des informations et conservation de l'histoire.
- Outil de cartographie.
- ...

5 4 - Les domaines et les thèmes d'application du SIG

Les domaines d'application du SIG comprennent entre autre :

- L'aménagement et la gestion des territoires, à l'échelle locale, infranationale et nationale
- La planification sectorielle et intersectorielle, à l'échelle des régions administratives et des Etats.

Les thèmes d'applications sont extrêmement variés. Ils comprennent toutes les activités où interviennent des données localisées et notamment :

- La mise en valeur et/ou la protection de l'environnement et des ressources naturelles
- La gestion des ressources en eau
- L'aménagement des régions agricoles, forestières, touristiques, urbaines ou littorales.

5 5 - Avantages du SIG

Les grands domaines où l'emploi du SIG octroie un avantage décisif sont :

➤ L'aménagement et la gestion des territoires, les SIG peuvent faciliter les inventaires des ressources naturelles, hydrauliques, ligneuses, la gestion de périmètres d'irrigation....

➤ La planification sectorielle, les SIG peuvent améliorer les études de planification et les schémas directeurs nationaux (exemple : schéma hydraulique)

L'utilisation du SIG offre donc des avantages tels que :

- amélioration des diverses informations géographiques et alphanumériques ;

- création de nouvelles informations, de communication pour répondre aux besoins de chacun ;
- manipulation de données ;
- transformation de données et mise à jour (accès rapide à l'information) ;
- aide à la prise de décision par l'établissement des cartes thématiques ;
-

Mais il y a quand même des inconvénients, entre autres :

- exigence des matériels informatiques coûteux ;
- dépendances de plusieurs matériels et logiciels ;
- exigence de personnel pouvant exploiter ces matériels et logiciels.

Chapitre 6: LE LOGICIEL MAPINFO

6 1 - Définition :

Le logiciel MapInfo Professionnel est employé dans ce projet car en matière de gestion de l'environnement et des ressources naturelles, il est préférable de favoriser l'utilisation de logiciel d'analyse géographique le plus standard possible, doté de fonctions de traitement géométrique (changement de système de projection et changement d'échelles) et capable d'utiliser conjointement des données « raster » et des données vectorielles. C'est ce logiciel qui permet le plus d'avoir ces conditions.

Le logiciel MapInfo permet, de plus, d'afficher et de manipuler tout type de données géographiques ou/et alphanumériques pour mieux en extraire les informations qu'elles contiennent.

6 2 - Les fonctionnements essentiels de MapInfo qui nous intéressent

Le principal objectif de l'utilisation de ce logiciel est la production de cartes thématiques.

- **Calage**

C'est la première étape d'une procédure de digitalisation (ou numérisation) lors de l'ouverture d'une image raster dans MapInfo. Avant de pouvoir travailler sur une image raster, il est obligatoire de pointer sur différents points de calage de la carte et entrer leurs coordonnées. Ceci permet à MapInfo de calculer des surfaces ou des distances et de superposer plusieurs couches dans une seule carte. De plus, on peut situer facilement des coordonnées de lieu connu sur une carte.

- **Création d'une nouvelle table**

La création d'une table entraîne celle d'une planche d'information. Une table MapInfo possède une composante graphique (carte) et une composante tabulaire (données).

On peut créer une table suivant les objectifs :

- une table avec une nouvelle fenêtre « données » (tableau) ;
- une table avec une nouvelle fenêtre « carte » ou « couche » (graphique).

- **Création d'une table avec une nouvelle fenêtre donnée :**

Cette opération consiste à définir la table à afficher dans une fenêtre donnée. La table est disposée à saisir les bases de données qui informent la carte correspondante.

- **Création d'une nouvelle fenêtre carte :**

Cette opération permet de choisir les tables à l'origine des couches constitutives de la carte. Les couches sont liées à des fenêtres données.

- **Création de point :**

Cette opération consiste à créer des points dans une table à partir d'un fichier Excel ou Access. On définit la colonne et les lignes à partir desquelles les coordonnées sont saisies ; le système de coordonnées à employer et le système d'unité.

6 3 - Créer une table à partir des fonds de cartes.

Après avoir calé un fond de carte (exemples : cartes topographiques, vue aérienne, cartes géographiques,..), cette opération consiste à suivre les objets de ce fond de carte afin d'obtenir une table (couche) relative à l'objectif de l'utilisateur.

6 3 1- Ouvrir une table

C'est une boîte de dialogue qui permet d'afficher la liste des dossiers et fichiers disponibles et de les ouvrir dans MapInfo. On l'utilise, par exemple, pour ouvrir une table « ligne hydrique » dans BD500 (type de fichier MapInfo) ou un tableau « linéaire des fleuves et rivières » (type de fichier Microsoft Excel).

6 3 2- Modifier la structure de la table

- **Modifier une table « couche »**

C'est une opération qui consiste à modifier les objets des couches produites ou ceux de la base de données cartographiques (déplacer, colorer, supprimer, remodeler,...). On l'emploie pour afficher seulement la région qui intéresse à partir de la base de données cartographique BD500.

- **Modifier une table « données »**

Une fenêtre « données » est composée par des champs (colonnes) et des lignes. La modification de la table permet de définir chaque champ de la base de

données, le nom de champ, le nombre de caractères (largeur), et son type (entier, flottant, date, logique,...).

6 3 3- Gestion des données

- **Mise à jour d'une table**

La mise à jour d'une table est la base principale de l'exploitation des bases de données. Elle permet de modifier la valeur d'une colonne en mettant à jour une table en fonction de ses propres valeurs ou de données provenant d'une autre table : Excel.

- **Géocodage**

Très fréquemment, les données sont traitées en Excel et cartographiées ensuite à l'aide de MapInfo. Pour ce faire, il faudra géocoder les données, c'est à dire associer les données aux unités cartographiques correspondantes.

- **Construction d'une carte thématique**

MapInfo permet de produire des cartes par thème pour aider à la prise de décision et à la discussion. Les cartes sont spécifiées par des différentes couleurs et épaisseurs des objets géographiques en fonction de leurs spécificités.

6 4 - CARTOGRAPHIE

La cartographie est l'art de construire des représentations planes ou projection de la sphère terrestre. Pour mieux appréhender cet art, il est nécessaire de connaître les éléments suivants :

6 4 1- La projection

La sphère terrestre n'étant pas développable sur un plan, toute projection entraîne une déformation. Le système de projection est donc le système que l'on adopte pour la projection plane de la carte. Le système de projection varie selon l'usage envisagé de la carte et selon la position de la zone à cartographier sur le globe. Pour Madagascar, on emploie la projection Laborde plus ou moins équivalent dans les logiciels SIG par « *projection non-terrestre* ».

6 4 2- L'échelle

C'est le rapport entre la longueur réelle sur le terrain et les longueurs des représentations cartographiques exprimées dans la même unité.

6 4 3- Les signes représentatifs

Selon le type de carte, on se donne plus ou moins la liberté dans le choix de la représentation d'un objet. Un trait en noir pour les routes et un trait en bleu pour les cours d'eau par exemple.

Généralement, on emploie les points, les lignes (ou les polygones) et les polygones dans la représentation des thèmes.

6 4 4- Les couches cartographiques

Pour la commodité de l'élaboration des cartes, chaque type d'objet sur terrain est groupé dans une même couche. Couche point d'eau par exemple. Ce procédé facilite ainsi la sortie des différents types de cartes car il suffit de superposer les couches demandées.

6 4 5- L'habillage

L'habillage est l'ensemble des indications et des figurations disposées dans la marge ; elles ont pour but de présenter les cartes (titre, numéro de feuillet, ...), de préciser la nature des conventions utilisées et de donner les renseignements complémentaire relatifs à la précision de la carte ou facilitant son emploi. Ces renseignements seront donc, par définition, très variable en fonction de l'utilisation de la carte. Cependant dans le cadre d'une série cartographique, tous les feuillets sont présentés avec une homogénéité rigoureuse.

6 4 6- La légende

Elle correspond à la description sémantique des éléments figurés sur la carte. Elle permet une interprétation explicite de la formation présentée.

Chapitre 7: ELABORATION DE LA BASE DE DONNEES SUR MAPINFO PROFESSIONNAL

7 1 - Source des données

Les données sont prises à partir des bases de données élaborées auparavant sur Excel.

7 2 - Création de table données

Les données sur Excel sont ouvertes directement par MAPInfo Professionnal en déterminant les colonnes, la ligne titre de champ et les lignes données.

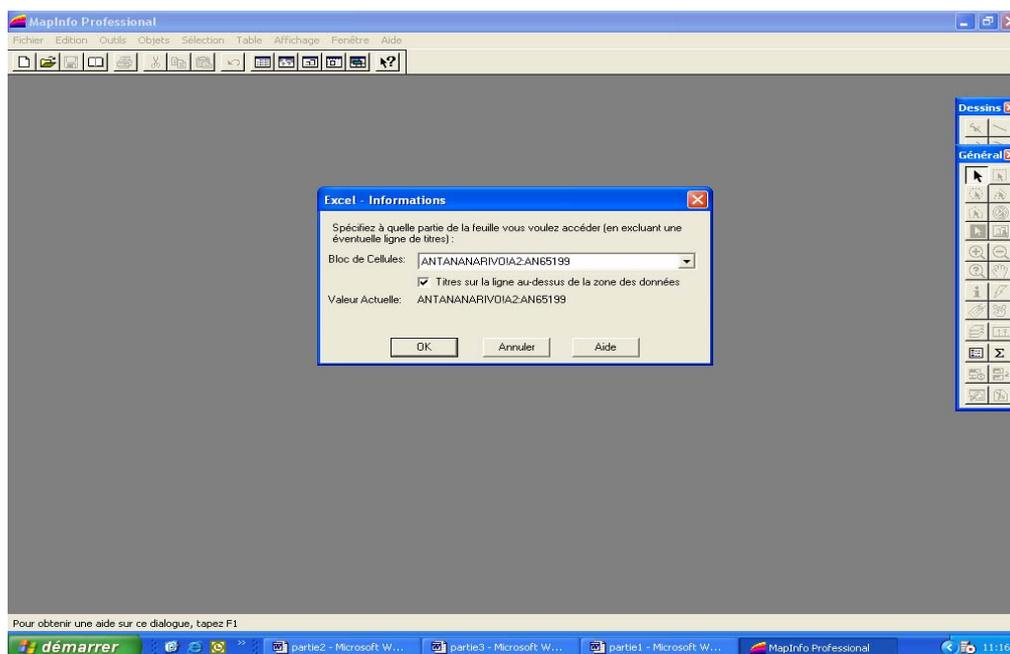


Figure 5: Représentation du fenêtre création du table de données

7 3 - Mode de classement

Les données sont répertoriées suivant le type : nom organisme, nom Faritany, nom Fivondronana, Année de réalisation, Bailleur, ...

	ORG	FARITANY	FIVONDRONANA	FIRASANA	VILLAGE	POPULATION	POP_totale	Bailleur_	X	Y
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOAMASINA	MORAMANGA		ANDASIBE	2 000	0	DDC	600	799
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOAMASINA	SOANIERANA IVONGC	ANTANIFOTSY	AMPASIMBOLA	1 439	0	IDA	727	1 014
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOAMASINA	SOANIERANA IVONGC	ANTANIFOTSY	TANAMBAO	800	0	IDA	731	1 017
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOAMASINA	SOANIERANA IVONGC		FOTSIALANANA	1 600	0	IDA	707	1 016
<input type="checkbox"/>	CARITAS	TOAMASINA	TOAMASINA II	AMBODILAZANA	AMBODILAZANA	650	0		686	888
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOAMASINA	TOAMASINA II	ANTETEZAMBARO	ANDONABE	800	0	IDA	705	910
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOAMASINA	TOAMASINA II		AMPASIMBE ONIBE	800	0	IDA	695	935
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOAMASINA	TOAMASINA II		ANDRANOBOLAHA	400	0	IDA	650	864
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOAMASINA	TOAMASINA II		RANOMENA	480	0	IDA	678	890
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOAMASINA	VATOMANDRY	AMBODITAVOLO	AMBODIFOTATRA	482	0	IDA	656	767
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOAMASINA	VATOMANDRY		NIHERENANA	650	0	IDA	639	758
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOAMASINA	VATOMANDRY		TANANAMBO	501	0	IDA	659	781
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOAMASINA	VAVATENINA	AMPASIMAZAYA	AMPASIMAZAYA	100	0	IDA	704	963
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOAMASINA	VAVATENINA	ANJAHAMBE	AMBODIAZOMAMY	800	0	IDA	670	970
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOAMASINA	VAVATENINA	VAVATENINA	AMPASIMBOLA	900	0	IDA	686	966
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOAMASINA	VAVATENINA	VAVATENINA	AMBODINONOKA	593	0	IDA	663	974
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOAMASINA	VAVATENINA	VAVATENINA	ANJAHAMBE	1 000	0	IPPE	687	966
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOAMASINA	VAVATENINA	VAVATENINA	FIADANANA	710	0	IDA	688	964
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOAMASINA	VAVATENINA	VAVATENINA	MAHASOA I	420	0	IDA	685	969
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOAMASINA	VAVATENINA	VAVATENINA	SOAVINA	420	0	IPPE	687	967
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOAMASINA	VAVATENINA	VAVATENINA	AMBOHIBE	1 019	0	IDA	663	960
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOAMASINA	VAVATENINA	VAVATENINA	ANDAPAVOLA	1 148	0	IDA	665	960
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOLIARA	MIANDRIVAZO	AMPANASANA	AMBATOMENA	0	0	ACDI	296,101	728,284
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOLIARA	MIANDRIVAZO	ANDRANOFOTSY	ANKONDROMENA	0	0	ADC	254,325	854,667
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOLIARA	MIANDRIVAZO	ANDRANOFOTSY	BEDRIATRA	0	0	DDC	275,974	833,256
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOLIARA	MIANDRIVAZO	MIANDRIVAZO	BETALATALA OUEST	0	0	ICCO	315	726
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOLIARA	MIANDRIVAZO		DABOLAVA	2 500	0	ICCO	323	718
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOLIARA	MORONDAVA	BEFASY	BELE ECOLE	0	0	DDC	175,347	619,65
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOLIARA	MORONDAVA	BEFASY	HANLOTRA	0	0	FDG	182,3	610
<input type="checkbox"/>	FIKRIFAMA	TOLIARA	MORONDAVA	BEFASY	BEFASY	1 000	0		183,471	613,213

Figure 6 : Représentation du mode de classement

7 4 - Correction et mise à jour des données

Les mises à jour peuvent être faites par deux méthodes différentes :

- La première méthode consiste d'abord à les faire dans les bases de données EXCEL avant de créer une nouvelle table de données. Cette méthode est facile et rapide à exécuter mais les anciennes tables ne pourront donc plus être utilisées.
- La deuxième méthode consiste à faire les mises à jour directement dans le logiciel MapINFO mais sa manipulation est très délicate car il y a fort risque de perte de données exacte. Donc seuls les manipulateurs expérimentés peuvent la faire.

7 5 - Création des tables cartes

Les points d'eau AEPG

On fait des créations de points à partir des tables données pour chaque thème.

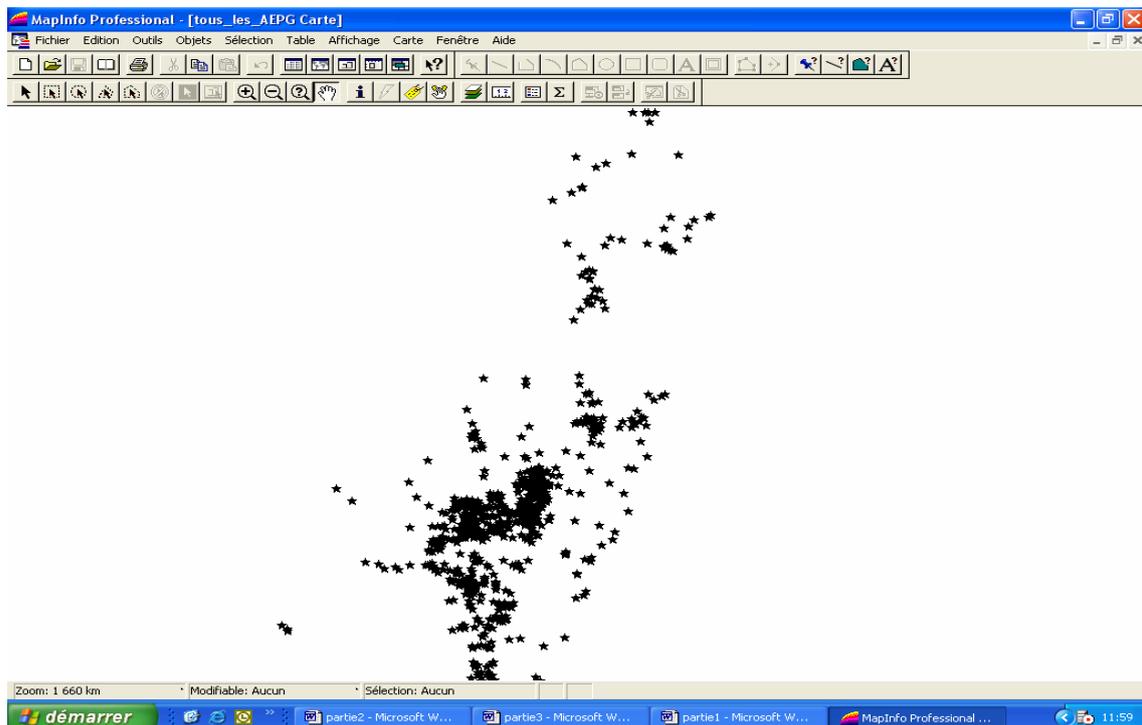


Figure 7: Représentation des points d'eau sur SIG

7 6 - Les tables base de données conçues

Les tables de base de données conçues comportent les représentations cartographiques et leurs données correspondantes.

7 6 1- La table comportant toutes les données

Cette table stocke toutes les données et les représentations cartographiques des données sur les projets d'AEPG effectués dans tout Madagascar par les organismes partenaires du DEA avant l'année 2005.

Cette table a pour titre : *toutes les AEPG*

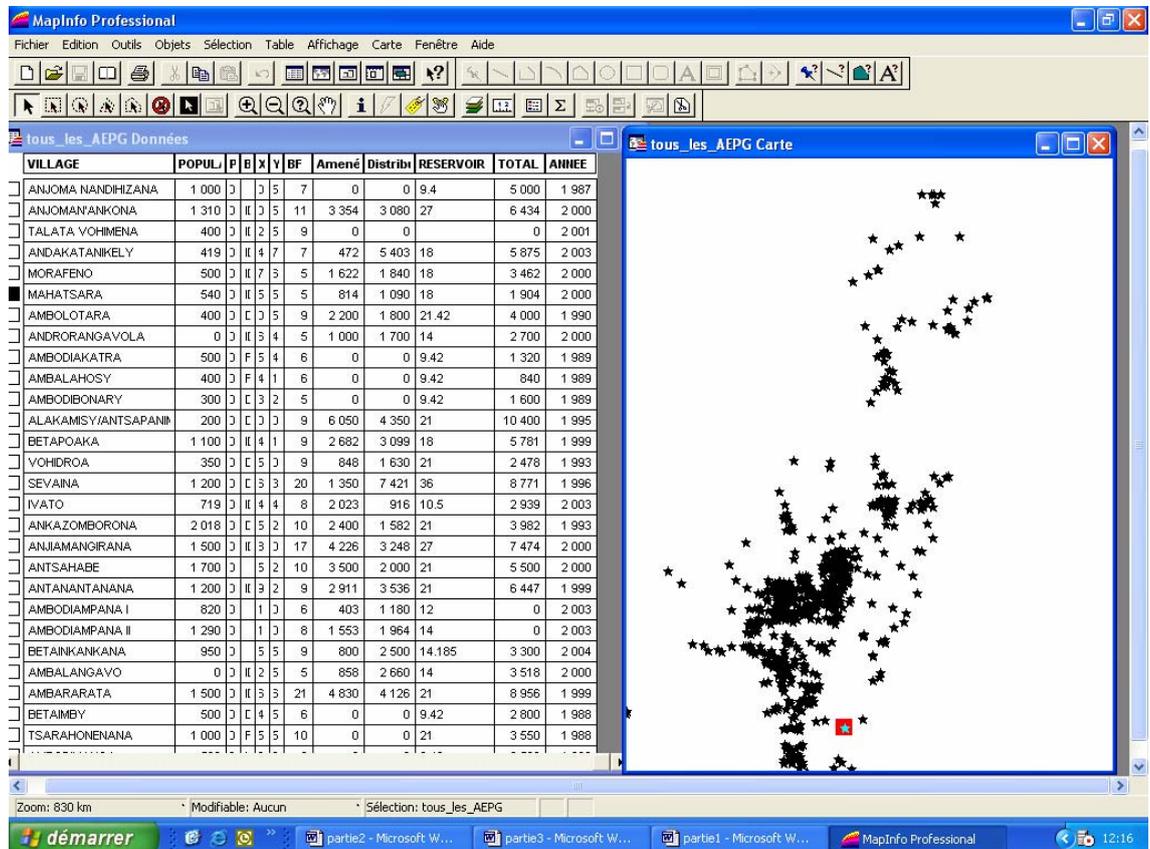


Figure 8: Représentation de la table comportant toutes les données

7 6 2- Les tables comportant les données sur les projets d'AEPG effectués dans chaque province

Ces tables stockent toutes les données et les représentations cartographiques des données sur les projets d'AEPG effectués dans chaque province par les organismes partenaires du DEA avant l'année 2005. Cette mise en forme permet une facile manipulation lors des prises de décision.

Table BD Antananarivo

Toutes les données AEPG dans la province d'Antananarivo.

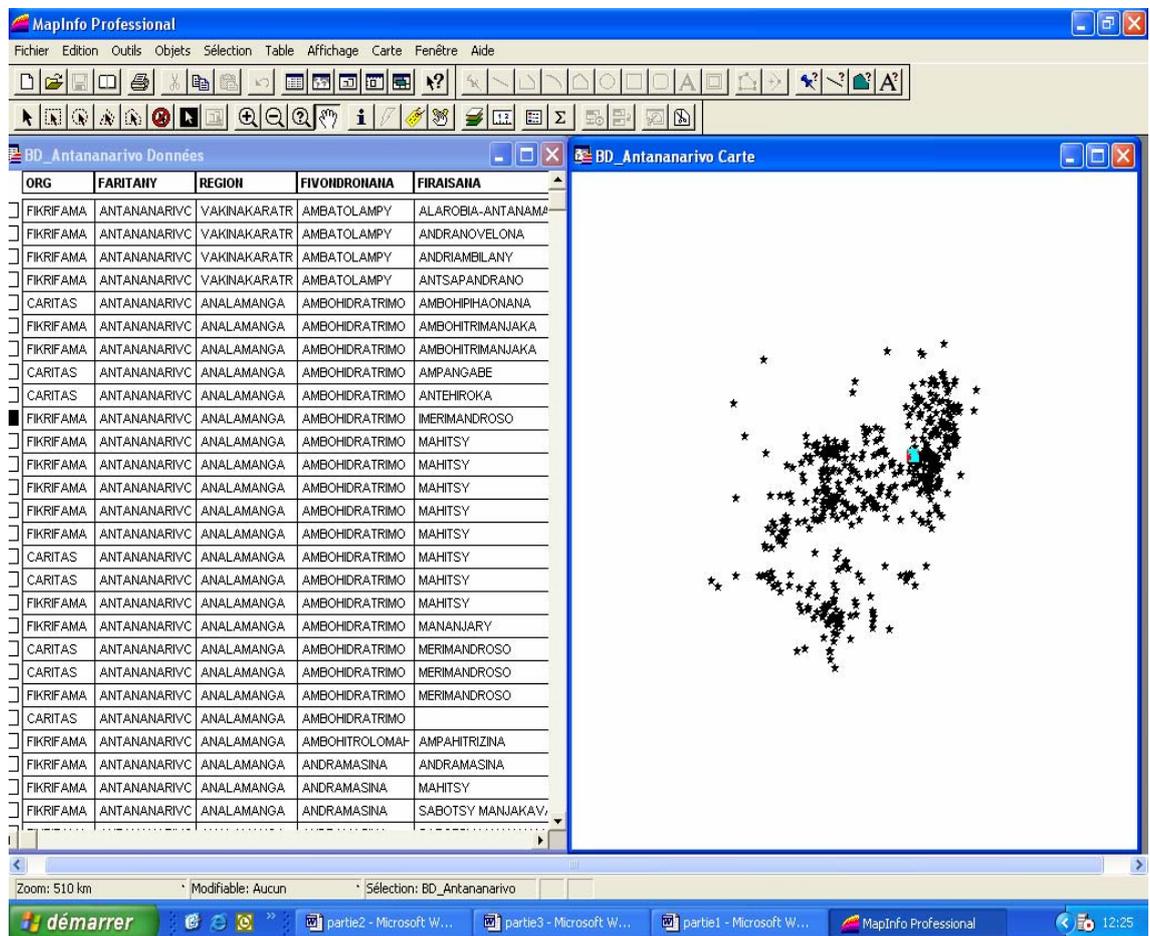


Figure 9 : Représentation de la table comportant les données de la province d'Antananarivo

Table BD Antsiranana

Toutes les données AEPG dans la province d'Antsiranana

Table BD Fianarantsoa

Toutes les données AEPG dans la province de Fianarantsoa

Table BD Mahajanga

Toutes les données AEPG dans la province de Mahajanga

Table BD Toamasina

Toutes les données AEPG dans la province de Toamasina

Table BD Toliary

Toutes les données AEPG dans la province de Toliary

Chapitre 8: MANIPULATION DES BASES DE DONNEES

8 1 - MANIPULATION DES BASES DE DONNEES sur Excel

Il suffit juste d'ouvrir les fichiers utiles en double cliquant sur l'icône ou en l'ouvrant dans le menu fichier sur EXCEL. Le fichier ouvert, il suffit de sélectionner les feuilles sur le thème utile.

Sa fonctionnalité est semblable à toutes les fonctions que possède l'office EXCEL.

Exemple de fonction intéressante pour la base de données :

Filtrage des données : sélectionner la première ligne contenant le nom des champs puis cliquer dans la barre de *menu* sur *données / filtre / filtre automatique*.

8 2 - MANIPULATION DES BASES DE DONNEES sur MAPInfo

Pour ouvrir une table, il faut double cliquer sur l'icône de la table utile ou dans le menu fichier sur une version de MapINFO.

Une fenêtre carte s'ouvre alors. Pour afficher tous les informations ou les informations sur un objet il y a deux méthodes :

- Activer l'icône indiquant l'information, puis cliquer sur la localité sur laquelle on veut avoir les informations ;
- Appuyer sur F2 ou cliquer dans la barre de menu sur *fenêtre/ données*.

Exemple de fonction intéressante pour la base de données :

Dans la fenêtre *données* cliquer sur le carré à l'extrême gauche pour sélectionner les données sur un objet. Pour trouver l'emplacement de l'objet sur la fenêtre carte : activer la fenêtre *carte*, cliquer sur *sélection* dans la barre de menu puis *rechercher sélection*.

Chapitre 9: EXPLOITATION DES BASES DE DONNEES

9 1 - EXPLOITATION DES BASES DE DONNEES EXCEL

Les bases de données qu'on a élaborées sur EXCEL permettent de compléter très rapidement les données au fur et à mesure. Elles permettent aussi de faire très rapidement de nombreux calculs très utiles dans le programme de suivi évaluation.

9 1 1- Calcul nouveau taux de desserte après la réalisation de quelques projets

On peut calculer rapidement le taux de desserte d'un Faritany, d'un Fivondronana, d'un Firaisana ou éventuellement d'une localité à chaque fois que l'on y exécute un nouveau projet d'adduction. Cette capacité aide beaucoup dans l'évaluation d'impacte d'un projet.

Exemple : S'il y a plusieurs nouveaux projets, dans le Faritany d'Antananarivo dont voici les détails.

Localité	Firaisana	Fivondronana	X	Y	Population desservie
Andovia	Anjozorobe	Anjozorobe	544	845	500
Ambohimandroso Sud	Anjozorobe	Anjozorobe	546	851	750
Ambaribe	Anjozorobe	Anjozorobe	540	847	1100
Ambohidreny	Analaoa	Anjozorobe	539	848	350
Ambakireny	Analaoa	Anjozorobe	536	851	300
Fieferana	Analaoa	Anjozorobe	527	851	825
Antenimba	Analaoa	Anjozorobe	531	860	430
Ampanataovana	Analaoa	Anjozorobe	533	863	570
Amparihy	Foroanarina	Anjozorobe	543	862	120
Manakana	Foroanarina	Anjozorobe	541	860	325

Voici les données contenues dans notre base de données concernant le Fivondronana d'Anjozorobe dans le Faritany d'Antananarivo et l'estimation du nombre de population desservie en 2005 :

Tableau 10: Liste des réalisations effectuées dans le Fivondronana d'Anjozorobe

Fivondronana	Firaisana	Localité	Population desservie	Année de réalisation	Population totale desservie par année	Pop des. en 2005
ANJOZOROBE	AMBOHIMANGA	AMBOHIMANGA	600	1981	600	1153
ANJOZOROBE	ANALAROA	ANTSIVAKIANA	350	1982	350	655
ANJOZOROBE	ANJOZOROBE	AMPILANONANA	700	1986	700	1174
ANJOZOROBE	ANJOZOROBE	AMBOHITSARATANY	400	1987	400	653
ANJOZOROBE	ANTANETIBE	AMBOHITRAMBANY	300	1988	300	477
ANJOZOROBE	ANJOZOROBE	AMBOHIDAVA	100	1989		
ANJOZOROBE	ANJOZOROBE	ANDREBA	500	1989		
ANJOZOROBE	ANJOZOROBE	ANOSIVOLA	650	1989		
ANJOZOROBE	MANGAMILA	ANTOBY	500	1989	1750	2705
ANJOZOROBE	ANJOZOROBE	ANKADIVORY	300	1990		
ANJOZOROBE	BETATAO	MANAKASINA	1 000	1990		
ANJOZOROBE	MANGAMILA	ANTATAMOKELY	300	1990		
ANJOZOROBE	MANGAMILA	SOAVINARIVO	750	1990		
ANJOZOROBE		AMBODINAMBAHONA	100	1990	2450	3686
ANJOZOROBE	AMBOHIMANARINA	AMBOASARY NORD	1 500	1991		
ANJOZOROBE		TSARASAOTRA ANDANONANA	700	1991		
ANJOZOROBE		AMBOHITRATSERY	400	1991	2 600	3806
ANJOZOROBE	ALAKAMISY	ANDRANOMADIO	700	1992		
ANJOZOROBE	ALAKAMISY	VODIVATO	90	1992		
ANJOZOROBE	ALAKAMISY	ALAKAMISY	835	1992		
ANJOZOROBE	ALAKAMISY	ANTANETIBE	850	1992		
ANJOZOROBE	ALAKAMISY	ANTETEZANA	950	1992		
ANJOZOROBE	AMBONGAMARINA	AMBONGAMARINA	862	1992		
ANJOZOROBE	ANALAROA	MAHATAITROMBY	600	1992		
ANJOZOROBE	ANDROVAKELY	ANDRANONAHOATRA	250	1992		
ANJOZOROBE	ANJOZOROBE	AMPANANGANANA	750	1992		
ANJOZOROBE	ANJOZOROBE	ANTANIMENA	200	1992		

ANJOZOROBE	ANJOZOROBE	FIERENANA	500	1992		
ANJOZOROBE	FOROANARINA	AMBOHIMANDROSO	117	1992		
ANJOZOROBE	FOROANARINA	BETSIFASIKA	695	1992		
ANJOZOROBE	FOROANARINA	FIEFERANA ATSIMO	870	1992		
ANJOZOROBE		AMBOHIVAHA	100	1992		
ANJOZOROBE		ANDANONANA	420	1992	8789	12521
ANJOZOROBE	ALAKAMISY	AMBOHITSIMIRAY	450	1993		
ANJOZOROBE	ALAKAMISY	MANGAMILA	1500	1993		
ANJOZOROBE	AMBATOMANOINA	SAHALEMAKA	450	1993		
ANJOZOROBE	AMBOHIMANARINA	MORIARIVO	350	1993		
ANJOZOROBE	ANALAROA	AMBOHIMANDROSO	500	1993		
ANJOZOROBE	ANALAROA	MAROVATO	670	1993		
ANJOZOROBE	ANJOZOROBE	AMBAKOHASINA	450	1993		
ANJOZOROBE	ANJOZOROBE	MASAKALINA	300	1993		
ANJOZOROBE	ANJOZOROBE	ANDREBA	850	1993		
ANJOZOROBE	MERIMANDROSO	MAHATSARA	850	1993	6370	8831
ANJOZOROBE	ALAKAMISY	ANALABE	300	1994		
ANJOZOROBE	ALAKAMISY	ANKAIFOTSY	750	1994		
ANJOZOROBE	AMBOHIMANARINA	AMBOHITSARALAZA	550	1994		
ANJOZOROBE	ANALAROA	MIAKADAZA	730	1994		
ANJOZOROBE	ANJOZOROBE	AMBONGABE	1 250	1994		
ANJOZOROBE	ANTANETIBE	BESEVA	330	1994		
ANJOZOROBE		ANDOHALA ANKONDROKELY	400	1994	4310	5815
ANJOZOROBE	AMBONINDRINA	MAHALASITRA	500	1995		
ANJOZOROBE	AMBONINDRINA	AMBOHIMALAZA	400	1995		
ANJOZOROBE	ANALAROA	AMBAKIRENY	350	1995		
ANJOZOROBE	ANALAROA	AMBOHIMANDROSO	250	1995		
ANJOZOROBE	ANJOZOROBE	AMBOHIBAZOINA	500	1995		
ANJOZOROBE	ANJOZOROBE	AMPASIKA	500	1995		
ANJOZOROBE	ANJOZOROBE	TAFAINA	186	1995		
ANJOZOROBE	ANJOZOROBE	ANTANAMBAO	700	1995		
ANJOZOROBE	ANJOZOROBE	BETATAO	1 050	1995		
ANJOZOROBE	ANTANETIBE	ANDRANGY	600	1995		
ANJOZOROBE	ANTANETIBE	ANDRANOVORILAVA	850	1995		
ANJOZOROBE	BETATAO	MANAKASINA	950	1995		
ANJOZOROBE	MAHAVELONA	AMBOHIIBELOMA	300	1995		

ANJOZOROBE		MIANDRARIVO MAROMANANA	400	1995		
ANJOZOROBE		AMBOHIBARY	750	1995		
ANJOZOROBE		ANJIRO	850	1995		
ANJOZOROBE		MANGARIVOTRA	200	1995	9336	12257
ANJOZOROBE	AMBOHIBARY	AMPANY	90	1996		
ANJOZOROBE	AMBOHIMANARINA	AMBOHITSAMBO	450	1996		
ANJOZOROBE	AMBONGAMARINA	ANTANIFOTSY	500	1996		
ANJOZOROBE	ANALAROA	AMBOHIBARY	865	1996		
ANJOZOROBE	ANALAROA	ANTSIMIASIBE	930	1996		
ANJOZOROBE	ANJOMA FIRAISANA	AMBARIBE	300	1996		
ANJOZOROBE	ANJOZOROBE	AMPAMOHA	200	1996		
ANJOZOROBE	ANJOZOROBE	ANKAZOBE	700	1996		
ANJOZOROBE	ANJOZOROBE	MANANTA	400	1996		
ANJOZOROBE	MANGAMILA	MAHATSINJO	300	1996		
ANJOZOROBE	TSARASAOTRA	AMPOTAKA	1 200	1996	5935	7583
ANJOZOROBE	ALAKAMISY	ANTRONGA	700	1997		
ANJOZOROBE	AMBOHIMANARINA	AMPARATANJONA	670	1997		
ANJOZOROBE	AMBONGAMARINA	AMBOHIMIARINA	500	1997		
ANJOZOROBE	ANALAROA	AMBALAMARINA	800	1997		
ANJOZOROBE	ANALAROA	AMPARIHIBE	835	1997		
ANJOZOROBE	ANALAROA	AMBOHIMIRARY	1 250	1997		
ANJOZOROBE	ANJOZOROBE	ANDRANOMAY	1 200	1997		
ANJOZOROBE		ANOSIVOLAKELY	600	1997		
ANJOZOROBE		ANTSAHABE EST	700	1997		
ANJOZOROBE		MORARANO SUD	680	1997		
ANJOZOROBE		SAHASINITRO	850	1997	8 785	10923
ANJOZOROBE	ALAKAMISY	AMPATSIKAHITRA	870	1998		
ANJOZOROBE	AMBATOMANOINA	VOHITRANDRIANA	270	1998		
ANJOZOROBE	AMBOHITROLOMAHITSY	SOAVINA/BEFIERENANA	540	1998		
ANJOZOROBE	ANJEPY	MANANJARA	250	1998		
ANJOZOROBE	MAROTSIPOY	MAROTSIPOY	1312	1998		
ANJOZOROBE		AMBOHITSARANTANY	1000	1998		
ANJOZOROBE		AMBAHONA	350	1998		
ANJOZOROBE		ANALABESIMPONA	450	1998		
ANJOZOROBE		TSARAMANDROSO	750	1998		
ANJOZOROBE		TSARAMASOANDRO	350	1998	6 142	7432
ANJOZOROBE	AMBATOMANOINA	AMBATONOSY	1 350	1999		

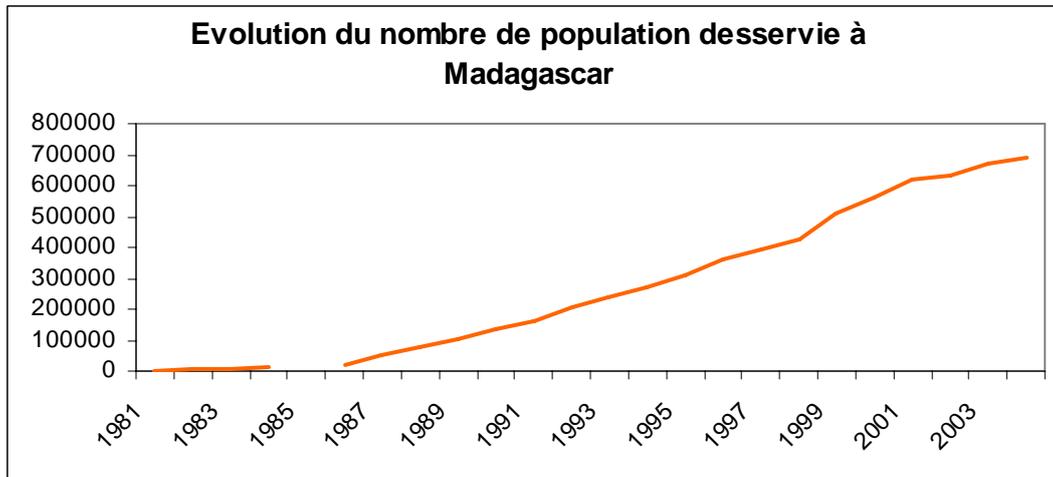
ANJOZOROBE	AMBATOMANOINA	ANDAKANA	925	1999		
ANJOZOROBE	AMBOHIBARY	ANTANETILAVA	400	1999		
ANJOZOROBE	AMBOHIMANARINA	AMBATO	300	1999		
ANJOZOROBE	AMBOHIMIRARY	ANKAZONGOAIKA	831	1999		
ANJOZOROBE	ANALAROA	AMBATOMANOINA	3008	1999		
ANJOZOROBE	ANJOZOROBE	MORAFENO TANAMBAO	325	1999		
ANJOZOROBE	ANJOZOROBE	ANKERANA	400	1999		
ANJOZOROBE	FOROANARINA	MAROVAZAHA	307	1999		
ANJOZOROBE		ANDRANOMISA AMBANY	237	1999		
ANJOZOROBE		BEMARENINA	500	1999	8 583	10106
ANJOZOROBE	AMBOHIBARY	AMBOHIMARIRANA	1 350	2000		
ANJOZOROBE		MAHAMBO MAROTSIPOY	975	2000		
ANJOZOROBE		MANAKANA VOHITRAIVO	900	2000	3 225	3695
					70625	93473

1. Population nouvellement desservie :
Somme des population desservie = **5270**
2. Population rurale totale d'Anjozorobe en 2005:
D'après l'INSTAT : **101718**
3. Population desservie à Anjozorobe avant les nouveaux projets :
D'après notre calcul : **93473**
4. Taux de desserte :
$$T_1\% = \frac{93473}{101718} = 92\%$$
5. Population actuellement desservie
(1)+(3) = 98743
6. Nouveau taux
$$T_2\% = \frac{98743}{101718} = 97\%$$

9 1 2- Calcul taux de desserte par l'AEPG par Faritany et suivi de son évolution

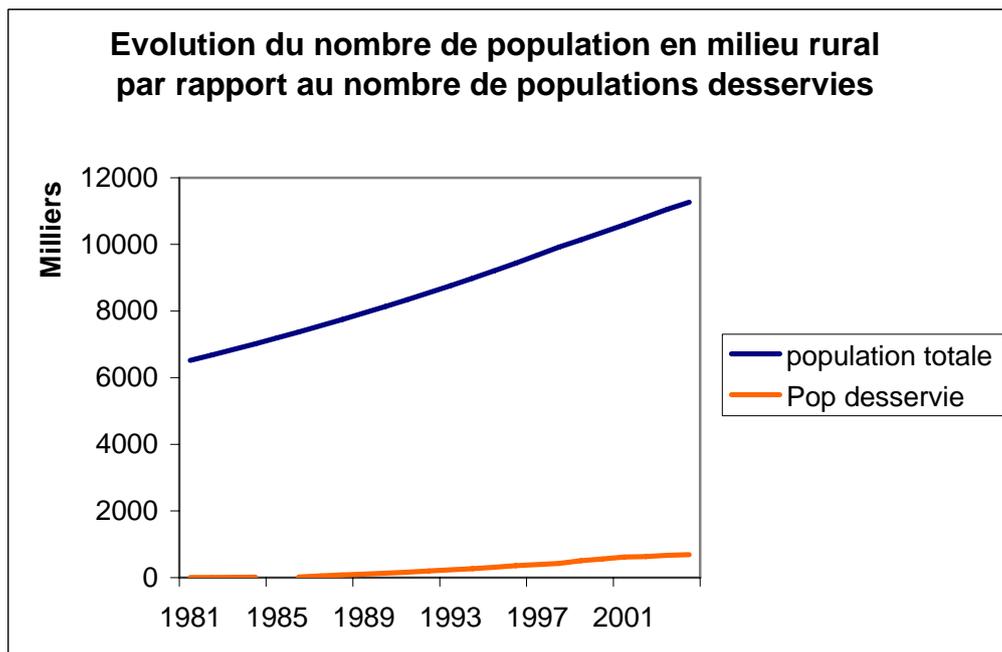
La base de donnée permet de faire un suivi systématique de l'évolution du nombre de population desservie et du taux de desserte. On peut même créer des graphes qui peuvent être mise à jour en permanence à chaque fois que des nouvelles données sont parvenues.

Voici le graphe représentant l'évolution du nombre de population desservie pour Madagascar (pour les détails des calculs voir annexe IV) :



Graphe 1 : Evolution du nombre de population desservie par l'AEPG

Voici le graphe comparant l'évolution du nombre de population rurale desservie avec l'accroissement de la population rurale :



Graphe 2 : Evolution du nombre de population desservie par l'AEPG en milieu rural par rapport au nombre de population desservie

On peut voir que l'évolution du nombre de population desservie ne suit pas celui du nombre de population en milieu rural.

9 1 3- Calcul taux de desserte par AEPG pour Madagascar

On peut déterminer approximativement l'apport des réalisations en AEPG dans le milieu rural de Madagascar avec les données en notre possession actuellement. En effet, à partir de ces données, on peut calculer la moyenne du nombre de population desservie à chaque réalisation. Ensuite, on multiplie cette valeur par le nombre de réalisations recensées pour obtenir la population totale théoriquement desservie.

Voici un tableau représentant le nombre de population par réalisation et le taux de desserte correspondant aux données en notre possession :

Tableau 11: Résumé de la situation de l'AEPG à Madagascar sans considération de l'accroissement de la population

<i>Province</i>	<i>Population rurale en 2005</i>	<i>Nombre d'habitants desservis</i>	<i>Nombre de réalisation</i>	<i>population par réalisation</i>	<i>taux de desserte</i>
Antananarivo	3 059 672	394 302	594	872	13%
Antsiranana	948 975	43 581	36	1 382	5%
Fianarantsoa	2 587 465	100 227	151	811	4%
Mahajanga	1 314 639	54 949	61	1 052	4%
Toamasina	1 892 771	98 136	96	1 275	5%
Toliara	1 671 196	3 500	10	441	0%
Madagascar	11 474 718	692 245	948	929	6%

Remarques :

- ♣ Sur certains projets, les données sur le nombre d'habitant desservi manquent. Ils sont au nombre de 25. En supposant qu'un projet desserve en moyenne 929 populations, il y a donc théoriquement 23236 de populations desservies non recensées. Ce nombre correspond au 3% du taux de desserte. Donc, en ajoutant ce taux théorique avec le taux calculé, on obtient pour Madagascar un taux de 9%.
- ♣ Le nombre de population desservie est ici celui lors de la réalisation. Ces chiffres ne tiennent pas compte de l'accroissement de la population. Or, le dimensionnement des ouvrages lors des réalisations, d'après la

partie précédente, se faisait en fonction de l'accroissement de la population à un certain horizon. Voici donc le tableau récapitulatif de la situation actuelle :

Tableau 12: Résumé de la situation de l'AEPG à Madagascar avec considération de l'accroissement de la population

<i>Province</i>	<i>Population rurale en 2005</i>	<i>Nombre d'habitant théoriquement desservi en 2005</i>	<i>Nombre de réalisation</i>	<i>population par réalisation</i>	<i>taux de desserte théorique</i>
Antananarivo	3 059 672	517 891	594	872	17%
Antsiranana	948 975	49 768	36	1 382	5%
Fianarantsoa	2 587 465	122 491	151	811	5%
Mahajanga	1 314 639	64 202	61	1 052	5%
Toamasina	1 892 771	122 359	96	1 275	6%
Toliara	1 671 196	4 408	10	441	0%
Madagascar	11 474 718	881 119	948	929	8%

Nous avons pris le taux d'accroissement de la variante moyenne pour le calcul de l'accroissement de la population rurale (voir annexe n°XI).

9 1 4- Analyse de la capacité des réservoirs

Les bases de données peuvent être des outils d'analyses techniques. On peut analyser la dimension des réservoirs par rapport à un méthode pour voir s'ils sont sous ou sur dimensionnés.

Nous allons analyser la dimension des réservoirs des réalisations faites dans le Fivondronana d'Andapa par rapport à 3 méthodes :

- ⇒ Méthode CARITAS-FIKRIFAMA que les 2 organismes dimensionnent « théoriquement » leur réservoir ;
- ⇒ Méthode de M.BOONE avec $V=10a$
- ⇒ Méthode CNEAGR

Nous allons ensuite cartographier les résultats dans le paragraphe suivant.

Voici les étapes de l'analyse :

- On trie à partir de la base de données EXCEL les informations qui nous intéressent (Fivondronana : Andapa)
 - On les classe dans un autre fichier
 - On suppose que le débit des sources de chaque projet est connu et reste invariable, ainsi que le besoin en eau de chaque habitant et le taux d'accroissement naturel annuel de la population d'Andapa. On a posé les valeurs des données et on a pris respectivement : $Q_a=1$ l/s ; $b=30$ l/j/hab ; $T=2,5\%$
 - On estime la durée de vie des projets à 20 ans
 - On calcul à l'aide des 3 méthodes la dimension du réservoir à partir du nombre de population pour chaque localité, puis on les compare avec la dimension du réservoir existant : si la valeur est inférieure à cette dernière on marque « inférieure » ; si c'est le cas contraire, on marque « supérieure »

Tableau 13 : Résultats des analyses de la capacité des réservoirs d'Andapa.

FIRAIANA	VILLAGE	POP°	DIM RES (m ³)	ANNEE	DEBIT SOURCE l/s	HORIZON	BESOIN l/jour/hab	TAUX DE CROISSANCE	CNEAGR (m ³)	ANALYSE CNEAGR	FIKRIFAMA (m ³)	ANALYSE FIKRIFAMA	BOONE (m ³)	ANALYSE BOONE
AMBODIANGEZOKA	AMBODIHASINA	3 000	36	1996	1	20	30	2,5%	111	supérieure	61	supérieure	50	supérieure
AMBODIANGEZOKA	ANDASIBE	875	27	1996	1	20	30	2,5%	2	inférieure	18	inférieure	15	inférieure
AMBODIANGEZOKA	ANTSAHAMIANGO	669	21	1996	1	20	30	2,5%	0	inférieure	14	inférieure	11	inférieure
AMBODIANGEZOKA	AMBODIPONT	1 200	21	1995	1	20	30	2,5%	19	inférieure	25	supérieure	20	inférieure
AMBODIANGEZOKA	AMBOHIMARINA	1 500	27	1999	1	20	30	2,5%	34	supérieure	31	supérieure	25	inférieure
AMBODIANGEZOKA	ANDRANOVALO	987	18	1999	1	20	30	2,5%	8	inférieure	20	supérieure	17	inférieure
AMBODIANGEZOKA	ANTSAVOKABE	500	14	2000	1	20	30	2,5%	0	inférieure	10	inférieure	9	inférieure
ANDRANOMENA	ANDRANOMENA	3 000	27	1999	1	20	30	2,5%	111	supérieure	61	supérieure	50	supérieure
ANKIAKABE AVARATRA	MAROKOBAY	2 400	27	1995	1	20	30	2,5%	81	supérieure	49	supérieure	40	supérieure
ANKIAKABE AVARATRA	AMBODIMANGA	1 000	21	2000	1	20	30	2,5%	9	inférieure	20	inférieure	17	inférieure
DOANY	AMBODIZAVY	1120	27	1999	1	20	30	2,5%	15	inférieure	23	inférieure	19	inférieure
	AMBODIDIVAINA	3 000	27	1999	1	20	30	2,5%	111	supérieure	61	supérieure	50	supérieure
	AMBOHITRANIVO	320	9	1999	1	20	30	2,5%	0	inférieure	7	inférieure	6	inférieure

9 1 5- Estimation du débit de source

On peut aussi faire l'estimation du débit total des sources lors de la mise en place du projet. En effet, en considérant la méthode de dimensionnement de réservoir CNEAGR, il suffit de prendre le nombre de population desservie par le projet et faire varier le débit de source jusqu'à ce que la dimension du réservoir corresponde à l'ouvrage existant. Le taux d'accroissement considéré, l'horizon de fonctionnement ainsi que le besoin en eau journalier par habitant pris lors des dimensionnements des ouvrages sont toujours supposés connus.

Exemple : Cas des projets d'AEPG réalisés dans le Firaisana de Manamisoa, Fivondronana d'Ambalavao, Faritany Fianarantsoa.

On suppose que les valeurs du taux d'accroissement de la population (30%), du besoin en eau (30 l/j/hab) et l'horizon du projet (30 ans) sont les mêmes. On a :

Tableau 14: Résultats des analyses des débits de sources à Manamisoa Ambalavao.

Fivondronana	Firaisana	Village	Population	Réservoir en m ³	Année de réalisation	débit de source en l/s
AMBALAVAO	MANAMISOA	MANAMISOA	450	9	2003	0,6
AMBALAVAO	MANAMISOA	MANAMISOA I	250	18	1996	0,1
AMBALAVAO	MANAMISOA	VOHIBOAY	400	14	2000	0,4
AMBALAVAO	MANAMISOA	AMBATOLAHY	970	18	2003	1,3

Nous allons cartographier les résultats dans le paragraphe suivant.

9 1 6- Estimation du nombre de population par borne fontaine

On peut estimer le nombre de population moyenne desservie par localité.

Exemple : Cas des localités du Firaisana de Vavatenina, Fivondronana de Vavatenina, Faritany de Toamasina

Tableau 15: Résultats de l'estimation du nombre de population desservie par borne fontaine dans le Firaisana de Vavatenina.

FIRAISSANA	VILLAGE	POPULATION	BF	population/borne Fontaine	ANNEE
VAVATENINA	AMPASIMBOLA	900	8	113	2001
VAVATENINA	AMBODINONOKA	593	6	99	2001
VAVATENINA	ANJAHAMBE	1000	17	59	2001
VAVATENINA	FIADANANA	710	7	101	2001
VAVATENINA	MAHASOA I	420	5	84	2001
VAVATENINA	SOAVINA	420	5	84	2001
VAVATENINA	AMBOHIBE	1019	9	113	2000
VAVATENINA	ANDAPAVOLA	1148	10	115	2000

9 2 - EXPLOITATION DES BASES DE DONNEES SIG

Les bases de données qu'on a élaborées par le SIG permettent un infini choix de superposition de couches entre elles ou provenant des bases de données établies par la FTM *BD100* ou *BD500* permettant d'avoir un maximum d'information pour assurer la meilleure décision.

9 2 1- Analyse sur un micro ordinateur

Voici quelques exemples :

- En sélectionnant un objet, on peut avoir très rapidement les données s'y reportant en appuyant sur le boutons F2. Mais on peut aussi faire le chemin inverse.

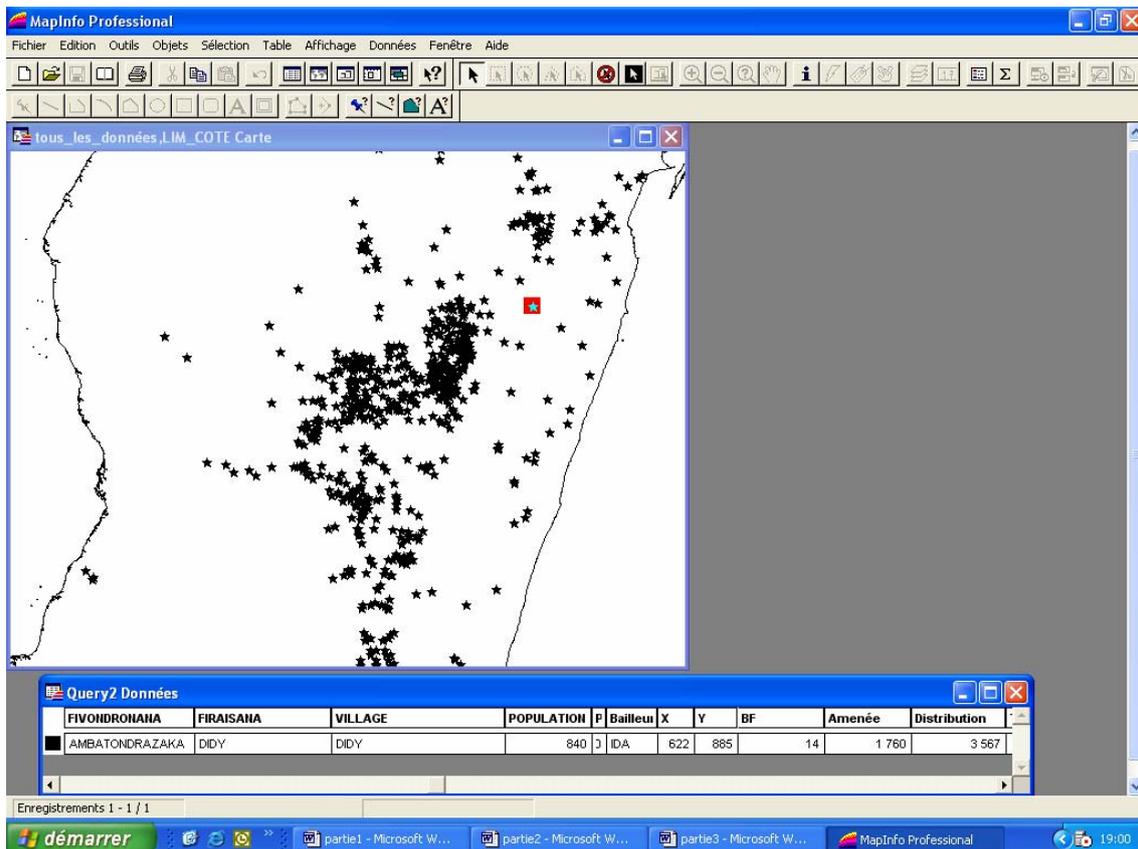


Figure 10: Représentation n°1 de l'exploitation de la base de données

- En superposant la couche *BD Fianarantsoa*, contenant les informations sur les adductions d'eau potable effectuées dans la province de Fianarantsoa, avec le réseau routier, dans cette province, on peut avoir une idée générale sur l'accessibilité d'une localité bénéficiant d'un projet d'AEPG mais qui a besoin de réhabilitation ou d'extension.

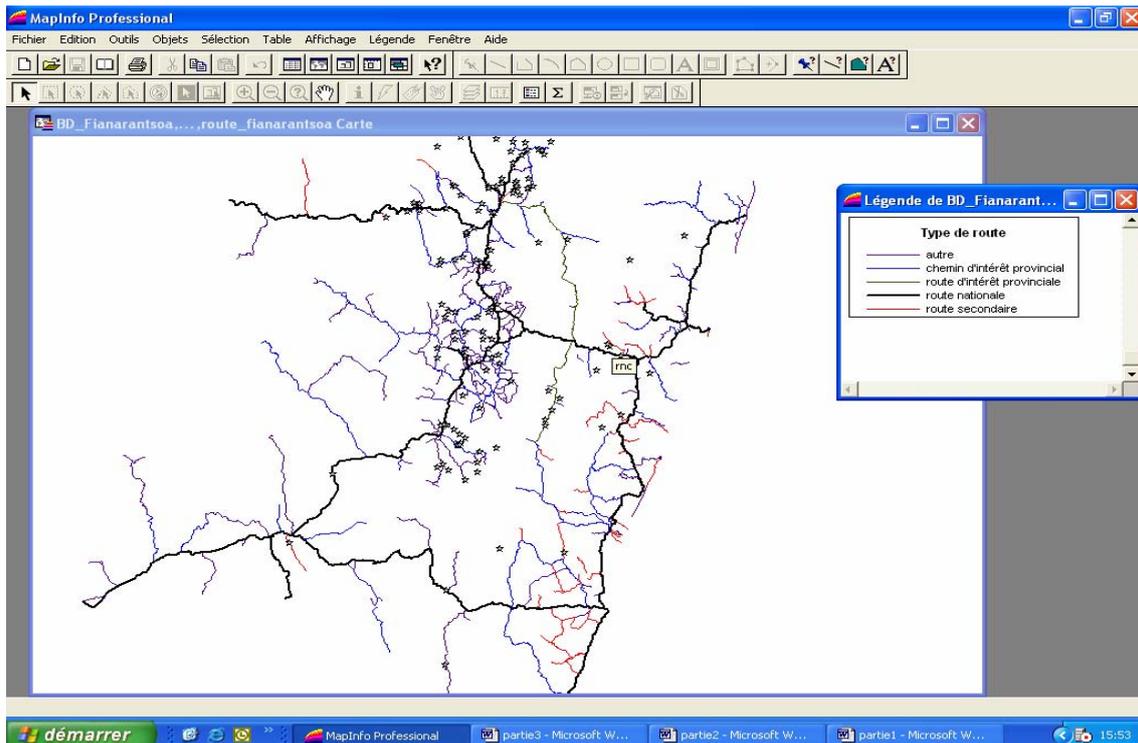


Figure 11: Représentation n°2 de l'exploitation de la base de données

- En superposant les tables de Base de Données avec la table courbe de niveau dans la BD500, on peut à peu près avoir l'altitude de la localité.

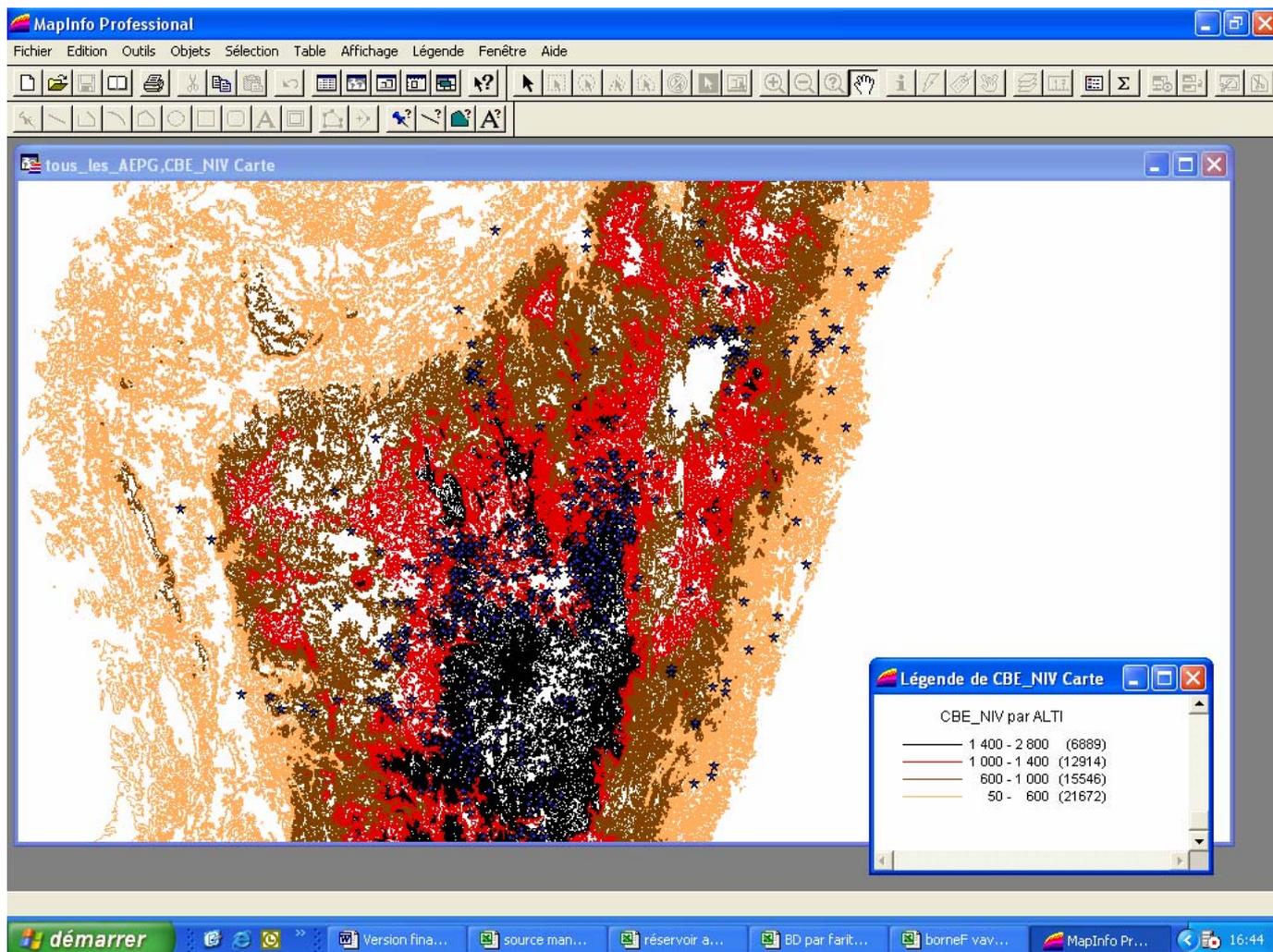


Figure 12: Représentation n°3 de l'exploitation de la base de données

On peut simplement regarder sur l'écran sans construire des cartes pour une prise de décision rapide pour une personne ou un petit groupe de personne. Cette propriété nous octroi un économie de temps et d'argent.

9 2 2- Cartographie

La cartographie aide beaucoup à la prise de décision. Les cartes sont facilement maniables, n'exigent pas de capacité particulière pour la personne qui les manipule, c'est un très bon outil d'analyse des travaux réalisés et les cartes peuvent être dupliquées indéfiniment.

Application I : Représentation de tous les projets effectués à Madagascar depuis 1979 jusqu'en 2004 (**carte 1**)

Application II : Cartographie de l'accessibilité des réalisations effectuées dans les Firaiana d'Analamoa, de Mangamila, de Tsarasaotra, d'Alakamisy, de Foroanarina-Ambohimamory et d'Anjozorobe dans le Fivondronana d'Anjozorobe (**carte 2**)

Analyse

On peut identifier les localités dont l'accessibilité routière est facile ou difficile.

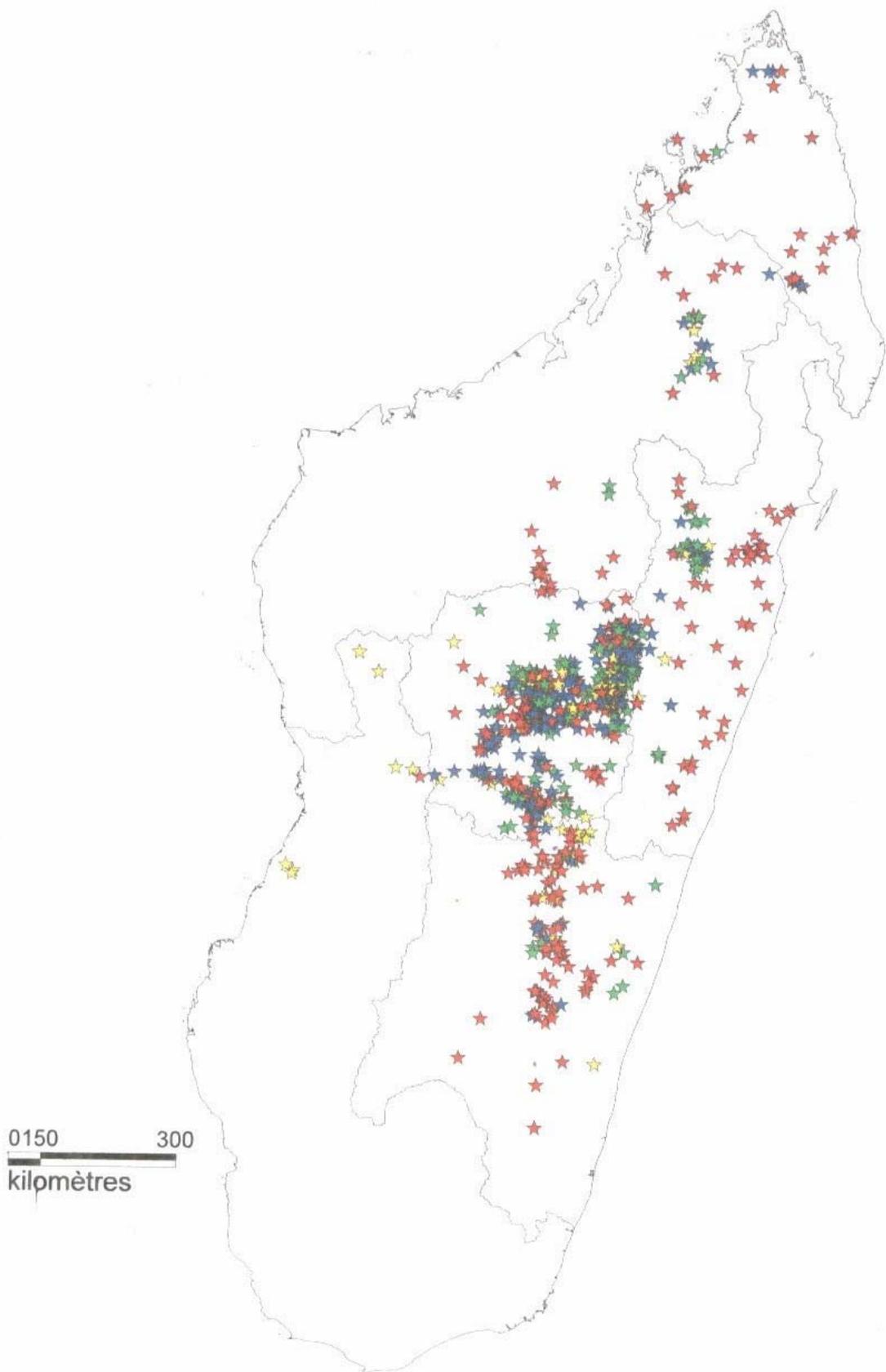
Application III : Représentation cartographique des analyses de capacité des réservoirs d'Andapa (**carte 3-4-5**)

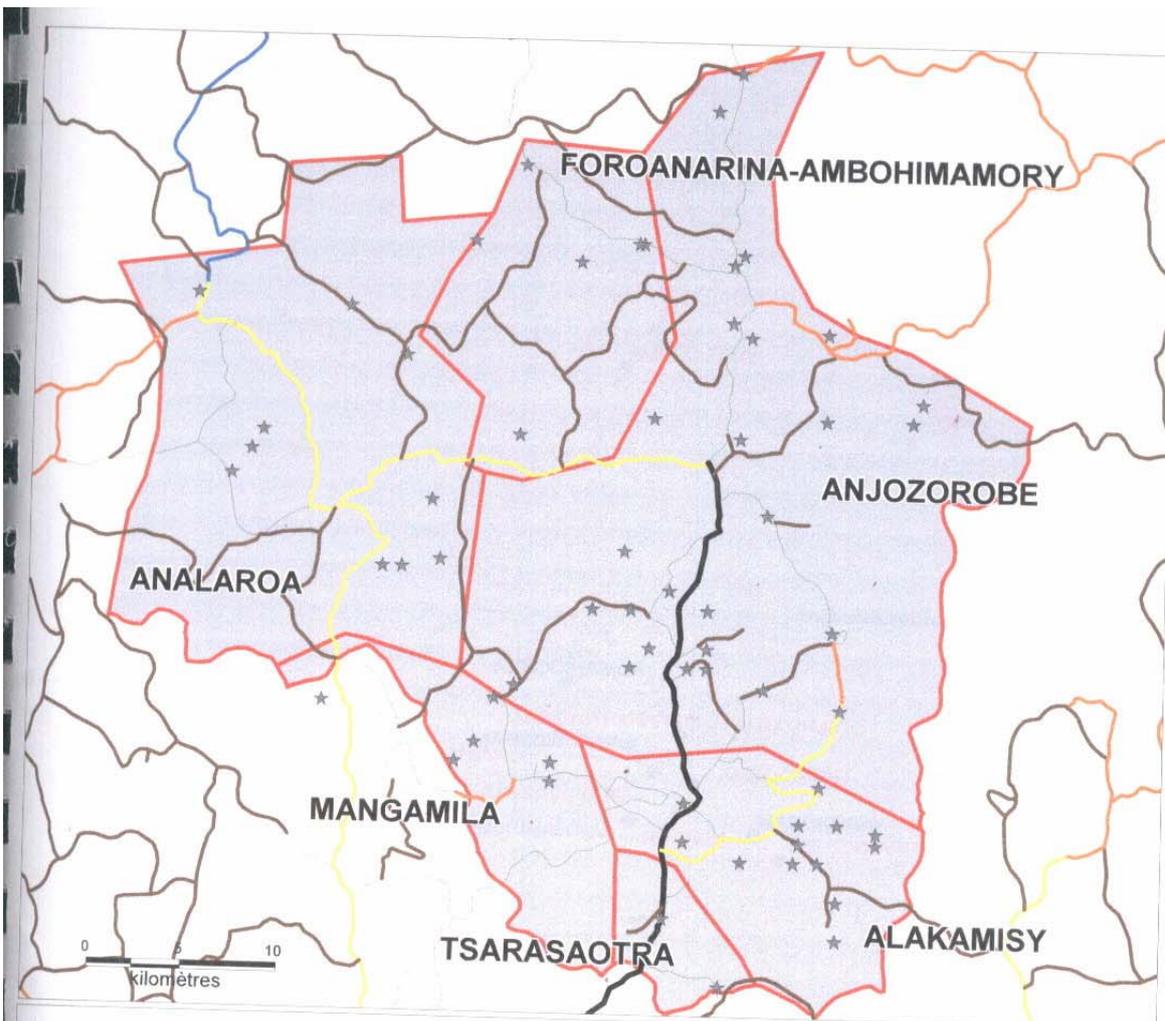
Application IV : Représentation cartographique des analyses des débits de sources à Manamisoa Ambalavao (**carte 6**)

Application V : Cartographie de la répartition de la population par borne fontaine dans le Fivondronana de Vavatenina (**carte 7**)

Analyse

On peut estimer le moment où le moyenne du nombre de population servi par borne fontaine atteint la barre des 200 personnes.





Carte 2 : Accessibilité de quelques réalisations effectuées dans le Fivondronana d'Anjozorobe

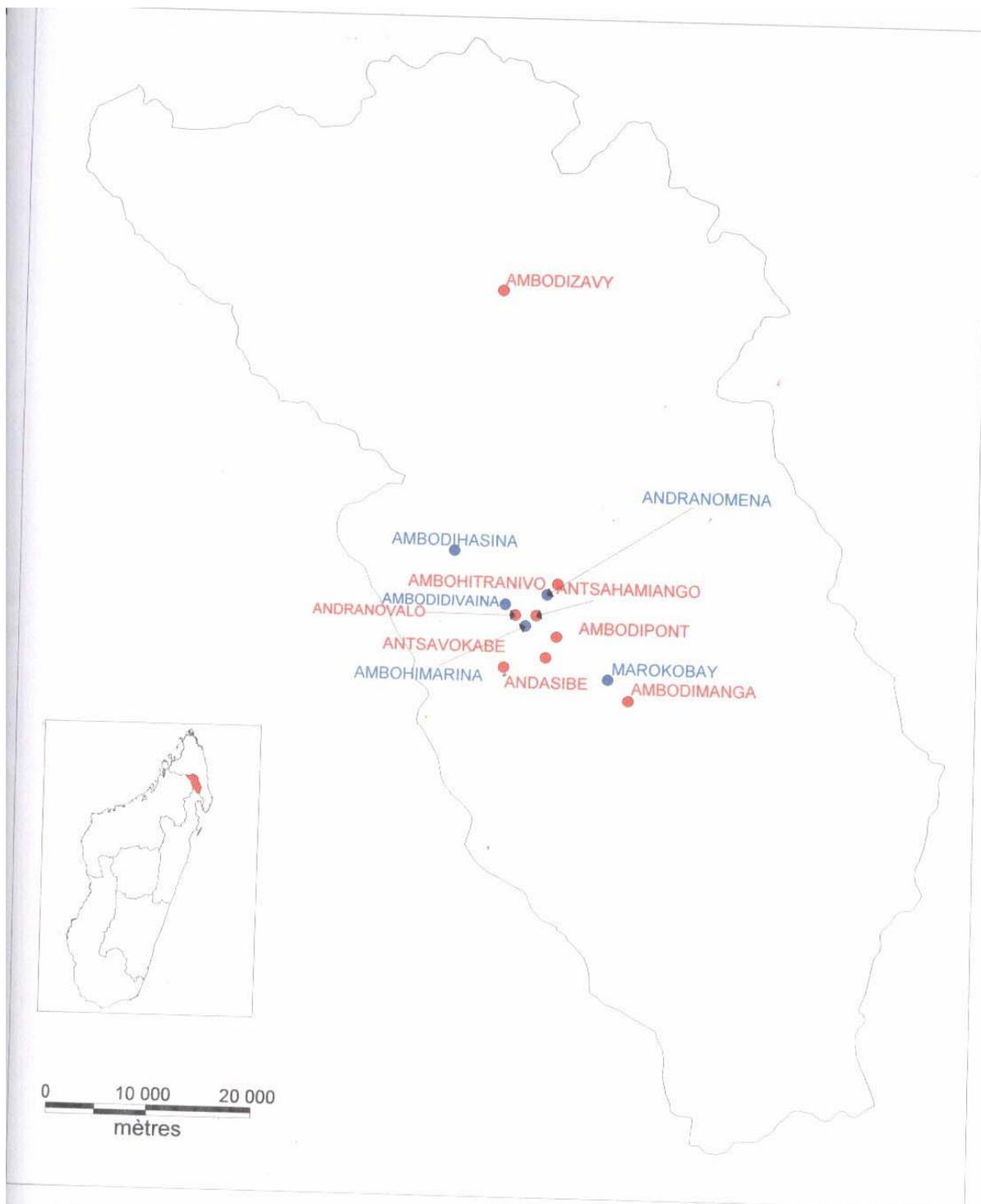
★ localités ayant un projet d'AEPG

Type de route

- | | |
|-------------------------------|--------------------|
| — Autres | — chemin |
| — Chemin d'intérêt provincial | — piste |
| — Route d'intérêt provincial | — Limite Firaisana |
| — Route nationale | |
| — Route Communale | |



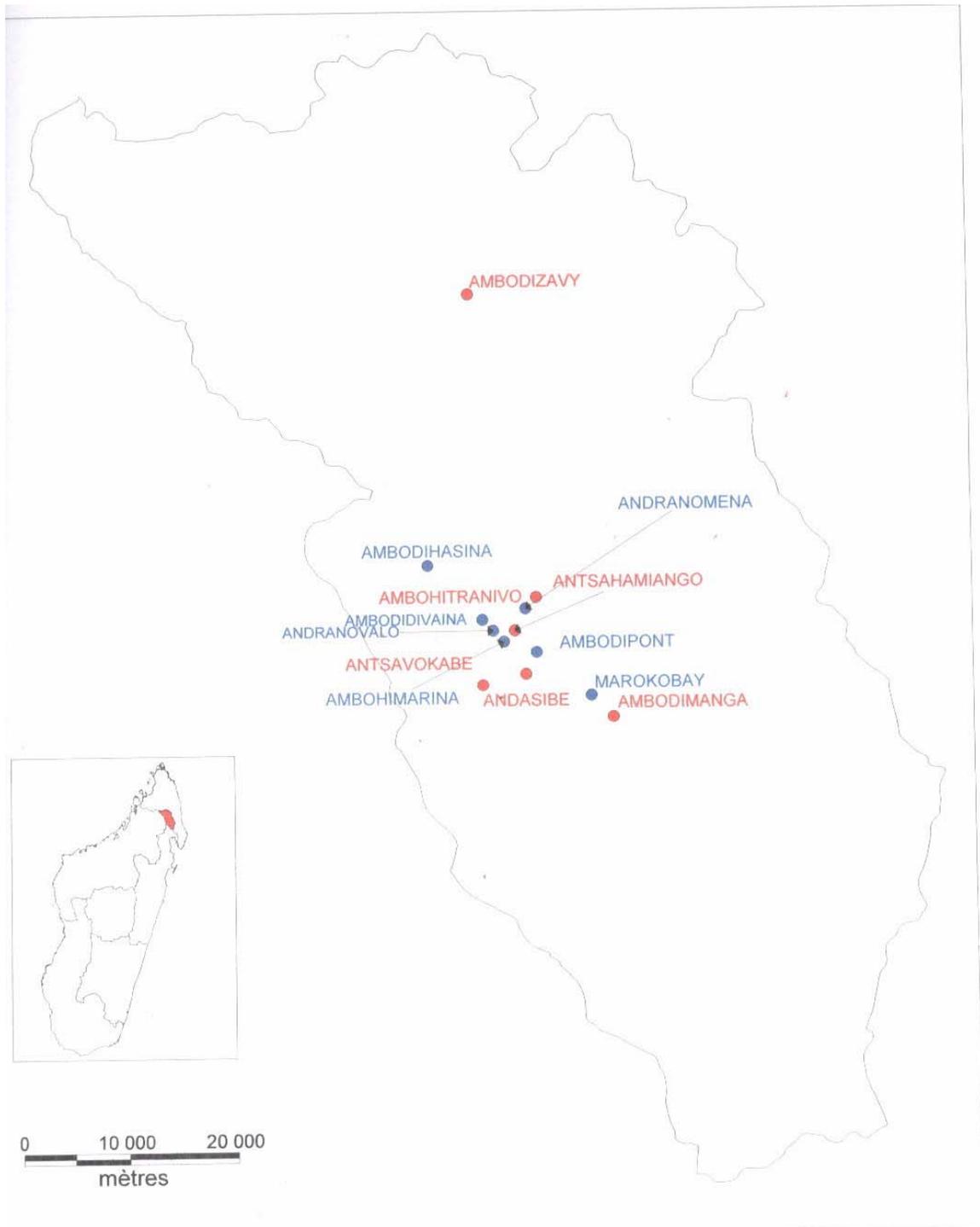
Auteur : RAMANARIVO Nary Solofoniaina



Carte 3 : Analyse de la dimension des réservoirs du Fivondronana d'Andapa : Méthode CNEAGR

- sous dimensionné
- sur dimensionné

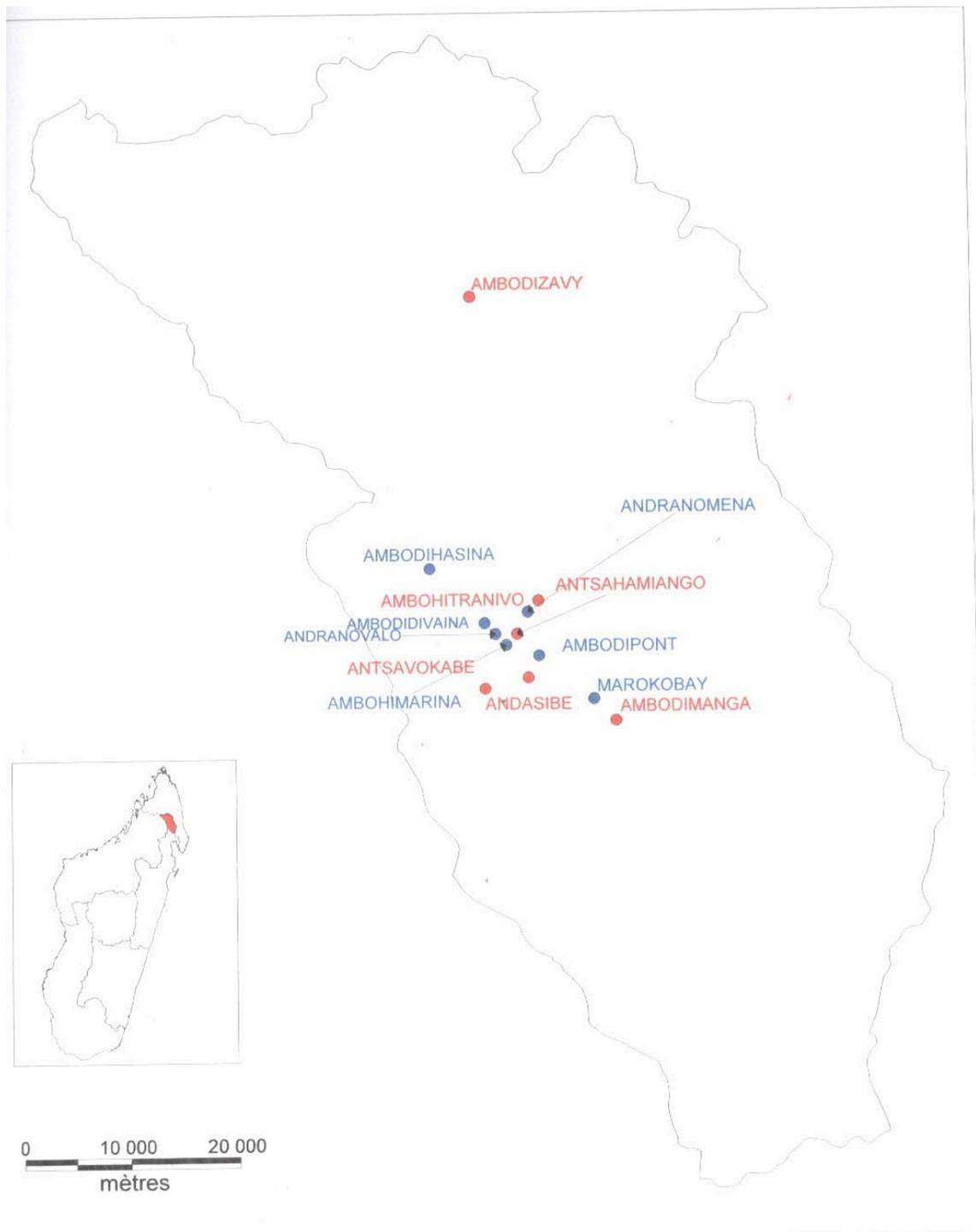
Auteur: RAMANARIVO Nary Solofoniaina



Carte 4 : Analyse de la dimension des réservoirs du Fivondronana d'Andapa : Méthode CARITAS-FIKRIFAMA

- sous dimensionné
- sur dimensionné

Auteur: RAMANARIVO Nary Solofoniaina



Carte 4 : Analyse de la dimension des réservoirs du Fivondronana d'Andapa : Méthode CARITAS-FIKRIFAMA

- sous dimensionné
- sur dimensionné

Auteur: RAMANARIVO Nary Solofoniaina



ORG	FIRASANA	VILLAGE	POPULATION	RESERVOIR_m	ANNEE	débit_de_sources_en_l
FIKRIFAMA	MANAMISOA	MANAMISOA	450	9	2 003	0,6
FIKRIFAMA	MANAMISOA	MANAMISOA I	250	18	1 996	0,1
FIKRIFAMA	MANAMISOA	VOHIBOAY	400	14	2 000	0,4
FIKRIFAMA	MANAMISOA	AMBATOLAHY	970	18	2 003	1,3



Carte 6 : Analyse des débits de source des AEPG de Manamisoa
Légende
 Cours d'eau

Auteur: RAMANARIVO Nary Solofoniaina

Chapitre 10: SUGGESTIONS POUR L'AMELIORATION DE LA CAPACITE DES BASES DE DONNEES

Les données recueillies par les organismes sont déjà citées dans les chapitres précédents mais on a constaté une insuffisance de données. Des compléments de données permettraient un élargissement du champ d'exploitation.

On a vu dans le chapitre précédent que la connaissance du débit de source, du besoin en eau journalier par habitant considéré, de l'horizon et du taux d'accroissance naturel de la population permet de faire différent calcul technique nécessaire.

La connaissance du coût des investissements pour chaque projet, par exemple, pourrait nous informer sur la moyenne de coût dans une zone hydrogéologique, dans un Faritany, ... donnés.

Les types de captage employés et le type de source capté dans chaque projet doivent être connus pour avoir une idée générale des techniques employées selon une région.

CONCLUSION

La base de donnée EXCEL permet d'effectuer divers calculs rapides pour avoir des informations utiles pour toute décision à prendre. La base de données sur SIG donne une infinité de possibilités de projection pour une meilleure réflexion. Cette dernière permet aussi de cartographier les données graphiques.

Une mise à jour systématique est à effectuer afin d'avoir des bases de données toujours utilisables.

La connaissance de quelques informations supplémentaires pourrait largement aider à la valorisation des bases de données. Et c'est l'avantage d'une base de données de pouvoir être complétée à volonté.

CONCLUSION GENERALE

Dans la situation actuelle, l'insuffisance des moyens et le manque de coordination entre les différents acteurs du secteur n'ont pas permis de disposer d'un inventaire complet de toutes les infrastructures d'AEP.

L'approvisionnement en eau des populations rurales des pays en développement n'est pas encore satisfaisant. Dans le cas de Madagascar, la proportion de population ayant accès à l'eau potable est encore faible, alors qu'elle possède des ressources inépuisables. Ceci nous permet de dire que le problème se situe dans d'autre domaine comme le financement ou la planification.

Le but de la mise en place de base de données est de programmer, planifier et effectuer le suivi évaluation des réalisations effectuées. Le mode de travail consiste à faire l'inventaire physique des points d'eau avec des enquêtes sur terrain, la saisie des données et la transmission de ces derniers vers la banque de données centrales.

Nous avons étudié principalement l'adduction gravitaire compte tenu du coût d'investissement qui est à la portée de la population rurale. Du point de vue technique, nous pouvons constater que l'exploitation de l'eau de source permet de réaliser un captage avec un minimum de moyens.

Nous avons combiné l'office EXCEL et le logiciel SIG MapINFO et nous les avons exploité afin de donner des meilleurs résultats capables de satisfaire les besoins d'une prise de décision. Ces bases de données sont faciles à mettre à jour et à manipuler. Mais elles peuvent encore être développées dans la mesure où d'éventuelles informations, qui restent encore actuellement inconnues, apporteraient plus d'éléments pour des décisions à prendre. Le DEA a donc depuis peu exigé le maximum d'informations techniques ou non utiles de ses partenaires lors de la mise en œuvre de chaque projet.

Ce mémoire de fin d'étude pourrait servir d'étalonnage pour tous les autres systèmes d'exploitation d'eau.

BIBLIOGRAPHIE

- 1- CEDOU C. et CAMPHUIS N., « *Le point sur les captages des sources* »
- 2- BURGEAP, « *Eau et Assainissement en milieu rural* »
- 3- DAGORNE A., FOCAULT B., DUCHE Y., CSTEM J.M., OTTAVI J.Y., 1992. « *Système d'Information Géographique et gestion des espaces forestiers et sub-forestiers* »
- 4- DANGERMOND Jack, 1983. « *Classification des éléments des logiciels utilisés habituellement en SIG* ».
- 5- DUPONT André, 1974. « *Hydraulique Urbaine. Tome 1 : Hydrologie – Captage et traitement des eaux* ». Edition Eyrolles.
- 6- DUPONT André, 1979. « *Hydraulique Urbaine. Tome 2 : Ouvrages de transport. Elévation et distribution des eaux* ». Edition Eyrolles.
- 7- LENCASTRA A., 1979. « *Manuel d'hydraulique générale* ». Edition Eyrolles
- 8- MEM / AEPSPE / UNICEF, « *Etude d'élaboration d'une méthodologie IEC* ».
- 9- MOTET Serge, 1992. « *Quelques précautions d'usage du SIG* ».
- 10- NEKRASSOV B., 1967. « *Cours d'hydraulique* ». Edition de Moscou.
- 11- RAKOTONDRAINIBE Jean Herivelo, 1983. « *HY.733, Les eaux souterraines de Madagascar* »
- 12- RAKOTONDRAINIBE Jean Herivelo, *Cours de ressource en eau*
- 13- RANDRIANASOLO David, *Cours d'hydraulique urbaine*
- 14- SCOT CONSEIL, 1993. « *Les SIG outil de gestion de l'environnement et des ressources naturelles dans les pays en voie de développement* ».
- 15- VAILLANT J.R., LOUSSOUARN J.L., 1970. « *Le choix des matériaux pour les conduites d'adduction et de distribution d'eau* ». Edition BCEOM

ANNEXES

ANNEXES I :

ECHANTILLON DE DONNEES DE LA BANQUE DE DONNEES EXCEL

ORG	FARITANY	FIVONDRONANA	FIRAISANA	VILLAGE	POPULATION	POP totale	Bailleur	X	Y	BF	Amenée	Distribution	TOTAL	RESERV
FIKRIFAMA	ANTANANARIVO	AMBATOLAMPY	ALAROBIA-ANTANAMALAZA	ANTAKASINA	240		DDC	533	732	6	3064	1700	4 764	21
FIKRIFAMA	ANTANANARIVO	AMBATOLAMPY	ANDRANOVELONA	ANKOMAKOMA	572		IDA	523	716	11	5948	6854	12802	18
FIKRIFAMA	ANTANANARIVO	AMBATOLAMPY	ANDRIAMBILANY	AMBOHIDRANO NORD	1300		IDA	510,4	770,5	8	1312	2954	4266	18
FIKRIFAMA	ANTANANARIVO	AMBATOLAMPY	ANTSAPANDRANO	SAROBARATRA	820		ICCO	518	725	11	1350	4154	5 504	27
CARITAS	ANTANANARIVO	AMBOHIDRATRIMO	AMBOHIPIHAONANA	AVARATRIMANARINA	760			522	837	5	2 500	900	3 400	8
FIKRIFAMA	ANTANANARIVO	AMBOHIDRATRIMO	AMBOHITRIMANJAKA	IVATO TOBY	100		DDC	510	810	3	2068	1124	3 192	4,5
FIKRIFAMA	ANTANANARIVO	AMBOHIDRATRIMO	AMBOHITRIMANJAKA	CDR(AMBOARA)	30		FED	505	808	8	198	752	950	21
CARITAS	ANTANANARIVO	AMBOHIDRATRIMO	AMPANGABE	SOAVINIMERINA	746			493	812,5	12	3780	4170	7950	17,579
CARITAS	ANTANANARIVO	AMBOHIDRATRIMO	ANTEHIROKA	ANKAZOMASINA	400			510	814	7	1 900	2 200	4 100	5,2
FIKRIFAMA	ANTANANARIVO	AMBOHIDRATRIMO	IMERIMANDROSO	AMPARAFARA	231		ICCO	522	822	5	800	898	1698	18
CARITAS	ANTANANARIVO	AMBOHIDRATRIMO	MAHITSY	ANTANIVONY	750			495,5	828	6	1256	2444	3700	12,625
CARITAS	ANTANANARIVO	AMBOHIDRATRIMO	MAHITSY	MAHABO	1050			494,5	827	10	2745	2455	5200	24,745
FIKRIFAMA	ANTANANARIVO	AMBOHIDRATRIMO	MAHITSY	ANTANETIBE	500		ACDI	497	824	7			2900	9,4
FIKRIFAMA	ANTANANARIVO	AMBOHIDRATRIMO	MAHITSY	SARIMANINA	400		ADC	502	815	5			5000	9,4
FIKRIFAMA	ANTANANARIVO	AMBOHIDRATRIMO	MAHITSY	AMBATOBE/ANTANETIBE	400		ADC	502	817	5			1100	9,42
FIKRIFAMA	ANTANANARIVO	AMBOHIDRATRIMO	MAHITSY	MANGIDY	400		ADC			4			930	9,42
FIKRIFAMA	ANTANANARIVO	AMBOHIDRATRIMO	MAHITSY	ANTANETIBE	680		IDA	497	824	8	1668	1878	3546	21
FIKRIFAMA	ANTANANARIVO	AMBOHIDRATRIMO	MAHITSY	ANTANETILAVA	107		DDC	493	826	2	960	278	1238	18
FIKRIFAMA	ANTANANARIVO	AMBOHIDRATRIMO	MANANJARY	MIADAPAONA	685		ICCO	490	825	9	4804	3273	8077	27
FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	ANDAPA	ANDRANOMENA	ANDRANOMENA	5000		ICCO	734	1272	17	7148	6228	12832	27
FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	ANDAPA	ANKIAKABE AVARATRA	MAROKOBAY	2400		CODEL	740	1264	19	812	4816	5628	27
FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	ANDAPA	ANKIAKABE AVARATRA	AMBODIMANGA	1000		IDA	742	1262	14	1500	5374	6874	21
FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	ANDAPA	DOANY	AMBODIZAVY	1120		ICCO	729	1301	13	6771	5158	11929	27
FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	ANDAPA		AMBODIDIVAINA	3000		IDA	730	1271	21	2984	2192	5176	27
FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	ANDAPA		AMBOHITRANIVO	320		ICCO	734	1272	5	4440	2266	6706	9
FIKRIFAMA	ANTSIRANANA	VOHEMAR	DARAINA	DARAINA	1600		ICCO	751	1428	18	9900	3900	13 900	36
CARITAS	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	AMBILO	AMBILO	650			461	468,8	5	1 950	2 900	4 850	12,63

FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	Ambohimahasina	SAHAFY	903		IDA	473	464,52	8	1618	3450	5068	18
FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	Ambohimahasina	TANAMBAO MAHASOA	827		IDA	465	447	6	6847	1100	7947	18
FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	Ambohimahasina	TSARAMANDROSO	960		IDA	472	458	9	2830	2494	5324	18
FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	ANJOMA NANDIHIZANA	AMBOZONTANY	510		IDA	463	470	4	6214	1872	8086	14
FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	ANJOMA NANDIHIZANA	ANATO	546		IDA	465	473,5	7	2750	3989	6739	21
FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	ANJOMA NANDIHIZANA	ANJOMA	1250		IDA	462	469	8	2400	982	3382	8
FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	Kirano Soamifanaraka	AMBOHINAMBOARINA	600		IDA	459	479	3	1560	4978	6538	9,42
FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	Kirano Soamifanaraka	KIRANO	387		IDA	462	475,5	5	825	3429	4254	14
FIKRIFAMA	FIANARANTSOA	AMBALAVAO	Mahazony	MORAFENO	485		IDA	456	453	7	3423	1422	4845	18
CARITAS	MAHAJANGA	MAMPIKONY		AMPOMBIMANANGY II	850					6	1997	2003		12,12
CARITAS	MAHAJANGA	MAMPIKONY		MORARANOTSARATANANAKELY I	420			588,5	1275	3	415	2 645	3 060	8,08
FIKRIFAMA	MAHAJANGA	MANDRITSARA	ANKIABE SALOHY	AMPONDRAMOTSO	700		DDC	641	1176	11	1454	2260	3714	21
FIKRIFAMA	MAHAJANGA	MANDRITSARA	ANKIABE SALOHY	ANKIABE SALOHY	1200		IDA	644	1164	13	6132	1896	8 028	21
CARITAS	MAHAJANGA	PORT BERGE	AMBODIMAHABIBO	AMBODISATRANA MANJOLA	650			599	1144	6	1 600	1 100	2 700	12,625
CARITAS	MAHAJANGA	TSARATANANA	BRIEFVILLE	MAHABE I	1015			534,75	962	6	2757	1443		15,276
CARITAS	MAHAJANGA	TSARATANANA	MANAKANA	AMBALANIRANA	1167			522,5	944,5	8	3818	1932		18,18
FIKRIFAMA	MAHAJANGA	TSARATANANA	TSARAROVA	TSARAROVA	1000		DDC	529,5	1042	13	3300	1600	4900	12,5
FIKRIFAMA	MAHAJANGA	TSARATANANA	TSARATANANA	TSARATANANA	1000		DDC	529	1032	33	6000	6300	12300	21
FIKRIFAMA	TOAMASINA	AMBATONDRAZAKA	AMBATOSORATRA	IMERIMANDROSO	240	3000	DDC	628,72138	961,38525	21				26,28
FIKRIFAMA	TOAMASINA	AMBATONDRAZAKA	AMBATOSORATRA	AMBOHIBARY	400		DDC	635,02731	952,80781	5			1760	7,853
FIKRIFAMA	TOAMASINA	AMBATONDRAZAKA	AMBATOSORATRA	ANDRANOMANDEHA	800		ICCO	629	962	12	14450	4200	18650	21
FIKRIFAMA	TOAMASINA	AMBATONDRAZAKA	AMBATOSORATRA	ANKASINA	1200		FDI	632	961	23	13456	7069	20 525	35
FIKRIFAMA	TOAMASINA	AMBATONDRAZAKA	AMBATOSORATRA	ANTANANDEVA	1000		AMBASS	637	959	16	7550	6800	14350	28
FIKRIFAMA	TOAMASINA	AMBATONDRAZAKA	AMBATOSORATRA	MADIORANO	400		ACDI	624	956	8	3950	2790	6 740	21
FIKRIFAMA	TOAMASINA	AMBATONDRAZAKA	DIDY	DIDY	840		IDA	622	885	14	1760	3567	5 327	27
CARITAS	TOAMASINA	AMBATONDRAZAKA	FERAMANGA AVARATRA	ANTOKAZO	1 650			625	934	12	4 865	3 893	8 758	22,00
FIKRIFAMA	TOAMASINA	AMBATONDRAZAKA	FERAMANGA AVARATRA	ANTSAHALEMAKA	410		DDC	626	946	4	1400	530	1930	9

ANNEXE II :

CALCUL DU NOMBRE DE POPULATION DESSERVIE PAR PROJET D'AEFG EN MILIEU RURAL A PARTIR DES DONNEES PAR ORGANISME

On procède à un triage par année à partir des données « BD organisme ». On prélève le nombre de population totale et le nombre de réalisation par année. Puis on calcule l'accroissement du nombre de population en 2005 pour chaque donnée. On considère la variante moyenne d'accroissement. Après on totalise le nombre de population et le nombre de réalisation. Enfin on fait la division les deux nombres et on obtient ainsi le nombre de population par projet.

Les résultats suivants ont été obtenus d'après les éléments dans le tableau qui suit.

Population totale en milieu rurale	11 233 399
Population totale desservie	927 471
nombre d'AEFG effectuée	998
Nombre de population/AEFG	929

Index :

(1) : en milieu rural avec variante moyenne

(2) : si tous les projets fonctionnent toujours et arrivent à satisfaire les besoins locaux actuels

année x	populatin rurale	nombre de population desservie par fikrifama	Taux	caritas	Taux	autres	taux	population totale desservie	cumul	nombre de réalisation	taux d'accroissement annuel (1)	pop° théoriquemt desservie en 2005
1970						1 085		1 085	1 085	1	2,70%	2 757
1979		3 000						3 000	4 085	1	2,70%	5 997
1980						300		300	4 385	3	2,70%	584
1981		2 700						2 700	7 085	3	2,70%	5 117
1982		3 090				1 225		4 315	11 400	4	2,70%	7 963
1983		3 900						3 900	15 300	3	2,70%	7 008
1984		3 200						3 200	18 500	12	2,70%	5 599
1985		4 300						4 300	22 800	11	2,70%	7 326
1986		8 450						8 450	31 250	30	2,70%	14 018
1987		27 600		3 550				31 150	62 400	31	2,70%	50 318
1988		28 150		4 850		1 374		34 374	96 774	31	2,70%	54 066
1989		19 900		3 100				23 000	119 774	31	2,70%	35 225
1990		33 410		7 800		1 240		42 450	162 224	45	2,70%	63 304
1991		23 950		10 375				34 325	196 549	41	2,70%	49 842
1992		19 910		11 717				31 627	228 176	54	2,70%	44 717
1993		25 583		8 000				33 583	261 759	56	2,50%	45 165
1994		28 445		6 900				35 345	297 104	49	2,50%	46 376
1995		31 022		7 995				39 017	336 121	69	2,50%	49 945
1996	9 438 685	33 113		14 788				47 901	384 022	80	2,50%	59 822
1997	9 674 652	10 894		14 937				25 831	409 853	36	2,50%	31 473
1998	9 916 518	16 841		18 970				35 811	445 664	50	2,50%	42 568
1999	10 134 682	66 038		22 244				88 282	533 946	86	2,20%	100 595
2000	10 357 645	37 024		23 677				60 701	594 647	86	2,20%	67 678
2001	10 585 513	46 533		10 497		2 520		59 550	654 197	61	2,20%	64 966
2003	10 818 394	25 995		14 308				40 303	694 500	58	2,20%	42 096
2004	11 023 944			19 098		6 122		25 220	719 720	24	1,90%	25 699
2005	11 233 399										1,90%	
totale		503 048	70%	202 806	28%	14 066	2%	718 635		955		927 471

ANNEXE III :

CALCUL DU NOMBRE DE POPULATION DESSERVIE PAR PROJET D'AEPG EN MILIEU RURAL ET TAUX DE DESSERTE A PARTIR DES DONNEES PAR FARITANY

Même raisonnement que pour ANNEXE II.

Nombre de population desservie

<i>Province</i>	<i>Nombre de population desservie</i>	<i>Nombre de population théorique desservie en 2005</i>	<i>Population totale en milieu rural en 1996</i>	<i>population 2005</i>	<i>Nombre de réalisation</i>	<i>population par réalisation</i>	<i>taux de desserte</i>	<i>taux de desserte théorique</i>	<i>nombre de BF</i>	<i>nombre de popul BF</i>
Antananarivo	394 302	517 891	2 515 500	3 059 672	594	872	13%	17%	4 550	
Antsiranana	43 581	49 768	780 197	948 975	36	1 382	5%	5%	252	
Fianarantsoa	100 227	122 491	2 127 276	2 587 465	151	811	4%	5%	1 155	
Mahajanga	54 949	64 202	1 080 826	1 314 639	61	1 052	4%	5%	461	
Toamasina	98 136	122 359	1 560 704	1 892 771	96	1 275	5%	6%	1 067	
Toliara	3 500	4 408	1 373 969	1 671 196	10	441	0%	0%	22	
Madagascar	692 245	881 119	9 438 472	11 474 718	948	929	6%	8%	7 507	

(sans nombre de population année 1985 et autres sans données)

25 sans données

**population théoriquement non recensée
soit**

23 236

environ

3%

population totale théorique desservie

904 356

population théo. desservie par réalisation

954

nombre totale de réalisation en AEPG

1 740

nombre de pop tot desservie par AEPG

1 659 893

nombre de pop rurale à Madagascar

11 474 718

taux de desserte AEPG

14%

ANNEXE IV :

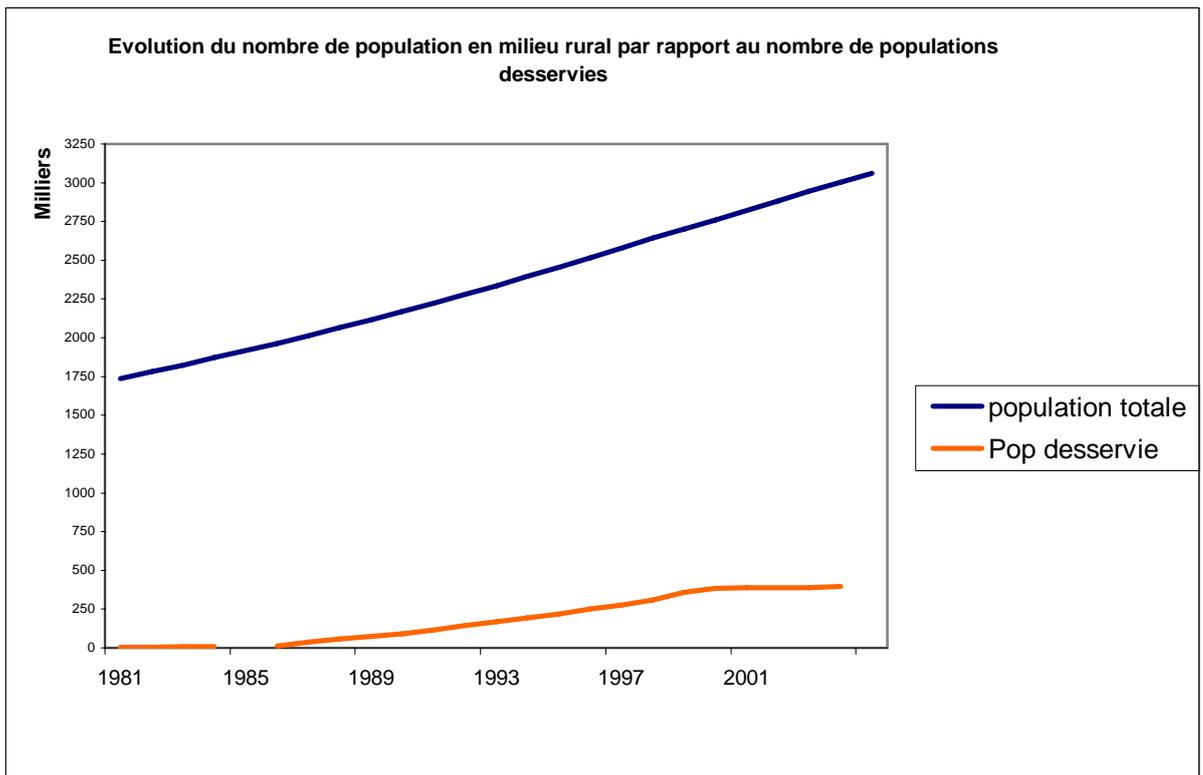
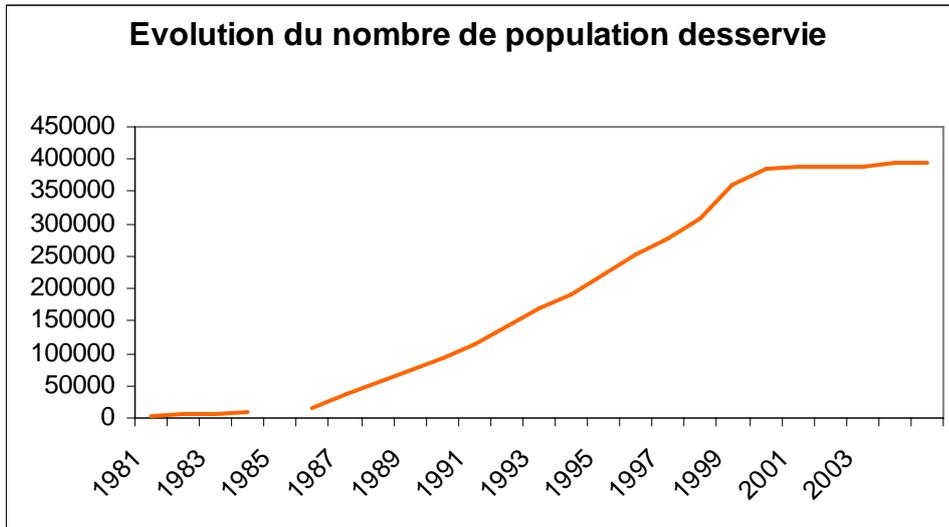
CALCUL DE L' EVOLUTION DU NOMBRE DE POPULATION DESSERVIE A MADAGASCAR D' APRES LES DONNEES COLLECTEES

Année	population totale	Pop desservie	Cumul	Taux	pop totale en 2005	Pop 2005
1981	6 516 940	2 940	2 940	2,50%		5 318
1982	6 679 863	3 090	6 030	2,50%		5 453
1983	6 846 860	3 500	9 530	2,50%		6 025
1984	7 018 031	3 600	13 130	2,50%		6 046
1985	7 193 482	?		2,50%		
1986	7 373 319	8 450	21 580	2,50%		13 509
1987	7 557 652	30 950	52 530	2,50%		48 271
1988	7 746 594	27 000	79 530	2,50%		41 084
1989	7 940 258	26 500	106 030	2,50%		39 339
1990	8 138 765	27 910	133 940	2,50%		40 422
1991	8 342 234	29 525	163 465	2,50%		41 718
1992	8 550 790	39 817	203 282	2,50%		54 888
1993	8 764 560	33 445	236 727	2,50%		44 980
1994	8 983 674	31 145	267 872	2,50%		40 865
1995	9 208 265	44 841	312 713	2,50%		57 400
1996	9 438 472	49 035	361 748	2,50%	11 787 358	61 238
1997	9 674 434	31 347	393 095	2,50%	11 787 358	38 193
1998	9 916 295	35 739	428 834	2,50%	11 787 358	42 482
1999	10 134 453	81 503	510 337	2,20%	11 547 971	92 871
2000	10 357 411	52 566	562 903	2,20%	11 547 971	58 608
2001	10 585 274	54 491	617 394	2,20%	11 547 971	59 447
2002	10 818 150	17 900	635 294	2,20%	11 547 971	19 108
2003	11 056 149	37 968	673 262	2,20%	11 547 971	39 657
2004	11 266 216	18 983	692 245	1,90%	11 480 274	19 344
2005	11 480 274		692 245	1,90%	11 480 274	
Totale		692 245			11 480 274	876 266

ANNEXE V :

CALCUL ET REPRESENTATION GRAPHIQUE DE L' EVOLUTION DU NOMBRE DE POPULATION DESSERVIE POUR ANTANANARIVO D' APRES LES DONNEES COLLECTEES

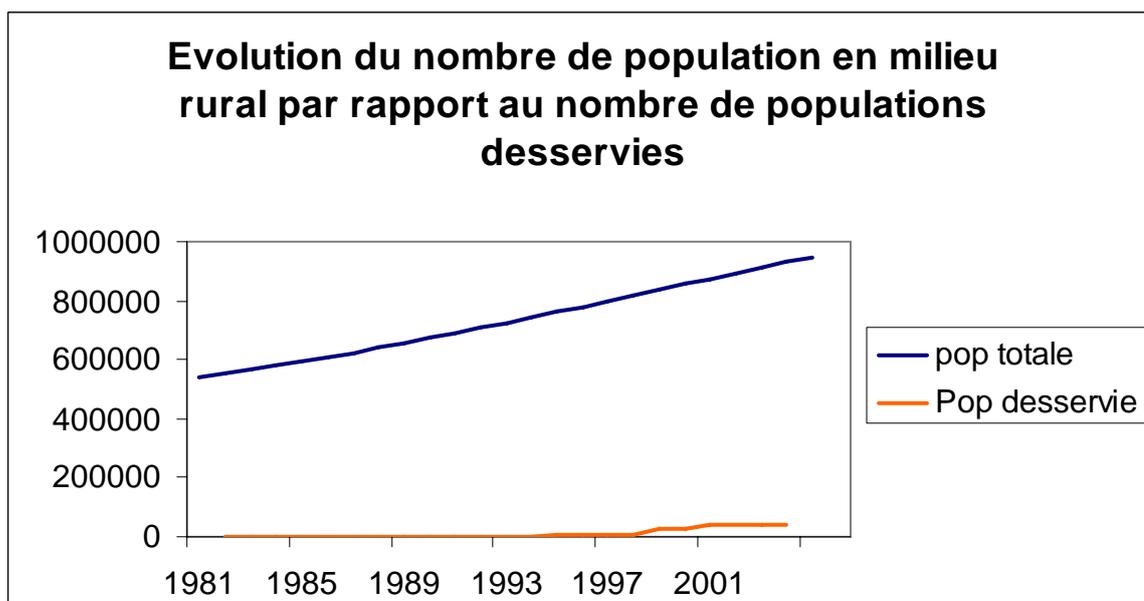
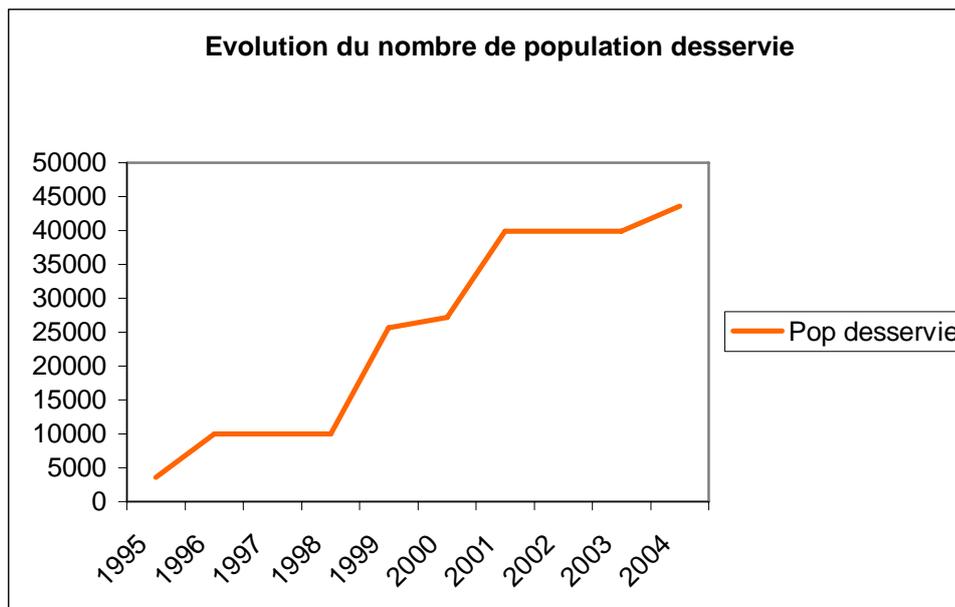
Année	population totale	Pop desservie	Cumul	Taux	pop totale en 2005	Pop 2005
1981	1 736 866	2 700	2 700	2,50%		4 884
1982	1 780 288	3 090	5 790	2,50%		5 453
1983	1 824 795	1 000	6 790	2,50%		1 722
1984	1 870 415	3 200	9 990	2,50%		5 375
1985	1 917 175	?		2,50%		
1986	1 965 105	4 200	14 190	2,50%		6 714
1987	2 014 232	22 850	37 040	2,50%		35 638
1988	2 064 588	19 500	56 540	2,50%		29 672
1989	2 116 203	17 700	74 240	2,50%		26 276
1990	2 169 108	18 510	92 750	2,50%		26 808
1991	2 223 335	22 225	114 975	2,50%		31 403
1992	2 278 919	27 617	142 592	2,50%		38 070
1993	2 335 892	27 467	170 059	2,50%		36 940
1994	2 394 289	22 165	192 224	2,50%		29 082
1995	2 454 146	28 241	220 465	2,50%		36 151
1996	2 515 500	32 563	253 028	2,50%	3 141 515	40 667
1997	2 578 388	24 531	277 559	2,50%	3 141 515	29 889
1998	2 642 847	31 765	309 324	2,50%	3 141 515	37 759
1999	2 700 990	51 074	360 398	2,20%	3 077 714	58 198
2000	2 760 412	24 434	384 832	2,20%	3 077 714	27 243
2001	2 821 141	4 169	389 001	2,20%	3 077 714	4 548
2002	2 883 206	0	389 001	2,20%	3 077 714	0
2003	2 946 636	0	389 001	2,20%	3 077 714	0
2004	3 002 622	5 301	394 302	1,90%	3 059 672	5 402
2005	3 059 672		394 302	1,90%	3 059 672	
Totale		394 302			3 059 672	517 891



ANNEXE VI :

CALCUL ET REPRESENTATION GRAPHIQUE DE L' EVOLUTION DU NOMBRE DE POPULATION DESSERVIE POUR ANTSIRANANA D' APRES LES DONNEES COLLECTEES

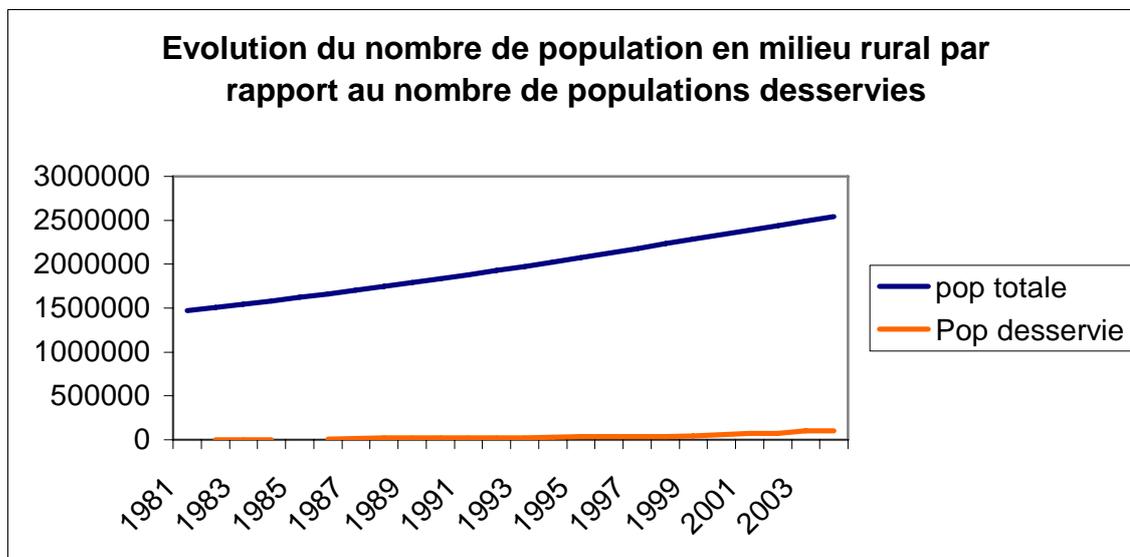
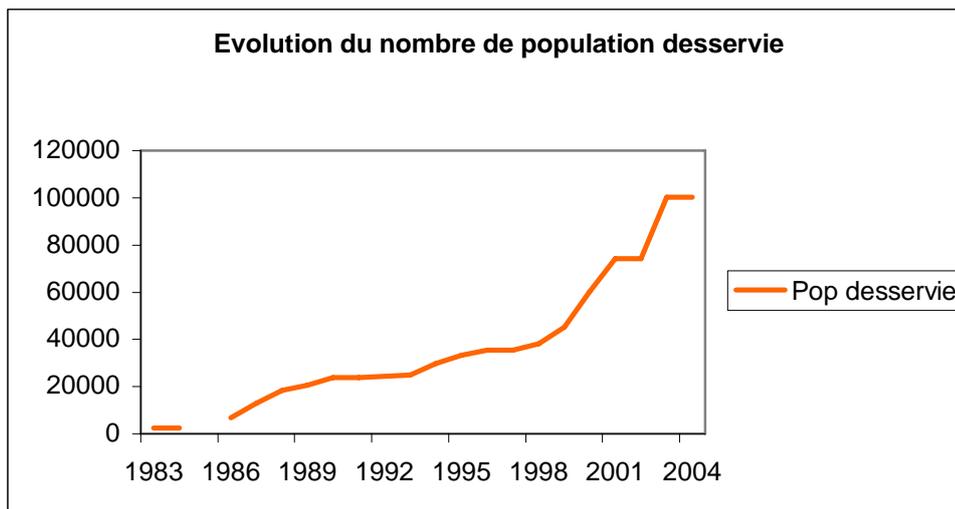
Année	pop totale	Pop desservie	Cumul	Taux	pop totale 2005	Pop 2005
1981	538 699			2,50%		0
1982	552 167		0	2,50%		0
1983	565 971		0	2,50%		0
1984	580 120		0	2,50%		0
1985	594 623		0	2,50%		0
1986	609 489		0	2,50%		0
1987	624 726		0	2,50%		0
1988	640 344		0	2,50%		0
1989	656 353		0	2,50%		0
1990	672 761		0	2,50%		0
1991	689 580		0	2,50%		0
1992	706 820		0	2,50%		0
1993	724 490		0	2,50%		0
1994	742 603		0	2,50%		0
1995	761 168	3 600	3 600	2,50%		4 608
1996	780 197	6 424	10 024	2,50%	974 359	8 023
1997	799 702		10 024	2,50%	974 359	0
1998	819 694		10 024	2,50%	974 359	0
1999	837 728	15 627	25 651	2,20%	954 571	17 807
2000	856 158	1 500	27 151	2,20%	954 571	1 672
2001	874 993	12 730	39 881	2,20%	954 571	13 888
2002	894 243		39 881	2,20%	954 571	0
2003	913 916		39 881	2,20%	954 571	0
2004	931 281	3 700	43 581	1,90%	948 975	3 770
2005	948 975		43 581	1,90%	948 975	
Totale		43 581			948 975	49 768



ANNEXE VII :

**CALCUL ET REPRESENTATION GRAPHIQUE DE L'
EVOLUTION DU NOMBRE DE POPULATION DESSERVIE POUR
FIANARANTSOA D' APRES LES DONNEES COLLECTEES**

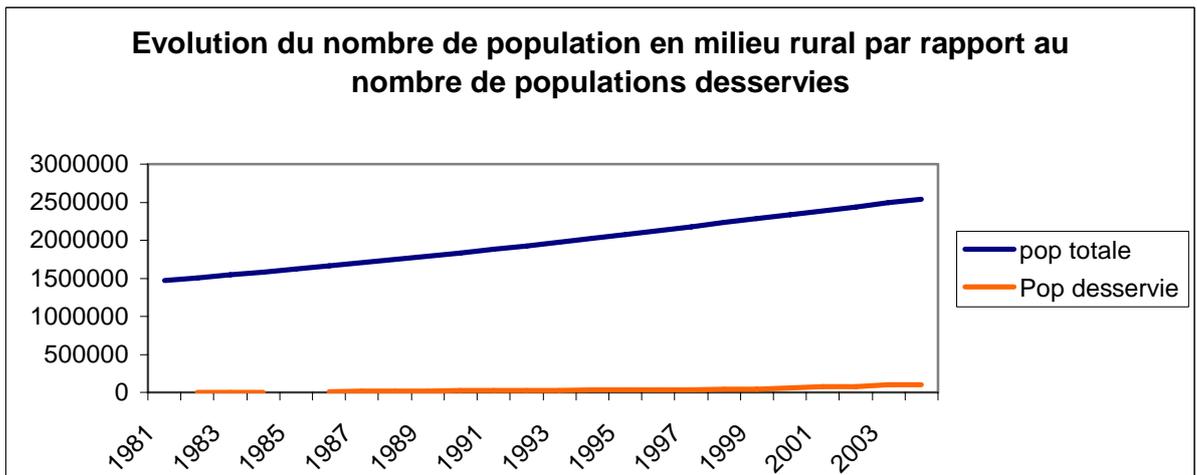
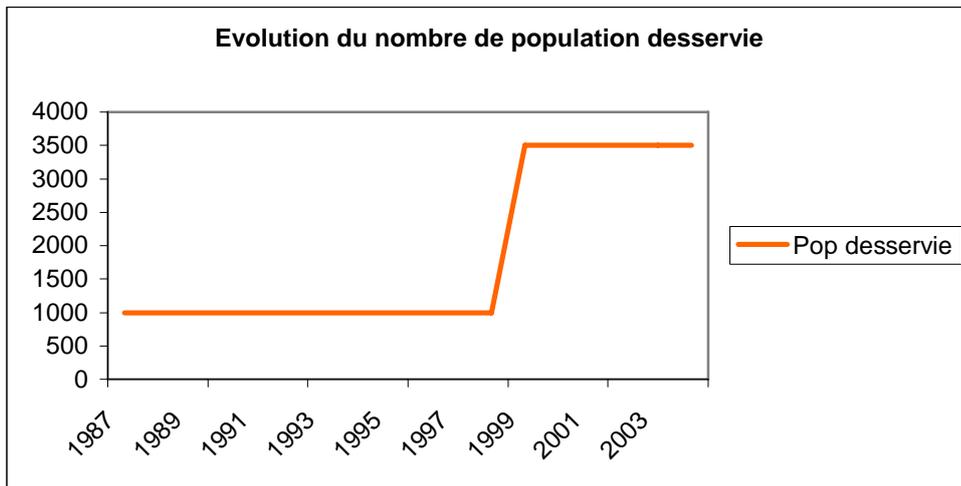
Année	pop totale	Pop desservie	Cumul	Taux	pop totale 2005	Pop 2005
1981	1 468 811			2,50%		0
1982	1 505 531		0	2,50%		0
1983	1 543 169	2 500	2 500	2,50%		4 304
1984	1 581 749		2 500	2,50%		0
1985	1 621 292	?		2,50%		
1986	1 661 825	4 250	6 750	2,50%		6 794
1987	1 703 370	6 250	13 000	2,50%		9 748
1988	1 745 954	5 500	18 500	2,50%		8 369
1989	1 789 603	2 200	20 700	2,50%		3 266
1990	1 834 343	3 100	23 800	2,50%		4 490
1991	1 880 202		23 800	2,50%		0
1992	1 927 207	600	24 400	2,50%		827
1993	1 975 387	550	24 950	2,50%		740
1994	2 024 772	4 980	29 930	2,50%		6 534
1995	2 075 391	3 400	33 330	2,50%		4 352
1996	2 127 276	2 098	35 428	2,50%	2 656 676	2 620
1997	2 180 458		35 428	2,50%	2 656 676	0
1998	2 234 969	2 674	38 102	2,50%	2 656 676	3 179
1999	2 284 139	7 030	45 132	2,20%	2 602 722	8 011
2000	2 334 390	15 006	60 138	2,20%	2 602 722	16 731
2001	2 385 746	14 094	74 232	2,20%	2 602 722	15 376
2002	2 438 233		74 232	2,20%	2 602 722	0
2003	2 491 874	25 995	100 227	2,20%	2 602 722	27 151
2004	2 539 219		100 227	1,90%	2 587 465	0
2005	2 587 465		100 227	1,90%	2 587 465	
Totale		100 227			2 587 465	122 491



ANNEXE VIII :

CALCUL ET REPRESENTATION GRAPHIQUE DE L' EVOLUTION DU NOMBRE DE POPULATION DESSERVIE POUR TOLIARY D' APRES LES DONNEES COLLECTEES

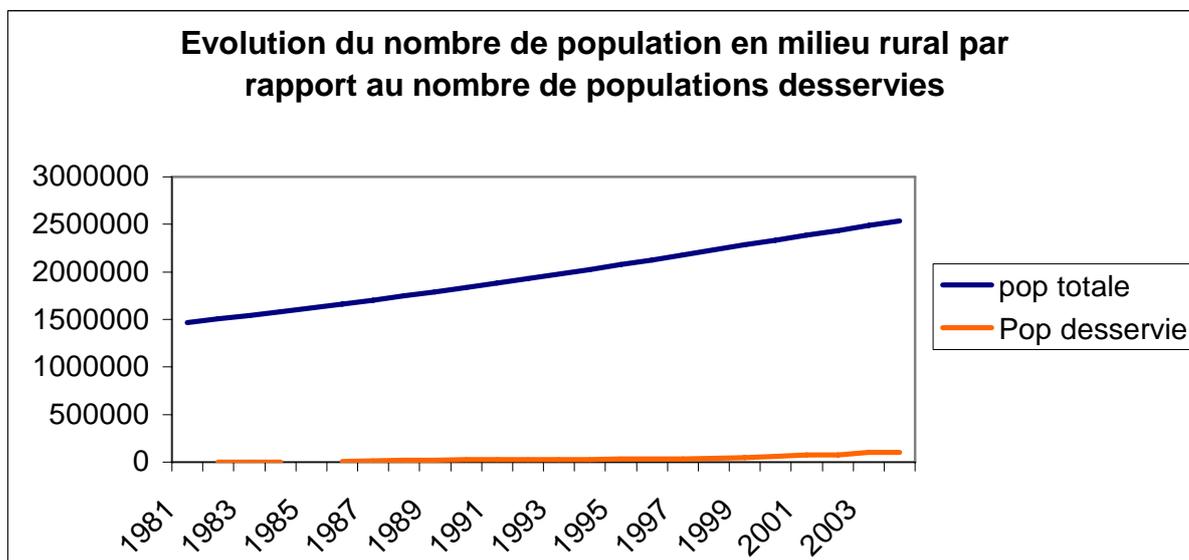
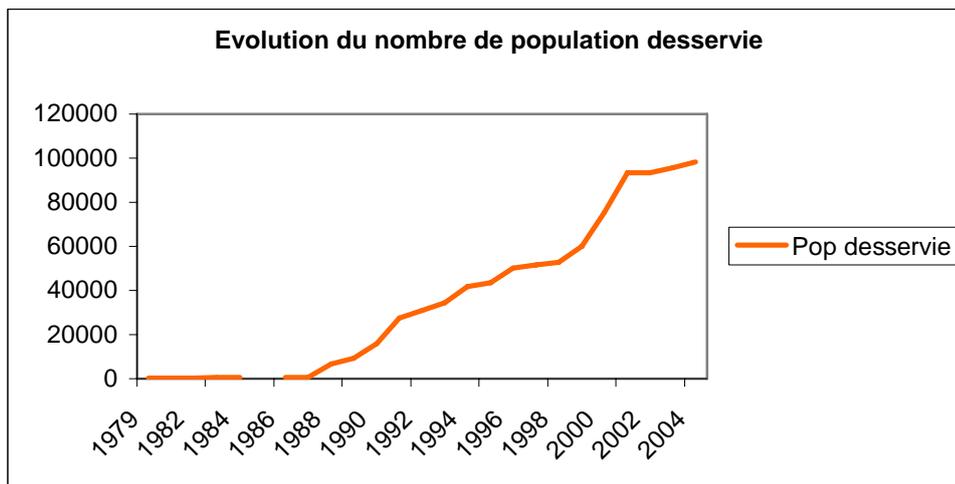
Année	pop totale	Pop desservie	Cumul	Taux	pop totale 2005	Pop 2005
1981	948 678			2,50%		0
1982	972 395		0	2,50%		0
1983	996 705		0	2,50%		0
1984	1 021 623		0	2,50%		0
1985	1 047 163	?		2,50%		
1986	1 073 342		0	2,50%		0
1987	1 100 176	1 000	1 000	2,50%		1 560
1988	1 127 680		1 000	2,50%		0
1989	1 155 872		1 000	2,50%		0
1990	1 184 769		1 000	2,50%		0
1991	1 214 388		1 000	2,50%		0
1992	1 244 748		1 000	2,50%		0
1993	1 275 867		1 000	2,50%		0
1994	1 307 763		1 000	2,50%		0
1995	1 340 458		1 000	2,50%		0
1996	1 373 969		1 000	2,50%	1 715 899	0
1997	1 408 318		1 000	2,50%	1 715 899	0
1998	1 443 526		1 000	2,50%	1 715 899	0
1999	1 475 284	2 500	3 500	2,20%	1 681 051	2 849
2000	1 507 740		3 500	2,20%	1 681 051	0
2001	1 540 910		3 500	2,20%	1 681 051	0
2002	1 574 810		3 500	2,20%	1 681 051	0
2003	1 609 456		3 500	2,20%	1 681 051	0
2004	1 640 036		3 500	1,90%	1 671 196	0
2005	1 671 196		3 500	1,90%	1 671 196	
Totale		3 500			1 671 196	4 408



ANNEXE IX :

CALCUL ET REPRESENTATION GRAPHIQUE DE L' EVOLUTION DU NOMBRE DE POPULATION DESSERVIE POUR TOAMASINA D' APRES LES DONNEES COLLECTEES

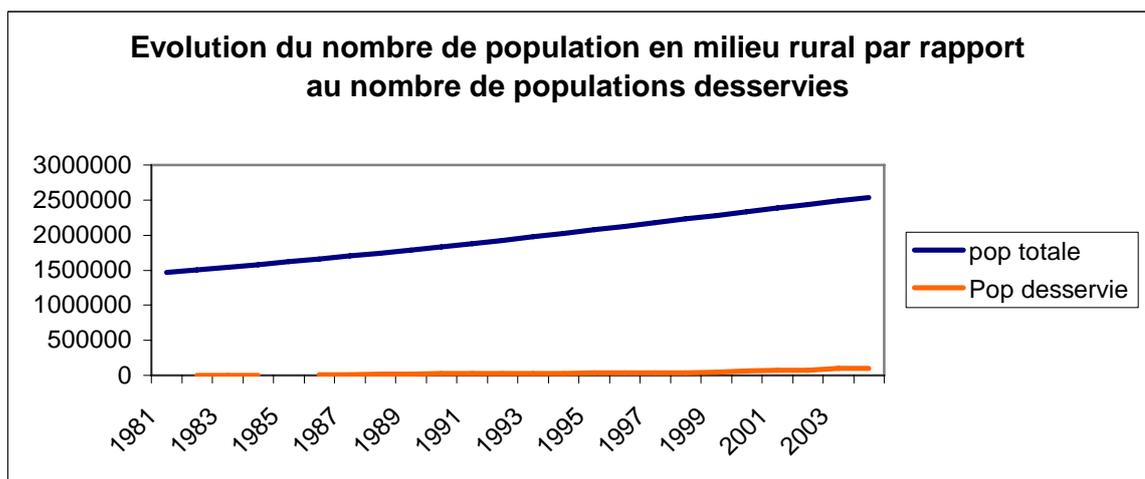
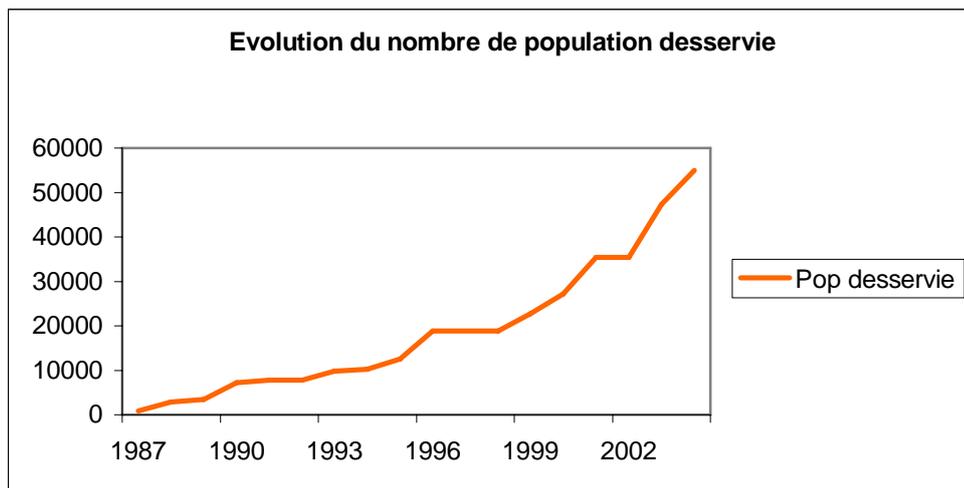
Année	pop totale	Pop desservie	Cumul	Taux	pop totale 2005	Pop 2005
1979	1 051 329	240	240	2,50%		456
1981	1 077 612		240	2,50%		0
1982	1 104 553		240	2,50%		0
1983	1 132 166	400	640	2,50%		689
1984	1 160 471		640	2,50%		0
1985	1 189 482	?		2,50%		
1986	1 219 219		640	2,50%		0
1987	1 249 700		640	2,50%		0
1988	1 280 942	6 000	6 640	2,50%		9 130
1989	1 312 966	2 500	9 140	2,50%		3 711
1990	1 345 790	6 800	15 940	2,50%		9 848
1991	1 379 435	11 600	27 540	2,50%		16 390
1992	1 413 921	3 410	30 950	2,50%		4 701
1993	1 449 269	3 550	34 500	2,50%		4 774
1994	1 485 501	7 350	41 850	2,50%		9 644
1995	1 522 638	1 526	43 376	2,50%		1 953
1996	1 560 704	6 816	50 192	2,50%	1 949 105	8 512
1997	1 599 722	1 300	51 492	2,50%	1 949 105	1 584
1998	1 634 915	1 372	52 864	2,20%	1 903 933	1 598
1999	1 670 884	7 226	60 090	2,20%	1 903 933	8 234
2000	1 707 643	15 361	75 451	2,20%	1 903 933	17 127
2001	1 745 211	17 900	93 351	2,20%	1 903 933	19 528
2002	1 783 606		93 351	2,20%	1 903 933	0
2003	1 822 845	2 335	95 686	2,20%	1 903 933	2 439
2004	1 857 479	2 450	98 136	1,90%	1 892 771	2 497
2005	1 892 771		98 136	1,90%	1 892 771	
Totale		98 136			1 892 771	122 359



ANNEXE X :

CALCUL ET REPRESENTATION GRAPHIQUE DE L' EVOLUTION DU NOMBRE DE POPULATION DESSERVIE POUR MAHAJANGA D' APRES LES DONNEES COLLECTEES

Année	pop totale	Pop desservie	Cumul	Taux	pop totale 2005	Pop 2005
1981	746 273			2,50%		0
1982	764 930		0	2,50%		0
1983	784 053		0	2,50%		0
1984	803 655		0	2,50%		0
1985	823 746	?		2,50%		
1986	844 340		0	2,50%		0
1987	865 448	850	850	2,50%		1 326
1988	887 084	2 000	2 850	2,50%		3 043
1989	909 261	600	3 450	2,50%		891
1990	931 993	3 800	7 250	2,50%		5 504
1991	955 293	500	7 750	2,50%		706
1992	979 175		7 750	2,50%		0
1993	1 003 654	2 018	9 768	2,50%		2 714
1994	1 028 746	450	10 218	2,50%		590
1995	1 054 464	2 250	12 468	2,50%		2 880
1996	1 080 826	6 424	18 892	2,50%	1 349 804	8 023
1997	1 107 847		18 892	2,50%	1 349 804	0
1998	1 135 543		18 892	2,50%	1 349 804	0
1999	1 160 525	3 900	22 792	2,20%	1 322 391	4 444
2000	1 186 056	4 400	27 192	2,20%	1 322 391	4 906
2001	1 212 150	8 137	35 329	2,20%	1 322 391	8 877
2002	1 238 817		35 329	2,20%	1 322 391	0
2003	1 266 071	11 973	47 302	2,20%	1 322 391	12 506
2004	1 290 126	7 647	54 949	1,90%	1 314 639	7 792
2005	1 314 639		54 949	1,90%	1 314 639	
Totale		54 949			1 314 639	64 202



ANNEXE XI :

NOMBRE DE POPULATION ET TAUX D'ACCROISSEMENT NATUREL SELON L'INSTAT SUIVANT LES TROIS VARIANTES

Nombre de population en milliers

Année	Variante Basse	Variante Moyenne	Variante Haute
1993	9 421	9 421	9 421
1994	9 664	9 666	9 665
1995	9 908	9 913	9 915
1996	10 152	10 163	10 169
1997	10 393	10 412	10 427
1998	10 630	10 661	10 686
1999	10 863	10 909	10 948
2000	11 095	11 158	11 213
2001	11 323	11 407	11 481
2002	11 545	11 653	11 749
2003	11 761	11 897	12 016
2004	11 969	12 138	12 283
2005	12 172	12 377	12 551
2010	13 087	13 540	13 882
2015	13 806	14 626	15 183
2020	14 287	15 587	16 444

Taux d'accroissement naturel (%)

Année	Variante Basse	Variante Moyenne	Variante Haute
1993-98	2,4	2,5	2,5
1998-03	2	2,2	2,3
2003-08	1,6	1,9	2,1
2008-13	1,2	1,7	1,9
2013-18	0,8	1,4	1,7
2018-23	0,5	1,1	1,5

Hypothèse:

Variante Haute:

La période de transition serait de 75ans; autrement dit, au terme de la période de projection, la baisse de la fécondité serait de quelque 24%. Le Taux Brut de Reproduction (TBR) reste constant jusqu'en 2013-2018 et sa baisse commence en 2018-2023.

Variante Moyenne:

Le taux de remplacement est supposé être atteint dans environs 60ans. La réduction de la fécondité durant la période de projection avoisinerait les 49%. Le TBR reste constant jusqu'en 1993-1998, et sa baisse commence en 1998-2003.

Variante basse:

Le taux de remplacement sera atteint dans 50ans. La baisse de la fécondité durant la période de projection atteindrait 75%.

ANNEXE XII :

DIMENSIONNEMENT DES RESERVOIRS SELON LA METHODE CNEAGR (sur Excel)

Feuille 1 : INTERFACE

DIMENSIONNEMENT RESERVOIR:METHODE CNEAGR	
Localité:	AMBOHIMARINA
Firaisana:	AMBODIANGEZOKA
Fivondronana:	ANDAPA
Faritany:	ANTSIRANANA
Nombre de population No =	1200
Débit de source =	1,35 l/s
Taux de croissance =	3 %
Horizon du projet =	20 ans
Besoin en eau par habitant =	30 litres/habitant/jour
DIMENSION THEORIQUE DU RESERVOIR =	10 m3

Feuille 2 : HYPOTHESE DE REPARTITION DE PUISAGE

Horaires	6 -9 h	9-11 h	11 - 14 h	14 - 16 h	16 - 18 h	18 -21 h	21 - 6 h
Durée (h)	3	2	3	2	2	3	9
Coefficient de répartition de puisage	0,15	0,05	0,35	0,05	0,35	0,04	0,01

Feuille 3 : CALCUL DE BESOIN EN EAU ET DEBIT DE POINTE

No (habitants)	1 500
Taux de croissance	3,00
Horizon du projet (ans)	20
N (habitants)*	2 709
Débit unitaire (l/j/hab)	30
Consommation journalière (l/j)	89 403
Débit moyen journalier (l/s)	1,03

Horaires	6 -9 h	9-11 h	11 - 14 h	14 - 16 h	16 - 18 h	18 -21 h	21 - 6 h	Total
----------	--------	--------	-----------	-----------	-----------	----------	----------	-------

Durée (h)	3	2	3	2	2	3	9	24
Coefficient	0,15	0,05	0,35	0,05	0,35	0,04	0,01	1,00
Volume puisé (l)	13 410	4 470	31 291	4 470	31 291	3 576	894	89 403
Qp(l/s)	1,24	0,62	2,90	0,62	4,35	0,33	0,03	4,35

Débit de pointe (l/s)	4,35
Coefficient de pointe	4,2

*On calcule la population à l'horizon 20 par la formule : $N = N_0 (1+Tc)^{20}$

Feuille 4 : DIMENSIONNEMENT DU RESERVOIR

Cj (l/j)	89 403
Qm (l/s)	1,03
Qa(l/s)	1,35

Horaires	6 -9 h	9-11 h	11 - 14 h	14 - 16 h	16 - 18 h	18 -21 h	21 - 6 h	Total
Durée (h)	3	2	3	2	2	3	9	24
Volume puisé (l)	13 410	4 470	31 291	4 470	31 291	3 576	894	89 403

Volume puisé cumulé (l)	13 410	17 881	49 171	53 642	84 932	88 508	89 403	
Apport (l)	14 580	9 720	14 580	9 720	9 720	14 580	43 740	
Apport cumulé Vac (l)	14 580	24 300	38 880	48 600	58 320	72 900	116 640	-26 612
Ecart (Vac -Vpc) (l)	1 170	6 419	-10 291	-5 042	-26 612	-15 608	27 237	26 612**

Capacité du réservoir (m3)	27
----------------------------	----

** Ecart maximal entre l'apport et le volume puisé.

ANNEXE XIII :

DIMENSIONNEMENT DES RESERVOIRS SELON LA METHODE FIKRIFAMA CARITAS

Présentation du calcul sur Excel

DIMENSIONNEMENT RESERVOIR : METHODE FIKRIFAMA-CARITAS	
Localité:	AMBOHIMARINA
Firaisana:	AMBODIANGEZOKA
Fivondronana:	ANDAPA
Faritany:	ANTSIRANANA
Nombre de population No =	1200
taux de croissance =	3 %
besoin journalier =	30 litres/jour/hab
débit de remplissage =	1,5 litres/s
débit de remplissage =	40 litres/minute
temps de remplissage T* =	10 heures
horizon du projet =	20 ans
Dimension réservoir =	4 m ³
*Si $15 \text{ l/min} < Q < 20 \text{ l/min}$, on prend $T=12$ heures ($0,250 \text{ l/s} < Q < 0,334 \text{ l/s}$)	
Si $Q > 20 \text{ l/min}$, on prend $T=10$ heures ($Q > 0,334 \text{ l/s}$)	

ANNEXE XIV :

DIMENSIONNEMENT DES RESERVOIRS SELON LA METHODE M.BOONE

Présentation du calcul sur Excel

DIMENSIONNEMENT RESERVOIR: METHODE DE M.BOONE					
Localité:	AMBOHIMARINA				
Firaisana:	AMBODIANGEZOKA				
Fivondronana:	ANDAPA				
Faritany:	ANTSIRANANA				
nombre d'habitant No=	1200				
besoin journalier/ hab =	25	litres/jour/hab			
horizon du projet =	70	ans			
taux d'accroissement =	3	%			
nombre total d'habitant =	9501				
Consommation brute =	237535	litres			
Perte en ligne (20%) =	47507	litres			
Consommation totale =	77507	litres			
débit horaire moyen =	3229	litres/heure			
VOLUME RESERVOIR =					
V=2 à 2,5 a	6,5	m3	à	8,1	m3
V=3,5 a	11,3	m3			
V=5 a	16,1	m3			
V=10 a	32,3	m3			
V=21 a	67,8	m3			
NB: Les sources sont supposées suffisantes pour approvisionner le débit nécessaire pour le projet					

Auteur : RAMANARIVO Nary Solofoniaina

Titre : Contribution à la mise en place d'une base de données pour le secteur de l'eau et de l'assainissement - Inventaire et cartographie des Adductions Gravitaires

Nombre de pages : 131

Nombre de tableaux : 15

Nombre de figures : 11

Nombre de cartes : 07

Nombre de graphes : 02

Nombre d'annexes : 14

Résumé :

L'une des stratégies de la DEA dans sa politique de développement rapide du nombre de populations ayant accès à l'eau potable et aux infrastructures d'assainissement (PD PAEPAR) est la mise en place d'un outil de suivi-évaluation efficace, c'est-à-dire une base de données, pour mesurer l'évolution des impacts sur les actions entreprises dans l'amélioration de la vie de la population. Nous avons choisi de concevoir en premier lieu une base de données inventoriant les adductions gravitaires

car c'est le système le plus important parmi les techniques d'adduction qu'on pourrait effectuer à Madagascar du point de vue économique, du point de vue ressources naturelles et du point de vue technique.

Dans ce travail, nous avons élaboré un inventaire des localités ayant bénéficiés de projet d'AEPG sur Excel puis on les a enregistrées comme données SIG pour pouvoir les cartographier. L'exploitation des données sur Excel a permis de conclure, après calcul, que 14% de la population rurale Malagasy est desservie par un système d'adduction de type gravitaire en 2005 c'est-à-dire plus de 50% de la population qu'on a projeté de desservir. Plusieurs autres calculs et analyses techniques peuvent aussi être effectués rapidement sur ces bases de données (capacité réservoir, débit de source, moyenne du nombre de population desservie par borne fontaine ...) par la suite, on peut représenter les résultats sur carte. La base de données sur SIG servira essentiellement à cartographier des projets effectués pour en avoir un aperçu et à planifier ensuite des projets sur les régions ou les localités n'ayant pas encore d'infrastructure. La mise à jour progressive de cette base de données est à la fois possible et nécessaire à chaque fois que d'autres informations parviennent.

Cette base de données sur l'AEPG pourrait servir de « matrice » pour les autres types d'infrastructure du domaine de l'Eau et de l'Assainissement.

Mots-clés : Base de données, AEPG, population rurale, cartographie, suivi-évaluation, planification, prise de décision.

Directeur de mémoire : Monsieur RAKOTONDRAINIBE Jean Herivelo, Expert Hydrogéologue, Secrétaire Général du Ministère de l'Energie et des Mines

Adresse de l'auteur : Lot BM 232 A Atsimombohitra Ampitatafika Antananarivo102