

RAPPORT DE L'ETUDE PLAN DE BASE
SUR
LE PROJET DE L'EXPLOITATION
DES EAUX SOUTERRAINES
DANS LA REGION DU SUD-OUEST
DE
LA REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DE MADAGASCAR

JUILLET 1991

AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE

G R F
G R F
91 - 72

RAPPORT DE LETUDE PLAN DE BASE SUR LE PROJET DE L'EXPLOITATION DES EAUX SOUTERRAINES
DANS LA REGION DU SUD-OUEST DE LA REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DE MADAGASCAR

JUILLET 1991

GRF

JICA LIBRARY



1093020(4)

22752

RAPPORT DE L'ETUDE PLAN DE BASE
SUR
LE PROJET DE L'EXPLOITATION
DES EAUX SOUTERRAINES
DANS LA REGION DU SUD-OUEST
DE
LA REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DE MADAGASCAR

JUILLET 1991

AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE

国際協力事業団

22752

Avant-propos

En réponse à la requête du Gouvernement de la République Démocratique de Madagascar, le Gouvernement du Japon a décidé d'exécuter une étude du plan de base sur le Projet de l'Exploitation des Eaux Souterraines dans la Région du Sud-Ouest de Madagascar et l'a confiée à l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA).

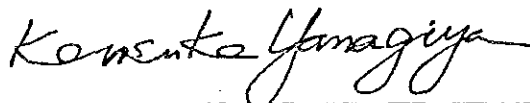
La JICA a envoyé à Madagascar, du 9 avril au 3 mai 1991, une mission dirigée par M. Koichiro KOROKI, de la 1ère Division du Plan de Base du Département Etude et Plan de la Coopération financière non remboursable.

La mission a échangé ses vues avec les autorités concernées du Gouvernement malgache et effectué les études sur le site du Projet. Dès le retour de cette mission, elles ont été approfondies et le présent Rapport a été rédigé.

Je souhaite que ce Rapport contribue à la promotion du Projet et au renforcement des relations amicales entre nos deux pays.

Enfin, je tiens à exprimer mes sincères remerciements aux autorités concernées du Gouvernement de la République Démocratique de Madagascar pour la coopération qu'elles ont apportée à la mission.

Juillet 1991



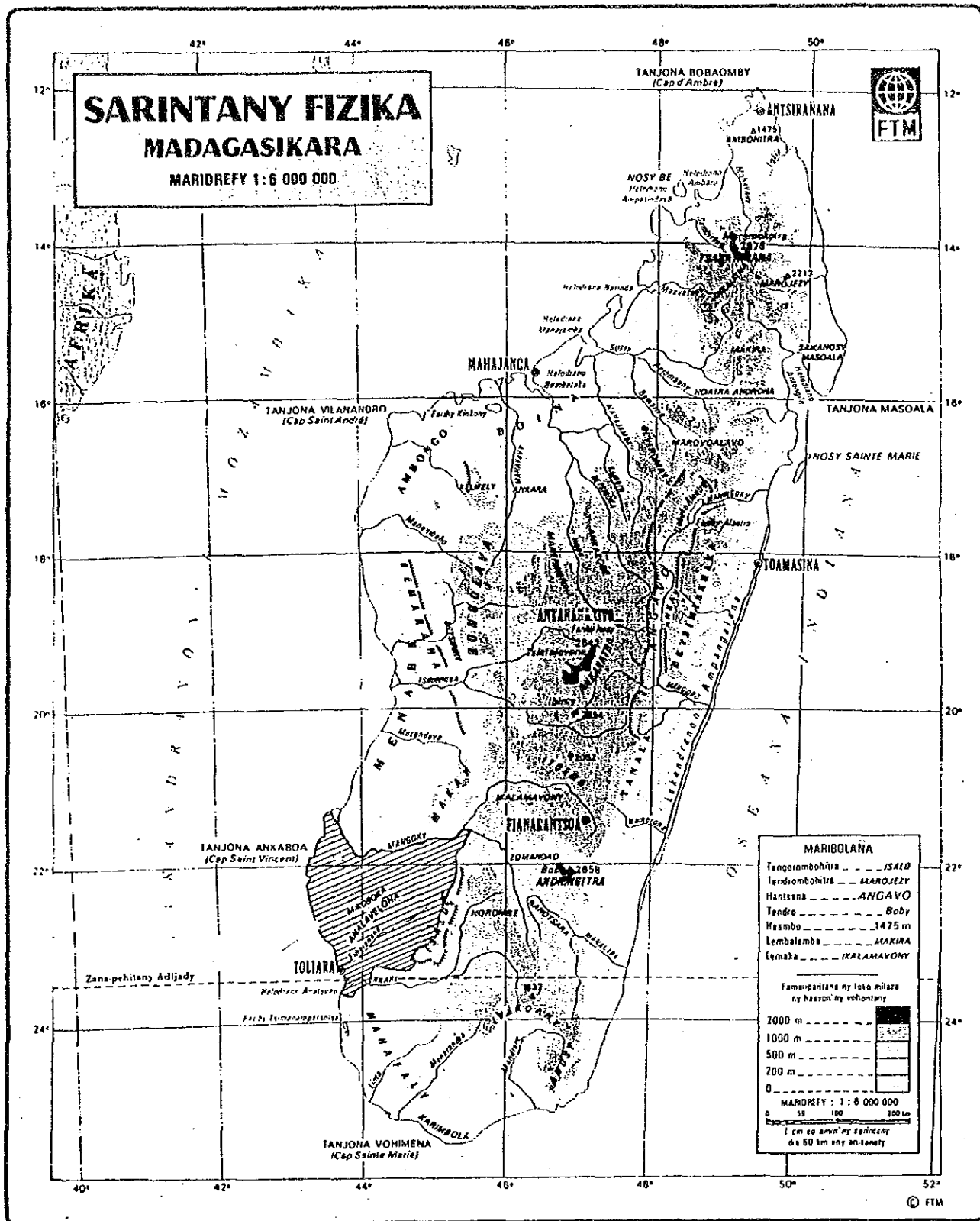
kensuke YANAGIYA

Président

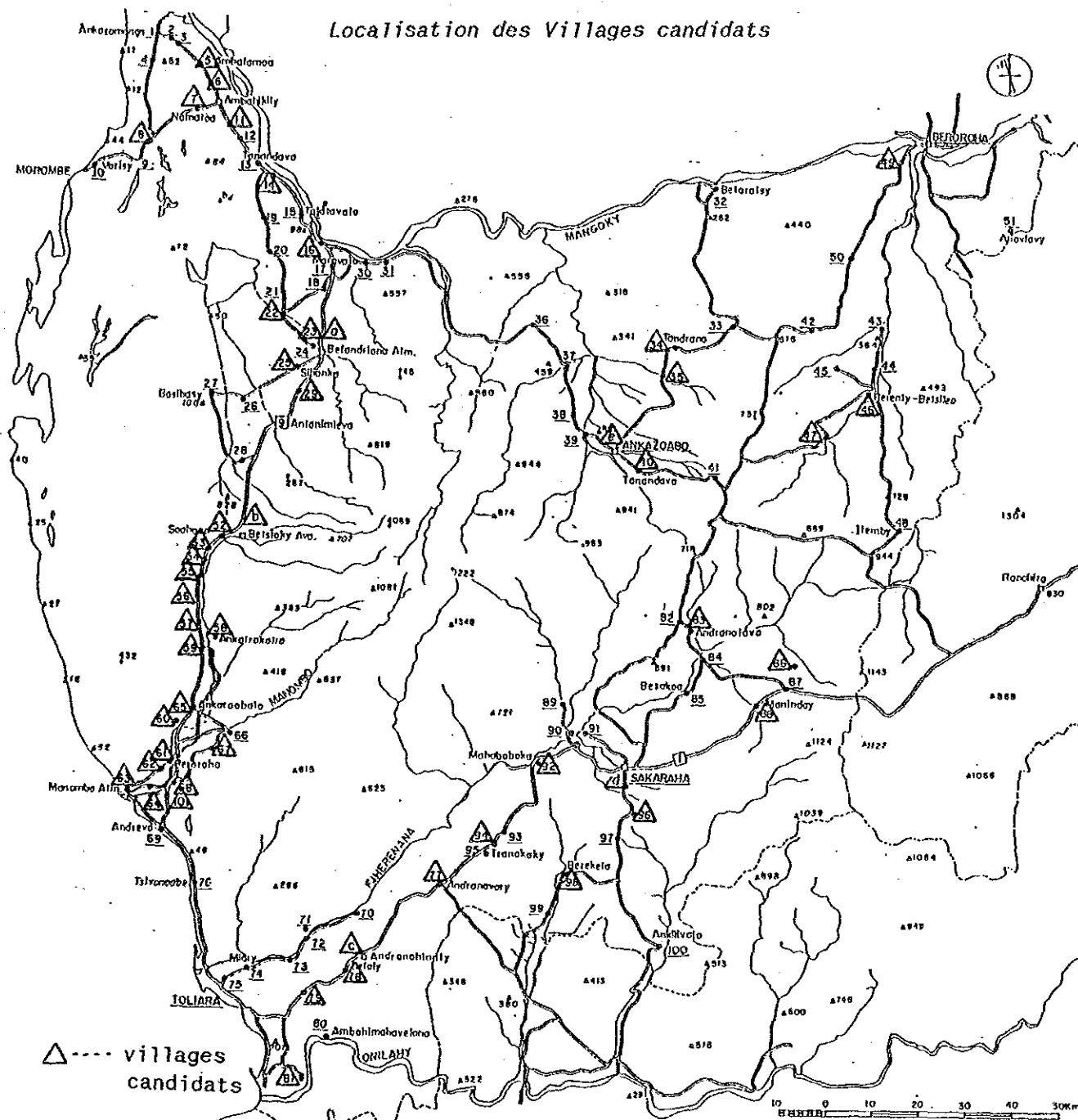
Agence Japonaise de

Coopération Internationale

Localisation de la Zone projetée



Localisation des Villages candidats



△ --- villages candidats

No Villages	16 Talatavalo	II. Flv. ANKAZOABO ATM	45 Iienby	△ Ambondro	△ Befoly	△ Mahaboboka
I. Flv. MOROMBE	17 Anbiky	32 Belaratsy	III. Flv. BERORONA	△ Beroroha	△ Ankororoka	92 Mahaso
1 Ankarawangas	18 Marovato	33 Andranomantany	△ Tanandava-Antalasy	△ Antsomarihy	89 Ambohimahavelona	93 Andamasiny-Vineta
2 Beadabo	19 Andranoboka	△ Tandrano	50 Anjanjiliktira	△ Manombo-Ata	△ Manoroka	95 Tranokaky
3 Befasy	20 Sakaravondro	△ Ampandranitsoaky	51 Anaviasy	△ Antandroka	96 Ankilimalinika	96 Analavary
4 Ankilifolo(1)	21 Mahavozokely	36 Andranomafana		△ Ankarabato		97 Antanimora
△ Anbalamaoa	22 Antanasotsa	37 Manaklala	IV. Flv. TOLIARA I/II	86 Andoharano	V. Flv. SAKARAHIA	△ Unreketa
△ Tsalanhy	23 Anpoza	38 Berenty-Ankilimasy	△ Soahazo	87 Tsefanoka	62 Iaborana	99 Ankilimitaloka
△ Ansatoa	24 Ankilifolo(2)	39 Betalneto	△ Analanjanany	88 Benety	63 Andranolava	100 Ankilivato
△ Mangolovolo	25 Sihanaka	40 Tanandava	△ Amparikiro	69 Andrevo	84 Lakibowakandro	
4 Ankida	26 Bemoka	41 Anpoza	△ Bellitsaka	70 Anjanala	85 Besakoa(1)	△ Befandriana
10 Yorisy	27 Basibasy	42 Ipetra Atm	△ Ankarabato	71 Amphalla	86 Besakoa(2)	△ Patsioky Nord
△ Andranomantany	28 Analatelo	43 Mandaba Atm	△ Anisera	72 Behoapy	87 Ampandra	△ Andranohinany
12 Berantata	29 Mangotroka	44 Soatanibary	△ Ankilimavotoka	73 Awolonkiza	88 Maninday	△ Sakaraha
13 Tanandava	30 Nosy-Ambositra	45 Saharory Atm	△ Ampihany	74 Mlery	89 Bevoajavo	△ Ankarazoabo
△ Antseakoabo	31 Talarimploka	46 Berenty-Betileo		75 Befanany	90 Tanambo	
		△ Ankilivatokeky		76 Tanambo	91 Ambahimantany	

RESUME

RESUME

Assurer à l'horizon 2000 à l'ensemble de la population une alimentation constante en eau potable (AEP) de qualité salubre est un des impératifs du Plan national de Développement, défini par le Gouvernement de la République Démocratique de Madagascar. Les interventions concrètes afin d'aboutir à cet objectif sont confiées soit à la Direction Energie et Eau du Ministère de l'Industrie, de l'Eau et des Mines (MIEM) pour l'AEP en milieu rural, soit à la JIRAMA, office d'électricité et d'eau placé sous la tutelle de ce dernier, pour l'AEP des centres urbains.

La population desservie en AEP est estimée à 18% dans l'ensemble, dont plus de 16,5% en milieu urbain. Le taux de desserte n'est que donc de 1,5% pour la population rurale, alors qu'elle représente plus de 70% de la population malgache.

Un tel contexte a amené le Gouvernement de Madagascar à mettre sur pied un important programme de l'AEP rurale prévoyant un projet de réalisation de 200 puits forés et à adresser au Gouvernement du Japon une demande de financement permettant la construction d'ouvrages d'eau et l'acquisition de différents matériels de forage. L'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA) a pris la décision, au terme d'une étude préliminaire, de procéder à une étude de développement. Cette étude concerne une région du Sud-Ouest d'une superficie de 31.250km² comprise entre l'Onilahy et le Mangoky et a pour l'objectif l'estimation de la faisabilité d'exploitation des ressources en eau souterraine, le classement par ordre prioritaire des villages candidats et l'établissement des plans de réalisation AEP.

C'est ainsi que "*l'Etude de l'Exploitation des Eaux Souterraines dans la Région du Sud-Ouest de Madagascar*" a été effectuée pour une durée totale de 19 mois, de septembre 1989 à mars 1991. Cette étude a confirmé la faisabilité d'alimenter la population en eau par mise en valeur des ressources en eau souterraine et fait sortir des plans AEP pour chacun des villages retenus avec leur ordre de priorité d'intervention.

En réponse à la demande du Gouvernement de Madagascar sollicitant une prompte mise en oeuvre du Projet identifié dans le cadre de ladite étude, le Gouvernement du Japon a confié à la JICA l'exécution d'une étude avant-projet.

Du 9 avril au 3 mai 1991, une mission a séjourné à Madagascar pour examiner par concertation avec la Direction Energie et Eau du MIEM le contenu de la requête et pour mener des reconnaissances sur terrain en complément de la précédente étude de développement. Des renseignements supplémentaires ont été également recueillis. Au terme de cet avant-projet, il a été signé entre les deux parties un procès-verbal des discussions stipulant que le projet de construction concernerait les 50 villages les plus prioritaires.

La Zone projetée est située dans la région Sud-Ouest de Madagascar. D'une superficie de 31.250 km², elle est limitée au Nord par le fleuve Mangoky et au Sud par le fleuve Onilahy se jetant tous deux dans le Canal de Mozambique. La population rurale y est estimée à environ 140.000. Les sources d'eau sont pour la plupart des puits busés susceptibles de se tarir pendant la saison sèche. La population utilise principalement des eaux de rivière, sous-écoulements au lit fluvial, eaux de pluie et d'irrigation. Il y a aussi des habitants obligés d'acheter de l'eau. Les besoins en eau sont donc généralement pressants.

La pluviométrie de la région est la plus faible du pays: elle est de 300 à 400mm dans les zones côtières et de 700 à 1.000mm dans les zones montagneuses. La saison des pluies ne dure que pendant les mois de novembre et de mars, ce qui fait que les fleuves Mangoky à l'extrême Nord et Onilahy à l'extrême Sud de la Zone sont les seuls courants d'eau permanents, les autres étant saisonniers.

De par sa structure géologique, la topographie de la Zone est essentiellement caractérisée par une série des massifs étendus suivant la direction NNE-SSO. On distingue les massifs Est (altitude variant de 1.000 à 1.200m), massifs centraux (700 à 800m) et massifs Ouest (1.000 à 1.300m) constituant des bassins versants qui aliment les plaines et vallées formées entre eux. Une plaine côtière se développe sur la partie occidentale (moins de 200m). A la limite des massifs montagneux, une série de deltas se succèdent dont les sommets coïncident avec la bordure Ouest des massifs Ouest.

Les éléments stratigraphiques des couches sédimentaires réparties dans la Zone sont: système Précambrien constitué de roches métamorphiques et plutoniques, groupe de la Sakoa du Carbonifère, groupe de la Sakamena du Permien, groupe de l'Isalo du Jurassique, système du Crétacé supérieur et inférieur, systèmes Eocène, Néogène, Quaternaire et Tertiaire. La partie supérieure du socle du Précambrien s'expose largement dans la partie Est du massif d'Isalo avec une pente raide de direction Ouest et sur laquelle reposent les couches poste-Paléozoïque avec une épaisseur de 5.000 à 8.000 m. Ces couches étant généralement inclinées vers l'Ouest, on trouve des couches plus récentes en se déplaçant vers l'Ouest, mais elles sont interrompues par des failles qui appartiennent à plusieurs différents groupes.

Les couches formées de sables, grès, calcaires et basaltes peuvent généralement constituer, du point de vue hydrogéologique, des nappes aquifères hautement potentielles. Le potentiel de ressources en eau souterraine a fait l'objet de différents modes de recherche: prospection géophysique, forage test, essai de pompage, analyse des données disponibles sur les puits existants. Les résultats de ces tentatives sont récapitulés selon les sites dans le tableau 4. En tous cas, il a été constaté que la

faisabilité d'exploitation des eaux souterraines est assez forte dans la Zone pour satisfaire aux besoins en eau potable, exception faite de certains sites où le niveau d'eau souterraine trop profond ne permet pas une exploitation économiquement rentable ou la qualité de l'eau découverte n'est pas propre à la consommation. La figure 2 est une carte hydrogéologique, élaborée dans le cadre de l'étude de développement précédant la nôtre.

L'étude de développement a non seulement estimé ce potentiel d'exploitation des ressources, mais aussi établi des plans individuels AEP sur l'ensemble d'une centaine de villages initialement retenus en tenant compte des différents critères: importance démographique, configuration de l'agglomération, potentiels socio-économiques, sources d'eau traditionnelles, morbidité de maladies d'origine hydrique, accessibilité routière, solvabilité et volonté des villageois pour le fonctionnement et l'entretien de l'ouvrage d'eau, etc.

La récente requête que le Gouvernement de Madagascar a formulé de nouveau pour obtenir une aide financière non remboursable du Japon concerne la construction d'ouvrages d'eau dans les 50 villages classés prioritaires dans la liste de 100 villages candidats ainsi que la fourniture de matériaux et de matériel nécessaires aux travaux, à l'aide desquels MIEM a l'intention de poursuivre lui-même le projet quant aux 50 autres villages qui ne font pas cette fois-ci l'objet de réalisation.

Le tableau ci-dessous met en relief les résultats d'une analyse comparative pour la consistance du projet.

Rubrique	Requête	Projet
Sites projetés	50 villages les plus prioritaires dans la liste de 100 villages	
Années objectif	1991 à 1992	1992 à 1993
Population desservie	74.000 habitants	87.000 habitants (en 1996)
Nombre des forages	Pompe à main..... 28 (profondeur totale:1.640m) Pompe motorisée.....25 (profondeur totale:3.340m)	
Ouvrages AEP	Système basé sur pompe à main.....12 villages Système basé sur pompe motorisée.....38 villages	
Foreuse	1 foreuse DTH et rotary d'une capacité de plus de 300m à diamètre 10", montée sur camion	1 foreuse DTH et rotary d'une capacité nominale de 500m
Outils & pièces détachées	1 complet d'accessoires pour une durée de 2 ans et PD de TOP-200	Accessoires dont le montant est égal à 20% du prix de la foreuse, PD de TOP-200 et outils pour une profondeur finale de 2.000m
Bentonite, mousse, etc.	1 complet	Quantité fonction d'une profondeur totale de 5.000m
Compresseur	1 compresseur G.M pour le forage en mode DTH	
Tubages & crépines	1 complet de tubes métalliques ou en FRP et de crépines	CPV.....900m (approx.) FRP.....1.100m Métallique.....3.000m
Véhicules d'accompagnement	1 camion 10t + grue 6t 1 camion 10t + grue 3t long châs. 1 camion 4t + grue 1t 3 pick-up, 3 wagons 1 camion-citerne 7 à 8m ³ 3 motos de liaison	1 camion 10t + grue 3t long châssis 1 camions 8t + grue 3t 2 pick-up, 3 wagons 1 camion-citerne 6m ³
Matériel prospection	1 logger multifonctionnel + câble 300m ⁽¹⁾ 1 télescope 1 jauge niveau d'eau + câble 300m 1 analyseur de qualité d'eau (pH, conductivité électrique) 1 ordinateur portatif 1 logiciel d'analyse de données (prospection géophysique, logging) 1 groupe électrogène + 1 pompe pour essai de pompage	1 logger électrique + câble 300m 1 jauge niveau d'eau + câble 200m 1 analyseur de qualité d'eau (pH, conductivité élect.) 1 groupe électrogène + 1 pompe pour essai de pompage
Pompes à main	Nb. nécessaire de pompes locales + 10% d'imprévu	38 pompes japonaises (2 réserves comprises)
Pompes immergées & groupes élect. diesel	Nb. nécessaires de pompes et de groupes disponibles dans le marché local + réserves	14" pour puits 4" 27 pour puits 6" 40 groupes élect.diesel
Matériaux de construction	Ouvrage type pompe à main ⁽²⁾ : matériaux requis aux 12 villages ⁽³⁾ Ouvrage type pompe motorisée: matériaux requis aux 38 villages	
Equipements pour atelier réparation et pour maintenance	1 complet	
Pièces détachées	1 complet de PD pour : compresseur, véhicules d'accompagnement, matériel prospection et pompes	

⁽¹⁾ Les pompes et groupes électrogènes sont des produits de marque japonaise. La quantité est estimée avec une réserve pour chaque type d'équipement.

- ⁽²⁾ Matériaux pour fondation de pompe.
⁽³⁾ Fondation pour mise en place de 28 pompes.

Les apports de la partie malgache dans le cadre du Projet sont les suivants:

- 1) Prévoir un bureau du Projet au sein de la Délégation régionale à Toliara;
- 2) Affecter au site un manager du Projet et du personnel homologue;
- 3) Prendre des mesures d'exemption d'impôts pour les matériels et matériaux importés et assurer la sécurité durant les travaux;
- 4) Mettre à la disposition d'une foreuse du MIEM, d'un véhicule d'accompagnement et des accessoires;
- 5) Faire observer aux villageois utilisateurs les consignes relatives à la gestion de l'ouvrage;
- 6) Faire la tournée technique périodique et assurer la maintenance.

L'organisme exécutif du présent Projet sera la Direction Energie et Eau du MIEM, appuyée au cours des travaux par la Délégation régionale de Toliara du Secrétariat général. Une fois les travaux achevés, leur rôle se remplace; à savoir la dernière est appelée à intervenir dans le domaine de maintenance des ouvrages réalisés, alors que la première apporte le soutien logistique en faveur de la dernière.

Pour les travaux proprement dits, il convient de les diviser en 2 phases:

<i>Phases</i>	<i>Description</i>	<i>Temps requis</i>
Phase 1	Contrat ingénieur-conseil, avant-projet détaillé et appel d'offres Approvisionnement en matériel et matériaux Travaux de forage 6"(5), const. ouvrages (5 villages) Travaux de forage 4"(10), mise en place de pompes à main (4 villages, 10 emplacements)	3,5 mois 6 mois 5,5 mois
Phase 2	Travaux de forage 6"(15), const. des ouvrages (33 villages) Travaux de forage 4"(23), mise en place de pompes à main (8 villages, 18 emplacements) Entretien puis mise à la disposition du matériel	11 mois

La zone projetée est une région où, avec ses précipitations les plus modestes du pays, les sources d'eau mobilisables sont bien limitées et il manque considérablement d'eau potable de qualité salubre.

Les avantages qu'on peut escompter à la suite de la réalisation du Projet sont nombreux; amélioration de la santé publique, allègement d'efforts jusqu'aujourd'hui considérables pour la recherche d'eau, réduction des dépenses pour l'achat d'eau, animation de différentes activités à l'échelle régionale constituent autant d'atouts directs qu'indirects pouvant permettre un développement significatif de l'économie régionale. Sur le plan quantitatif, parmi la population de la Zone estimée à l'ordre de 140.000 habitants, il se pourra que 76.000 (soit 54%) soient au moins bénéficiaires des services AEP.

La part des bénéficiaires sera de loin plus importante avec 102.000 habitants (75% environ) lorsque tous les 100 villages candidats seront adéquatement aménagés.

Par ailleurs, la mission du présent Projet ne doit pas se limiter à l'amélioration des services publics dans le secteur eau, mais à prétendre être une ouverture pour les programmes d'actions AEP en milieu rural de Madagascar. En effet, le Projet tente pour la première fois de respecter, avant sa concrétisation, une procédure judicieuse tout en prévoyant l'établissement de plans AEP s'adaptant aux circonstances spécifiques de chaque village.

Partant de ce constat, il semble raisonnable de faire appel à la coopération financière non remboursable du Japon, pour la construction d'ouvrages d'eau et pour la fourniture du matériel et des matériaux y afférents.

Table des matières

Avant-propos

Localisation de la Zone projetée
Localisation des Villages candidats

Liste d'abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

RESUME

Chapitre 1. INTRODUCTION	1
Chapitre 2. CADRES GENERAUX DU PROJET	3
2.1 Description du secteur Eau	3
2.1.1 Politique sectorielle et plans directeurs	3
2.1.2 Diverses opérations effectuées	3
2.1.3 AEP dans les centres urbains	4
2.1.4 AEP en milieu rural	5
2.1.5 Structure d'exécution	5
2.2 Description de la requête	6
2.3 Description de la Zone projetée	8
2.3.1 Localisation, situation socio-économique	8
2.3.2 Conditions naturelles	10
2.3.3 Description de l'AEP régionale	23
Chapitre 3. CONTENU DU PROJET	27
3.1 Objectifs	27
3.2 Examen du contenu de la requête	27
3.2.1 Justification du Projet	27
3.2.2 Programme d'opération	28
3.2.3 Projets similaires et programmes de coopération internationale: leurs rapports avec le présent Projet	30

3.2.4	Eléments descriptifs du Projet	31
3.2.5	Examen du contenu de la requête	32
3.2.6	Nécessité de l'assistance technique	35
3.2.7	Principes de base pour la coopération	35
3.3	Description du Projet	36
3.3.1	Organisme d'exécution et structure opérationnelle	36
3.3.2	Programme d'opération	38
3.3.3	Localisation et situation actuelle de la Zone projetée	39
3.3.4	Description des ouvrages et des matériels	39
3.3.5	Plan d'entretien et de gestion	43
3.4	Assistance technique	45
Chapitre 4.	PLAN DE BASE	46
4.1	Parti général	46
4.2	Analyse des critères de planification	48
4.2.1	Besoins à satisfaire: débit et population	48
4.2.2	Sélection du type d'ouvrage d'eau	49
4.3	Plan de base	50
4.3.1	Types standard d'ouvrage d'eau	50
4.3.2	Structure de base du puits	51
4.3.3	Programme d'approvisionnement des matériels et matériaux	54
4.3.4	Esquisses et document graphique	62
4.4	Plan d'exécution	76
4.4.1	Choix du parti général	77
4.4.2	Remarques particulières: situation du secteur construction	80
4.4.3	Programme de coordination et de contrôle technique	81
4.4.4	Programme d'approvisionnement en matériels et matériaux de construction	84
4.4.5	Calendrier d'exécution	87
Chapitre 5.	ATOUS DU PROJET ET CONCLUSIONS	94

Annexes:

 Procès-verbal des discussions

Liste des tableaux

Tableau 1. Principaux cours d'eau dans la Zone	11
Tableau 2. Classification stratigraphique	16
Tableau 3. Principaux bassins et potentiels de développement des eaux souterraines	20
Tableau 4. Inventaire des puits existants dans la Zone	25
Tableau 5. Budget du MIEM pour l'AEP rurale, 1989-91	29
Tableau 6. Bilan comparatif	33
Tableau 7. Récapitulation des ouvrages d'eau projetés	40
7-1 (1) Puits 6" + pompage motorisé	40
7-2 (2) Puits 4" + pompage motorisé	41
7-3 (3) Puits 4" + pompage manuel	42
Tableau 8. Estimation quantitative des éléments du puits	56
Tableau 9. Estimation quantitative des ouvrages (système motorisé)	60
Tableau 10. Programme fonctionnel du personnel	79
Tableau 11. Programme d'approvisionnement	85
Tableau 12. Calendrier général d'exécution	88
Tableau 13. Nombre des jours nécessaires aux travaux sauf forage	90
Tableau 14. Estimation quantitative des forages	92
Tableau 15. Délai de construction des réservoirs surélevés	93

Liste des figures

Figure 1. Carte topographique de la Zone projetée	13
Figure 2. Profils géologiques régionaux	17
Figure 3. Organigramme du MIEM	36
Figure 4. Structure standard du puits	52
4-1 (1) Puits + pompe à main	52
4-2 (2) Puits + pompe motorisée	53
Figure 5. Esquisse standard de l'ouvrage	63
5-1 (1) Réservoir surélevé	63
5-2 (2) Fondation de la pompe à main et bassin	64
5-3 (3) Abri pour groupe électrogène	65
5-4 (4) Divers joints de conduite et section de déblai	66
Figure 6. Plan type de canalisation	67
Figure 7. Plan de masse des ouvrages	69
7-1 (1) Befandriana	69
7-2 (2) Sakaraha	70
7-3 (3) Ankazoabo	71
7-4 (4) Berenty-Betsileo	72
7-5 (5) Tanandava-Antaifasy	73
7-6 (6) Manombo Atm.	74
7-7 (7) Anklimalinika	75

Liste d'abréviations

AEP	Alimentation en Eau Potable
AEPA	Alimentation en Eau Potable et Assainissement
BAD	Banque Africaine de Développement
CNEA	Comité National de l'Eau et de l'Assainissement
DEE	Direction de l'Energie et de l'Eau
DGBDE	Direction Générale de la Banque de Données de l'Etat
FED	Fonds Européen de Développement
FISE	Fonds International de Secours à l'Enfance
FNDE	Fonds National de Développement Economique
JIRAMA	Jiro sy Rano Malagasy
MIEM	Ministère de l'Industrie, de l'Energie et des Mines
OAES	Opération de l'Alimentation en Eau dans le Sud
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
SEH	Service de l'Eau et de l'Hydrogéologie
USAID	United States Agency for International Development

Chapitre 1. INTRODUCTION

Chapitre 1: *INTRODUCTION*

Afin d'assurer la continuité de ses engagements pour le bien-être économique de son peuple, le Gouvernement de la République Démocratique de Madagascar a mis sur pied le Troisième Plan Quinquennal de Développement National 1986-1990. Les objectifs essentiels du Plan consistent en l'autosuffisance alimentaire, la promotion de l'exportation et l'intensification de la productivité agricole. La réalisation de ces objectifs mènera à une amélioration du niveau de vie de la population.

Etant un pays à vocation essentiellement agricole avec 80% de population rurale, le Plan est axé notamment sur les collectivités rurales afin d'y apporter une croissance économique plus équilibrée et soutenue.

L'un des efforts majeurs du pays pour son développement consiste en l'approvisionnement en eau potable de la population d'ici l'an 2000. Pour ce faire, le Gouvernement a créé la JIRAMA (*Jiro sy Rano Malagasy*). Le développement, la mise en oeuvre ainsi que la gestion des systèmes AEP urbains et des projets d'électrification relèvent désormais de la responsabilité de cette entreprise.

Quoique des progrès remarquables fussent faits en ce qui concerne le secteur Eau, il reste encore beaucoup à faire. En effet, à l'heure actuelle, seulement 18% de la population nationale ont accès à l'AEP, dont environ 16,5% habitent dans les zones urbaines. Par conséquent, en milieu rural, les maladies d'origine hydrique constituent non seulement des préoccupations de plus en plus sérieuses des villageois, en particulier des jeunes, mais également des contraintes susceptibles de freiner la productivité agricole et de causer des problèmes au développement de l'ensemble du secteur.

Un bon nombre d'organismes d'aide bilatérale et multilatérale ont apporté leur assistance à Madagascar et installé en milieu rural des systèmes AEP. Toutefois, il reste beaucoup de collectivités qui ne sont pas encore desservies. En particulier, les besoins en eau potable sont fort pressants dans les villages situés entre le fleuve Onilahy et la ville de Morondava où la priorité d'intervention est la plus élevée.

Dans un tel contexte, le Gouvernement Malgache a requis l'assistance du Gouvernement Japonais à une étude de développement portant sur l'évaluation des ressources en eau souterraine dans la région comprise entre l'Onilahy et la ville de Morondava et à la réalisation du Projet, identifié au terme de l'étude, dans le cadre de sa coopération financière non remboursable.

En réponse à ce souhait, le Gouvernement Japonais a effectué, par le biais de l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (*JICA*), du mois de septembre 1989 au mois de mars 1991, une étude ayant pour objet de confirmer la factibilité de développement des eaux souterraines d'une zone d'une superficie de 31.250km² environ, et d'élaborer des plans AEP pour une centaine de villages situés dans la Zone de l'Etude.

En ce qui concerne la requête que le Gouvernement Malgache a réitérée, pendant la durée de l'étude, pour une prompte mise en oeuvre du Projet par la coopération financière non remboursable du Japon, le Gouvernement Japonais a pris, après l'avoir examinée de près, la décision de procéder à une étude avant-projet. La JICA a ainsi délégué à Madagascar, du 9 avril au 3 mai 1991, une équipe d'étude, dirigée par M.Koichiro KOROKI de la 1ère Division du Plan de Base, Département Etude et Plan de la Coopération financière non remboursable.

L'équipe d'étude a examiné avec les autorités concernées du Gouvernement Malgache, le contenu de la requête et effectué en même temps une étude sur place supplémentaire dans la région en question.

Le 19 avril 1991, le procès-verbal des discussions a été enfin signé par les deux parties, à la direction de l'Energie et de l'Eau du MIEM, chargée de mise en oeuvre du Projet.

L'équipe d'étude a procédé, dès son retour au Japon, sur la base des résultats obtenus ainsi que ceux de la précédente étude de développement, à l'examen du bien-fondé du Projet pour une aide financière, à la préparation des programmes portant sur les travaux de construction et sur l'opération et la maintenance des équipements AEP prévus pour 50 villages candidats, et à la sélection du matériel à fournir dans le cadre du Projet. Tels éléments constituent le présent Rapport.

A l'Annexe se trouve le procès-verbal des discussions.

Chapitre 2. CADRES GENERAUX DU PROJET

Chapitre 2: *CADRES GENERAUX DU PROJET*

2.1 *Description du secteur Eau*

2.1.1 *Politique sectorielle et plans directeurs*

Le Plan Quinquennal de Développement 1986-90 s'articule autour des trois objectifs suivants:

- l'auto-suffisance alimentaire;
- l'augmentation de la production des produits destinés à l'exportation;
- l'amélioration du niveau de vie de la population.

La stratégie visant à atteindre ces objectifs comprend ainsi une série de mesures concrètes parmi lesquelles figure avant tout l'amélioration de la structure sociale. Les domaines auxquels le Plan donne la priorité dans l'aspect social sont comme suit:

- la santé;
- la *qualité de l'éducation*;
- l'AEP et l'assainissement.

Pour ce qui concerne l'AEP, la politique nationale vise à assurer à l'ensemble de la population urbaine une alimentation en eau potable d'ici l'an 1992 et à permettre à la population rurale, avant l'an 2000, de disposer dans un rayon accessible en 15 minutes de l'eau potable. Pour ce faire, le Gouvernement prétend qu'il est nécessaire de faire participer les collectivités bénéficiaires, dans la mesure de leurs moyens disponibles, à la construction des ouvrages AEP. Elles sont appelées alors à contribuer à fournir des matériaux de construction et des ressources humaines, etc. Il reconnaît également la nécessité de laisser à la charge des utilisateurs certains coûts de l'AEP, au moins les coûts liés au fonctionnement et à l'entretien de l'ouvrage.

2.1.2 *Diverses opérations effectuées*

Les projets du secteur sont réalisés pour la plupart avec l'aide extérieure. Les institutions intervenant dans le secteur eau sont nombreuses: MIEM, JIRAMA, Direction de l'Infrastructure Rurale (DIR) du Ministère de l'Agriculture, Service Assainissement et Salubrité de l'Environnement (SASE) du Ministère de la Santé Publique, Présidence et différents groupes non gouvernementaux. Les principaux projets réalisés sont comme suit:

- Réhabilitation et extension du système AEP à Ambatondrazaka en 1986. Le coût du projet, 500 millions de FMG, est financé par le FNDE;
- Réhabilitation, extension et renforcement du système AEP à Ambositra, en 1989. Le coût du projet, 1.100 millions de FMG, est financé par le MIEM et le FED;
- Réhabilitation et extension du système AEP à Antsiranana, en 1989. Le coût du projet, 11.500 millions de FMG, est financé par l'Italie;
- Construction d'un nouveau système AEP à Tangainony, en 1990. Le coût du projet, 265 millions de FMG, est financé par le MIEM;
- Réhabilitation des équipements AEP existants à Mahanoro, en 1990. Le coût du projet, 445 millions de FMG, est financé par le MIEM;
- Opération Alimentation en eau dans le Sud, de 1989 à 1990. Le financement est assuré par la BAD;
- Projet "Promotion des ouvrages eau et assainissement à faible coût en milieu rural", de 1988 à 1990. Le coût du projet, financé par l'ONUD, s'élève à 2.800 millions de FMG.

2.1.3 AEP dans les centres urbains

Placée sous la tutelle du MIEM, la JIRAMA se charge de toutes les interventions de l'AEP pour les centres urbains. Ses activités ne se limitent pourtant pas aux 6 principales villes du pays (Antananarivo, Antsiranana, Mahajanga, Toamasina, Fianarantsoa et Toliara), mais portent également sur les centres secondaires dont la population est de l'ordre de quelques dizaines de milliers d'habitants. A Madagascar, sont désignées par l'expression "milieu urbain" les agglomérations dont la population dépasse 2.000 habitants et par "milieu rural" toutes les autres qui n'atteignent pas ce seuil démographique. Les systèmes AEP du milieu urbain sont constitués d'équipements de stockage, de traitement, d'adduction et de distribution. Cependant, tous les équipements urbains ne relèvent pas nécessairement de la responsabilité de la JIRAMA. Ce sont parfois des collectivités décentralisées qui se charge l'exploitation.

La tarification bien définie lui permet une exploitation tout à fait autonome. Une étude est en cours pour étendre ses interventions en milieu urbain. Cette tentative consiste à diviser ses fonctions en AEP et en approvisionnement en énergie électrique afin de constituer deux divisions indépendantes l'une de l'autre.

2.1.4 *AEP en milieu rural*

La population desservie en AEP est estimée seulement à 18%, dont 16,5% en milieu urbain et 1,5% en milieu rural. Il est estimé dans une statistique qu'à peu près 80% des équipements AEP en milieu rural n'arrivent pas à offrir à la population une eau de qualité convenable, élevant la fréquence des maladies d'origine hydrique. En somme, le taux de desserte en eau potable et salubre n'est que de 3% en milieu rural.

La plupart des villageois s'approvisionnent en eau à partir des points d'eau traditionnelles comme sous-écoulements, eaux de rivière, ruisseaux, eaux d'irrigation et puits peu profonds. Lorsque les puits ou rivières sont tarées en temps sec, ils essaient de capter de l'eau dans le lit fluvial, sinon ils sont obligés d'en acheter auprès de vendeurs (commerçants prenant de l'eau dans la rivière et en transportent jusqu'aux villages).

2.1.5 *Structure d'exécution*

Quant au secteur eau du milieu urbain, toute coordination des activités est assurée principalement par la JIRAMA, placée sous la tutelle du MIEM. Pour le milieu rural, c'est le MIEM qui doit s'occuper du secteur, mais ses ressources financières et humaines ne permettant pas d'assumer toutes ses tâches, les projets sont le plus souvent mis en oeuvre avec l'aide étrangère.

Les principaux organismes intervenant dans le secteur eau en milieu rural sont les suivants:

- Ministère de l'Economie et du Plan: les aides extérieures sont coordonnées au niveau de ce Ministère;
- Ministère de la Santé Publique: il intervient pour assurer une alimentation en eau dans des agglomérations où sont installés les équipements sanitaires;
- Présidence: maître d'oeuvre des projets de l'Opération dans le Sud;
- Direction de l'Infrastructure Rurale du Ministère de l'Agriculture: elle réalise des ouvrages d'eau au niveau des villages, dans le cadre du développement rural;
- Collectivités décentralisées: elles interviennent selon leur propre programme à l'échelle régionale;
- Groupes non gouvernementaux;

L'ensemble des actions de l'AEPA du pays sont désormais soumises à la supervision et à la coordination du Comité National de l'Eau et de l'Assainissement (CNEA), créé en 1990. Son intervention ne sera toutefois efficace qu'à partir de 1992, au fait de sa création toute récente. Son organisation ainsi que la définition de ses principes d'intervention sont en cours d'examen selon les recommandations de la Banque Mondiale. Le comité constitue l'organe suprême de prise de décisions dans le secteur public AEPA. Il est aussi appelé à veiller à toutes opérations afférentes du secteur privé.

Organisation du CNEA

Président: Ministère du Plan et de l'Economie

Secrétaire: Ministère du Plan et de l'Economie

Secrétariat Technique Eau potable: Ministère de l'Industrie, de l'Industrie, de l'Energie et des Mines

Secrétariat Technique Assainissement: Ministère des Travaux Publics

Membres:

- Ministère auprès de la Présidence chargé des Finances de l'économie;
- Ministère de la Population, de la Condition Sociale, de la Jeunesse et des Sports;
- Ministère de la Santé;
- Ministère de la Production Agricole et de la Réforme agricole;
- Ministère de l'Intérieur;
- Ministère des Affaires étrangères;
- Ministère de la Production animale et des Eaux et Forêts;
- Ministère des Transports, de la Météorologie et du Tourisme;
- JIRAMA;
- Opération Alimentation en eau dans le Sud.

Les activités du comité sont les suivantes:

- Orienter, coordonner et suivre les actions et programmes liés à l'eau potable et à l'assainissement à Madagascar;
- Coordonner les activités des organismes non gouvernementaux;
- Coordonner les actions des bailleurs de fonds intervenant ou appelés à intervenir dans le secteur de l'eau et de l'assainissement;
- Suivre les modalités de gestion des installations et des réseaux hydrauliques;
- Traitement des dossiers du secteur AEPA.

2.2 Description de la requête

Le Plan Quinquennal de Développement 1986-90 s'articule autour des trois objectifs suivants: auto-suffisance alimentaire, augmentation de la production des produits destinés à l'exportation et amélioration du niveau de vie de la population.

Pour la population rurale dont la proportion est significative dans l'ensemble de la population malgache (plus de 70%), l'objectif "amélioration du niveau de la vie" ne peut être atteint que par celle de la satisfaction alimentaire et par la promotion de l'exportation des produits agricoles. Pour ce faire, il est urgent d'assurer à la population l'approvisionnement stable en eau de qualité.

Le climat de la région Sud-Ouest de Madagascar où se situe la Zone projetée est de type tropical et semi-aride. La pluviométrie annuelle n'est comprise qu'entre 350 et 900mm et les cours d'eau perdent considérablement d'eau pendant la saison sèche. Les ressources en eau dont la population régionale peut disposer sont médiocres par rapport aux autres régions du pays. La pénurie en eau permanente et la fréquence très élevée de maladies d'origine hydrique constituent les principales contraintes au développement de la plupart des villages de la Zone. Dans une telle circonstance, le Gouvernement malgache tente non seulement d'y construire avec ses moyens financiers des ouvrages d'eau, mais également de faire appel aux différents modes d'aide extérieure, bilatérale ou multilatérale, surtout pour le développement des ressources en eau dans la région Sud entre les fleuves Onilahy et Mandrare.

Plus particulièrement dans la région Sud-Ouest délimitée au Sud par l'Onilahy et au Nord par la ville de Morondava, l'eau de qualité ne peut être obtenue que par l'exploitation des eaux souterraines, les ressources en eau de surface étant très limitées. C'est dans ce cadre que le Gouvernement malgache a requis, en août 1987, une coopération financière non remboursable du Japon. La requête a pour objet de construire une centaine de puits dans chacune des zones comprises entre la ville de Morondava et le Mangoky (34.750km²) et entre le Mangoky et l'Onilahy (31.250km²).

En réponse à cette requête, le Gouvernement japonais a envoyé en novembre 1987 une mission préliminaire. La mission, après avoir confirmé les arguments ci-dessous avec les autorités malgaches, propose de procéder à une étude de développement avant la mise en oeuvre du Projet:

- La planification à court terme s'avère impossible, la zone en question couvrant une superficie trop importante;
- Le développement de la zone suppose l'exploitation des ressources en eau souterraine;
- L'exploitation des ressources en eau souterraine implique, quant à elle, une étude de développement cohérente.

Une mission d'étude préliminaire arrive ensuite en avril 1989. A l'issue des concertations entretenues entre les deux partenaires il a été décidé de procéder à une étude de développement qui a pour objet l'évaluation de la potentialité des ressources en eau souterraine ainsi que l'établissement de plans AEP s'adaptant aux villages prioritaires pour la région Sud-Ouest (délimitée par les fleuves Mangoky et Onilahy, d'une superficie de 31.250km²) où s'attarde particulièrement l'aménagement d'infrastructure AEP.

C'est ainsi que l'*Etude de l'Exploitation des Eaux Souterraines dans la région du Sud-Ouest* a été réalisée pour une durée de 19 mois, de septembre 1989 à mars 1991. Les résultats de cette étude sont présentés, en mars 1991, sous forme d'un Rapport final (édition provisoire) qui a mis en évidence que la Zone projetée témoigne dans son ensemble d'une possibilité satisfaisante quant à l'AEP utilisant des eaux souterraines et a proposé sur la base de ce constat technique des plans AEP aptes aux conditions hydrogéologiques, à la configuration et à l'ampleur de chacun des 100 villages candidats priorisés.

La présente étude avant-projet fait suite à la demande du Gouvernement Malgache souhaitant une prompte mise en oeuvre du Projet. La requête qu'il a formulée concerne la construction des ouvrages d'eau dans 50 villages considérés les plus prioritaires parmi une centaine de villages candidats et la fourniture des matériels et des matériaux nécessaires aux travaux de construction. En ce qui concerne le transfert technologique qu'on prévoit dans le cadre du présent Projet, il porte non seulement sur les techniques de forage et de construction, mais également sur les savoir-faire relatifs à la gestion de l'ouvrage réalisé.

2.3 Description de la Zone projetée

2.3.1 Localisation, situation socio-économique

La Zone projetée est située dans la région Sud-Ouest de Madagascar. Elle est limitée au Nord par le fleuve Mangoky et au Sud par le fleuve Onilahy. Cette Zone d'une superficie de 31.250 km², appelée le plus souvent "Sud Mangoky", est composée de 5 *Fivondronampokotany* (préfectures): Morombe, Ankazoabo, Sakaraha, Toliara (I), Toliara (II) et une partie de Beroroha. Du point de vue géologique, elle est située dans la partie Sud du bassin de Morondava.

Les habitants dans la Zone vivent, en grande partie, de l'agriculture et l'élevage. Le coton et le riz, principaux produits permettant des rentrées en espèce, sont une source évidente de revenus. L'élevage des bovins demeure l'activité la plus dominante tant pour la valeur économique que pour la notoriété sociale. Des exploitations de petite envergure existent dans certains villages, en particulier à Ankazoabo et Beroroha, mais sont souvent menacées par les voleurs de bétail. Quant à l'agriculture, bien que l'irrigation soit considérablement développée dans les parties Ouest et Sud, la culture reste principalement sèche en attendant les eaux de pluie. La production alimentaire témoigne une amélioration progressive, mais ne suffit pas pour suivre l'accroissement démographique et parvenir l'autosuffisance, surtout pour le riz.

Nous ne disposons pas de renseignements fiables en ce qui concerne le niveau de revenu de la population rurale.

Fokontany (village) constitue l'unité de base la plus importante d'un programme AEP rurale. *Fokontany*, dont le président est élu par les villageois, est la couche de base de l'autonomie locale. Toutefois, ses compétences restent limitées sur le plan administratif, en raison du manque de moyens tant institutionnels que financiers. En milieu rural, les habitants ont tendance à vivre groupés en petites colonies mais fort concentrées. Les *Fokontany* sont dotés, dans la plupart des cas, des caractéristiques propres à une société indépendante d'auto-suffisance avec un minimum d'infrastructures à caractère social telles école primaire, église, sources d'eau, etc. Les villages sont généralement distants les uns des autres, de plus de dizaine de kilomètres. La population d'un village peut varier de 50 à 3.000 habitants et une famille moyenne est constituée de 6 à 10 personnes. La

variation démographique du village dus aux mouvements de départ et d'arrivée, est généralement infime par rapport au taux de natalité naturelle.

Le réseau routier de la Zone n'est pas suffisamment développé pour contribuer aux activités sociales et économiques de la région. Les grands axes, dont l'un va de Toliara à Ihosy en passant par Sakaraha et l'autre de Toliara à Morombe, sont délavés et fort dégradés. Les routes secondaires et tertiaires qui traversent souvent les lits fluviaux et les marais sont difficilement carrossables en saison des pluies.

Quant au réseau électrique, le taux d'électrification est encore faible dans la région et sa généralisation n'est pas pour demain. Les centrales électriques de petite dimension, munies de groupe électrogène à moteur diesel, sont en marche à Toliara et à Sakaraha.

Les réseaux téléphonique et de télécommunications ne sont pas développés de façon satisfaisante dans la Zone. Cependant, quelques stations de relais modernes à micro-ondes, destinées aux liaisons téléphoniques et de télévision, ont été installées dans la partie Sud et permettent de relier Toliara à Antananarivo et à d'autres villes. Il n'existe pas de réseau téléphonique intrarégional entre Toliara et les communautés rurales de la Zone.

La pénurie en eau potable constitue une cause des maladies d'origine hydrique, omniprésentes dans la Zone. En tous cas, faute de renseignements fiables, il est pratiquement impossible de rendre compte exacte de la situation. Les équipements ainsi que le personnel sanitaires ne sont pas nombreux, ce qui empêche la population de recourir à temps aux soins médicaux.

Dans la région de Toliara (superficie de 161.405km²), le développement socio-économique reste marginal par rapport aux autres régions du pays. En effet, elle ne les devance que dans les données statiques de l'élevage (bovins 32% et ovins 95%) et de la superficie des forêts (35% avec 4.320.000 hectares), alors que sa population représente un pourcentage significatif de 13% dans l'ensemble de la population nationale avec une occupation du sol de 27%.

Le tableau ci-dessous constitue un bilan des différents éléments régionaux, comparés aux niveaux nationaux:

Éléments comparatifs	Situation dans l'ensemble du pays	Région de Toliara	
		Situation	%
Extension totale du réseau routier (1985)	49.634km(84m/km ²)	4.027(25m/km ²)	8
Nb. écoles (primaires et secondaires)	15.150	1.498	10
Production agricole (1985)	(unité:tonnes)		
Riz	2.177.680	150.000	7
Manioc	2.142.000	214.688	10
Patate douce	450.000	26.786	6
Pois du Cap	41.500	1.016	2
Mais	140.200	9.937	7
Canne à sucre	1.744.000	63.631	4
Arachide	31.500	2.058	7
Café	78.500	1.380	2
Production du bétail (1989)	(unité:têtes)		
Bovins	9.638.500	3.100.000	36
Porcins	1.427.800	111.000	8
Ovins et caprins	1.861.860	1.761.200	95
Volailles	20.072.000	2.922.000	11
Morbidité (1987)			
Paludismes	293.772(16,2%)	33.566(18,7%)	11
Maladies d'appareil respiratoire	203.216(11,2%)	33.206(18,5%)	16
Diarrhées	152.829(8,4%)	16.071(9,0%)	11

2.3.2 Conditions naturelles

A. Climat

A Madagascar il existe deux saisons bien marquées: la saison humide s'étend de novembre à mars, puis la saison sèche va d'avril à octobre. Les températures moyennes annuelles sont de l'ordre de 24°C sur les côtes et de 22°C dans les zones montagneuses. La température la plus basse se situe de 18 à 20°C au mois de juin, alors que la plus élevée de 25 à 29°C entre octobre et novembre. L'amplitude entre le maximum et le minimum de la température diurne est plus importante dans les zones montagneuses (30 et 10°C) que dans les côtes (31 et 14°C, à Toliara).

La pluviométrie des côtes se caractérise par la brièveté de la saison humide. La saison des pluies dans les zones côtières ne dure que pendant 3 mois entre décembre et février avec des précipitations modestes qui ne dépassent pas 100 mm par mois. Les zones montagneuses, plus particulièrement dans les régions Est et Nord, où la saison pluviale commence à partir de novembre et finit en mars, soit 5 mois, sont sans doute plus arrosées avec une pluviosité mensuelle dépassant parfois 200 mm.

La pluviométrie annuelle est la plus faible sur la zone littorale (aux environs de Toliara) avec une moyenne de 380 mm, alors qu'elle est la plus élevée à Ranohira situé à l'Est du massif d'Isalo et à Manja au Nord du Mangoky avec 900 à 1.000 mm. Si on examine les précipitations annuelles pour la période 1950-88, on ne peut affirmer ni tendance à l'augmentation ni celle à la diminution de la pluviosité annuelle. Il est en tous cas supposé que les précipitations, qui peuvent subir l'influence de divers facteurs, en particulier dans une cuvette montagneuse, varient selon l'altitude du relief.

En saison sèche, il n'y a presque pas de pluies et de beaux jours se succèdent. Au temps de transition de la saison sèche à la saison humide, la pluie est le plus souvent accompagnée de foudre et d'éclair. Les nuages couvrent le ciel plus largement avec une pluviosité plus importante pour annoncer l'arrivée de la saison des pluies. Le cyclone ayant ravagé la région Nord-Est de l'île se produisait juste au moment de ce changement de saison.

Du point de vue hydrologique, la classification de *Koppen* s'accommode le mieux pour classer le climat de la Zone au type steppe. Le manque de pluie peut être expliqué par le fait que la région est hors d'atteinte du vent alizé soufflant de l'Est. D'autre part, des cyclones augmentent la précipitation annuelle dans la région comprise entre les Massifs Analaberona et Mikoboka et le fleuve Mangoky.

B. Eaux de surface

Il existe dans la Zone deux principaux cours d'eau: le Mangoky et l'Onilahy. Tous les deux s'écoulent de direction Est-Ouest. Le tableau ci-dessous montre les principales rivières situées dans la Zone:

Tableau 1 Principaux cours d'eau dans la Zone

(unité: l/s/km²)

Cours d'eau	Points d'observation	Superficie du bassin (km ²)	Débit spéc.	
			juin/juillet	sept./oct.
Sakanavaka	Ankozoabo	332	-	6,02
Malio	Amont du point jonction	2.046	5,99	6,23
Isahena	Amont du point jonction	1.870	2,54	1,28
Sakondry	Jonction avec la RN 10	727	-	1,10
Taheza	Amont Barrage Taheza	1.600	9,34	9,63
Fiherenana	Antaralava	2.157	4,34	3,16
	Behompy	6.755	1,39	0,47
Manombo	Andoharano	508	4,14	2,52

Le bassin versant du fleuve Mangoky couvre une superficie d'environ 54.000 km² (station de Vandrove) et occupe ainsi 1/10 de la superficie totale du pays. Celui de l'Onilahy est de 29.000 km² (station de Tongobory).

La Manombo trouve son origine dans le massif de Mikoboka et son bassin versant s'étend sur une superficie de 500 km² environ. Le Fiherenana traverse vers l'Ouest le centre de la Zone, et la superficie de son bassin est de l'ordre de 6.700 km². Le Mangoky et l'Onilahy, deux principaux fleuves de la côte, conservent, en saison sèche, toujours des eaux, alors qu'il n'y a pratiquement plus d'écoulements dans les autres rivières saisonnières, notamment en aval. L'observation sur le débit fluvial se faisait jusqu'aux années 1960 à Bevoay et à Ihosy, puis était interrompue avant d'être reprises à certaines stations. De ce fait, on ne dispose presque pas de données permettant une analyse des débits dans l'ordre chronologique.

C. Topographie et végétation

L'ossature de la Zone est principalement constituée d'une série des massifs étendus suivant les directions NNE-SSO.

Les chaînes montagneuses d'Isalo (longue de 60km environ) et de Tangarombohitra (110km), situées à l'extrême Est de la Zone, bien qu'elles soient actuellement interrompues par une large vallée de l'Ilakata, un affluent de l'Imaloto, ont des caractéristiques communes dans l'organisation du relief. Leurs bordures Est sont une succession des falaises abruptes à l'intérieur desquelles se développent des vallées profondes et complexes. Dans la partie centrale du massif de Tangarombohitra, des montagnes tabulaires se trouvent éloignées chacune des autres. Leurs sommets sont plats.

Le massif d'Isalo n'est intégré qu'en partie dans la Zone. Ce massif constitue toutefois un important bassin d'alimentation des rivières Isahena et Malio, du fait que ses crêtes (altitude: 1.200 à 1.300m) sont situées dans la partie orientale. Par contre, le massif de Tangarombohitra ne peut alimenter que partiellement les cours de la Taheza et du Fiherenana, les crêtes (altitude: 1.000 à 1.100m) étant déviées vers l'Ouest.

Le massif de Lambosy s'étend sur plus de 100 km, avec une pente très douce. La partie occidentale de ce massif est une falaise escarpée alors que la partie orientale (altitude: 700 à 800m) est une très longue pente douce. Cette pente est le principal bassin de drainage pour la rive droite de la rivière Sakanavaka faisant partie du massif de Lambosy mais érodé et découpé par les rivières Fiherenana et Sakondry.

Le massif d'Analavelona est large de 35 km et long de 100 km. Alors que le cours d'eau se serpente vers l'Ouest, la pente orientale est longue formant le bassin principal de recharge pour la rive droite de la rivière Fiherenana. La partie Nord du massif englobe le plateau de Herea qui est le principal bassin de drainage de la rivière Sakanavaka.

La chaîne de Mikoboka, large de 25 km au centre, est découpée au Nord en deux chaînons Est et Ouest, bordant la vallée du Sikily et s'étend jusqu'au Nord du Mangoky. La crête de partage (altitude: 1.000 à 1.100m) montre une déviation vers l'Est. Son long versant Ouest alimente de nombreux cours d'eau qui coulent vers la côte. Entre les chaînes de Mikoboka et d'Analavelona, il n'existe pas de plaine basse d'une largeur importante. Il y a une vallée profonde et rectiligne entre les cours supérieurs des deux rivières Manombo et Sikily.

A l'Ouest de la chaîne de Mikoboka et au Sud de la chaîne d'Analavelona, un plateau d'une altitude comprise entre 200 et 400m s'étale en pente douce vers le Sud ("Plateau Belomotra-Vineta"). Ce plateau s'étend jusqu'à 60 km au Sud d'Analavelona que traverse le fleuve Onilahy. Il est généralement plat, mais entaillé par des vallées très profondes à structures complexes.

La partie Ouest du plateau Belomotra-Vineta constitue, jusqu'à la côte, une plaine dont l'altitude ne dépasse pas 200 m ("Plaine côtière"). A la bordure Nord de la plaine, on trouve un delta très vaste du Mangoky ainsi qu'un autre mais beaucoup moins important au Sud. Le plateau Belomotra-Vineta dont la largeur est de 70 km au maximum dans le Nord se rétrécissant progressivement vers le Sud donne directement sur la mer, lorsqu'il aboutit à l'estuaire de l'Onilahy. A l'Est d'une ligne imaginaire reliant le Lac Ihotry aux bouches de la Manombo, on trouve, du Nord au Sud, une succession de 6 éventails alluviaux touchant la limite Ouest de la chaîne de Mikoboka. Les cours d'eau, situés dans cette zone où plusieurs éventails se succèdent, peuvent se distinguer en deux systèmes: les cours qui se jettent dans le Lac Ihotry et ceux qui rejoignent la Manombo. Nous pourrions appeler le bassin dominé par le premier système "Bassin du Lac Ihotry" et celui par le second "Bassin de la Manombo".

Dans la Zone, il existe encore un certain nombre de bassins. Les terrains bas formés aux cours moyens de l'Isahena, de la Sakanavaka et du Fiherenana (leurs altitudes varient aux environs de 300 à 500m) constituent les cuvettes intra-montagnes polygonales et érodées par de nombreux affluents du cours d'eau. Leur démarcation n'est pas nécessairement nette par rapport aux chaînes montagneuses qui les entourent (ces bassins seront appelés respectivement "Bassin de l'Isahena", "Bassin de la Sakanavaka" et "Bassin du Fiherenana". En revanche, les terrains bas qui se développent le long de la Taheza et de la Sakondry en leur aval sont rectilignes avec une largeur plutôt réduite et peuvent être donc considérés comme couloirs calibrés (appelés "Bassin de la Taheza" et "Bassin de la Sakondry").

La végétation d'un bassin versant est un facteur très important pouvant agir considérablement sur la recharge d'eaux souterraines. Dans la Zone, les activités de pâturage des boeufs et des moutons sont largement développées et la déforestation s'est accélérée ces dernières décennies au profit de pâturage face au cheptel de plus en plus important. Les terrains de pâturage ainsi dévastés sont en plus brûlés tous les ans pour renouveler les herbes. Ils ne seront plus tels qu'ils étaient auparavant.

Les cyclones, accompagnés toujours de pluies torrentielles, ont ravagé les ouvrages d'irrigation du Fiherenana (en décembre 1966) et du Mangoky (en janvier et février 1970), ce qui nous montre que la dévastation de forêts peut exercer une influence sérieuse sur les cours d'eau.

Les forêts sont denses dans la moitié Ouest de la plaine côtière, au plateau Belomotra-Vineta, dans les zones comprises entre le versant Est du massif d'Analavelona, le plateau de Herea et entre les amonts du Fiherenana et de la Taheza. Les deux premières zones forestières sont couvertes de brousses dont la capacité de recharge d'eau s'avère faible.

D. Géologie et tectonique

Les éléments de classification stratigraphique et la définition de la période pour les couches sédimentaires de la Zone diffèrent plus ou moins selon les oeuvres de référence. Le tableau 2 indique la série stratigraphique.

i) Système Précambrien

Le système Précambrien est caractérisé par la présence de roches compactes métamorphiques et plutoniques, visibles en très faible partie à la marge Est de la Zone. Le groupe de la Sakoa du Carbonifère ainsi que la Sakamena du Permien reposent en discordance ou en faille sur le système Précambrien. La Sakoa est essentiellement continentale avec des roches à blocs de base, alors que la Sakamena est composée non seulement de dépôts continentaux, mais aussi de sédiments lagunaires et de dépôts marins, ce qui indique un changement bien complexe répété pendant son recouvrement.

ii) Système Jurassique

Les dépôts essentiellement continentaux du système du Jurassique sont appelés, dans leur ensemble, le groupe de l'Isalo qui vient au-dessus du groupe de la Sakamena. Le passage de la Sakamena vers l'Isalo se fait progressivement. Les séries inférieure et moyenne de l'Isalo, incohérentes et à stratification entrecroisée, sont constituées principalement de grès arkosiques et de conglomérats. Sa série supérieure qui présente des dépôts marins est d'un faciès mixte. Le système Jurassique marin, faciès hétérogène contemporain de l'Isalo supérieur, comprend essentiellement des calcaires et grès ou avec une proportion considérable de grès continentaux.

iii) Système Crétacé

Le système du Crétacé est divisé en deux parties: Crétacé supérieur et Crétacé inférieur. L'écart de période n'est pas sensible entre le Jurassique et le Crétacé. Le Crétacé inférieur commence par les calcaires, d'une épaisseur peu importante dans l'ensemble. Le système du Crétacé supérieur occupe la partie principale du Crétacé et est intercalé de plusieurs couches basaltiques, dans lesquelles les calcaires reposent sur les grès continentaux épais. La couche de basaltes la plus puissante (plus de 100m) s'allonge sur 100 km du Sud au Nord et sur plus de 100 km de l'Est à l'Ouest. Alors que la formation directement au-dessus des bancs basaltiques subit un métamorphisme thermal, les couches de basaltes s'introduisent dans le système du Crétacé supérieur.

Tableau 2. Classification stratigraphique

Période géologique		Classification stratigraphique	
TERTIAIRE	Quaternaire	Système Quaternaire	Dépôts fluviatiles
			Dûne de sable
			Dépôts alluvions
	Néogène	Système Néogène	
SECONDAIRE	Paléogène (Eocène)	Série Eocène	Moyen & Supérieur
			Inférieur
	Crétacé	Système Crétacé	Supérieur
			Inférieur
Jurassique	Groupe Isalo	Supérieur	
		Moyen	
		Inférieur	
PALEOZOÏQUE	Trias	Groupe Sakamena	
	Persan		
	Carbonifère	Groupe Sakoa	
	Précambrien	Système Précambrien	



Figure 2 Profils géologiques régionaux

D'après "Géologie de Madagascar" (partiellement modifiée)

iv) **Système Eocène**

L'Eocène inférieur est principalement constitué, sur l'ensemble de la Zone, de calcaires, mais l'Eocène moyen et supérieur comporte des calcaires, marnes, grès marneux et grès. Les dépôts marins sont dominants au Sud de la Zone, alors que ce sont surtout les dépôts continentaux qui prédominent au Nord. Dans la plaine côtière, on trouve souvent des basaltes du volcan démantelé, intrus dans la série Eocène.

v) **Système Néogène**

Le Néogène est limité dans la distribution et sa période n'est pas située de façon exacte. Il est constitué des formations marines et continentales: les premières s'étalent en discordance sur l'Eocène et les dernières sur le groupe de l'Isalo toujours en discordance.

vi) **Système Quaternaire**

Le Quaternaire est composé de dépôts d'épandage, de couches sableuses formant des dunes récentes et anciennes et de dépôts alluviaux. Les dépôts d'épandage se présentent par 6 types d'éventails, distingués sur la carte géologique et sur les images satellite. Pourtant au terme de la présente étude, on n'en a pu retrouver qu'une très petite partie.

Par ailleurs, les carapaces sableuses classées au Quaternaire dans la carte géologique existante ne figurent plus sur notre Carte et sur le tableau stratigraphique, étant donné qu'elles sont considérées comme des carapaces.

Dans la Zone et ses environs, une dizaine de forages profonds de 1.000 à 4.000 m furent exécutés pour les recherches pétrolières. On a procédé également aux sondages gravimétriques et de magnétisme au sol. La tectonique de la Zone est décrite comme suit:

La partie supérieure du socle du Précambrien s'expose largement dans la partie Est du massif d'Isalo avec une pente raide de direction Ouest sur laquelle reposent les couches poste-Paléozoïque avec une épaisseur de 5.000 à 8.000 m. Ces couches étant généralement inclinées vers l'Ouest, on trouve des couches plus récentes vers l'Ouest, mais elles sont interrompues par des failles qui appartiennent à plusieurs différents groupes:

Les failles du premier groupe, de direction Sud-Nord, sont développées à la bordure Ouest du fond rocheux du Précambrien. Du fait que le groupe de la Sakoa du carbonifère ainsi que celui de la Sakamena du Permien et du Trias ne se présentent qu'à l'Ouest de ces failles, il se pourrait que les failles de ce groupe furent leurs principales manifestations mécaniques au début du Paléozoïque.

Les failles du deuxième groupe sont celles de l'Ilovo qui traversent le centre de la Zone en direction NNE-SSO. Elles délimitent la marge Est du Paléozoïque et du Jurassique inférieur, constitués essentiellement de dépôts marins et déplacent le Jurassique supérieur. De là, il semble raisonnable

de considérer que ces failles apparurent à la période du Paléozoïque et continuèrent leurs activités jusqu'au Jurassique et même après.

Les failles du troisième groupe, de direction NNE-SSO, sont réparties dans les massifs montagneux d'Analavelona et de Mikoboka. Les failles à pendage Ouest et celles à pendage Est s'étalent en alternance de façon à apparaître des fossés d'effondrement et horsts. Elles déplacent l'Eocène et dominent la rangée des basaltes du volcan démantelé. Leurs manifestations, résultant des activités volcaniques, se situent en conséquence après l'Eocène.

Les failles du quatrième groupe se développent au massif de Tangorombohitra, de direction NNE-SSO. Ce groupe, du même que le troisième, forment des fossés d'effondrement et horsts sur lesquels repose le Néogène continental. Leurs activités tectoniques eurent lieu donc après le Néogène.

Enfin, les failles du cinquième groupe, appelées les failles de Toliara, limitent à l'Ouest le plateau de Belomotra-Vineta. On ne savait pas exactement leur prolongation au Nord de la rivière de Manombo, mais l'interprétation d'images satellite a permis de confirmer qu'elles s'allongent jusqu'à la limite Ouest du Lac Ihotry. Les failles se développant en direction parallèle du NNO-SSE tout en croisant celles du troisième groupe, leurs phénomènes tectoniques pourraient être les plus récents.

E. Conditions hydrogéologiques

Il a été effectué, dans le cadre de l'étude de développement, des prospections géophysiques, des forages test (26 puits totalisant une profondeur de 2.096m) et des essais de pompage afin d'obtenir des données hydrogéologiques.

Une carte hydrogéologique, des cartes géologiques ont été préalablement établies sur la base des données obtenues au terme de l'analyse de la documentation géologique existante, des reconnaissances sur terrain, de l'interprétation des images-satellites et photos aériennes. La carte hydrogéologique met en évidence le fait que les potentiels de développement des ressources en eau souterraine sont généralement élevés dans la Zone projetée et qu'il est même possible dans les sites d'une haute potentialité de faire évoluer les activités agricoles ou industrielles.

Le tableau 3 représente les potentiels selon les sous-zones. Les villages figurant dans ces tableaux correspondent à ceux adoptés dans la carte géologique de la Zone.

Tableau 3 Principaux bassins et potentiels de développement des eaux souterraines

Principaux Bassins	Géologie et nappes aquifères	POTENTIELS DE DEVELOPEMENT DES EAUX SOUTERRAINES					Observations
		Descriptions	Niveau eau (GL-m)	Débit (l/mn.)	Débit spéc (l/mn./m)	Qualité	
Delta du Mangoky	Sable de l'Alluvion	En exploitation	1,5-3,0	Tanandava (p=29m) 200	26,46	Aucun problème, mais teneur en chlorure élevée près de la côte	La baisse du niveau est considérable dans les puits moins profonds de 10m en saison sèche.
	Eocène moy. et sup.	Peu de possibilité de rencontrer des aquifères potentiels					Nappe constituée principalement de marne et d'argile marneuse.
	Calcaire du Crétacé sup.	Possible d'obtenir eaux captives					Aux environs de Nosy-Ambositra où le Mangoky traverse le massif de Mikoboka.
Bassin du Lac Ithoty	Sable de l'Alluvion	En exploitation pour l'irrigation	1,5-3,0			Saumâtre	Aux environs du Lac Ithoty.
	Grès de l'Eocène moy. et sup.	Valeur d'exploitation élevée	3,57-14,49	7 forages test 200-340	28-304	Excellente	Aquifères répartis dans les profondeurs de 15 à 20m. Le débit est faible avec goût saumâtre si l'aquifère contient de la marne.
	Calcaire de l'Eocène inf.		Artésien	Puits artésien à Antanimieva et résurgence à Mandevy 110/s 620/s	2.621 3.061		Nappes artésiennes dans une zone large de 3km en NE-SO entre Belandriana et Madevy. La pression tend à diminuer vers NO.
Bassin de la Manombo	Sable de dune	Formation tertiaire dont la quantité limitée et l'exploitation stable difficile					
	Grès ou calcaire de l'Eocène moy. et sup.	Aquifère généralement potentiel	3,40-36,17	12 forages test 130-360	14-423	Assez bonne	La qualité est mauvaise avec goût saumâtre s'il s'agit des grès moins épais de 3m, intercalant dans les marnes. Elle est généralement peu satisfaisante à une profondeur moins de 30m.
	Calcaire de l'Eocène inf.	Productivité très élevée		Résurgence à Amboboka 3.100/s	Eventail de Sakamana	Aucun problème	Difficulté d'exploitation des nappes très profondes à l'Ouest de la faille de Toliara.

POTENTIELS DE DEVELOPEMENT DES EAUX SOUTERRAINES							Observations
Principaux Bassins	Géologie et nappes aquifères	Descriptions	Niveau eau (GL-m)	Débit (l/mn.)	Débit spéc (l/mn.m)	Qualité	
Delta du Fihrenana	Sable de l'Alluvion	Aquifère potentiel					
	Calcaire de l'Éocène moy et sup.	Productivité très élevée	5,10-20,75		3 puits à Miary (pt.-41-42m) 217,5 874,0 4,083	Bonne, mais saumâtre à la côte	Principale source d'eau alimentant la ville de Toiara.
	Marne de l'Éocène sup.	Difficile de rencontrer des nappes potentielles					
Plateau du Belomotra-Vineta	Basalte (<GL- 15m, 115m épais.)	Aquifère très potentiel du point de vue profond. et débit	16,57	Forages test 110	11,65	Altérée dans les marnes sup.	Fissuration irrégulière agissant sur la capacité aquifère.
	Grès du Crétacé inf.	Aquifère dont la répartition limitée	116,0	Andra-novory 150		Excellente	Aux lisières du plateau de Vineta.
	Calcaire de l'Éocène sup.	Aquifère potentiel mais non captif	178,56 207,0	Befoivy 110 Andrano-hiraly 166		Excellente	Plateau de Belomotra. Le captage nécessite un forage de 200m ou plus, à l'aide d'une pompe puissante.
	Calcaire de l'Éocène moy, avec grès	Aquifère potentiel	5,23	Manoroaka 158		Excellente	Aux alentours de la marge Ouest du plateau de Belomotra.
Bassin du Fihrenana	Grès grossier continental de l'Isalo moy.	Productivité très élevée	16,29 11,0	Forage test Maniniday et Sakaraha (p=32m) 360-480 400	43,95 150	Excellente	A l'Est au delà de la faille d'Ilovo.
	Grès continental du Crétacé sup.	Aquifère potentiel, mais difficilement utilisable à cause des couches du Jurassique					A l'Ouest de la faille d'Ilovo et sur le versant Est du massif d'Analavelona.
	Formation marine du Jurassique moy.					Altérée dans les couches de période antérieure au Jurassique	Le Jurassique moy. est accompagné de marnes.

Principaux Bassins	Géologie et nappes aquifères	POTENTIELS DE DEVELOPPEMENT DES EAUX SOUTERRAINES				Observations
		Descriptions	Niveau eau (SL-m)	Débit (l/mn.)	Débit spéc (l/mn.m)	
Bassin de la Sakondry	Dépôt de talus	Captage d'eau libre à débit limité				A l'Ouest de la Sakondry, et sur la bordure Ouest de la plaine, mais peu alimenté.
	Grès à grains moy. et gros. de l'isalo moy. et sup.	Aquifère possible				Au massif Est de la Sakondry. Le grès en partie inf. du flanc, recouvert par des formations marines, est à forêt.
Bassin de la Taheza	Isalo moy. constitué principalement de grès continental	Aquifère potentiel, mais son bassin versant limité				Ouest de la Taheza Bassin de la Taheza Bassin de la Taheza Une étude tectonique devra précéder l'action, au fait de la complexité géologique.
	Grès de l'isalo moy.	Aquifère potentiel	35,0	Forage test Analamary 360-100 41,76	Excellente	
	Isalo constitué de grès grossier ou conglomératique	Encombré par matières silicieuses, donc peu perméable				
Bassin de la Sakanavaka	Grès continental de l'isalo sup.	Valeur d'exploitation élevée	32,72	Forage test Tandrano	Excellente, mais altérée en partie dans les couches marines	La capacité aquifère peut être moindre si le grès continental est prédominant dans les couches sup. A l'Ouest de la ligne Tandrano-Antakozabo, on ne peut pas attendre des nappes peu profondes.
				360-100 41,76		
Bassin de l'Isahena	Isalo moy.	Grès aquifère, intercalé à différents horizons, mais le potentiel est bas du point de vue qualité et quantité	15,54	Forage test Berenty-Belsileo	Saumâtre	Le grès grossier, continental et perméable, est aquifère mais peu rechargé.
				60-80 1,53		

2.3.3 Description de l'AEP régionale

Dans la Zone projetée, on peut chiffrer 8 systèmes AEP plus ou moins complets, équipés de réservoir et de bassin ainsi que plus d'une centaine de puits simples (dont 51 puits forés avec pompe à main). Ils sont inscrits en récapitulation dans le tableau 4 "Inventaire des puits existants dans la Zone". Les principaux systèmes existant dans la Zone se présentent comme suit:

Système AEP type semi-urbain avec bassin à robinets:

De 1965 à 1970, la coopération US.AID a réalisé pour les 9 villages de Tanandava, Beroroha, Befandriana, Betsioky, Andranohinaly, Andranovory, Sakaraha, Ankazoabo et Bereketà des ouvrages d'eau systématisés. Ils comprennent puits foré, réservoir surélevé et bassins à robinets publics. L'eau est puisée par une pompe motorisée et alimentée jusqu'aux bassins par distribution gravitaire.

Toutefois, ces ouvrages d'eau restent généralement hors service par suite des pannes de pompage mécanisé survenues dans 5 à 15 ans après la première mise en marche. La seule exception est l'ouvrage de Tanandava qui fonctionne encore en bon état.

Des difficultés d'approvisionnement en pièces de rechange et de réparation pour la pompe et pour le groupe électrogène ou la mise en arrêt intentionnelle du système due à la crépine obturée peuvent paralyser et rendre irréparables les systèmes, des équipements accessoires tels conduites de distribution et robinets étant détériorés dans le temps.

Puits busés et puits forés avec pompe à main:

L'inventaire du MIEM suggère l'existence de plus de 200 puits busés ou forés dans la Zone, mais les visites rendues au cours de l'étude de développement sur tous les sites inventoriés ont mis en évidence qu'il n'en existe pratiquement qu'une centaine (60 puits busés et 51 puits forés).

De manière générale, les puits busés, ayant une profondeur voisine de 10m, n'arrivent pas au niveau d'eau souterraine ou restent asséchés durant la saison sèche. Ils sont donc délaissés, puis encombrés de sable. Parmi 65 puits forés et équipés de pompe à main de l'US.AID, il existe encore 51 puits, mais dont 10 ne sont qu'en fonctionnement. 24 puits abandonnés à l'heure actuelle pourront être remis en marche par renouvellement de la pompe, mais 17 ensablés s'avèrent irréparables.

En somme, la Zone projetée ne dispose que d'un faible nombre d'infrastructures AEP et la plupart des puits busés, sujets à la contamination bactérienne, ne peuvent offrir à la population de l'eau salubre. Dans les villages où un équipement d'eau n'existe pas ou fait défaut, les villageois sont obligés de chercher de l'eau à la rivière, au canal d'irrigation, au puits privé construit à la main ou d'en acheter. En particulier, les villageois habitant aux abords de la RN 7 achètent de l'eau pendant la saison sèche.

Tableau 4. Inventaire des puits existants dans la Zone (1)

- (1) Type du puits: Puits foré.....1, Puits busé.....2
 (2) Année de réalisation du puits
 (3) Situation actuelle du puits:
 Fonctionne en bon état.....1
 Arrêté mais réparable.....2
 Abandonné.....3
 (4) Profondeur du puits
 (5) Niveau d'eau du puits

WELL CODE	VILLAGE	TYPE (1)	DATE (2)	COND. (3)	DEPTH (4)	W/L (5)	WATER LEVEL		
							NOV-DEC	FEB-MAR	JUN-JUL
1701	MIARY4 F2	1	1988	1	41	20.55	20.1	-	20.67
1702	MIARY F3	1	1979	1	41.7	18.45	-	-	-
1703	MIARY F4	1	1980	1	65.62	4.02	-	-	-
1704	MIARY OB.	1	-	1	-	-	22.6	22.4	22.4
1705	ANDRANOMENA1	1	-	1	60.6	6.53	10.62	4.2	-
1706	ANDRANOMENA2	1	1986	1	60	19.33	-	-	-
1801	MIARY E1	2	-	2	-	-	2.15	-0.28	3.14
1802	MIARY P1	2	-	2	-	-	4.42	2.26	4.32
1803	MIARY P2	2	-	2	-	-	-	-	4.22
1804	BEFANAMY	2	-	1	8.56	-	5.9	6.05	5.5
1805	ANDROVAKELY	2	-	1	-	-	4.35	4.4	3.9
1806	MONTOMBE	2	-	1	3.6	-	2.3	1.12	1.23
1807	AIRPORT	2	-	1	8.04	-	6	5.86	5.71
2701	ANKILIMALINIKAI	1	-	3	25	15	-	-	-
2702	BENETSE1	1	-	3	22.58	14.9	-	-	-
2703	SARIRIAKA1	1	-	2	26	16.5	-	-	-
2704	TSIANISIHA1	1	-	3	15.5	9	-	-	-
2705	TSIANISIHA2	1	-	3	25	18.5	-	-	-
2706	TSIHOSY	1	-	2	20.0	17	-	-	-
2707	AMBATOLILY	1	1966	2	12	2.5	3.45	2.7	3.82
2708	AMBATOLILY2	1	1965	3	-	-	-	-	-
2709	AMBALAVENOKA	1	-	3	-	-	-	-	-
2710	MILENAKA	1	-	2	26	19	-	-	-
2711	ANKARAQBATO2	1	1974	2	-	-	4.5	-	4.78
2712	ANKARAQBATO	1	1965	1	14.6	6.46	-	-	-
2713	ANKILILOAKA	1	1966	2	13.8	5.12	-	-	-
2714	ANKILILOAKA2	1	1966	2	12.8	2.16	1.7	-	1.28
2715	AMPIHAMY1	1	-	3	22	13.3	-	-	-
2716	ANTSEVA1	1	1965	3	19.6	13.2	-	-	-
2717	NAMABOHA1	1	1966	2	26.88	19	-	-	-
2718	NAMABOHA2	1	-	2	26.8	13.2	-	-	-
2719	AMBAHIZA	1	-	2	30.5	18	-	-	-
2720	AMPASIKIBO	1	-	1	25	15	-	-	-
2721	BELITSAKA SOUTH	1	-	2	24	11	-	-	-
2722	BELITSAKA NORTH	1	-	3	15.2	9.6	-	-	-
2723	ANALAMISAMPY	1	-	1	21.7	11.75	-	-	-
2724	SOAHAZO SOUTH	1	-	2	16	6.15	-	-	-
2725	SOAHAZO NORTH	1	-	2	28	14.3	-	-	-
2726	MANDATSA	1	-	2	20.8	15.55	-	-	-
2727	BETSIOKY NORTH4	1	-	3	90	70	-	-	-
2728	ANDRANOHINALY	1	-	3	219	207	-	-	-
2729	ANDRANOVOVRY	1	-	3	136	116	-	-	-
2730	BELALANDA	2	-	1	6.9	-	6.4	6.28	6.33
2731	BOTSIBOTSY	2	-	1	9.05	-	7.7	7.65	7.78
2801	ANKILIMALINIKAI3	2	1988	1	13.21	-	12.73	12.36	12.56
2802	BENETSE3	2	1985	1	17.78	-	16.02	14.57	14.99
2803	SARIRIAKA4	2	-	1	13.35	-	13.08	11.65	11.05
2804	TSIANISIHA	2	1989	1	16.95	-	16.93	10.25	-
2805	ANKILILAOKA3	2	1971	1	6.33	-	6.28	5.4	6.38
2806	ANKILILAOKA6	2	-	1	4.2	2.5	1.42	0.87	0.66
2807	AMPIHAMY2	2	-	1	10.65	-	9.33	9	-
2808	ANTSEVA2	2	1978	1	10	-	6.57	5.55	6.35
2810	MANDATSA	2	-	1	7.15	-	-	1.1	2.98
3701	ANDAMASINA VINETA	1	-	3	22.4	8	-	-	-
3702	SAKARAHAKA PRIMARY SCHOOL	1	-	2	32	11	10.35	10.25	10.36
3703	TRANOKAKY	1	-	3	24	-	-	-	-
3704	MAHABOBOKA	1	-	2	-	-	-	-	-
3705	MAHABOBOKA1	1	1968	3	14	5	-	-	-

Tableau 4. Inventaire des puits existants dans la Zone (2)

NUMBER	VILLAGE	TYPE	DATE		COND.	DEPTH	W/L	WATER		LEVEL
			(1)	(2)				NOV-DEC	FEB-MAR	
3801	SAKARAH CATHOLIC	2	-	-	1	16.8	10.62	10.6	10	10.2
3802	SAKARAH FIVONDROHANA	2	-	-	1	2.29	-	-	1.63	1.21
3803	SAKARAH ROAD DEP.	2	-	-	1	8.2	-	-	7.87	7.76
3804	SAKARAH GENDARMERIE	2	-	-	1	10.8	-	-	10.58	10.35
3805	ANADABO	2	-	-	1	11.66	-	11	11.54	11.73
3806	LABORANO	2	-	-	1	2.45	-	0.4	-	0.02
3807	MIARY LAMATIHY	2	-	-	1	3.3	-	2.22	-	1.6
3808	BEREKETA	2	1985	-	2	8.4	-	6.9	6.9	7.07
4701	TANANDAVA	1	1968	-	2	15.48	5.6	-	-	-
4702	ANKAZOABO	1	1969	-	3	31	5	-	-	-
4801	TANANDAVA	2	-	-	1	6.14	-	5.85	-	5.8
4802	ANKAZOABO1	2	-	-	1	5.43	-	4.75	-	4.3
4803	ANKAZOABO2	2	1977	-	1	12.24	-	11	-	10.7
4804	ANKAZOABO3	2	-	-	1	14	-	13.02	-	12.79
4805	ANKAZOABO4	2	-	-	1	5.54	-	4.1	-	4.18
4806	TANDRANO	2	-	-	3	7.95	-	-	-	-
4807	TANDRANO	2	-	-	1	11.07	-	10.06	-	6.8
4808	BERENTY BETSILEO	2	1975	-	3	17.2	-	-	-	-
5701	AMBAHIKILY1	1	1989	-	2	17.5	-	2.25	-	1.75
5702	ANDRANOMANINTSY1	1	1966	-	3	11.6	-	1.75	-	2.15
5703	BEFANDRAIANA SUD	1	1975	-	1	36	25	-	-	-
5704	BEFANDRAIANA SUD2	1	1966	-	3	27	24.5	-	-	-
5705	ANKILIMASY	1	1968	-	2	36	31.2	-	-	-
5706	ANDRANOTERAKA NORTH	1	1966	-	2	18	9	-	-	-
5707	ANDRANOTERAKA SOUTH	1	1966	-	2	14.5	8.5	-	-	-
5708	MAROFOROHA	1	1966	-	3	12.5	3	-	-	-
5709	SIHANAKA	1	1966	-	2	21.8	13.8	6.07	3.18	-
5710	BEKIMPAY	1	1966	-	2	13.1	5.1	3.9	-	-
5711	BEMOKA	1	1968	-	3	12	5.5	-	-	-
5712	BASIBASY	1	1966	-	3	14	8	-	-	-
5713	ANTANIMIEVA1 MARKET	1	1973	-	2	14	8	-	-	-
5714	ANTANIMIEVA2 HOSPITAL	1	-	-	2	16	7	-	-	-
5801	MOROMBE	2	1968	-	1	6.05	-	4.07	-	4.36
5802	BELITSAKA	2	1977	-	1	4.87	-	1.65	-	1.67
5803	NAMATO1	2	-	-	1	4.19	-	3.15	-	2.97
5804	NAMATO2	2	1973	-	1	4.56	-	3.6	-	1.9
5805	AMBAHIKILY1	2	-	-	1	3.29	-	1.25	-	1.15
5806	AMBAHIKILY2	2	-	-	1	1.45	-	1.59	-	1.69
5807	AMBAHIKILY3	2	-	-	1	3.94	-	1.66	-	1.62
5808	TSIANIHY	2	1968	-	1	6.6	-	4.65	-	3.06
5809	AMBALAMO	2	1959	-	1	6.55	-	4.55	-	2.63
5810	ANDRANOMANINTSY	2	1966	-	3	4.39	1.75	-	-	-
5811	BERANALA	2	1987	-	1	2.94	-	2.24	-	2.34
5812	TANANDAVA1	2	-	-	1	7.74	-	2.16	-	2.87
5813	TANANDAVA2	2	-	-	1	4.84	-	3.74	-	2.86
5814	TANANDAVA3	2	-	-	1	6.64	-	1.44	-	1.86
5815	AMBIKY	2	1989	-	1	2.5	-	2.1	-	1.85
5816	ANKILIFOLO	2	1986	-	1	10	-	2.65	4.45	4.69
5817	AMPOZAI	2	1979	-	1	10.7	-	6	5.96	5.81
5818	MANOY	2	1984	-	1	11	-	8.65	-	7.86
5819	ANTRANOSATRA	2	1957	-	1	7.9	-	0	-	-
5820	BEFOLY	2	1973	-	1	9.75	-	5.55	-	5.35
5821	ANDRANOTERAKA SOUTH	2	1986	-	1	6.7	-	5.3	-	5.26
5822	BASIBASY	2	1973	-	2	8	-	4.6	-	3.71
5823	MANGOTROKA	2	1969	-	1	4.7	-	4.6	1.6	2.4
5824	ANTANIMIEVA3	2	-	-	1	-	-	-	-	-

Chapitre 3. CONTENU DU PROJET

Chapitre 3: *CONTENU DU PROJET*

3.1 *Objectifs*

Les objectifs assignés au présent Projet sont les suivants:

- En aval de la stratégie nationale du secteur AEP en milieu rural, le Projet examine les potentiels d'exploitation des ressources en eau souterraine et construit des ouvrages d'alimentation d'eau afin de permettre à la population rurale un approvisionnement stable en eau de qualité;
- La réalisation du Projet s'accompagne de diverses expériences portant sur les structures d'exécution et de gestion des projets similaires du secteur pour accélérer le rythme de réalisation, alors considérablement lent à l'heure actuelle. En effet, dans le contexte où Madagascar envisage la réorganisation institutionnelle du secteur, on pourrait considérer le présent Projet comme un cas modèle;
- Enfin, le présent Projet propose une source d'eau autre que celles traditionnellement utilisées dans la région Sud-Ouest du pays où les conditions naturelles s'avèrent difficiles avec les moindres précipitations. La précédente étude de développement a déjà mis en évidence la faisabilité d'utiliser les eaux souterraines qui peuvent constituer une source stable et salubre.

3.2 *Examen du contenu de la requête*

3.2.1 *Justification du Projet*

Le Projet d'exploitation des eaux souterraines dans la région du Sud-Ouest, élaboré en aval du Plan National de Développement de Madagascar, concerne la région où les conditions climatiques, caractérisées surtout par la pauvreté des précipitations annuelles, rendent difficile l'approvisionnement en eau destinée aux besoins domestiques. Cette région étant pourtant l'objet de la politique de développement intensif pour les différents secteurs économiques tels agriculture, pêche, artisanat et mines, d'assurer une alimentation constante en eau potable doit constituer une tâche fort urgente.

Le présent Projet couvre une centaine de villages relativement prioritaires parmi les deux centaines d'agglomérations de différentes importances (population totale: 140.000 environ). Embrassant une population de 102.000 habitants, ils sont situés dans une zone d'une superficie approximative de 31.250 km² comprise entre les deux principaux cours d'eau de la région: le Mangoky et l'Onilahy.

Il s'agit ensuite de classer ces 100 villages candidats par ordre prioritaire selon les critères socio-économiques, prédéterminés en vue de la sélection:

- Les besoins en eau sont imminents;
- Les villageois utilisateurs témoignent une volonté bien motivée pour assurer la gestion de l'ouvrage et sont pratiquement en mesure de le faire;
- Le village réunit les conditions plutôt avantageuses telles accessibilité routière permettant les travaux et la gestion postérieure de l'ouvrage réalisé.

Compte tenu de ces critères, il a été finalement retenu 50 villages les plus prioritaires pour la réalisation des travaux dans le cadre de la coopération financière non remboursable du Japon. Ils totalisent une population d'environ 76.000 habitants correspondant à 75% du total des 100 villages projetés ou à 54% de toute la population de la Zone projetée.

En ce qui concerne les 50 villages restants, ils feront l'objet de la deuxième tranche de réalisation à effectuer par le MIEM, à condition que son personnel soit adéquatement formé à travers la participation aux travaux de coopération et que les matériaux et matériel nécessaires soient fournis par l'aide extérieure. Le taux de desserte sera de 54% à 73% au moment où le service AEP sera assuré sur l'ensemble des 100 villages.

A Madagascar, aucun programme AEP n'a jamais été précédé d'une étude globale dite de développement. Les avantages du Projet sont certainement nombreux si on pense au fait que les bénéficiaires de service AEP ne représentent actuellement que 2% dans la population rurale.

Dans d'autres régions, de même que dans la région du Sud-Ouest, l'exploitation des eaux souterraines peut constituer le seul moyen avec lequel on peut assurer à la population une alimentation continue en eau potable de qualité. De ce fait, le présent Projet, accompagné judicieusement d'une étude de développement, pourra s'offrir comme modèle pour les futures opérations du secteur. Il s'adapte ainsi à l'appel de la coopération financière non remboursable du Japon.

3.2.2 Programme d'opération

Comme montre le tableau 5, dans l'enveloppe budgétaire du MIEM réservée aux activités de l'AEP en milieu rural, presque la moitié des crédits sont affectés depuis trois ans aux opérations concernant la région du Sud-Ouest. Cependant, il semble que, malgré la volonté politique de développement, que les moyens financiers restent minimes. Cette situation explique le recours du pays aux financements extérieurs.

Tableau 5 *Budget du MIEM pour l'AEP rurale (1989-91)*

Rubriques	Budget mobilisé en millions de FMG		
	1988	1989	1990
Construction et entretien d'ouvrages d'eau dans la région Sud-Ouest (secteur AEP de la Délégation régionale de Toliara)	80	80	100
Construction d'ouvrages d'eau dans d'autres régions	43	65	241
Entretien d'ouvrages d'eau dans d'autres régions	40	40	40
Projet de développement des eaux souterraines entre l'Onilahy et Morondava (budget particulier affecté au Projet)	-	-	90
TOTAL	163	185	471

Le budget particulier accordé au Projet d'exploitation des eaux souterraines dans la région du Sud-Ouest correspond à la charge de la partie malgache, mais en réalité ce crédit n'a été mobilisé que pour l'exercice 1990 en raison de l'autorisation retardée de l'Assemblée. Toutefois, en plus de majoration du budget pour le fonctionnement de la Délégation régionale de Toliara, cette mesure particulière se poursuivra encore dès 1991, ce qui permettra l'exécution sans délai du Projet.

La gestion des équipements AEP sera assurée par le personnel de la Délégation régionale appartenant à une équipe de tournée périodique qui s'assigne également la vulgarisation aux villageois bénéficiaires des savoir-faire techniques lors de sa visite. Quant aux coûts s'échappant des cotisations des bénéficiaires tels les charges afférentes à la réparation ou au remplacement de pompes et de groupes électrogènes, ils peuvent être couverts dans la limite du budget spécial dont dispose la DEE du MIEM.

Le bureau du projet, installé au sein de la Délégation régionale, devra subsister même après l'achèvement des travaux de la première tranche afin de desservir dans la suite les 50 villages de prioritaire secondaire. Les activités pratiques de gestion sont toujours confiées à la Délégation régionale, alors que la responsabilité de gestion relèvera du manager du projet.

Par ailleurs, le CNEA va intervenir de sa part, selon les recommandations de la Banque Mondiale, dans la vulgarisation de la population rurale en matière de gestion.

3.2.3 Projets similaires et programmes de coopération internationale: leurs rapports avec le présent Projet

Dans le domaine de l'AEPA en milieu urbain, de nombreux projets d'implantation et de réhabilitation sont en cours dans le cadre de la coopération bilatérale (Italie, URSS, etc.) ou multilatérale (Banque Africaine de Développement, etc.). Ces projets sont soumis à la coordination de la JIRAMA.

En revanche, les projets AEPA pour le milieu rural ne sont pas aussi importants et s'effectuent de façon sporadique par différents organismes. Les moyens financiers affectés à ce secteur sont nettement faibles et représente à peine 10% par rapport à ceux de l'AEPA urbain. MIEM, Ministère de l'Agriculture, Ministère de la Santé Publique, Présidence de la République, collectivités décentralisées et groupes chrétiens y interviennent sans aucune cohérence.

Sont décrits ci-dessous les principaux projets en cours. On constate que certains d'entre eux abordent la même région que la nôtre a trait, mais sans coïncidence quant au choix des villages. On pourrait y attendre des effets plutôt à l'échelle régionale.

a) *Projet de développement des eaux souterraines entre l'Onilahy et Morondava*

Projet AEP dans le milieu rural exécuté par le MIEM. Il consiste à construire des puits essentiellement busés en utilisant le crédit sectoriel affecté à la Délégation régionale. D'abord, les villageois transmettent par le biais de la collectivité à la Délégation leur souhait de disposer d'un puits, et puis une équipe technique de celle-ci qui s'occupe de la réalisation en recouvrant une partie des coûts de travaux. Des puits profonds peuvent être parfois construits par le personnel spécialisé de forage mécanique du Service de l'Eau et de l'Hydrogéologie du MIEM.

La Délégation de Toliara, organisme d'exécution, est favorisée par rapport aux autres Délégations régionales sur le plan personnel et budget, en raison de l'importance attachée à ce projet par la politique de l'Etat. La mise en oeuvre de notre Projet ne sera pas contrariée par ce projet, d'autant qu'il est prévu de mobiliser un autre personnel.

b) *Opération Alimentation en Eau dans le Sud (OAES)*

L'OAES est un établissement public à caractère industriel et commercial, placé sous l'autorité de la Présidence de la République. Elle a pour objet de coordonner toutes les interventions concernant l'eau dans le Sud. Notre Projet peut toutefois s'effectuer sans interférer les travaux de l'OAES, l'affectation du personnel et des matériels de forage étant indépendamment programmée.

c) Projet "Promotion des ouvrages eau et assainissement à faible coût en milieu rural"

Le Ministère de la Santé Publique, plus précisément son Service Assainissement et Salubrité de l'Environnement (SASE) est agence d'exécution. Lancé en 1988 avec l'aide du PNUD, ce projet consiste à construire à l'horizon 1990 1.500 forages dans des villages où se trouvent les infrastructures sanitaires. Il est actuellement interrompu après avoir réalisé seulement une soixantaine d'ouvrages (fin 1990). Dans la Zone projetée, la construction de systèmes a été également prévue mais sans voir le jour.

3.2.4 Eléments descriptifs du Projet

Le présent Projet porte sur des villages de différente taille et a pour objet la construction et la gestion d'ouvrage d'eau dont la source vient de l'eau souterraine. Il comprend les éléments suivants:

- Exploitation des eaux souterraines par forage;
- Construction des ouvrages d'eau adaptés à l'envergure et à la configuration de l'agglomération;
- Fourniture des matériels de forage et matériaux de construction;
- Mise en place d'un système de fonctionnement et d'entretien de l'ouvrage au sein de la collectivité;
- Formation du personnel technique (forage, construction et entretien) à travers toute la durée des travaux de construction.

En particulier, des efforts d'organiser un système autocentré de fonctionnement et d'entretien de l'ouvrage d'eau devront être un élément clé du fait que les ouvrages construits jusqu'à présent ont été rapidement mis hors de service et compte tenu des recommandations de la Banque Mondiale.

3.2.5 Examen du contenu de la requête

La requête concerne la construction des ouvrages d'eau dans les 50 villages prioritaires sur une centaine de villages programmés ainsi que la fourniture des matériels et matériaux nécessaires à la concrétisation du Projet. Quant aux 50 villages reportés, il relève des efforts du MIEM au terme des travaux prévus dans le cadre de la coopération japonaise. Le programme de réalisation remis par le MIEM est reproduit dans l'annexe 4 du présent rapport.

Ci-dessous, nous nous bornerons à un survol sommaire des matériels et matériaux de construction faisant objet de la requête. De toute façon, la sélection des villages ayant été effectuée sur la base des résultats de l'étude de développement, le Projet se déroulera presque en conformité avec la requête. Il a été cependant apporté un certain nombre de modifications sur la liste des matériels et matériaux (Tab.6).

Le système AEP a deux différents types:

- Type A: Système composé de pompe motorisée, de distribution gravitaire et de bassin à robinets;
- Type B: Système simple avec pompe à main.

Le choix de type a été déterminé en fonction des résultats obtenus lors de l'étude de développement. Ainsi, le type A concerne 38 villages et le type B 12 villages.

Les puits à forer sont au nombre de 25 pour le type A (profondeur totale:3.340m, 13 villages valorisant la source d'eau existante) et de 28 pour le type B (profondeur totale:1.640m, 6 puits sont existants). Le nombre des puits munis de pompe à main sera de 1 à 3 dans un village. Le diamètre fini est de 4".

Pour le type B, le diamètre fini sera soit de 4" soit de 6" selon l'ampleur de l'agglomération (population planifiée) et la condition hydrogéologique (niveau d'eau souterraine).

Le système type A (38 villages) est constitué par les composants suivants:

- Forage + pompe immergée;
- Réservoir surélevé en béton armé (il existe des réservoirs métalliques à réhabiliter);
- Abri en briques pour le groupe électrogène (moteur diesel);
- Bassins à robinets publics (2 à 22 emplacements/village, en moyenne 6 emplacements/village);
- Conduite de distribution entre le réservoir et le bassin à robinets(200 à 4.300m/village).

Tableau 6 Bilan comparatif

Frubrique	Requète	Projet	Causes de différence
Sites projetés	50 villages les plus prioritaires dans la liste de 100 villages		
Années objectif	1991 à 1992	1992 à 1993	Reportée au fait de la procédure
Population desservie	76.000 habitants	87.000 habitants (en 1996)	
Nombre des forages	Pompe à main..... 28 (profondeur totale:1.640m) Pompe motorisée.....25 (profondeur totale:3.340m)		
Ouvrages AEP	Système basé sur pompe à main.....12 villages Système basé sur pompe motorisée.....38 villages		
Foreuse	1 foreuse DTH et rotary d'une capacité de plus de 300m à diamètre 10", montée sur camion	1 foreuse DTH et rotary d'une capacité nominale de 500m	
Outils & pièces détachées	1 complet d'accessoires pour une durée de 2 ans et PD de TOP-200	Accessoires dont le montant est égal à 20% du prix de la foreuse, PD de TOP-200 et outils pour une profondeur finie de 2.000m	
Bentonite, mousse, etc.	1 complet	Quantité fonction d'une profondeur totale de 5.000m	
Compresseur	1 compresseur G.M pour le forage en mode DTH		
Tubages & crépines	1 complet de tubes métalliques ou en FRP et de crépines	CPV.....1.000m (approx.) FRP.....1.000m Métallique.....3.000m	Matières appropriées en fonction de la profondeur, du diamètre, du mode de pompage
Véhicules d'accompagnement	1 camion 10t + grue 6t 1 camion 10t + grue 3t long chás. 1 camion 4t + grue 1t 3 pick-up, 3 wagons 1 camion-citerne 7 à 8m ³ 3 motos de liaison	1 camion 10t + grue 3t long chásis 2 camions 6t + grue 3t 2 pick-up, 3 wagons 1 camion-citerne 6m ³	Le parc proposé dans le cadre de l'étude avant-projet suffira pour les activités d'une équipe de forage. Les véhicules en possession du MTEM sont disponibles pour l'autre équipe, dont les pièces de rechange sont toutefois à approvisionner..
Matériel prospection	1 logger multifonctionnel + câble 300m 1 télescope 1 jauge niveau d'eau + câble 300m 1 analyseur de qualité d'eau (pH, conductivité électrique) 1 ordinateur portatif 1 logiciel d'analyse de données (prospection géophysique, logging) 1 groupe électrogène + 1 pompe pour essai de pompage	1 logger électrique + câble 300m 1 jauge niveau d'eau + câble 200m 1 analyseur de qualité d'eau (pH, conductivité élect.) 1 groupe électrogène + 1 pompe pour essai de pompage	Les matériels indispensables à l'exécution du Projet sont seuls retenus.
Pompes à main	Nb. nécessaire de pompes locales + 10% d'imprévu	30 pompes japonaises (2 réserves comprises)	Les pompes locales nécessitent encore des perfectionnements.

Rubrique	Requête	Projet	Causes de différence
Pompes immergées & groupes élect. diesel	Nb. nécessaires de pompes et de groupes disponibles dans le marché local + réserves	14' pour puits 4" 27 pour puits 6" 40 groupes élect. diesel	Malgré l'accessibilité dans le marché local, les produits importés sont taxés et donc à prix double par rapport aux produits japonais.
Matériaux de construction	Cuvrage type pompe à main ⁽⁸⁾ ; matériaux requis aux 12 villages ⁽⁸⁾ Cuvrage type pompe motorisée; matériaux requis aux 38 villages		
Equipements pour atelier réparation et pour maintenance	1 complet		
Pièces détachées	1 complet de PD pour : compresseur, véhicules d'accompagnement, matériel prospection et pompes		

Les principaux matériels et matériaux de construction sont comme suit:

- Foreuse d'une capacité de 300m (capacité nominale: 500m), outils de forage, compresseurs... 1 complet
- Véhicules d'accompagnement (camion-citerne, camion équipé de grue, pick-up, wagon)... 1 complet
- Tubages et crépines 6"... 3.000m (2.500/500), 4"... 2.000m (1.600/400)
- Bentonite, mousse, etc... 1 complet
- Pompes immergées et groupes électrogène... 41 complets
- Pompes à main... 30 unités
- Equipements pour l'atelier de réparation... 1 complet
- Logger électrique, instruments d'essai de pompage... 1 complet
- Pièces détachées pour les matériels ci-dessus... 1 complet
- Pièces détachées pour les foreuse et véhicules d'accompagnement existants... 1 complet

3.2.6 Nécessité de l'assistance technique

Le niveau technique du MIEM en matière de réalisation et de gestion de l'ouvrage AEP basé principalement sur l'eau souterraine n'est pas nécessairement satisfaisant et devra être renforcé de préférence par l'assistance technique des experts étrangers. En particulier, il serait souhaitable de faire appel, en temps utile, à la coopération japonaise de jeunes volontaires afin d'améliorer la faculté des villageois bénéficiaires en auto-gestion des ouvrages réalisés. Toutefois, ce problème d'ordre technique sera moins sérieux lorsque le CNEA réagit et qu'on procède au transfert technologique comme prévu dans le cadre du présent Projet. En dernier ressort, l'assistance technique n'est pas une priorité de l'heure.

3.2.7 Principes de base pour la coopération

Dans les observations ci-dessus, nous avons pu affirmer les effets et la possibilité de réalisation du Projet dont la mise en oeuvre satisfait aux conditions requises pour la coopération financière non remboursable du Japon. Quant à la partie malgache, sa faculté ainsi que sa volonté de participer au Projet sont positives. L'impact que le Projet donnera au programme d'actions AEP pour le milieu rural du pays est inestimable.

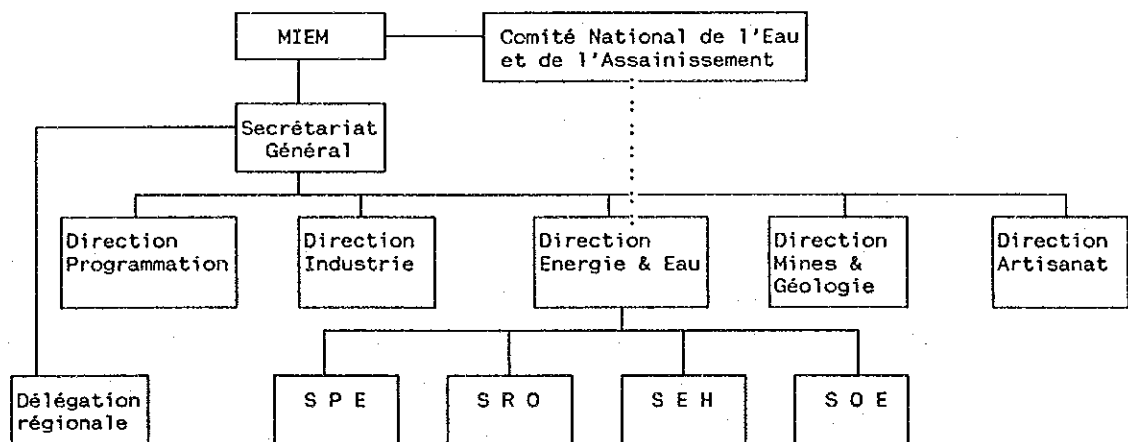
3.3 Description du Projet

3.3.1 Organisme d'exécution et structure opérationnelle

La Direction de l'Energie et de l'Eau (DEE) au Ministère de l'Industrie, de l'Energie et des Mines (MIEM) sera chargée d'exécuter le Projet.

La figure 3 ci-après montre l'organigramme du MIEM. Le Service Eau et Hydrogéologie (SEH) est directement lié à la mise en oeuvre du Projet, appuyé par la Délégation Régionale de Toliara qui est placée sous la tutelle du Secrétariat Général.

Figure 3 Organigramme du MIEM



SPE: Service de la Planification Energétique
SRO: Service des Ressources et Opportunités
SOE: Service des Opérations Energétiques
SEH: Service de l'Eau et de l'Hydrogéologie

Pendant la durée du Projet, le chef du SEH au poste actuel sera affecté au site du Projet de Tollara et assumera en tant que manager général toute la coordination des différentes activités avec ses hommes.

Quant au personnel de la Délégation Régionale, on prévoit son engagement dans le Projet dès la phase des travaux de construction. C'est lui qui sera appelé à la gestion des ouvrages réalisés.

En tous cas, l'ensemble des activités d'exécution et de gestion des ouvrages réalisés sont effectuées sous la responsabilité du Directeur de la DEE. Il rendra également compte régulier au CNEA du déroulement et de la situation du Projet. Dans le cadre du Projet, le CNEA fournira des conseils en assurant le suivi du Projet.

La création d'un comité de l'eau est prévue au sein de chacune des communautés bénéficiaires pour permettre une autogestion de l'ouvrage avec la participation de l'ensemble des villageois. Le comité villageois est assisté en permanence par la Délégation Régionale du MIEM sur le plan de la gestion. Cette dernière fera une tournée périodique afin de résoudre d'éventuels problèmes d'ordre technique et de transmettre des savoir-faire en matière de gestion.

Le parc des machines de forage du MIEM est composé par 3 foreuses (200m x 2 et 100m x 1), fournies dans le cadre de la coopération financière non remboursable du Japon à l'occasion des projets AEP en milieu rural et de l'étude de développement pour la région du Sud-Ouest. Avec leur excellent état, elles participent aux forages des programmes AEP rurale. Pour la réalisation du présent Projet, on procédera à la remise à neuf d'une foreuse TOP-200 qui sera utilisée avec une nouvelle machine de capacité de 500 m.

Le parc des foreuses du MIEM se présente comme suit:

- TOP-200 (montée sur camion), fournie en 1981 pour le projet de développement d'eau dans le Sud;
- SM-200 (montée sur camion), fournie en 1988 pour le projet d'exploitation des eaux souterraines dans le Nord-Ouest;
- FSW-5T-S19 (montée sur remorque), fournie en 1990 pour l'étude d'exploitation des eaux souterraines dans le Sud-Ouest.

3.3.2 Programme d'opération

Le présent Projet intéresse une centaine de villages de la région Sud-Ouest du pays, où les besoins en eau sont les plus pressants. Les villages candidats ont été sélectionnés parmi les 200 communautés (y compris les petites agglomérations avec une dimension démographique de moins de 30 personnes) situées dans une zone d'une superficie d'environ 31.250km², étendue entre les deux principaux fleuves, le Mangoky et l'Onilahy.

Le Projet prévoit la construction d'un ouvrage d'eau dont la conception tient compte de la grandeur, de la configuration et des conditions économiques de chaque village.

Parmi les villages retenus dans la liste, au nombre de 100 au total, les 50 premiers feront l'objet de la coopération financière non remboursable du Japon, alors que les 50 autres qui restent seront à aménager par le MIEM lui-même dont le personnel devra être formé, durant la première moitié du Projet, à travers le transfert technologique, en particulier en matière d'exploitation des eaux souterraines (techniques de forage).

Le Projet, agréé par le CNEA, s'inscrit dans le Plan national de développement de Madagascar. Le parti général du Projet est déterminé en tenant compte du Plan directeur de Madagascar et des résultats qu'on a obtenus au terme de l'étude de développement:

- Débit objectif: 20 litres/pers./jour;
- Population à desservir: Estimée sur la base d'un taux annuel de croissance démographique de 2,8%, la population planifiée est celle en 1996;
- Localité de la source d'eau: Le puits avec pompe à main ou le bassin à robinets est situé dans un rayon accessible en 15 min. à pied;
- Sélection du type d'ouvrage: L'envergure de l'agglomération, la volonté et la faculté des bénéficiaires en matière de fonctionnement et entretien de l'ouvrage réalisé ainsi que les conditions hydrogéologiques constituent autant des éléments à prendre en considération lors de la sélection.

3.3.3 Localisation et situation actuelle de la Zone projetée

De la ville de Toliara, située à l'extrême Sud-Ouest de la Zone projetée et distante d'environ 1.000 km de la capitale Antananarivo, part la route nationale N°7. La Zone comprend trois principaux axes routiers: la RN N°7 traversant la région Sud du pays selon la direction ENE-OSO, la RN N°9 partant de la ville de Toliara pour monter vers le Nord jusqu'à la bouche du Mangoky et une route régionale qui se sépare de la RN N°7 et qui monte vers le Nord. Les 50 villages inscrits dans le Projet de coopération japonaise sont implantés pour la plupart le long ou à proximité de ces principaux axes dont 30 sur la RN N°9, 13 sur la RN N°7 et 7 sur la route régionale (voir la carte de localisation des villages candidats).

Le réseau de télécommunications et celui d'électricité ne sont pas suffisamment développés. Des centraux automatiques assurent une liaison inter-urbaine entre Toliara et Antananarivo, mais il n'existe aucun moyen de communication téléphonique entre Toliara et les chefs-lieux de province. Quant à l'alimentation en énergie électrique, elle est assurée dans la ville de Toliara et partiellement à Sakaraha. L'électricité y est produite par des groupes électrogènes à diesel. Les villages ne sont point desservis.

3.3.4 Description des ouvrages et des matériels

Les ouvrages d'eau ainsi que les matériels ont été déterminés par concertation avec l'autorité malgache et par analyse comparative:

Ouvrages d'eau:

Système avec pompe motorisée.... 38 villages
Système avec pompe à main..... 12 villages
(voir les tableaux 7-1 à 7-3)

Tableau 7. Récapitulation des ouvrages d'eau projetés : (1) Puits 6" + pompage motorisé

No.	Villages	Ordre de priorité	Population en 1990	Population en 1996	Débit objectif (m ³ /jour)	Spéc. du puits		Pompe immergée		Groupe élec.		Capacité réservoir (m ³)	Nombre de bassins
						dia. x prof. (niv. s/d)	Q'té. <small>Heuf Ex.</small>	débit x course	Q'té	Puissance (KVA)	Q'té		
5	Ambalamoa	Bb	1.000	1.177	24.0	φ 6" x 150.0 m (20.00 m/ 30.00 m)	1	67 l/min x 36 m	1	12.5	1	10	3
6	Tsianihy	Bb	1.389	1.635	33.0	φ 6" x 150.0 m (20.00 m/ 30.00 m)	1	92 l/min x 36 m	1	12.5	1	15	5
7	Namatoa	Bb	750	883	18.0	φ 6" x 150.0 m (20.00 m/ 30.00 m)	1	50 l/min x 36 m	1	12.5	1	10	3
8	Mangolovolo	Aa	1.500	1.766	36.0	φ 6" x 30.0 m (5.00 m/ 10.00 m)	1	100 l/min x 16 m	1	12.5	1	15	5
11	Andranomanintsy	Ab	1.400	1.648	33.0	φ 6" x 200.0 m (30.00 m/ 40.00 m)	1	92 l/min x 46 m	1	17.0	1	15	5
14	Antsakoabe	Ab	800	942	19.0	φ 6" x 200.0 m (30.00 m/ 40.00 m)	1	53 l/min x 46 m	1	17.0	1	10	3
16	Ambiky	Bb	1.360	1.601	32.0	φ 6" x 200.0 m (25.00 m/ 35.00 m)	1	89 l/min x 41 m	1	10.0	1	15	4
34	Tandrano	Ab	3.500	4.121	83.0	φ 6" x 150.0 m (25.56 m/ 32.76 m)	1	231 l/min x 39 m	1	17.0	1	30	11
35	Ampandramitsetaky	Ab	800	942	19.0	φ 6" x 150.0 m (25.00 m/ 33.00 m)	1	53 l/min x 39 m	1	17.0	1	10	3
46	Berenty-Betsileo	Aa	2.340	2.755	56.0	φ 6" x 30.0 m (3.00 m/ 10.00 m)	1	156 l/min x 16 m	1	12.5	1	30	7
47	Ankilyvaokely	Ab	1.230	1.448	29.0	φ 6" x 200.0 m (20.00 m/ 40.00 m)	1	81 l/min x 46 m	1	12.5	1	10	4
48	Tanandava-Antaifasy	Aa	2.010	2.367	48.0	φ 6" x 100.0 m (15.00 m/ 25.00 m)	1	134 l/min x 31 m	1	12.5	1	15	6
63	Manombo-Atm	Aa	3.000	3.532	71.0	φ 6" x 27.0 m (4.53 m/ 5.53 m)	1	198 l/min x 12 m	1	5.5	1	30	9
68	Benetsy	Aa	2.000	2.355	48.0	φ 6" x 72.0 m (13.51 m/ 17.30 m)	1	134 l/min x 24 m	1	12.5	1	15	6
77	Andranovory	Aa	1.524	1.794	36.0	φ 6" x 150.0 m (115.00 m/125.00 m)	1	100 l/min x 131 m	1	37.0	1	15	5
78	Befoly	Ab	864	1.017	21.0	φ 6" x 250.0 m (178.56 m/185.00 m)	1	59 l/min x 191 m	1	55.0	1	10	3
79	Ankororoka	Ca	400	471	10.0	φ 6" x 250.0 m (210.00 m/215.00 m)	1	28 l/min x 221 m	1	55.0	1	10	2
92	Mahaboboka	Aa	2.000	2.355	48.0	φ 6" x 30.0 m (5.00 m/ 10.00 m)	1	134 l/min x 16 m	1	12.5	1	15	6
94	Andamasiny-Vineta	Bb	550	648	13.0	φ 6" x 150.0 m (20.00 m/ 30.00 m)	1	37 l/min x 36 m	1	10.0	1	10	2
96	Analamary	Ab	1.000	1.177	24.0	φ 6" x 204.0 m (35.00 m/ 43.62 m)	1	67 l/min x 50 m	1	17.0	1	10	3
a	Befandriana	Aa	3.000	3.532	71.0	φ 6" x 53.0 m (12.30 m/ 13.28 m)	1	198 l/min x 20 m	1	12.5	1	-	10
b	Betsioky Nord	Aa	2.000	2.355	48.0	φ 6" x 150.0 m (60.00 m/ 80.00 m)	1	134 l/min x 86 m	1	37.0	1	15	6
c	Andranohinaly	Aa	1.800	2.119	43.0	φ 6" x 250.0 m (207.00 m/220.00 m)	1	120 l/min x 226 m	1	55.0	1	15	6
d	Sakaraha	Aa	3.935	4.633	93.0	φ 6" x 100.0 m (12.00 m/ 20.00 m)	1	153 l/min x 25 m	1	12.5	1	-	9
e	Ankazoabo	Aa	3.000	3.532	71.0	φ 6" x 100.0 m (10.66 m/ 21.60 m)	1	100 l/min x 28 m	1	10.0	1	-	13
						φ 6" x 100.0 m (27.50 m/ 38.00 m)	1	198 l/min x 44 m	1	12.5	1	-	12

Tableau 7. Récapitulation des ouvrages d'eau projetés (2) Puits 4" + pompage motorisé

No	Villages	Ordre de priorité	Population en 1990 (pers.)	Population en 1996 (pers.)	Débit objectif (m ³ /jour)	Spéc. du puits		Pompe immergée		Groupe élec.		Capacité réservoir (m ³)	Nombre de bassins
						dia. x prof. (niv. s/d)	Q'té	Débit x course	Q'té	Puissance (KVA)	Q'té		
52	Soahazo	Aa	2.837	3.340	57.0	φ4" x 76.0 m (36.70 m/ 38.60 m)	1	187 l/min x 45 m	1	17.0	1	30	9
54	Belitsaka	Aa	1.315	1.548	31.0	φ4" x 66.0 m (12.78 m/ 33.00 m)	1	87 l/min x 39 m	1	17.0	1	15	4
55	Ampasikibo	Aa	2.000	2.355	48.0	φ4" x 50.0 m (9.16 m/ 15.12 m)	1	134 l/min x 22 m	1	12.5	1	30	6
56	Manaboha	Aa	1.505	1.772	36.0	φ4" x 83.0 m (16.50 m/ 34.00 m)	1	100 l/min x 40 m	1	17.0	1	30	5
59	Ampihamy	Ba	1.468	1.729	35.0	φ4" x 53.0 m (8.30 m/ 15.33 m)	1	98 l/min x 22 m	1	12.5	1	30	5
61	Beroroa	Ab	2.270	2.673	54.0	φ4" x 50.0 m (15.00 m/ 25.00 m)	1	150 l/min x 31 m	1	12.5	1	30	7
62	Antsamarify	Bb	1.200	1.413	29.0	φ4" x 50.0 m (15.00 m/ 20.00 m)	1	81 l/min x 26 m	1	12.5	1	15	4
65	Ankaraobato	Ba	1.850	2.178	44.0	φ4" x 75.0 m (3.40 m/ 6.40 m)	1	123 l/min x 13 m	1	5.5	1	15	6
81	Manoroa	Bb	1.000	1.177	24.0	φ4" x 58.0 m (5.25 m/ 5.25 m)	1	67 l/min x 12 m	1	5.5	1	10	3
83	Andranolava	Ab	1.500	1.766	35.0	φ4" x 100.0 m (20.00 m/ 27.00 m)	1	100 l/min x 33 m	1	17.0	1	15	5
86	Besakoà(2)	Bb	1.200	1.413	29.0	φ4" x 100.0 m (20.00 m/ 26.00 m)	1	81 l/min x 32 m	1	17.0	1	15	4
98	Bereketa	Bb	500	589	12.0	φ4" x 50.0 m (5.00 m/ 10.00 m)	1	34 l/min x 16 m	1	10.0	1	10	2
101	Ankilimalinika	Aa	3.845	4.527	91.0	φ4" x 66.0 m (14.35 m/ 17.70 m)	1	253 l/min x 24 m	1	17.0	1	40	12

Tableau 7. Récapitulation des ouvrages d'eau projetés (3) Puits 4" + pompage manuel

No.	Villages	Ordre de priorité	Population en 1990 (pers.)	Population en 1996 (pers.)	Débit objectif (m ³ /jour)	Débit act. (m ³ /jour)	Débit requis (m ³ /jour)	Spéc. du puits		Pompe manuelle		
								dia. x prof. (niv. s/d)	Q'té	Neuf	Ex.	Q'té
22	Manoy	Aa	540	536	13.0	4.0 (P)	9.0	φ 4" × 40.0 m (8.50 m/ 9.50 m)	1	2	20 l/min × 10 m	2
23	Ampoza	Bb	700	824	17.0	4.0 (P)	13.0	φ 4" × 50.0 m (5.50 m/ 6.20 m)	1	2	20 l/min × 7 m	2
25	Sihanaka	Ab	700	824	17.0	4.0 (P)	13.0	φ 4" × 40.0 m (5.00 m/ 6.50 m)	1	2	20 l/min × 7 m	2
29	Mangotroka	Ab	600	706	15.0	4.0 (P)	11.0	φ 4" × 40.0 m (3.50 m/ 3.80 m)	1	2	20 l/min × 4 m	2
40	Tanandava	Ba	400	471	10.0	—	10.0	φ 4" × 100.0 m (20.00 m/ 25.00 m)		2	20 l/min × 25 m	2
53	Analamisampy	Aa	756	890	18.0	7.0 (P)	11.0	φ 4" × 71.0 m (13.11 m/ 18.60 m)	1	2	20 l/min × 19 m	2
57	Antseva	Bb	800	942	19.0	—	19.0	φ 4" × 70.0 m (15.00 m/ 20.00 m)		3	20 l/min × 20 m	3
58	Ankatrakatra	Ab	460	542	11.0	—	11.0	φ 4" × 70.0 m (10.00 m/ 15.00 m)		2	20 l/min × 15 m	2
60	Ambondro	Ba	1,000	1,177	24.0	—	24.0	φ 4" × 50.0 m (10.00 m/ 15.00 m)		3	20 l/min × 15 m	3
64	Antandroka	Ca	700	824	17.0	—	17.0	φ 4" × 50.0 m (15.00 m/ 20.00 m)		3	20 l/min × 20 m	3
67	Tsefanoka	Bb	380	1,036	21.0	—	21.0	φ 4" × 45.0 m (25.50 m/ 26.00 m)	1	2	20 l/min × 26 m	3
88	Maninday	Bb	700	824	17.0	—	17.0	φ 4" × 70.0 m (16.50 m/ 17.00 m)		3	20 l/min × 17 m	3

Matériels et matériaux de construction:

Foreuse, montée sur camion, capacité de forage: 300 m à diamètre de 10", pompe à boue équipée... 1
Compresseur pour forage DTH... 1
Bentonite, mousse, etc... 1 complet
Tubages et crépines... pour 53 puits d'une profondeur totale de 500 m
Véhicules d'accompagnement
 Camion avec grue... 2
 Camion-citerne.....1
 Pick-up.....2
 Wagon.....3
Pièces détachées de foreuse, de compresseur et de véhicules ... 1 complet
Pièces détachées destinées à la foreuse du MIEM... 1 complet
Outils pour atelier de réparation... 1 complet
Appareils de communication... 1 complet

Instruments de prospection hydrogéologique:

Logger électrique... 1 complet
Pompe, groupe électrogène et jauge de niveau d'eau pour essai de pompage... 1 complet
Analyseur de qualité d'eau... 1 complet

Matériaux de construction d'ouvrages d'eau:

Pompe à main... 30 unités
Béton armé pour fondation de la pompe à main... pour 28 emplacements
Pompe immergée et groupe électrogène à diesel... 41 complets
Conduite de distribution... 1 complet
Matériaux pour abri de groupe électrogène, réservoir et bassin à robinets... 1 complet

3.3.5 Plan d'entretien et de gestion

Les ouvrages d'eau une fois construits sont confiés au comité de l'eau, mis place au sein de chaque village, et à la Délégation régionale de Toliara qui assurent en collaboration l'entretien et la gestion. Leurs attributions respectives sont définies comme suit:

Comité de l'eau au village

Les membres du comité (président, comptable, opérateur de pompe, etc.: effectif total de 3 à 5 personnes) sont élus parmi les habitants intéressés. Le fonds d'exploitation alimenté par les familles couvre les coûts de fonctionnement et d'entretien. Le montant de contribution est de 500 à 1.000 FMG/mois/famille. Pour les villages qui ne disposent qu'un système basé sur la pompe à main, les cotisations sont régulièrement recouvrées (50 à 100 FMG/mois/famille) et affectées à l'approvisionnement en pièces détachées et à d'éventuelles réparations de la pompe.

L'idée de mettre en place un comité de l'eau et de demander aux bénéficiaires la contribution pour supporter le coût de fonctionnement n'est pas du tout récente. En effet, ce mode d'exploitation a déjà existé dans les villages où il a été implanté un équipement d'alimentation en eau à intérêt public, mais sans aboutir à des résultats satisfaisants. Le problème résidait dans un faible taux de recouvrement des cotisations. Nous avons reconnu, au travers de l'étude de développement, que les bénéficiaires, jamais intégrés dans un projet, ne sont pas bien motivés dans leur engagement. Ce fait nous a amené à faire des enquêtes auprès d'un certain nombre d'échantillons de famille afin d'évaluer non seulement les besoins en eau mais aussi la volonté et la solvabilité des utilisateurs et à appeler la population à la participation pour qu'elle puisse assurer elle-même des prestations de service lors des travaux de construction.

Dans les 50 villages finalement retenus pour le présent Projet, les habitants montrent une détermination de participer au Projet et une solvabilité relativement élevée. Rien n'illustre mieux leur volonté que les faits observés à Tranokaky et aux 6 autres villages où il a été mis en place un système complet de distribution d'eau ou des pompes à main: 80% des bénéficiaires participent aux cotisations et ils ont construit à leur charge la clôture et un poste de gardien pour protéger l'ouvrage. Ceci nous laisse optimistes en ce qui concerne les efforts autocentrés d'entretien et de gestion de l'ouvrage d'eau.

Délégation régionale du MIEM à Toliara

Soumise à la tutelle du Secrétariat Général du MIEM, la Délégation s'occupe des secteurs Eau, Artisanat et Mines. Quant au secteur Eau, il est évident que l'effectif et le moyen financier dont elle dispose à l'heure actuelle sont loin d'assurer toutes ses tâches relatives à l'entretien et à la gestion des ouvrages réalisés. Partant de ce constat, le MIEM a l'intention d'y affecter un personnel technique du SEH et de préparer, indépendamment du budget propre à la Délégation, un fonds particulier qui sera géré par le manager du projet. Ce dernier assumera toute coordination des activités de gestion. Le personnel technique d'entretien sera ainsi soumis à ses ordres. Les principales interventions de la Délégation sont les suivantes:

- Visite périodique sur les ouvrages;
- Mobilisation des populations rurales pour l'entretien et la gestion de l'ouvrage;
- Travaux de réparation (mise à la disposition des matériaux et des techniciens, la prestation des services relevant des bénéficiaires).

3.4 Assistance technique

Comme on en a fait mention à l'article 3.2.6, la modalité d'assistance technique apte aux besoins spécifiques du site devra être étudiée surtout pour la gestion de l'ouvrage. On peut quand même s'attendre à l'initiative efficace du CNEA et à des conséquences du transfert technologique qui sera entrepris au cours de l'exécution du Projet. Ce problème ne demande donc pas une solution immédiate.

Chapitre 4. PLAN DE BASE

Chapitre 4: *PLAN DE BASE*

4.1 *Parti général*

En aval du Plan de développement AEP en milieu rural de Madagascar, dont la réalisation est confiée principalement au MIEM, le présent Projet vise à construire des ouvrages d'alimentation en eau dans la région Sud-Ouest où les besoins en eau sont considérés comme une priorité de l'heure. Les ressources à exploiter sont les eaux souterraines disponibles.

Par ailleurs, le Projet s'offre à être une opération modèle pour la promotion dudit Plan. Il est aussi appelé à mettre en revue la structure, les crédits ainsi que les systèmes et modes d'exploitation des ouvrages d'eau de l'entité d'exécution.

De ce fait, on pourrait même dire que le succès ou non du présent Projet constituera un facteur-clé de la stratégie du secteur AEP en milieu rural.

Les principes pour le plan de base tiennent donc compte de ces considérations et tentent de s'adapter au système en vigueur de coopération financière non remboursable du Japon.

- Le Projet consiste à développer des eaux souterraines par forage et à réaliser des ouvrages d'alimentation d'eau afin d'assurer un approvisionnement stable en eau de qualité. Il concerne 50 villages situés dans une zone comprise entre les fleuves Onilahy et Mangoky. La durée de réalisation du Projet est étalée sur 2 ans, de 1992 à 1993;
- Deux principaux types d'ouvrage à réaliser sont: le premier est constitué d'un forage équipé d'une pompe à main (1 à 3 points d'eau selon l'importance démographique), alors que le deuxième se présente plus sophistiqué avec les différentes installations de pompage motorisé, de distribution gravitaire et de bassin à robinets publics (en fonction de la population et de la configuration de l'agglomération);
- Le type d'ouvrage sera déterminé en tenant compte des éléments mis en évidence par la précédente étude de développement, à savoir ampleur et configuration du village, potentiel des eaux souterraines et capacité d'exploitation des villageois bénéficiaires;
- Les performances de l'ouvrage d'eau se conforment en principe aux normes de concept malgache, soit 20 litres par personne et par jour;
- En ce qui concerne les travaux de construction, on réalisera pour le puits avec pompe à main la fondation et la mise en place de la pompe dès la fin du forage, alors que pour le puits avec pompe motorisée la construction d'équipements de surface sera reportée jusqu'à l'achèvement d'un essai de pompage afin de vérifier le débit exploitable;

- L'ordre d'exécution des travaux est déterminé selon la viabilité opérationnelle et la rentabilité des travaux ainsi que la priorité de chacun des villages;

- Quant à l'engin de forage, compte tenu des conditions hydrogéologiques du site, il devra être en mesure de forer une profondeur supérieure à 300 m à diamètre approximatif de 10 pouces;

- Les travaux de forage se déroulent avec deux équipes: la première travaille avec une foreuse existante du MIEM pour des forages dont la profondeur est limitée à 150 m, et la deuxième, disposant d'une nouvelle foreuse, effectue des forages plus profonds de 150 m;

- Le maximum des matériaux de construction est à acquérir dans le marché local. L'étude menée sur place a montré qu'une partie des conduites de distribution et l'ensemble des matériaux de construction pour les réservoirs d'eau et pour les abris de groupe électrogène sont disponibles dans le marché malgache. Pour les pompes motorisées et groupes électrogènes, ils y sont également disponibles, mais étant tous importés, ils coûtent beaucoup plus chers que les produits japonais. On envisage donc l'approvisionnement de ces matériels dans le marché japonais. Quant aux pompes manuelles, on peut certes procurer des pompes de fabrication locale à prix raisonnable, mais elles présentent des problèmes de performance. Il a été par conséquent décidé, avec l'accord de l'autorité malgache, de ne pas avoir recours à ces pompes au moins dans le cadre de la coopération japonaise.

- Pour un bon déroulement des travaux, on confie à plusieurs entreprises locales une partie des travaux. Dans le domaine de construction d'ouvrages d'eau, il existe en effet à Antananarivo (mais pas à Toliara) 5 ou 6 sous-traitants possédant les techniques de niveau requis. Par contre, aucune entreprise malgache ne pouvant effectuer les travaux de forage, il n'y aura pas de participation de sous-traitants locaux dans ce domaine;

- Pour permettre sur le chantier dans un délai relativement court le transfert de techniques de forage et de construction et pour optimiser le déroulement des travaux sous le contrôle d'un ingénieur-conseil, on mettra en cause les compétences professionnelles des entreprises souhaitant de participer au Projet et les programmes du personnel qu'elles proposent. Ce point est particulièrement important, lorsque le MIEM devra plus tard intervenir lui seul pour les 50 autres villages qui restent.

4.2 Analyse des critères de planification

4.2.1 Besoins à satisfaire: débit et population

Dans la situation actuelle, la consommation en eau peut varier de 5 à 30 l/personne/jour selon l'emplacement du point d'eau et la saison (la consommation peut être réduite à 50% en temps sec par rapport au temps humide). Pour le présent Projet, on a adopté la norme malgache définissant les besoins à satisfaire en milieu rural, soit 20 l/personne/jour, exception faite d'un certain nombre de villages pour lesquels une valeur minimale de la recommandation de l'OMS (15 l/personne/jour) a été prise en raison de la disponibilité limitée des eaux souterraines. La population planifiée est celle de 1996 (population actuelle x 1,18 avec un rythme de croissance démographique de 2,76%).

L'ouvrage d'alimentation en eau se propose en 2 différents types: la source d'eau ponctuelle avec une pompe manuelle et le système plus complet constitué d'une pompe motorisée et d'un réseau de distribution. La quantité d'eau disponible sera donc mise au point selon le type d'ouvrage qu'on choisit pour un village donné. Elle sera définie en fonction du débit de pompage pour le type "pompe à main" (10 m³/jour par puits) et de la productivité du puits (débit spécifique ou débit de pompage critique) pour le type "pompe motorisée".

Le débit à assurer pour le type pompe à main est calculé comme suit:

$$15 \text{ à } 20 \text{ l/min.} \times 60 \text{ min.} \times 11 \text{ hr. /jour} \times 0,85 = 8.400 \text{ à } 11.200 \text{ l/jour}$$

Dans la formule ci-dessus, à supposer que la capacité standard de pompage soit de 15 à 20 l/min. (course d'aspiration: 10 à 40 m) et que la pompe fonctionne pour une durée continue de 11 heures par jour avec un coefficient de travail de 0,85.

En conséquence, un ouvrage constitué d'une pompe manuelle peut répondre au moins aux besoins de 420 à 560 personnes (8.400 à 11.200/20 = 420 à 560). Il faut ainsi prévoir un puits pour un village de moins de 500 habitants et deux puits pour celui dont la population est comprise entre 600 et 1.100 habitants.

Quant au deuxième type d'ouvrage (pompe motorisée), il conviendra de construire un seul puits par village et d'y mettre en place une pompe dont les performances peuvent satisfaire aux besoins de toute population, sur la base de la consommation étalon de 20 l/personne/jour. La capacité de la pompe et du réservoir surélevé, le nombre des robinets publics ainsi que la longueur totale de la conduite de distribution sont à déterminer en fonction de la population à desservir et de la configuration de l'agglomération.

La durée de fonctionnement d'une pompe est conçue à 6 heures par jour.

4.2.2 *Sélection du type d'ouvrage d'eau*

Les éléments suivants seront pris en considération lorsqu'on a à choisir un type d'ouvrage parmi un panel de 2 différents types:

a) Critères du choix de l'ouvrage type "pompe à main"

a-1 La course d'aspiration d'une pompe étant limitée à 50 m au maximum, les eaux souterraines doivent être présentes dans une profondeur inférieure à 40 m environ (niveau statique de pompage: 45m);

a-2 Le choix porte obligatoirement sur la pompe à main lorsqu'il s'agit des zones où la capacité de la nappe aquifère est limitée (faible disponibilité de ressources en eau souterraine);

a-3 Un système plutôt simplifié avec pompe à main est recommandé aux villages où la population n'est pas nombreuse et qu'elle ne peut supporter le coût de maintenance pour un ouvrage équipé d'une pompe motorisée;

a-4 Les villages géographiquement handicapés ayant des difficultés d'approvisionnement en carburant et en lubrifiant pour la pompe motorisée devront également compter sur un système simple;

a-5 Plusieurs puits avec pompe à main peuvent offrir un choix plus économique pour les villages où la population est importante mais la densité démographique n'est pas autant élevée.

b) Critères du choix de l'ouvrage type "pompe motorisée"

b-1 Ce choix intéresse les villages dont la population est importante et qui peuvent s'assigner une gestion autocentrée pour l'ouvrage;

b-2 Le pompage motorisé s'impose pour le captage des eaux souterraines dont le niveau statique est situé à une profondeur supérieure à 50 m;

b-3 L'adoption de ce type d'ouvrage est souhaitable aux zones hautement potentielles en ressources en eau souterraine (débit de pompage critique dépassant 30 l/min.);

b-4 Pour les villages fortement agglomérés, le coût de construction d'un système motorisé est plus économique que celui d'un système simplifié, le dernier nécessitant plusieurs puits munis de pompe à main dans une agglomération.

4.3 Plan de base

4.3.1 Types standard d'ouvrage d'eau

Le type d'ouvrage approprié est sélectionné, tel qu'on a décrit plus haut, en fonction de l'importance démographique du village, du potentiel de développement des eaux souterraines et de la compétence de gestion de l'ouvrage des villageois. Les types proposés dans le Projet sont les suivants:

Type A: Système composé de pompe motorisés et de distribution gravitaire

Ce système s'adapte principalement aux 38 villages. Ces communautés sont caractérisées par leur nombre d'habitants important et par le potentiel plutôt élevé de développement des eaux souterraines. Ils n'ont d'ailleurs pas de contraintes majeures en ce qui concerne l'exploitation du système. Les figures 4, 5 et 6 représentent des plans standard de l'ouvrage type A et la figure 7 donne un récapitulatif des ouvrages à réaliser:

- Forage + pompe immergée; diamètre fini 4" et 6"
- Abri en briques pour le groupe électrogène à diesel
- Réservoir surélevé en béton armé; garde-sol du fonds du réservoir 1,5 à 2,5 m; capacité de stockage 10 à 30 m³
- Conduite de distribution entre le réservoir et le bassin à robinets publics (avec branchements); longueur totale 30 à 4.700 m; diamètre de la conduite (max.) 3" à 2" (à l'extrémité 1")
- Bassin à 2 robinets publics; 2 à 22 emplacements par village. (22 pour Sakaraha, mais 2 à 14 pour les autres villages)

Type B: Système simple avec pompe à main

12 villages sont concernés par ce système. Dans ces villages, le potentiel d'exploitation des ressources s'avère relativement faible ou les habitations sont implantées en cluster. Pour le dernier cas, plusieurs puits seront construits à raison d'un puits pour 400 à 500 habitants, un village possèdera ainsi 1 à 3 puits.

4.3.2 Structure de base du puits

La source d'eau vient du puits foré pour les 50 villages projetés.

Les puits forés sont construits avec un diamètre fini de 4" ou 6". Les critères de définition du diamètre sont les suivants:

Puits de diamètre 4":

- Tous les puits aménagés avec pompe à main;
- Puits équipés de pompe motorisée, mais les besoins sont relativement faibles ou le niveau statique de l'eau souterraine est assez haut pour permettre un puisage à l'aide d'une pompe de petit diamètre.

Puits de diamètre 6":

- Pour les villages dont la demande en eau est importante;
- Les besoins sont peu significatifs, mais le niveau de l'eau étant bas, un rendement de pompage satisfaisant ne peut être obtenu qu'avec une pompe de grand diamètre.

La structure du puits est représentée dans les figures 4-1 et 4-2. Elle est conçue, avant tout, de façon à optimiser la durée de vie et le rendement de pompage.

- La crépine sera positionnée en conformité avec la profondeur de la nappe aquifère de qualité;
- On prévoit un espace intermédiaire de plus de 1,5" entre le tubage et la crépine. Du gravier est employé pour encombrer le vide entre le tubage et le mur du trou (par conséquent, le diamètre à forer sera supérieur à 7" pour une finition de 4" et à 8,5" pour une finition de 6");
- Le mode de forage "Open hole" est adopté afin de faciliter l'encaissement par gravier;
- Les contours du tubage seront cimentés, jusqu'à plus de 3 m de profondeur, pour empêcher la pénétration d'eaux usées de surface.

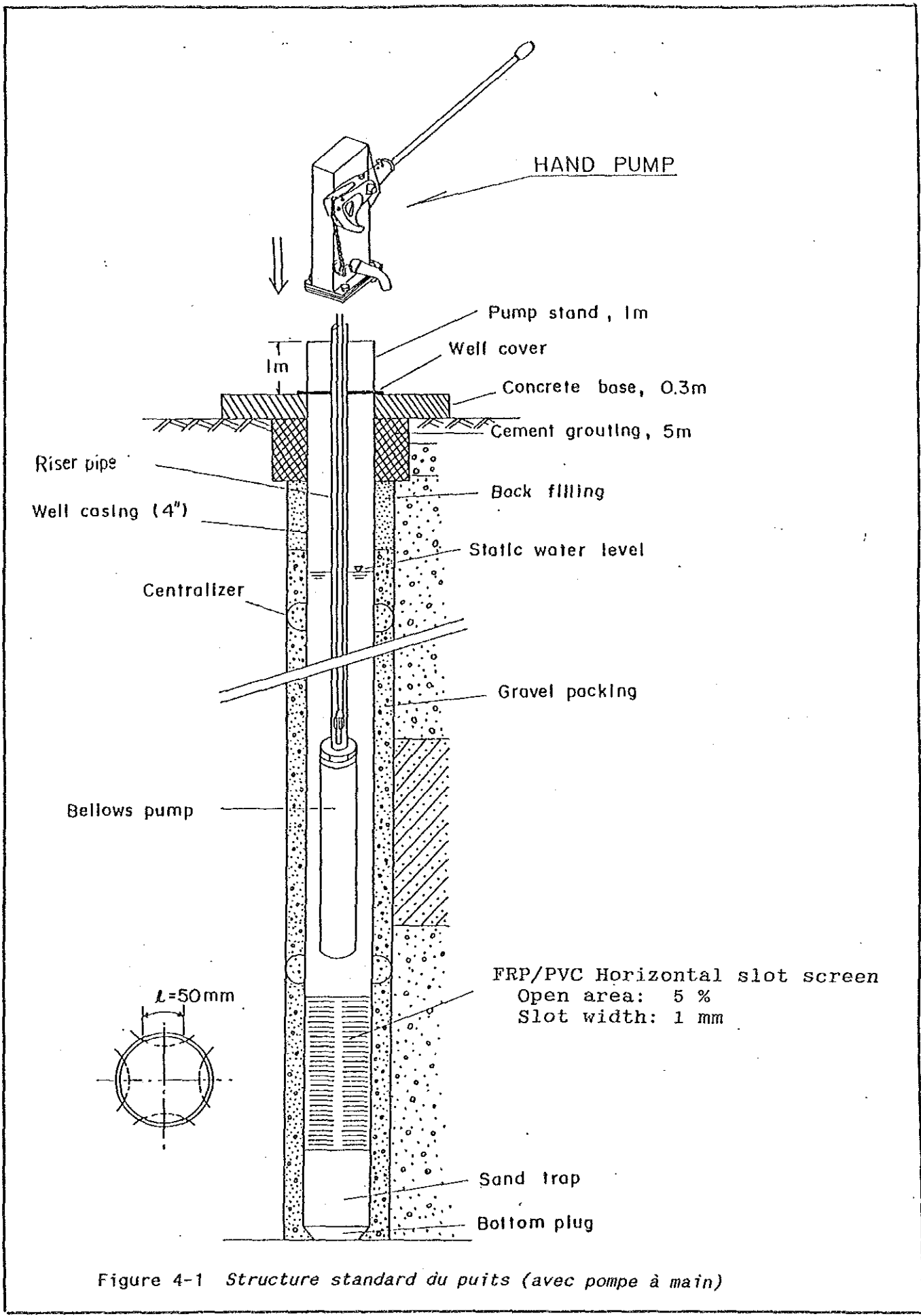


Figure 4-1 Structure standard du puits (avec pompe à main)

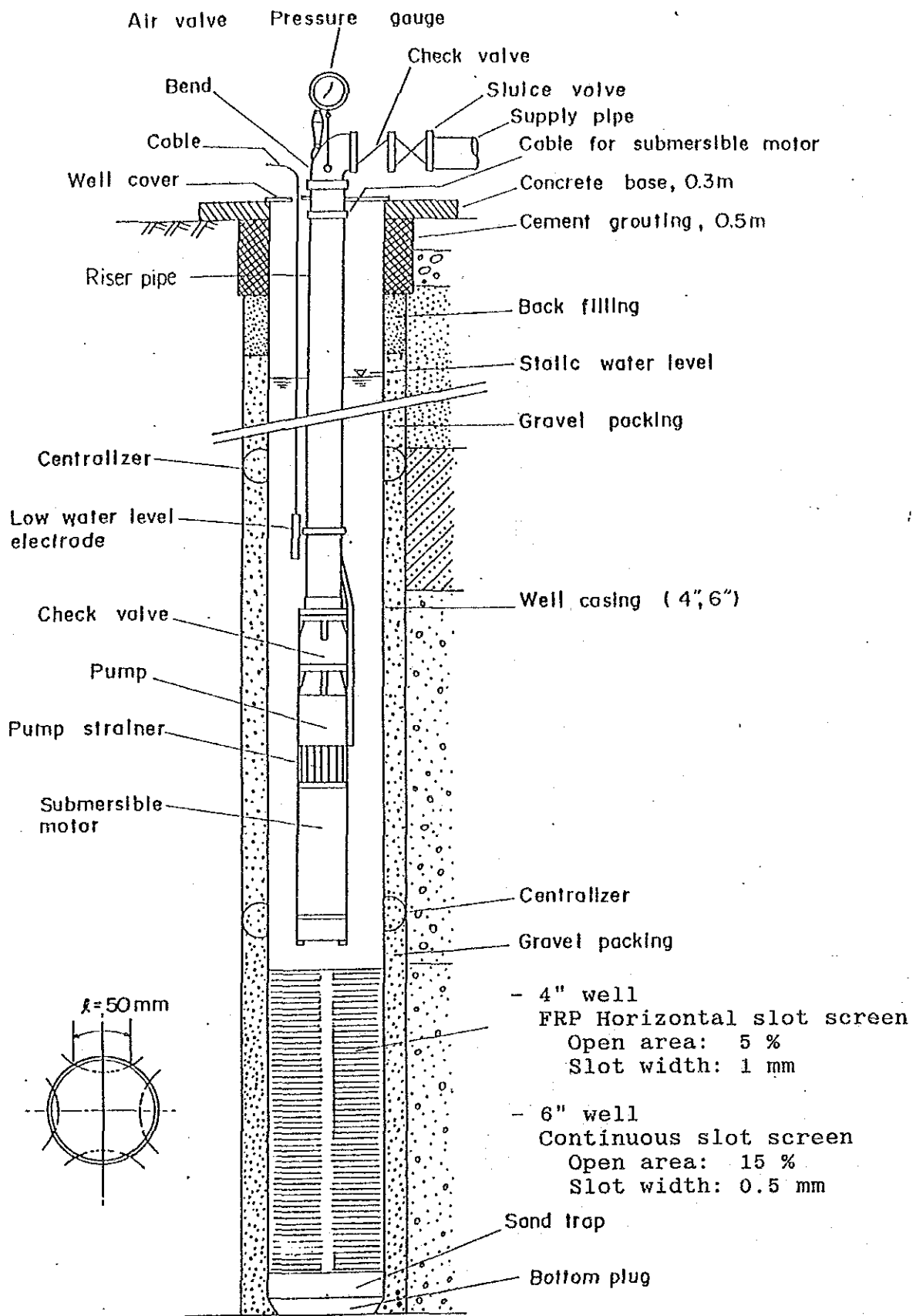


Figure 4-2 Structure standard du puits (avec pompe motorisée)

4.3.3 Programme d'approvisionnement des matériels et matériaux

Les matériels ainsi que les matériaux de construction nécessaires au présent Projet peuvent être récapitulés comme suit:

- a) Foreuses (+ accessoires tels compresseur et pompe à boue);
- b) Tubages et crépines;
- c) Matériels de prospection (pour logger et essai de pompage);
- d) Véhicules d'accompagnement;
- e) Mousse, bentonite, agent de dosage de boue;
- f) Lots de pompe à main;
- g) Lots de pompe immergée;
- h) Groupe électrogène (pour la pompe immergée);
- i) Matériel de télécommunications;
- j) Outils et pièces détachées pour les matériels ci-dessus;
- k) Matériau de tuyauterie;
- l) Matériaux de construction pour les bassins, réservoirs et abris;
- m) Outillage pour l'atelier de réparation;
- n) Autres matériels et matériaux nécessaires.

Dans ce qui suit, nous procédons au choix des matériels et matériaux de construction en conformité avec les conditions spécifiques de la Zone projetée:

a) Foreuses:

- Deux foreuses sont nécessaires pour réaliser dans un délai d'un an 53 puits totalisant une profondeur d'environ 4.980 m;
- La première foreuse, disponible au MIEM, est destinée aux forages profonds de moins de 150 m. Le diamètre est supérieur à 7". La profondeur totale est de 2.000 m approx.;
- La seconde est à acquérir dans le cadre du Projet. Elle devra être à même de forer à une profondeur dépassant 300 m avec un diamètre de plus de 9" (capacité nominale de forage 500m approx.). Sa participation est déjà prévue lorsque le MIEM travaillera pour le reste de 50 villages, par suite du présent Projet;
- La nouvelle machine, montée sur camion, devra permettre à la fois deux modes de forage "down the hole" et "rotary" pour accélérer le rythme des travaux;
- De même que la foreuse, la pompe à boue est aussi montée sur véhicule. Le compresseur est à remorquer.

b) Tubages et crépines:

- Le tubage en CPV, moins coûteux, indéformable, léger et facile à manipuler, est utilisé pour les puits de diamètre fini de 4" et profonds de moins de 50 m. De même que le tubage, la crépine est en CPV avec une ouverture de 5 %;

- Pour les puits de diamètre fini de 4" mais profonds de plus de 50 m, on utilisera le tubage et la crépine ouverte en FRP (matière plastique renforcée par fibres) résistants;

- Pour les puits de diamètre fini de 6" qui seront équipés de pompe motorisée, il est souhaitable d'employer des crépines d'ouverture maximale, donc celles en acier inoxydable type Jhonson dont l'ouverture peut aller au-delà de 15 %. Quant au tubage, il sera en acier robuste, compte tenu de la profondeur du forage dépassant le plus souvent 150 m;

- La quantité nécessaire des tubages et crépines est estimée comme suit:

Puits de diamètre fini de 4":

Tube CPV 5 m.....	127(108+19)
Tube entaillé 5 m.....	68
Tube FRP 4 m.....	196 (186+10)

Puits de diamètre fini de 6":

Tube en acier 6 m.....	442
Crépine en acier inox 3 m....	132 (type Jhonson)

- Dans le tableau ci-dessous, une marge d'imprévu (1 à 3 %) est prise en considération et ajoutée sur la quantité à approvisionner:

Désignation	Q'té	Long.totale	Imprévu
Tube CPV 5m, 4"	130	650m	2,4%
Tube entaillé 5m, 4"	70	350	2,9
Tube FRP 4m, 4"	200	800	2,0
Tube entaillé 4m, 4"	90	360	2,3
Tube en acier 6m, 6"	445	2.670	0,7
Crépine 3m, 6"	135	450	2,3

Pour les tubes en CPV et en FRP, la longueur peut être soit de 4 m soit de 5 m quel que soit leur nombre, à condition que leur longueur totale soit respectée.

Tableau 8 Estimation quantitative des éléments du puits

Matériaux	Diamètre forage (en pouces)	Diamètre tubage (en pouces)	Profondeur Puits (en m)	Nombre Puits	Profondeur totale forage (en m)	Tubages obturés			Crépines			Tubages obturés+fonds rapportés								
						Longueur (m)	Nombre/puits	Nombre total	Longueur (m)	Nombre/puits	Nombre total	Longueur (m)	Nombre/puits	Nombre total						
CPV	8"	4"	40	6	240	5	30	3	18	1	6	5	3	6						
															45	12	3	6	1	2
S-TOTAL			19	880	108	68	19													
FRP	8"	4"	70	8	560	11	88	6	48	1	8	4	6	8						
															75	26	6	12	1	2
S-TOTAL			14	1.110	186	88	10													
Métallique	10"	6"	30	3	90	3	9	3	9	1	3	6	6	3						
															100	39	6	18	1	3
															200	116	8	32	1	4
S-TOTAL			20	2.990	422(425)	132(135)	20(20)													
TOTAL: Tubages obturés (+fonds rapportés) et crépines																				
G.TOTAL						Tubage CPV 5m: 127 -> 130 pièces Tubage CPV 4m: 68 -> 70 Tubage FRP 5m: 196 -> 200 Tubage FRP 4m: 88 -> 90 Tubage en acier 6m: 442 -> 445 Crépine en acier 3m: 132 -> 135														

c) Matériels de prospection (pour logger et essai de pompage):

Dans les matériels de prospection, sont compris le logger, l'instrument test pour l'essai de pompage et l'analyseur de la qualité de l'eau. Le MIEM disposant déjà d'un complet de ces instruments, on en ajoutera un autre pour permettre aux deux équipes de travailler en même temps.

- Logger: enregistreur automatique mesurant la valeur spécifique de résistance électrique et le potentiel électrique naturel, avec un câble de 300 m.

- Instrument test pour l'essai de pompage: l'essai de pompage est prévu pour les puits de diamètre de 6" dans lesquels une pompe immergée sera installée. L'instrument comprend une pompe (course d'aspiration: 100 m, capacité de pompage: plus de 100 l/mn.) et un groupe électrogène. Il devra également permettre l'observation du niveau et du débit d'eau.

- Analyseur de la qualité de l'eau: mesurant la conductibilité électrique et la valeur pH.

d) Véhicules d'accompagnement:

Les véhicules transportant la foreuse d'une capacité de 300 m et d'accompagnement doivent être équipés d'un volant de direction côté gauche et d'une transmission 4 x 4 tout terrain offrant la possibilité de circuler sur des pistes non bitumées même en saison des pluies:

Camion cargo 10t, avec grue 3t, destiné au déplacement de matériels de forage et de matériaux de construction de puits..... 1

Camion cargo 8t, avec grue 3t, destiné au déplacement de matériels de forage et de matériaux de construction de puits..... 1

Pick-up utilitaire, 4 passagers, 1t, destiné au transport en faible quantité de matériaux de construction et aux liaisons2

Wagon utilisé pour le contrôle et pour les liaisons.....3

Camion-citerne, 6m³, pour le transport de l'eau de forage..1

e) Mousse, bentonite, agent de dosage de boue:

La profondeur de forage totalise à peu près 5.000 m (4":2.000m, 6":3.000m) dont 3.500 à 4.000 m sont à réaliser par forage rotatif à boue et 1.000 à 1.500 par forage down the hole. Dans l'estimation quantitative des produits auxiliaires de forage, 20 % d'imprévu est pris en compte:

Bentonite..... 68t
 CMS.....1.400kg
 (glycolate de cellulose sodique)
 Dispersant.....3.800kg
 Mousse.....600kg

f) Lots de pompe à main:

Les pompes à main à installer dans 12 villages sont au nombre de 28 sans en compter 2 réserves. Tous les cylindres de pompe sont à mouvement de piston et placés à l'intérieur du trou. La longueur totale de la gaine et de la tige est de 410 m. Elles seront de fabrication japonaise. Les raisons pour lesquelles on a dû abandonner d'autres choix sont les suivantes: les produits de fabrication malgache sont avantageux du point de vue prix et facilité d'approvisionnement en pièces détachées, mais présentent fréquemment des pannes, ce qui implique une amélioration radicale. Pour ce qui concerne les produits fabriqués dans d'autres pays, dont la tige est en caoutchouc donc facilement remplaçable et à prix raisonnable, ils sont relativement vite dégradés et leurs pièces de rechange sont souvent difficiles à procurer.

g) Lots de pompe immergée:

On envisage la mise en place de 39 pompes submersibles dans 38 villages (2 unités pour Sakaraha), dont 13 prévues pour les puits de diamètre fini de 4" et 26 pour ceux de 6". Le nombre total est porté à 41 unités, compte tenu de 2 pompes de réserve (4" et 6"). Les capacités des pompes sont les suivantes:

Diamètre	Course	Débit	Q'té
4"	30m	150 ℓ	6
	50	250	9 (y compris 1 réserve)
6"	50	100	9 (y compris 1 réserve)
	30	200	7
	140	100	2
	230	130	3
	50	250	5
TOTAL			41

La longueur totale de tuyaux d'aspiration de la pompe est de 400 m pour les puits 4" et de 1.700 m pour les puits 6".

h) Groupe électrogène:

Le groupe électrogène alimente en énergie électrique la pompe immergée. Le moteur du groupe est le diesel fonctionnant à gas-oil. Sa capacité de production est fonction de celle de la pompe:

Type	Q'té
10,0 KVA	14
12,5	7
17,0	14 (1 réserve comprise)
37,0	2
55,0	3

TOTAL	40

i) Matériel de télécommunications:

L'équipement radio permet une liaison étroite entre les chantiers de forage qui se déplacent fréquemment ou ceux de construction et le bureau d'antenne du MIEM à Toliara.

Puissance	Bande utilisée	Q'té	Poste
100W	2 à 12MHz	2	MIEM/chantiers
100/10W réglable	2 à 12MHz	3	véhicules Wagon

j) Outils et pièces détachées pour le matériel ci-dessus:

Le montant des pièces détachées est limité à une valeur correspondant à 20 % des prix d'achat de chaque matériel.

k) Matériau de tuyauterie:

Les conduites de distribution d'eau totalisent une longueur de 16.280 m pour les ouvrages de 38 villages. Les types de conduite sont de diamètre de 1 à 3" (conduite à gaz). Les détails de canalisation pour chacun des villages sont donnés dans le tableau 9. Toutefois, les conduites dont le diamètre dépasse 2 1/2" seront fournies par le marché japonais, du fait des contraintes d'approvisionnement dans le marché malgache.

Diamètre	Long.totale	Approvisionnement
1"	660 m	Marché local
1 1/2"	16.280	"
2"	8.030	"
2 1/2"	8.680	"
3"	880	Marché Japonais
4"	720	"

Tableau 9 Estimation quantitative des ouvrages (système motorisé)

N°	Villages	Population 1980 (pers.)	Population 1986 (pers.)	Débit objectif (m³/jour)	Longueur totale canalisation				Nbr. puits exist.	Nbr. puits à installer	Débit à l'ouvrage (l/min)	Capacité réservoir (m³)	Nbr. robinets (points)			
					φ 100	φ 75	φ 65	φ 50						φ 40		
5	Ambalamoa	1.000	1.177	24.0				220 m	230 m	1	67 l/min × 36 m	1	10.0	1	10	3
6	Tsianihy	1.389	1.635	33.0			400 m		450 m	1	92 l/min × 36 m	1	10.0	1	15	5
7	Namatoa	750	883	18.0				250 m	230 m	1	50 l/min × 36 m	1	10.0	1	10	3
8	Mangolovolo	1.300	1.756	36.0			250 m		450 m	1	100 l/min × 16 m	1	12.5	1	15	5
11	Andranomantisy	1.400	1.648	33.0			400 m		450 m	1	92 l/min × 46 m	1	17.0	1	15	5
14	Antsakoabe	800	942	19.0				200 m	130 m	1	53 l/min × 46 m	1	17.0	1	10	3
16	Ambiky	1.360	1.601	32.0			200 m		440 m	1	89 l/min × 41 m	1	10.0	1	15	4
34	Tandrano	3.500	4.121	83.0			200 m		250 m	1	231 l/min × 39 m	1	17.0	1	30	11
35	Ampandramitsetaky	800	942	19.0				250 m	230 m	1	53 l/min × 39 m	1	17.0	1	10	3
45	Berenty-Betsileo	2.340	2.755	56.0			720 m		340 m	1	156 l/min × 16 m	1	12.5	1	30	7
47	Ankiliyalokely	1.230	1.448	29.0				200 m	390 m	1	81 l/min × 46 m	1	17.0	1	10	4
49	Fanandava-Antaifasy	2.010	2.367	48.0			450 m		840 m	1	134 l/min × 31 m	1	10.0	1	15	6
63	Manombo-Atm	3.000	3.532	71.0			270 m		620 m	1	198 l/min × 12 m	1	12.5	1	30	9
68	Benetsy	2.000	2.355	48.0			250 m		560 m	1	134 l/min × 24 m	1	12.5	1	15	6
77	Andranovory	1.524	1.794	36.0				220 m	450 m	1	100 l/min × 131 m	1	37.0	1	15	5
78	Befoly	864	1.017	21.0					240 m	1	59 l/min × 191 m	1	55.0	1	10	3
79	Ankororoka	400	471	10.0					210 m	1	28 l/min × 221 m	1	55.0	1	10	2
92	Mahaboboka	2.000	2.355	48.0			200 m		460 m	1	134 l/min × 16 m	1	12.5	1	15	6
94	Andamasiny-Vineta	550	648	13.0					210 m	1	37 l/min × 36 m	1	10.0	1	10	2
96	Analamary	1.000	1.177	24.0				200 m	120 m	1	67 l/min × 50 m	1	17.0	1	10	3
a	Befandriana	3.000	3.532	71.0			370 m		540 m	1	198 l/min × 20 m	1	12.5	1	15	10
b	Betsioiky Nord	2.000	2.355	48.0			400 m		200 m	1	134 l/min × 86 m	1	37.0	1	15	6
c	Andranohinaly	1.800	2.119	43.0			400 m		360 m	1	120 l/min × 228 m	1	55.0	1	15	6
d	Sakarah	3.935	4.633	93.0				850 m	1.070 m	1	153 l/min × 26 m	1	12.5	1	15	9
e	Ankazoabo	3.000	3.532	71.0			1.020 m		1.430 m	1	100 l/min × 28 m	1	10.0	1	15	13
52	Soahazo	2.837	3.340	67.0			200 m		500 m	1	198 l/min × 44 m	1	10.0	1	12	9
54	Belitsaka	1.315	1.548	31.0				200 m	40 m	1	87 l/min × 39 m	1	17.0	1	15	4
55	Ampasikibo	2.000	2.355	48.0			200 m		460 m	1	134 l/min × 22 m	1	10.0	1	15	6
56	Nanaboha	1.505	1.772	36.0			400 m		250 m	1	100 l/min × 40 m	1	17.0	1	15	5
59	Ampihany	1.468	1.729	35.0			400 m		200 m	1	98 l/min × 22 m	1	10.0	1	15	5
61	Beroroa	2.270	2.673	54.0			250 m		470 m	1	150 l/min × 31 m	1	17.0	1	30	7
62	Antsomarifly	1.200	1.413	29.0				220 m	240 m	1	81 l/min × 26 m	1	10.0	1	10	4
65	Ankarabato	1.850	2.178	44.0			250 m		460 m	1	123 l/min × 13 m	1	10.0	1	15	6
81	Manoroa	1.000	1.177	24.0				200 m	240 m	1	67 l/min × 12 m	1	10.0	1	10	3
83	Andranolava	1.500	1.786	36.0			250 m		450 m	1	100 l/min × 33 m	1	17.0	1	15	5
86	Besako(2)	1.200	1.413	29.0				250 m	240 m	1	81 l/min × 32 m	1	17.0	1	10	4
98	Bereketa	500	589	12.0					210 m	1	34 l/min × 16 m	1	10.0	1	10	2
101	Ankilimalinika	3.845	4.527	91.0			320 m		260 m	1	253 l/min × 24 m	1	17.0	1	40	9
TOTAL (38 villages)		65.642	77.285	1.563.0	720 m	880 m	8.630 m	8.030 m	6.280 m	14	25	39	39	39	220	220

l) Matériaux de construction pour les bassins, réservoirs et abris:

L'ensemble des matériaux de construction d'ouvrages d'eau sont disponibles dans le marché local. Pour la construction de bassins et de cadres bâtis, on a recours aux briques facilement trouvables sur place. Les réservoirs surélevés seront en béton armé. Voir le tableau 9 en ce qui concerne les dimensions de l'ouvrage, étudiées pour chaque village. Les quantités nécessaires des matériaux de construction sont estimées comme suit:

Ciment utilisé pour les réservoirs surélevés, fondation du cadre bâti, bassins à robinets, fondation de la pompe manuelle ... 670m³

Briques pour les bassins et abris de groupe électrogène... 169.000 pièces;

Armure pour les fondations de la pompe manuelle et réservoirs surélevés... 35,6t.

m) Outillage pour l'atelier de réparation:

L'ensemble des outils d'un atelier permettent la réparation et l'entretien de différents matériels: foreuses, véhicules d'accompagnement, ouvrage d'eau (canalisation plus particulièrement), etc.

Désignation	Nb.
Tour à pointe	1
Scie à mouvement alternatif	1
Machine à percer à montant	1
Meuleuse d'établi électrique	1
Perceuse électrique portative	1
Vérin hydraulique	3
Pupitre d'étalonnage pour compteur	1
Jeu d'outils d'électricien	3
Jeu d'outils mécaniques	3
Jeu d'outils de plombage	3
Etabli avec étau	3
Pompe à huile à main	3
Groupe électrogène diesel (50KVA)	1
Soudeuse de montage	2
Tamis	1
Divers outils	