

### 9.1.2 Méthode de forage et type de puits standard

#### a) Méthode de forage standard

Les deux méthodes de forage employées dans la présente étude sont le forage à boue et le forage au marteau fond de trou. Jugeant d'après les résultats de forages d'essai, dans la zone où les gisements sont principalement composés de calcaires ou basaltes, le forage au marteau fond de trou est fortement recommandé afin d'améliorer le rendement des travaux de forage. Par contre, la méthode de forage à boue est, en principe, recommandée au cas de zones dont les gisements sont constitués de grès tels que gisements néritiques de l'Eocène moyen et supérieur, gisements sous-marins du Crétacé inférieur au Crétacé supérieur, et gisements continentaux ou néritiques du Jurassique inférieur et moyen.

#### b) Type de puits tubé standard

Le type de puits standard muni de pompe à main ou de pompe à moteur sont respectivement montrés dans les figures 9.1.1 et 9.1.2. Ils sont conçus sur la base des résultats obtenus par les forages test effectués au cours de la présente étude.

#### b-1) Profondeur et diamètre prévus de forage

La profondeur ainsi que le diamètre du forage pour chacun des sites-candidats sont détaillés dans le tableau 9.1.2. Comme le montre ce tableau, les profondeurs prévues varient de 30 à 250m pour les forages du diamètre de 6" et de 40 à 100m pour ceux du diamètre de 4". Ce plan de forage est établi principalement sur la base des conditions hydrogéologiques confirmées par les résultats de forages test et par ceux de prospection électrique tout en mettant en considération la population à desservir dans chacun des sites-candidats.

#### b-2) Logging

Dans le but d'identifier la nappe aquifère et de déterminer l'emplacement et la longueur de la crépine, le logging spontané, le logging à résistibilité et le logging à rayon gamma naturel sont effectués après le forage.

Durant le forage, dans le cas de forage à boue en particulier, les cuttings de forage doivent être examinés attentivement pour connaître le log géologique complet.

Dans la zone où les gisements sont composés de calcaires ou de basaltes, le logging géophysique est en général seul inefficace pour la détection de l'aquifère et l'aquifuge. La méthode de forage au marteau fond de trou est donc recommandée non seulement pour le but d'éviter le rabattement du niveau d'eau mais aussi pour faire accélérer les travaux de forage et déterminer la position et la longueur précises de la crépine.

**b-3) Tubage**

Le tube de PRF (Fibre de verre renforcé) est recommandé au tubage de puits sans faire de distinction de diamètre du trou de forage, soit de 4" ou de 6", pour des raisons de qualité d'eau.

**b-4) Crépine**

Le tube PRF est également recommandé pour la crépine de puits dans les trous de diamètre de 4" et de 6", avec un ratio d'ouverture de 5% et la taille de fente est de 1,0mm (crépine à fente horizontale). Sur la base d'expérience de forage d'essai, les positions de la crépine sont étudiées de manière qu'elles soient installées dans des couches multiples. La longueur totale de crépine est calculée comme suit:

Profondeur du forage (m)	Longueur de la crépine (m)
30	16
40 à 50	20
60 à 100	24 à 32
110 à 250	32 à 40

**b-5) Massif de graviers**

Il n'est pas toujours nécessaire d'effectuer le tamisage pour la sélection du massif de de gravier. Autour de la crépine, le gravier de 2 à 3mm en granuométrie est empiriquement employé.

**b-6) Finition du forage**

Lors de la finition du forage d'un puits avec massif filtrant, mise à part l'emplacement de la crépine, l'espace annulaire du puits entre le mur du trou de forage et le tubage doit être remblayé par des cuttings de forage. De plus, la partie plus profond de 5m de la surface du sol doit être protégée de laitance de ciment pour la prévention contre la contamination.

c) Puits creusé protégé

Le puits creusé protégé est proposé comme le plan d'autoconstruction par les collectivités. Ces puits foncés peuvent être excavés à main par les résidents à l'aide de pics et de pelles. Le puits est protégé en permanence de briques ou de roches. Ces installations protectrices doivent être perforées ou préparées d'ouvertures pour l'entrée d'eau souterraine et fermement embasées à leur fond. Ces puits doivent être suffisamment profonds pour atteindre quelques dizaines de centimètres au-dessous de la surface de la nappe. Le remblayage doit être effectué autour de ces installations protectrices et au fond du puits pour ne pas provoquer la pénétration de sables et l'affaissement. Tous les matériaux et les manoeuvres requis à la construction de puits seront supportés par les villageois.

Tableau 9.1.1 Envergure de développement des eaux souterraines dans les zones aquifères classes B<sub>1</sub> et B<sub>2</sub>

	Bassins	Nappes aquifères	Débit estimé par forage	Forage	
				Profond.	Diamètre
B <sub>1</sub>	Bassin de la Sikily	Sédiments néritiques ou marins du Crétacé inf. à sup. + roches basalte	80~120 l/mn.	100 m	150 mm
B <sub>1</sub>	Bassin de la Sakanavaka	Sédiments néritiques & continentaux du Jurassique moyen	80~120	100	150
B <sub>1</sub>	Bassin de la Menamaty	Dépôts continentaux du Jurassique inf. + grès schisteux	50~100	100	150
B <sub>2</sub>	Ambahikily coté Mangoky	Sédiments néritiques de l'Eocène moy. à sup.	80~150	200	150
B <sub>2</sub>	Partie centrale du bassin du Fiherenana	Sédiments néritiques ou marins du Crétacé inf. à sup. + roches basalte	80~120	150~200	150
B <sub>2</sub>	Bassin des Rezoky & Mangitraky	Sédiments néritiques & continentaux du Jurassique moyen	80~120	150~200	150
B <sub>2</sub>	Berenty-Betsileo du bassin de l'Isahena	Sédiments néritiques & continentaux du Jurassique inférieur	50~100	150~200	150

Tableau 9.1.2 Plan de développement d'eaux souterraines par village

No	Village Name	Population in 1,990	Priority	Groundwater Development Plan					
				Target D/Depth of Well			Expected P/discharge	Estimated Water Level	
								S.W.L	D.W.L
						1/min	GL-m	GL-m	
8	Mangolovolo	1,500	Aa	1 Borehole with M/Pump	30.0 m	φ 6"	350	5.00 m	10.00 m
22	Manoy	540	Aa	1 Borehole with H/Pump ( 1 D/Borehole with H/Pump	40.0 m 42.0 m	φ 4" φ 4"	20 ( 20 )	8.50 m ( 8.37 m)	9.50 m ( 9.00 m)
46	Berenty-Betsileo	2,340	Aa	1 Borehole with M/Pump	30.0 m	φ 6"	500	3.00 m	10.00 m
49	Tanandava-Antaifasy	2,010	Aa	1 Borehole with M/Pump	100.0 m	φ 6"	200	15.00 m	25.00 m
52	Soahazo	2,837	Aa	( 1 D/Borehole + M/Pump	76.0 m	φ 4"	( 290 )	( 36.70 m)	( 38.60 m)
53	Analamisampy	756	Aa	1 Borehole with H/Pump ( 1 D/Borehole with M/Pump	70.0 m 71.0 m	φ 4" φ 4"	20 ( 20 )	13.50 m ( 13.11 m)	18.90 m ( 18.60 m)
54	Belitsaka	1,315	Aa	( 1 D/Borehole + M/Pump	66.0 m	φ 4"	( 270 )	( 12.78 m)	( 33.00 m)
55	Ampasikibo	2,000	Aa	( 1 D/Borehole + M/Pump	50.0 m	φ 4"	( 280 )	( 9.16 m)	( 15.12 m)
56	Namaboha	1,505	Aa	( 1 D/Borehole + M/Pump	83.0 m	φ 4"	( 260 )	( 16.50 m)	( 34.00 m)
63	Manombo-Atm	4,638	Aa	( 1 D/Borehole + M/Pump	27.0 m	φ 6"	( 420 )	( 4.53 m)	( 5.53 m)
68	Benetsy	2,000	Aa	( 1 D/Borehole + M/Pump	72.0 m	φ 6"	( 300 )	( 13.51 m)	( 17.30 m)
77	Andranovory	1,524	Aa	1 Borehole with M/Pump	150.0 m	φ 6"	110	115.00 m	125.00 m
92	Mahaboboka	2,000	Aa	1 Borehole with M/Pump	30.0 m	φ 6"		5.00 m	10.00 m
101	Ankilimalinika	3,845	Aa	( 1 D/Borehole + M/Pump	66.0 m	φ 4"	( 300 )	( 14.35 m)	( 17.70 m)
a	Befandriana	3,000	Aa	( 1 D/Borehole with M/Pump	53.0 m	φ 6"	( 300 )	( 12.30 m)	( 13.28 m)
b	Betsioky Nord	2,000	Aa	1 Borehole with M/Pump	150.0 m	φ 6"	200	60.00 m	80.00 m
c	Andranohinaly	1,800	Aa	1 Borehole with M/Pump	250.0 m	φ 6"	250	207.00 m	220.00 m
d	Sakaraha	3,935	Aa	1 Borehole with M/Pump ( 1 E/Borehole + M/Pump	100.0 m 30.8 m	φ 6" φ 6"	300 ( 144 )	12.00 m ( 10.66 m)	20.00 m ( 21.60 m)
e	Ankazoabo	3,000	Aa	1 Borehole with M/Pump	100.0 m	φ 6"	150	27.50 m	38.00 m
11	Andranomanintsy	1,400	Ab	1 Borehole with M/Pump	200.0 m	φ 6"	350	30.00 m	40.00 m
14	Antsakoabe	800	Ab	1 Borehole with M/Pump	200.0 m	φ 6"	350	30.00 m	40.00 m
25	Sihanaka	700	Ab	1 Borehole with H/Pump ( 1 D/Borehole with H/Pump	40.0 m 41.0 m	φ 4" φ 4"	20 ( 20 )	6.00 m ( 5.74 m)	6.50 m ( 5.86 m)
29	Mangotroka	600	Ab	1 Borehole with H/Pump ( 1 D/Borehole with H/Pump	40.0 m 41.0 m	φ 4" φ 4"	20 ( 20 )	3.60 m ( 3.57 m)	3.80 m ( 3.70 m)
34	Tandrano	3,500	Ab	( 1 D/Borehole + M/Pump	150.0 m	φ 6"	( 300 )	( 25.56 m)	( 32.76 m)
35	Ampandramitsetaky	800	Ab	1 Borehole with M/Pump	150.0 m	φ 6"	300	25.00 m	33.00 m
47	Ankilivalokely	1,230	Ab	1 Borehole with M/Pump	200.0 m	φ 6"	200	20.00 m	40.00 m
58	Ankatrakatra	460	Ab	1 Borehole with H/Pump	70.0 m	φ 4"	20	10.00 m	15.00 m
61	Beroroha	2,270	Ab	1 Borehole with M/Pump	50.0 m	φ 4"	200	15.00 m	25.00 m
78	Befoly	864	Ab	1 Borehole with M/Pump	250.0 m	φ 6"	200	178.56 m	185.00 m

No	Village Name	Population in 1.990	Priority	Groundwater Development Plan			
				Target D/Depth of Well	Expected P/discharge	Estimated S. W. L.	Water Level D. W. L.
					l/min	Gl.-m	Gl.-m
83	Andranolava	1.500	Ab	1 Borehole with M/Pump 100.0 m $\phi$ 4"	250	20.00 m	27.00 m
96	Analamary	1.000	Ab	1 D/Borehole + M/Pump 204.0 m $\phi$ 6"	( 360 )	( 35.00 m )	( 43.62 m )
40	Tanandava	400	Ba	1 Borehole with H/Pump 100.0 m $\phi$ 6"	20	20.00 m	25.00 m
59	Ampihamy	1.468	Ba	1 D/Borehole + M/Pump 53.0 m $\phi$ 4"	( 300 )	( 8.30 m )	( 15.33 m )
60	Ambondro	1.000	Ba	1 Borehole with M/Pump 50.0 m $\phi$ 4"	200	10.00 m	15.00 m
65	Ankaraobato	1.850	Ba	1 D/Borehole + M/Pump 75.0 m $\phi$ 4"	( 350 )	( 3.40 m )	( 6.40 m )
5	Ambalaoa	1.000	Bb	1 Borehole with M/Pump 150.0 m $\phi$ 6"	150	20.00 m	30.00 m
6	Tsianihy	1.389	Bb	1 Borehole with M/Pump 150.0 m $\phi$ 6"	150	20.00 m	30.00 m
7	Namatoa	750	Bb	1 Borehole with M/Pump 150.0 m $\phi$ 6"	150	20.00 m	30.00 m
16	Ambiky	1.360	Bb	1 Borehole with M/Pump 200.0 m $\phi$ 6"	100	25.00 m	35.00 m
				1 Borehole with H/Pump 50.0 m $\phi$ 4"	20	5.50 m	6.20 m
23	Ampoza	700	Bb	1 D/Borehole with H/Pump 50.0 m $\phi$ 4"	( 20 )	( 5.25 m )	( 5.98 m )
57	Antseva	800	Bb	2 Boreholes with H/Pump 140.0 m $\phi$ 4"	40	15.00 m	20.00 m
62	Antsomarifly	1.200	Bb	1 Borehole with M/Pump 50.0 m $\phi$ 4"	200	15.00 m	20.00 m
				1 Borehole with H/Pump 45.0 m $\phi$ 4"	20	25.50 m	26.00 m
67	Tsefanoka	880	Bb	1 D/Borehole + H/Pump 45.0 m $\phi$ 4"	( 20 )	( 24.30 m )	( 25.00 m )
81	Manoroka	1.000	Bb	1 D/Borehole + M/Pump 58.0 m $\phi$ 4"	( 300 )	( 5.25 m )	( 5.25 m )
86	Besakoa(2)	1.200	Bb	1 Borehole with M/Pump 100.0 m $\phi$ 4"	250	20.00 m	26.00 m
				1 Borehole with H/Pump 70.0 m $\phi$ 4"	20	16.50 m	17.00 m
88	Maninday	700	Bb	1 D/Borehole + H/Pump 73.5 m $\phi$ 6"	( 20 )	( 16.37 m )	( 16.90 m )
90	Tanaobao	800	Bb	3 Dugwells 10m $\times$ 3	30	8.00 m	9.00 m
94	Andamasiny-Vineta	550	Bb	1 Borehole with M/Pump 150.0 m $\phi$ 6"	100	20.00 m	30.00 m
98	Bereketa	500	Bb	1 Borehole with M/Pump 50.0 m $\phi$ 4"	250	5.00 m	10.00 m
99	Ankilimitraloka	800	Bb	3 Dugwells 10m $\times$ 3	30	8.00 m	9.00 m
13	Tanandava	620	Ca	1 Borehole with M/Pump 200.0 m $\phi$ 6"	350	15.00 m	20.00 m
15	Talatavalo	642	Ca	1 Borehole with M/Pump 200.0 m $\phi$ 6"	100	15.00 m	25.00 m
21	Antranosatra	570	Ca	1 Borehole with M/Pump 200.0 m $\phi$ 6"	100	15.00 m	25.00 m
33	Andranomanantsy	780	Ca	1 Borehole with M/Pump 150.0 m $\phi$ 6"	300	15.00 m	25.00 m
41	Ampoza	320	Ca	1 Borehole with H/Pump 150.0 m $\phi$ 6"	20	35.00 m	40.00 m
42	Ipetsa Atm	120	Ca	1 Borehole with H/Pump 150.0 m $\phi$ 6"	20	35.00 m	40.00 m
64	Antandroka	700	Ca	1 Borehole with H/Pump 50.0 m $\phi$ 4"	20	15.00 m	20.00 m
69	Andrevo	2.200	Ca	5 Dugwells 10m $\times$ 5	50	8.00 m	9.00 m
79	Ankororoka	100	Ca	1 Borehole with M/Pump 250.0 m $\phi$ 6"	200	210.00 m	215.00 m
82	Iaborana	240	Ca	1 Borehole with M/Pump 200.0 m $\phi$ 6"	200	70.00 m	80.00 m

No	Village Name	Population In 1,990	Priority	Groundwater Development Plan			
				Target D/Depth of Well	Expected P/discharge	Estimated S.W.L.	Water Level D.W.L.
					l/min	GL-m	GL-m
84	Lambomakandro	200	Ca	1 Borehole with H/Pump 100.0 m $\phi$ 4"	20	15.00 m	20.00 m
91	Ambahimalitsy	800	Ca	3 Dugwells 10m x 3	30	8.00 m	9.00 m
30	Nosy-Ambositra	1,000	Cb	1 Borehole with M/Pump 50.0 m $\phi$ 4"	300	10.00 m	15.00 m
31	Tsiarimpioke	800	Cb	1 Borehole with M/Pump 50.0 m $\phi$ 4"	300	10.00 m	15.00 m
71	Ampihalia	1,000	Cb	1 Borehole with M/Pump 50.0 m $\phi$ 4"	300	10.00 m	15.00 m
72	Behompy	1,000	Cb	1 Borehole with M/Pump 50.0 m $\phi$ 4"	300	10.00 m	15.00 m
73	Ambolonkira	450	Cb	1 Borehole with H/Pump 50.0 m $\phi$ 4"	20	10.00 m	15.00 m
100	Ankilivalo	2,000	Cb	1 Borehole with M/Pump 100.0 m $\phi$ 4"	250	15.00 m	20.00 m
1	Ankazomanga	600	D	2 Dugwells 7m x 2	20	5.00 m	6.00 m
2	Beadabo	600	D	2 Dugwells 7m x 2	20	5.00 m	6.00 m
3	Befasy	600	D	2 Dugwells 7m x 2	20	5.00 m	6.00 m
4	Ankilifolo(1)	400	D	1 Dugwell 7m x 1	10	5.00 m	6.00 m
9	Ankida	15	D	1 Borehole with H/Pump 30.0 m $\phi$ 6"	20	5.00 m	10.00 m
12	Berantala	506	D	1 Borehole with M/Pump 200.0 m $\phi$ 6"	350	30.00 m	40.00 m
17	Marovato	375	D	1 Borehole with H/Pump 200.0 m $\phi$ 6"	20	30.00 m	35.00 m
18	Andranoboka	600	D	1 Borehole with M/Pump 200.0 m $\phi$ 6"	100	30.00 m	40.00 m
24	Ankilifolo(2)	450	D	1 Borehole with H/Pump 50.0 m $\phi$ 4"	20	15.00 m	20.00 m
27	Basibasy	1,000	D				
36	Andranomafana	600	D	1 Borehole with M/Pump 100.0 m $\phi$ 6"	120	15.00 m	25.00 m
37	Mamakiala	300	D	1 Borehole with H/Pump 100.0 m $\phi$ 6"	20	15.00 m	20.00 m
38	Berenty-Ankilimasy	108	D	1 Borehole with H/Pump 100.0 m $\phi$ 6"	20	15.00 m	20.00 m
39	Betsinefo	34	D	1 Borehole with H/Pump 100.0 m $\phi$ 6"	20	15.00 m	20.00 m
43	Mandabe Atn	100	D	1 Dugwell 7m x 1	10	5.00 m	6.00 m
44	Soatanimbary	70	D	1 Dugwell 7m x 1	10	5.00 m	6.00 m
45	Sahanory Atn	200	D	1 Dugwell 7m x 1	10	5.00 m	6.00 m
66	Andoharano	300	D	1 Borehole with H/Pump 50.0 m $\phi$ 4"	20	10.00 m	15.00 m
70	Anjamala	150	D	1 Borehole with H/Pump 50.0 m $\phi$ 4"	20	10.00 m	15.00 m
74	miary	2,000	D	1 Borehole with M/Pump 50.0 m $\phi$ 4"	300	8.00 m	12.00 m
75	Befanamy	700	D	1 Borehole with H/Pump 50.0 m $\phi$ 4"	20	8.00 m	12.00 m
76	Tsivonoabe	30	D	1 Dugwell 7m x 1	10	5.00 m	6.00 m
80	Ambohimahavelona	2,000	D	Spring water	3,000		
89	Bevoalavo	240	D	1 Dugwell 10m x 1	10	8.00 m	9.00 m
93	Mahasoa	30	D	1 Borehole with H/Pump 150.0 m $\phi$ 4"	20	20.00 m	25.00 m
97	Antanimora	300	D	1 Borehole with H/Pump 150.0 m $\phi$ 6"	20	30.00 m	35.00 m

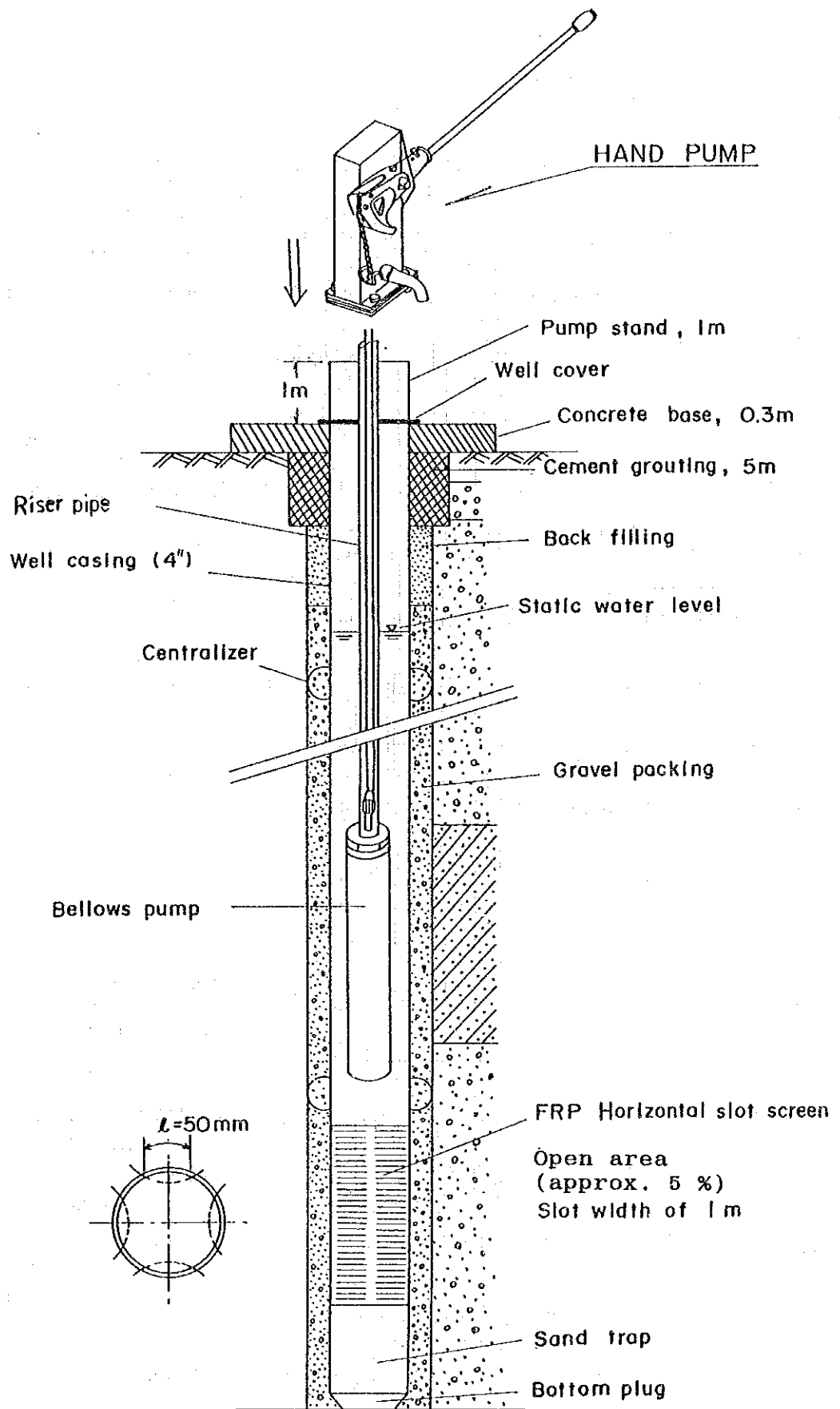


Figure 9.1.1 Conception standard pour puits avec pompe à main

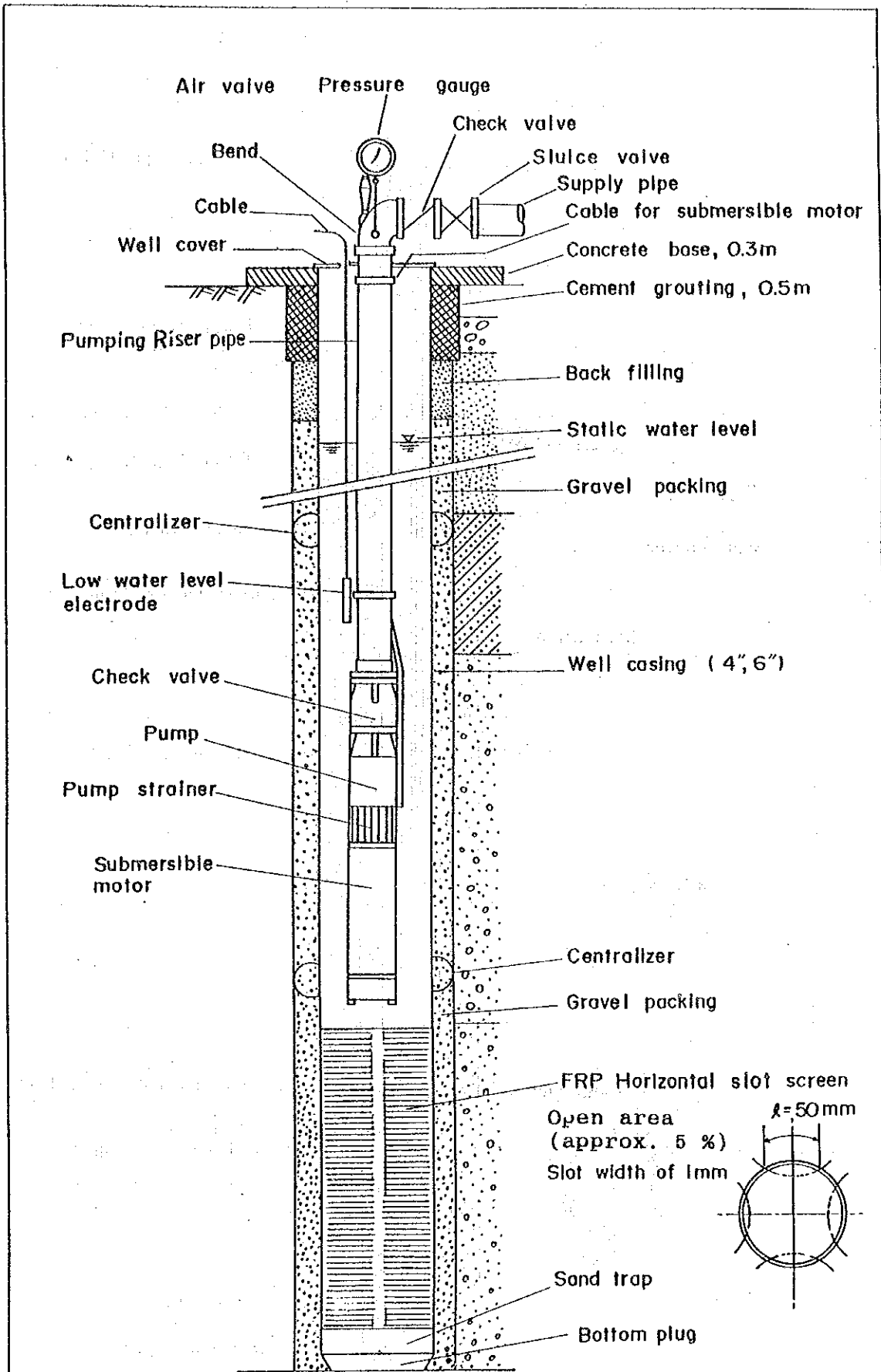


Figure 9.1.2 Conception standard pour puits avec pompe motorisée



## 9.2 Plan AEP

### 9.2.1 Objectif du Projet

L'objectif principal du présent Projet consiste à fournir de l'eau potable afin de satisfaire aux besoins en eau à l'usage domestique et d'abreuvement dans les 94 collectivités proposées dont la population totale est estimée à 154.000 avant l'an 2000.

Les habitants des villages concernés font actuellement face au manque sérieux en eau potable et demeurent obligés de dépendre des sources d'eau discutables telles que les rivières, les canaux d'irrigation et les puits creusés (sans protection) qui sont probablement plus ou moins contaminés.

Le présent Projet a pour but de développer des sources d'alimentation en eau potable à l'intérieur des collectivités, en particulier celles déversant d'une profonde nappe d'eau souterraine qui ne sont pas encore vraiment développées dans la région. Le présent Projet est donc conçu de telle manière qu'il soit un système durable sur le plan tant technique qu'institutionnel.

### 9.2.2 Approche au Planning

L'approche adoptée pour l'élaboration du présent Projet est conforme aux objectifs et aux critères de la présente étude.

#### a) Développement des eaux souterraines profondes en tant que source d'eau potable

Dans la plupart des cas, la population rurale habitant dans la Zone de l'Etude possède traditionnellement plusieurs sources d'eau de surface aux alentours de ses habitations. Cependant, l'eau disponible à ces sources ne sont pas toujours admissible pour l'usage domestique à cause, en grande partie, de la contamination bactériologique. Jusque dans ces derniers temps, les efforts en matière de développement de la source d'eau pour la population de la province de Tollara, d'ailleurs qu'ils étaient rares et limités, étaient concentrés sur l'utilisation des eaux souterraines peu profondes (moins de 10 mètre). En fait, partout où l'eau souterraine peu profonde est disponible, un puits avec ou sans pompe à main pour aspirer de l'eau serait une source d'eau potable, particulièrement pour une collectivité de grandeur modeste dont la population est inférieure à quelques centaines d'habitants. L'eau souterraine

peu profonde n'est pourtant pas toujours disponible dans la région et elle ne peut satisfaire guère aux besoins en eau des grandes collectivités. Due à la limitation quantitative de l'eau souterraine peu profonde, la priorité de l'étude est accordée plutôt au développement des eaux profondes dont la qualité est supérieure et comparativement abondante dans la région.

#### b) Commodité maximale pour les utilisateurs

La population rurale dans la région puise l'eau des sources traditionnellement fréquentées et au cas échéant elle a tendance à négliger la qualité d'eau lorsque les sources d'eau potable sûre sont relativement éloignées et à choisir la source d'eau plus proche même contaminée. Le travail dur de manier la pompe à main force le plus souvent les utilisateurs à choisir la source d'eau traditionnelle, facilement accessible mais moins sûre en qualité.

Lorsqu'il s'agit d'un projet AEP en milieu rural, il est justifiable de faire usage d'un système le plus simple que possible afin de minimiser l'investissement capital ainsi que les coûts de fonctionnement et d'entretien en tenant compte du niveau bas de revenu et du manque de personnel qualifié dans la société rurale.

Cependant, si les considérations font défaut sur la commodité des utilisateurs dans le planning, les équipements d'alimentation d'eau mis en place puissent être rapidement négligés par les villageois et les investissements ne serviraient en conséquence à rien. Une considération impartiale devra donc être apportée aux coûts minimaux et à la plus grande commodité pour les utilisateurs de sorte que le planning d'un système aboutisse à sa fin.

#### c) Plan alternatif

Quoique le choix de plans AEP en milieu rural soit relativement restreint pour la raison de la disponibilité problématique de ressources en eau ainsi que du potentiel et de la compétence limités de chacune des collectivités, il reste quelques alternatives, dignes d'être examinés dans le processus du planning.

c-1) Le groupe des villages candidats pour l'étude n'est pas obligatoirement la meilleure sélection au point de vue de la population et du potentiel. Quelques villages candidats, de fait, n'ont même pas la population minimale pour justifier la mise en place d'un nouveau système d'alimentation d'eau tandis que sont exclues de l'étude un nombre considérable de collectivités ayant la dimension démographique et les besoins en eau plus importants que les moyennes des villages candidats.

Dans la priorisation des villages candidats, les villages de priorité relativement basse sont classifiés dans les groupes "C" ou "D". Un programme alternatif remplaçant les villages en question par d'autres villages ayant des besoins plus urgents en eau, quoiqu'ils ne soient pas énumérés dans la liste initiale, devra être examiné antérieurement dans la réalisation du plan d'alimentation en eau des groupes "C" et "D".

Dans un tel cas, il est fort recommandé d'effectuer le classement systématique (reconnaitances sur place) pendant la phase de l'identification des villages afin d'éviter les efforts inutiles et la perte de temps aux procédés des études qui suivent.

c-2) Le choix d'un équipement approprié pour le puisage d'eau, pompe à main ou pompe à moteur, dépendra des considérations pratiques. Il est du principe général d'employer la technologie la plus simple au système d'alimentation en eau de milieu rural afin de permettre les habitants locaux de faire fonctionner pour une durée prolongée et aux dépenses minimales. Si compte tenu de ce principe, la pompe à main sera prioritaire par rapport à la pompe à moteur. Cependant, l'utilisation de pompes à main est techniquement limitée aux endroits où la surface de nappe est haute et la demande en eau est modérée, mais dans la plupart des cas toutes ces deux conditions ne sont pas conjointement satisfaites dans la Zone de l'Etude surtout dans les villages prioritaires.

L'adoption de pompes motorisées dans la Zone de l'Etude n'est pas, par conséquent, le libre choix mais la seule solution admissible.

d) Alimentation en eau à la localité où l'eau souterraine est indisponible

Bien que l'eau souterraine soit la seule ressource d'eau choisie dans le Projet, il y a quelques endroits dépourvus de nappes aquifères accessibles dont la qualité et la quantité sont adéquates. Une éventuelle solution pour ces endroits consistera en l'extension d'une conduite d'adduction même si la source d'eau est éloignée. Une telle solution, cependant, nécessite d'habitude non seulement un investissement important pour les installations de conduite, mais également une durée de travaux de construction prolongée.

De plus, étant donné que tel système AEP régional concerne plusieurs collectivités rurales, le Projet entraînera un problème compliqué ayant trait à la cotisation des charges pour le fonctionnement et l'entretien, du fait que ces collectivités ne sont pas, pour le moment, organisées pour travailler en coopération. Le problème sera aggravé par le manque de soutiens publics et institutionnels qui seraient alors utiles pour le résoudre.

Pour les régions typiques dépourvues d'eau souterraine exploitable, la présente étude préparera un plan sommaire afin d'écartier ce problème dans une future étude probable.

### 9.2.3 Projet Proposé

#### a) Description du Projet

##### a-1) Critères de planning

Les critères de base pour le planning et le concept du Projet AEP peuvent être résumés comme suit:

- Année de réalisation : 2000, conformément à l'année objectif du Plan National.
- Zonage pour AEP : la collectivité, Fokontany ou Komity, est considérée en tant que zone unitaire pour AEP.
- Bénéficiaire : Les habitants de collectivité sont les bénéficiaires primaires. Le bétail protégé aux environs de l'aire d'habitation de la collectivité sera également pris en compte.
- Population desservie : la population à desservir à l'horizon de l'an 2000 sera estimée à partir de celle actuelle de chaque collectivité en appliquant le taux moyen et annuel de croissance de 2,76%. Le bétail à alimenter en eau sur le terrain avoisinant est estimé au nombre de 400 à 800 têtes par collectivité.
- Consommation journalière en eau per capita au calcul :
  - 20 l/jour par habitant
  - 18 l/jour par tête du bétail.

## a-2) Aperçu de sous-projets

Sur la base de l'ensemble des résultats de l'étude, nous avons tenté d'élaborer les projets individuels (sous-projets) pour les 94 villages-candidats.

Quant aux autres villages-candidats, ils ne font pas l'objet de notre planification pour les raisons suivantes:

- Villages dont la demande est satisfaite par les équipements-pilotes AEP dernièrement implantés (2 villages);
- Villages abandonnés (6 villages);
- Accès particulièrement difficile (4 villages);

## b) Equipements AEP

### b-1) Débit de pompe

Le débit d'une pompe à moteur est calculé suivant la consommation journalière en eau d'une collectivité et la durée de pompage. La consommation journalière en eau est donnée dans le tableau 9.2.1 et la durée de pompage est supposée de 6 heures par jour, tout en considérant les conditions de service de l'agent d'entretien. Elle prévoit également une capacité de production supplémentaire pour faire face à l'accroissement imprévu des besoins en eau.

Le débit d'une pompe à main sera, de manière stricte, déterminé en fonction des trois facteurs: la hauteur du puisage, la capacité mécanique (dépendant du modèle de pompe) et la force physique de l'utilisateur. Cependant, pour le calcul conceptuel, une idée approximative sur le débit journalier d'une pompe à main ordinaire est valable, sans considérations analytiques ni détaillées en particulier. Les valeurs de 4 à 7m<sup>3</sup>/jour sont ainsi proposées.

### b-2) Charge à l'heure de pointe

La charge à l'heure de pointe est un facteur essentiel affectant sur la détermination du diamètre de la conduite du réseau de distribution. Supposant que la durée de service soit de 9 heures par jour et le rapport entre la charge de pointe et celle de la moyenne soit de 1,4:1,0, et selon les résultats du suivi des équipements-pilotes, la méthode d'estimation suivante peut être proposée afin de calculer le débit à l'heure de pointe.

$$\frac{\text{Consommation journalière (m}^3\text{/jour)}}{9 \text{ (heures/jour)}} \times \frac{1,4}{1,0}$$

= Consommation journalière x 0,156 (m<sup>3</sup>/heure)

**b-3) Capacité du réservoir**

La capacité d'un système d'alimentation en eau est en fonction d'un réservoir qui se donne de maintenir la pression constante dans le système de distribution et d'approvisionner de l'eau pour répondre à la demande de pointe. Elle sera calculée sur la base du principe suivant.

La durée de pompage journalière est inférieure à 3 heures au service d'alimentation. Donc, si le réservoir a une capacité équivalente à la "charge à l'heure de pointe x 3 heures", il pourra accomplir la fonction compensative.

De ce fait, la capacité d'un réservoir sera déterminée comme suit:

Consommation journalière en eau	Capacité du réservoir
Moins de 30m <sup>3</sup> /jour	10m <sup>3</sup>
30 à 49m <sup>3</sup> /jour	15m <sup>3</sup>
50 à 80m <sup>3</sup> /jour	30m <sup>3</sup>
Plus de 80m <sup>3</sup> /jour	40m <sup>3</sup>

**b-4) Nombre des robinets d'intérêt public**

Le nombre des robinets d'intérêt public sera déterminé sur la base de la capacité moyenne d'un robinet, soit 8m<sup>3</sup>/jour.

Tableau 9.2.1 Résumé de classification des projets

Catégorie Projet Priorité des villages	Amélioration du puits existant	Projet basé sur pompe à main	Pompe motorisée	
			existants	nouveaux
Priorité (population)	Nb. des projets	Nb. des projets	Nb. des projets	
A <sub>o</sub> (55.732)	0	2	8	9
A <sub>δ</sub> (19.812)	0	3	2	7
B <sub>o</sub> ( 6.181)	0	2	2	0
B <sub>δ</sub> (16.911)	2	3	2	8
Sous-total (98.636)	2	10	14	24
C (17.740)	2	7	0	9
D (16.123)	10	10	1	5
Sous-total (33.863)	12	17	1	14
TOTAL (132.499)	14	27	15	38

**Tableau 9.2.2 Equipements AEP par village**

No	Village Name	Priority	Gross Water Consumption			Existing Safe Water Supply (m <sup>3</sup> /Day)	Net Water Required (m <sup>3</sup> /Day)	Proposed Type of Facility	Schistosomiasis	Community Characteristic	Water Source Characteristic	Project Characteristic
			Domestic Use (m <sup>3</sup> /Day)	Cattle Watering (m <sup>3</sup> /Day)	Total (m <sup>3</sup> /Day)							
8	Mangolovolo	Aa	39.0	—	39.0	—	39.0	W-MP	YES	Large village near main road	High water table	Well & motorized pump-based system
22	Mancy	Aa	14.0	7.0	21.0	4.0 (P)	17.0	W-HP-CT	NO	Medium, well off village, near main road	High water table, slightly turbid	Well with handpump, one for cattle watering
46	Berenty-Betsileo	Aa	61.0	—	61.0	—	61.0	WW	YES	Large, well off village in remote place, center of distribution	Salty groundwater, underflow water is more suitable for drinking water	Simple water work system including slow sand filtration
49	Tanandava-Antaifasy	Aa	53.0	—	53.0	—	53.0	W-MP	YES	Large village in remote place, center of distribution	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump-based system, long distribution piping is required
52	Soahazo	Aa	74.0	14.0	88.0	20.0 (P)	68.0	MP-CT	NO	Large, well off village on road-9, commerce is developing	Shallow groundwater is salty	Replace solar pump with conventional pump system, wide distribution piping required
53	Analamisampy	Aa	20.0	7.0	27.0	4.0 7.0 (P)	16.0	W-HP-CT	NO	Medium, well off village on road-9, commerce is developing	High water table	Well with hand pump, one for cattle watering
54	Belitsaka	Aa	34.0	14.0	48.0	7.0 (P)	41.0	MP-CT	NO	Large, well off village on road-9, commerce is developing	High water table	Replace handpump system with motorized pump system
55	Ampasikibo	Aa	52.0	14.0	66.0	4.0 7.0 (P)	55.0	MP-CT	NO	Large, well off village on road-9, commerce is developing	High water table	Replace handpump system with motorized pump system
56	Namaboha	Aa	39.0	14.0	53.0	7.0 (P)	46.0	MP-CT	NO	Large, well off village on road-9, commerce is developing	High water table by confined aquifer, requires deep well	Replace handpump with motorized pump system, wide distribution required
63	Manombo-Atm	Aa	122.0	—	122.0	4.0 (P)	118.0	MP	NO	Large, well off village in remote place, center of distribution and culture	High water table	Replace handpump with motorized pump system, wide distribution required
68	Benetsy	Aa	52.0	14.0	66.0	4.0 (P)	62.0	MP-CT	YES	Large, well off village on road-9, commerce is developing	High water table by confined aquifer, requires deep well	Replace handpump with motorized pump system; wide distribution piping required
77	Andranovory	Aa	40.0	—	40.0	—	40.0	W-MP	YES	Medium village on road-7, relies on water vendors	Very low water table	Well & motorized pump-based system



No	Village Name	Priority	Gross Water Consumption			Existing Safe Water Supply (m <sup>3</sup> /Day)	Net Water Required (m <sup>3</sup> /Day)	Proposed Type of Facility	Schistosomiasis	Community Characteristic	Water Source Characteristic	Project Characteristic
			Domestic Use (m <sup>3</sup> /Day)	Cattle Watering (m <sup>3</sup> /Day)	Total (m <sup>3</sup> /Day)							
92	Mahaboboka	Aa	52.0	—	52.0	—	52.0	W-MP	YES	Large, well off village on road-7, commerce is developing	Very high water table	Well & motorized pump-based system; wide distribution piping required
101	Ankilimalinika	Aa	101.0	14.0	115.0	4.0 (P)	111.0	MP-CT	NO	Large, well off village on road-9, commerce is developing	High water table, slightly High water table, slightly saline	Replace handpump with motorized pump system, wide distribution required
a	Befandriana	Aa	79.0	—	79.0	24.0 (P)	55.0	MP-RH	NO	Large, well off village on road-9, commerce is developing	High water table	Expansion of capacity & distribution of existing system
b	Betsicky Nord	Aa	52.0	—	52.0	—	52.0	W-MP-RH	YES	Large village near road-9	Low water table, confined water, requires deep well	Rehabilitation including new well drilling & pumping system
c	Andrachinaty	Aa	47.0	—	47.0	—	47.0	W-MP-RH	NO	Medium, well off village on road-7, relies on water vendors	Very low water table	Rehabilitation, existing facility is useless
d	Sakaraha	Aa	103.0	—	103.0	—	103.0	W-MP-RH	YES	City on road-7	High water table by confined aquifer, requires deep well	Rehabilitation, large expansion in capacity and distribution is required
e	Ankazoabo	Aa	79.0	—	79.0	—	79.0	W-MP-RH	NO	City in remote place	High water table by confined aquifer, requires deep well	Rehabilitation, existing facility is useless
11	Andranomanintsy	Ab	37.0	—	37.0	—	37.0	W-MP	YES	Medium village near road-9, with promising farming	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump-based system
14	Antsakoabe	Ab	21.0	14.0	35.0	—	35.0	W-MP-CT	YES	Medium village on road-9, with promising farming	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump-based system
25	Sihanaka	Ab	18.0	—	18.0	4.0 (P)	14.0	W-HP	NO	Small village near road-9, with promising farming	Very high water table	Well with handpump
29	Mangotroka	Ab	16.0	—	16.0	4.0 (P)	12.0	W-HP	NO	Small village on road-9, with promising farming	Very high water table	Well with handpump
34	Tandrano	Ab	92.0	—	92.0	—	92.0	MP	YES	Large village in remote place, with promising farming	High water table by confined aquifer, requires deep well	Install motorized pump system on existing well
35	Ampandramitsetaky	Ab	21.0	—	21.0	—	21.0	W-MP	YES	Medium village in remote place, with promising farming	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump-system

No	Village Name	Priority	Gross Water Consumption			Existing Safe Water Supply (m <sup>3</sup> /Day)	Net Water Required (m <sup>3</sup> /Day)	Proposed Type of Facility	Schistosomiasis	Community Characteristic	Water Source Characteristic	Project Characteristic
			Domestic Use (m <sup>3</sup> /Day)	Cattle Watering (m <sup>3</sup> /Day)	Total (m <sup>3</sup> /Day)							
47	Ankilivalokely	Ab	32.0	—	32.0	—	32.0	W-MP	NO	Medium, well off village in remote place	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump-system
58	Ankatrakatra	Ab	12.0	7.0	19.0	—	19.0	W-HP-CT	NO	Small, cattle breeding village, near road-9	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well with handpump, one for cattle watering
61	Beroroha	Ab	59.0	—	59.0	—	59.0	W-MP	YES	Large village in remote place with promising farming	Very high water table	Well & motorized pump-system, wide distribution piping is required
78	Befoly	Ab	23.0	7.0	30.0	—	30.0	W-MP-CT	NO	Medium village on road-7, relies on water vendors	Very low water table, confined	Well & motorized pump-system
83	Andranolava	Ab	39.0	—	39.0	—	39.0	W-MP	NO	Large village in remote place, with promising farming, center of district	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump-system
96	Analamary	Ab	26.0	—	26.0	4.0 (P)	22.0	MP	NO	Medium village in remote place, with promising, farming	Medium water table, confined	Replace handpump with motorized pump-system
40	Tanandava	Ba	10.0	—	10.0	—	10.0	W-HP	YES	Small village, close to ANKZOABO city	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well with handpump
59	Ampihany	Ba	38.0	14.0	52.0	4.0 (P)	48.0	MP-CT	NO	Medium, cattle breeding village near road-9	Very high water table	Replace handpump with motorized pump-system
80	Ambondro	Ba	26.0	—	26.0	—	26.0	W-HP	NO	Medium village in remote place, with promising farming, difficult access	Very high water table	Well with handpump
65	Ankarabato	Ba	48.0	—	48.0	—	48.0	MP	NO	Large, well off village on road-9	High water table by confined aquifer, requires deep well	Install motorized pump-system on a test well
5	Ambalamoa	Bb	26.0	—	26.0	—	26.0	W-MP	NO	Medium, poor village near road-9, with farming potential	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump-system
6	Tsianihy	Bb	36.0	—	36.0	—	36.0	W-MP	NO	Medium, poor village near road-9, with farming potential	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump-system
7	Namatoa	Bb	20.0	—	20.0	—	20.0	W-MP	YES	Small, poor village near road-9, with farming potential	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump-system

(. / .)

No	Village Name	Priority	Gross Water Consumption			Existing Safe Water Supply (m <sup>3</sup> /Day)	Net Water Required (m <sup>3</sup> /Day)	Proposed Type of Facility	Schistosomiasis	Community Characteristic	Water Source Characteristic	Project Characteristic
			Domestic Use (m <sup>3</sup> /Day)	Cattle Watering (m <sup>3</sup> /Day)	Total (m <sup>3</sup> /Day)							
18	Ambiky	Bb	36.0	—	36.0	—	36.0	W-MP	NO	Small, poor village near road-9, with farming potential	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump-system
23	Ampoza	Bb	18.0	—	18.0	4.0 (P)	14.0	W-HP	NO	Small, poor village near road-9, with farming potential	Very high water table	Well with handpump
57	Artseva	Bb	21.0	—	21.0	—	21.0	W-HP	NO	Small, poor village on road-9, with traditional wells	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump-system
62	Antsonarif	Bb	31.0	—	31.0	—	31.0	W-MP	YES	Medium, poor village in remote place	High water table	Well & motorized pump-system
57	Tsefanoka	Bb	23.0	—	23.0	7.0 (P)	16.0	W-HP	NO	Medium, poor village, easy access from road-9, with farming potential	High water table	Well with handpump
81	Manoroka	Bb	26.0	—	26.0	4.0 (P)	22.0	MP	NO	Medium village, difficult access, with promising farming	Very high water table	Install motorized pump system, must supply to elevated place
86	Besakoa(2)	Bb	31.0	—	31.0	—	31.0	W-MP	YES	Medium village in remote place	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump system, distribution piping required
88	Maninday	Bb	18.0	—	18.0	4.0 (P)	14.0	W-HP	NO	Small village, easy access from road-7	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well with handpump
90	Tanambao	Bb	21.0	—	21.0	—	21.0	DW	YES	Small village in remote place, with farming potential	Very high water table	Protected dug well
94	Andamasiny-Vineta	Bb	14.0	—	14.0	—	14.0	W-MP	YES	Small village on road-7	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump system
98	Bereketa	Bb	13.0	—	13.0	—	13.0	W-HP	NO	Small village in remote place	High water table	Well with handpump
99	Ankilimitraloka	Bb	21.0	—	21.0	—	21.0	DW	NO	Medium village in remote place, difficult access, with farming potential	Very high water table	Protected dug well
13	Tanandava	Ca	16.0	—	16.0	—	16.0	W-MP	YES	Small village on road-9 very poor, origin of big TANNANDAVA near it	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump system

No	Village Name	Priority	Gross Water Consumption			Existing Safe Water Supply (m3/Day)	Net Water Required (m3/Day)	Proposed Type of Facility	Schistosomiasis	Community Characteristic	Water Source Characteristic	Project Characteristic
			Domestic Use (m3/Day)	Cattle Watering (m3/Day)	Total (m3/Day)							
15	Talatavalo	Ca	17.0	—	17.0	—	17.0	NO	Small, poor village, separated small settlements	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump	
21	Antranosatra	Ca	15.0	—	15.0	—	15.0	NO	Small, poor village, 2 separated settlements	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump	
33	Andranamanintsy	Ca	20.0	—	20.0	—	20.0	YES	Medium, poor village in remote place	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump	
41	Ampoza	Ca	8.0	—	8.0	—	8.0	YES	Small, poor village in remote place	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump	
42	Ipetsa Atm	Ca	3.0	—	3.0	—	3.0	NO	Small, poor village in remote place	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump	
64	Antandroka	Ca	18.0	—	18.0	—	18.0	NO	Small, poor village in remote place	High water table	Well & motorized pump	
69	Andrevo	Ca	58.0	—	58.0	—	58.0	YES	Large fishing village, well offsalty water	Fresh water lies on top of	Protected dug well to controll drawing	
79	Ankororoka	Ca	3.0	—	3.0	—	3.0	NO	Tiny, poor village on road-7, subsistence farming	Very low water table	Well & motorized pump system	
82	Iaborana	Ca	6.0	—	6.0	—	6.0	NO	Small village in remote place	Low water table	Well & motorized pump system	
84	Lambonakandro	Ca	5.0	—	5.0	—	5.0	YES	Small, poor village in remote place	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well with handpump	
91	Ambahimalitsy	Ca	21.0	—	21.0	—	21.0	YES	Medium village in remote place, promising farming far from consumers	Very high water table	Protected dug well	
30	Nosy-Ambositra	Cb	26.0	—	26.0	—	26.0	YES	Medium village in remote place, difficult access, good farming potential	Very high water table	Well with handpump	
31	Tsiarimpioko	Cb	21.0	—	21.0	—	21.0	NO	Medium village in remote place, traditional water source is abandoned, good farming potential	Very high water table	Well with handpump	

No	Village Name	Priority	Gross Water Consumption			Existing Safe Water Supply (m <sup>3</sup> /Day)	Net Water Required (m <sup>3</sup> /Day)	Proposed Type of Facility	Schistosomiasis	Community Characteristic	Water Source Characteristic	Project Characteristic
			Domestic Use (m <sup>3</sup> /Day)	Cattle Watering (m <sup>3</sup> /Day)	Total (m <sup>3</sup> /Day)							
71	Amphialia	Cb	26.0	—	26.0	—	26.0	NO	Medium village along FIHERENANA river, difficult access, good farming potential	Underflow water	Well & motorized pump system	
72	Behompy	Cb	26.0	—	26.0	—	26.0	NO	Medium village along FIHERENANA river, difficult access, mountainous	Underflow water	Well & motorized pump	
73	Ambolonkira	Cb	12.0	—	12.0	—	12.0	NO	Small poor village along FIHERENANA river, difficult access, mountainous	Underflow water	Well with handpump	
100	Ankilivalo	Cb	52.0	—	52.0	—	52.0	NO	Large, well off village in remote place, center of distribution, difficult access	High water table	Well & motorized pump system, wide distribution	
1	Ankazomanga	D	16.0	—	16.0	—	16.0	YES	Small poor village in northern part, subsistence farming	Very high water table	Protected dug well	
2	Beadabo	D	16.0	—	16.0	—	16.0	YES	Small poor village in northern part, subsistence farming	Very high water table	Protected dug well	
3	befasy	D	16.0	—	16.0	—	16.0	YES	Small poor village in northern part, subsistence farming	Very high water table	Protected dug well	
4	Ankilifolo(1)	D	10.0	—	10.0	—	10.0	NO	Small poor village in northern part, subsistence farming	Very high water table	Protected dug well	
9	Ankida	D	0.4	—	0.4	—	0.4	NO	Tiny village, poor, subsistence farming	High water table but deeper drilling necessary	Well with handpump	
12	Berantala	D	13.0	—	13.0	—	13.0	YES	Small village, poor, subsistence farming	In spite of high water table, deeper drilling is required	Well & motorized pump system	
17	Marovato	D	10.0	—	10.0	—	10.0	NO	Small village, poor, subsistence farming	In spite of high water table, deeper drilling is required	Well & motorized pump, no distribution pipe	
18	Andranoboka	D	16.0	—	16.0	—	16.0	NO	Small village, poor, subsistence farming	In spite of high water table, deeper drilling is required	Well & motorized pump	
24	Ankilifolo(2)	D	12.0	—	12.0	—	12.0	NO	Small village, poor, subsistence farming	High water table	Well with handpump	

No	Village Name	Priority	Gross Water Consumption			Existing Safe Water Supply (m <sup>3</sup> /Day)	Net Water Required (m <sup>3</sup> /Day)	Proposed Type of Facility	Schistosomiasis	Community Characteristic	Water Source Characteristic	Project Characteristic
			Domestic Use (m <sup>3</sup> /Day)	Cattle Watering (m <sup>3</sup> /Day)	Total (m <sup>3</sup> /Day)							
27	Besibasy	D	26.0	—	26.0	4.0 (P)	22.0	Supply from Analatelo	YES	Large village in remote place, center of district	Available but poor quality not suitable for drinking	Transfer pipeline from ANALATELO
36	Andranomafana	D	16.0	—	16.0	—	16.0	W-HP	NO	Small, poor village in remote place, subsistence farming	In spite of high water table, deeper drilling is required	Well with handpump
37	Mamakiala	D	8.0	—	8.0	—	8.0	W-HP	NO	Small, poor village in remote place, subsistence farming	In spite of high water table, deeper drilling is required	Well with handpump
38	Berenty-Ankilimasy	D	3.0	—	3.0	—	3.0	W-HP	NO	Tiny, poor village in remote place, subsistence farming	In spite of high water table, deeper drilling is required	Well with handpump
39	Betsinefo	D	0.9	—	0.9	—	0.9	W-HP	YES	Tiny, poor village in remote place, subsistence farming	In spite of high water table, deeper drilling is required	Well with handpump
43	Mandabe Atn	D	3.0	—	3.0	—	3.0	DW	YES	Tiny, poor village in remote place, subsistence farming	Very shallow aquifer	Protected dug well
44	Soatanimbary	D	2.0	—	2.0	—	2.0	DW	NO	Tiny, poor village in remote place, subsistence farming	Very shallow aquifer	Protected dug well
45	Sahanory Atn	D	5.0	—	5.0	—	5.0	DW	YES	Tiny, poor village in remote place, subsistence farming	Very shallow aquifer	Protected dug well
66	Andoharano	D	8.0	—	8.0	—	8.0	W-HP	NO	Small, poor village far from road-9, subsistence farming	In spite of high water table, deeper drilling is required	Well with handpump
70	Anjamala	D	4.0	—	4.0	—	4.0	W-HP	NO	Tiny, poor village along FIHERENANA river, difficult access	Underflow water	Well with handpump
74	Miary	D	52.0	14.0	66.0	—	66.0	W-HP-CT	NO	Large village near TOLIARA City, supplied by JIRAMA	High water table	Well & motorized pump system
75	Befanamy	D	18.0	—	18.0	—	18.0	W-HP	NO	Medium village near TOLIARA City, supplied by JIRAMA	High water table	Well & motorized pump system
76	Tsivonobe	D	0.8	—	0.8	—	0.8	DW	NO	Tiny, poor village on road-9, subsistence farming	High water table	Protected dug well
80	Ambohimaheiona	D	52.0	—	52.0	—	52.0	Spring	NO	Large village, center of district, good farming potential	Spring can be used	Piping from spring

No	Village Name	Priority	Gross Water Consumption			Existing Safe Water Supply (m <sup>3</sup> /Day)	Net Water Required (m <sup>3</sup> /Day)	Proposed Type of Facility	Schistosomiasis	Community Characteristic	Water Source Characteristic	Project Characteristic
			Domestic Use (m <sup>3</sup> /Day)	Cattle Watering (m <sup>3</sup> /Day)	Total (m <sup>3</sup> /Day)							
89	Bevoalavo	D	6.0	—	6.0	—	6.0	DW	NO	Small, poor village in remote place, subsistence farming	High water table	Protected dug well
93	Mahasoa	D	0.8	—	0.8	—	0.8	W-HP	YES	Tiny, poor village on road-7, subsistence farming	In spite of high water table, deeper drilling is required	Well with handpump
97	Antanimora	D	8.0	—	8.0	—	8.0	W-HP	NO	Small, poor village in remote place, subsistence farming	In spite of high water table, deeper drilling is required	Well with handpump

Tableau 9.2.3 Equipements AEP par village

No	Village Name	Priority	Proposed Type of Facility	Dimension		Water Level		Dynamic Water Level	Quantity Exist/ New	Hand Pump		Submerged Motor pump		Engine Generator Output (KVA)	Reservoir Capacity (m3)	Water Supply Point	
				Static	Dynamic	Capacity	Head			Capacity	Head	Q'ty	Q'ty			Public Hydrant	Watering Place
8	Mangolovoio	Aa	W-MP	φ 6" X 30.0 m	( 5.00 m/ 10.00 m)				1			108 l/min X 16 m	1	12.5	15	5	
22	Manoy	Aa	W-HP-CT	φ 4" X 40.0 m	( 8.50 m/ 9.50 m)				1	3	20 l/min X 10 m						
46	Berenty-Betsileo	Aa	W	φ 6" X 30.0 m	( 3.00 m/ 10.00 m)				1			169 l/min X 16 m	1	12.5	30	8	
49	Tanandava-Antaifasy	Aa	W-MP	φ 6" X 100.0 m	( 15.00 m/ 25.00 m)				1			147 l/min X 31 m	1	12.5	30	7	
52	Soahazo	Aa	MP-CT	φ 4" X 76.0 m	( 36.70 m/ 38.60 m)				1			244 l/min X 45 m	1	17.0	30	10	
53	Analamisampy	Aa	W-HP-CT	φ 4" X 71.0 m	( 13.11 m/ 18.60 m)				1	2	20 l/min X 19 m						
54	Beitsaka	Aa	MP-CT	φ 4" X 66.0 m	( 12.78 m/ 33.00 m)				1			133 l/min X 39 m	1	17.0	15	5	
55	Ampasikibo	Aa	MP-CT	φ 4" X 50.0 m	( 9.16 m/ 15.12 m)				1			172 l/min X 22 m	1	12.5	30	8	
56	Namaboha	Aa	MP-CT	φ 4" X 83.0 m	( 16.50 m/ 34.00 m)				1			147 l/min X 40 m	1	17.0	30	5	
63	Manombo-Atm	Aa	MP	φ 6" X 27.0 m	( 4.53 m/ 5.53 m)				1			339 l/min X 12 m	1	5.5	30	16	
68	Benetsy	Aa	MP-CT	φ 6" X 72.0 m	( 13.51 m/ 17.30 m)				1			183 l/min X 24 m	1	12.5	30	8	
77	Andranovory	Aa	W-MP	φ 6" X 150.0 m	( 115.00 m/ 125.00 m)				1			111 l/min X 191 m	1	37.0	15	5	
92	Mahaboboka	Aa	W-MP	φ 6" X 30.0 m	( 5.00 m/ 10.00 m)				1			144 l/min X 16 m	1	12.5	30	7	
101	Ankiliwalinika	Aa	MP-CT	φ 4" X 66.0 m	( 14.35 m/ 17.70 m)				1			319 l/min X 24 m	1	17.0	40	14	
a	Beandriana	Aa	MP-RH	φ 6" X 53.0 m	( 12.30 m/ 13.28 m)				1			219 l/min X 20 m	1	12.5	30	10	
b	Betsioky Nord	Aa	W-MP-RH	φ 6" X 150.0 m	( 60.00 m/ 80.00 m)				1			144 l/min X 86 m	1	37.0	30	7	
c	Andranobinaly	Aa	W-MP-RH	φ 6" X 250.0 m	( 207.00 m/ 220.00 m)				1			131 l/min X 225 m	1	55.0	15	6	
d	Sakaraha	Aa	W-MP-RH	φ 6" X 100.0 m	( 12.00 m/ 20.00 m)				1			186 l/min X 26 m	1	12.5			
e	Ankazoabo	Aa	W-MP-RH	φ 6" X 30.8 m	( 10.66 m/ 21.60 m)				1			100 l/min X 28 m	1	10.0	30	24	
11	Andranomanintsy	Ab	W-MP	φ 6" X 100.0 m	( 27.50 m/ 38.00 m)				1			150 l/min X 44 m	1	12.5	30	10	
14	Antsakoabe	Ab	W-MP-CT	φ 6" X 200.0 m	( 30.00 m/ 40.00 m)				1			103 l/min X 46 m	1	17.0	15	6	
25	Sihanaka	Ab	W-HP	φ 4" X 40.0 m	( 6.00 m/ 6.50 m)				1	2	20 l/min X 7 m						
29	Mangotroka	Ab	W-HP	φ 4" X 40.0 m	( 3.50 m/ 3.80 m)				1	2	20 l/min X 4 m						
34	Tandriano	Ab	MP	φ 6" X 150.0 m	( 25.56 m/ 32.76 m)				1			256 l/min X 39 m	1	17.0	40	12	
35	Ampandramitsetaky	Ab	W-MP	φ 6" X 150.0 m	( 25.00 m/ 33.00 m)				1			58 l/min X 39 m	1	17.0	10	3	
47	Ankiliyalokely	Ab	W-MP	φ 6" X 200.0 m	( 20.00 m/ 40.00 m)				1			89 l/min X 46 m	1	12.5	15	4	
58	Ankarakatra	Ab	W-HP-CT	φ 4" X 70.0 m	( 10.00 m/ 15.00 m)				3		20 l/min X 15 m						
61	Beroroha	Ab	W-MP	φ 4" X 50.0 m	( 15.00 m/ 25.00 m)				1			164 l/min X 31 m	1	12.5	30	8	
78	Befoly	Ab	W-MP-CT	φ 6" X 250.0 m	( 178.56 m/ 185.00 m)				1			83 l/min X 191 m	1	55.0	10	3	
83	Andranolava	Ab	W-MP	φ 4" X 100.0 m	( 20.00 m/ 27.00 m)				1			108 l/min X 33 m	1	17.0	15	5	



No	Village Name	Priority	Proposed Type of Facility	W e l l				Hand Pump		Submersed Motor pump		Engine Generator		Reservoir Capacity		Water Supply Point		
				Dimension	Static Water Level	Dynamic Water Level	Quantity Exist	Quantity New	Capacity	Head	Q'ty	Capacity	Head	Q'ty	Output	Q'ty	Public Hydrant	Waring Place
38	Analamary	Ab	MP	φ6" X 204.0 m ( 35.00 m/ 43.62 m)			1				72 l/min X 50 m	1	17.0	1	10	4		
40	Tanandava	Ba	W-HP	φ6" X 100.0 m ( 20.00 m/ 25.00 m)				1	20 l/min X 25 m									
59	Ampihany	Ba	MP-CT	φ4" X 53.0 m ( 8.30 m/ 15.32 m)			1				144 l/min X 22 m	1	12.5	1	30	6	1	
60	Ambondro	Ba	W-HP	φ4" X 50.0 m ( 10.00 m/ 15.00 m)				3	20 l/min X 15 m									
65	Ankaraobato	Ba	MP	φ4" X 75.0 m ( 3.40 m/ 6.40 m)			1				133 l/min X 13 m	1	5.5	1	15	6		
5	Ambalanoa	Bb	W-HP	φ6" X 150.0 m ( 20.00 m/ 30.00 m)				1			72 l/min X 36 m	1	12.5	1	10	4		
6	Tsianihy	Bb	W-HP	φ6" X 150.0 m ( 20.00 m/ 30.00 m)				1			100 l/min X 36 m	1	12.5	1	15	5		
7	Namatoa	Bb	W-HP	φ6" X 150.0 m ( 20.00 m/ 30.00 m)				1			56 l/min X 36 m	1	12.5	1	10	3		
16	Ambiky	Bb	W-HP	φ6" X 200.0 m ( 25.00 m/ 35.00 m)				1			100 l/min X 41 m	1	10.0	1	10	5		
23	Amoza	Bb	W-HP	φ4" X 50.0 m ( 5.50 m/ 6.20 m)			1	2	20 l/min X 7 m									
57	Antseva	Bb	W-HP	φ4" X 70.0 m ( 15.00 m/ 20.00 m)				3	20 l/min X 20 m									
52	Antsomarify	Bb	W-HP	φ4" X 50.0 m ( 15.00 m/ 20.00 m)				1			86 l/min X 26 m	1	12.5	1	15	4		
67	Tsefanoka	Bb	W-HP	φ4" X 45.0 m ( 25.50 m/ 26.00 m)			1	2	20 l/min X 26 m									
81	Manoroka	Bb	MP	φ4" X 58.0 m ( 5.25 m/ 5.25 m)			1				72 l/min X 12 m	1	5.5	1	10	4		
86	Besakoa (2)	Bb	W-HP	φ4" X 100.0 m ( 20.00 m/ 26.00 m)				1			86 l/min X 32 m	1	17.0	1	15	4		
88	Maninday	Bb	W-HP	φ4" X 70.0 m ( 16.50 m/ 17.00 m)				2	20 l/min X 17 m									
90	Tanambao	Bb	DW	10.0 m ( 8.00 m/ 9.00 m)				4										
94	Andamasiny-Vineta	Bb	W-HP	φ5" X 150.0 m ( 20.00 m/ 30.00 m)				1			39 l/min X 36 m	1	10.0	1	10	2		
98	Bereketa	Bb	W-HP	φ4" X 50.0 m ( 5.00 m/ 10.00 m)							36 l/min X 16 m	1	10.0	1	10	2		
99	Ankilimitraloka	Bb	DW	10.0 m ( 8.00 m/ 9.00 m)				4										
13	Tanandava	Ca	W-HP	φ6" X 200.0 m ( 15.00 m/ 20.00 m)				1			44 l/min X 26 m	1	10.0	1	10	2		
15	Talatavalo	Ca	W-HP	φ5" X 200.0 m ( 15.00 m/ 25.00 m)				1			47 l/min X 31 m	1	10.0	1	10	3		
21	Antranosatra	Ca	W-HP	φ6" X 200.0 m ( 15.00 m/ 25.00 m)				1			42 l/min X 31 m	1	10.0	1	10	2		
33	Andranomanintsy	Ca	W-HP	φ6" X 150.0 m ( 15.00 m/ 25.00 m)				1			56 l/min X 31 m	1	10.0	1	10	3		
41	Amoza	Ca	W-HP	φ6" X 150.0 m ( 35.00 m/ 40.00 m)				1	20 l/min X 40 m									
42	Ipetsa Atm	Ca	W-HP	φ6" X 150.0 m ( 35.00 m/ 40.00 m)				1	20 l/min X 40 m									
54	Antandroka	Ca	W-HP	φ4" X 50.0 m ( 15.00 m/ 20.00 m)				3	20 l/min X 20 m									
59	Andrevo	Ca	DW	10.0 m ( 8.00 m/ 9.00 m)				6										
79	Ankororoaka	Ca	W-HP	φ6" X 250.0 m ( 210.00 m/ 215.00 m)				1			8 l/min X 221 m	1	55.0	1	10	1		
82	Iaborana	Ca	W-HP	φ6" X 200.0 m ( 70.00 m/ 80.00 m)				1			17 l/min X 86 m	1	17.0	1	10	1		
84	Lambomakandro	Ca	W-HP	φ4" X 100.0 m ( 15.00 m/ 20.00 m)				1	20 l/min X 20 m									
91	Ambanimality	Ca	DW	10.0 m ( 8.00 m/ 9.00 m)				4										

No	Village Name	Priority	Proposed Type of Facility	Water Level			Quantity	Hand Pump		Submerged Motor pump		Engine		Reservoir		Water Supply Point		
				Dimension	Static	Dynamic		Exist	New	Capacity × Head	Q'ty	Capacity × Head	Q'ty	Generator Output	Q'ty	Capacity	Public Hydrant	Watering Place
30	Nosy-Ambositra	Cb	W-HP	φ4" × 50.0 m ( 10.00 m/ 15.00 m)			3	20 l/min × 15 m	3									
31	Tsiarimpioke	Cb	W-HP	φ4" × 50.0 m ( 10.00 m/ 15.00 m)			3	20 l/min × 15 m	3									
71	Ampihalia	Cb	W-MP	φ4" × 50.0 m ( 10.00 m/ 15.00 m)			1			72 l/min × 21 m	1	10.0	1	10	4			
72	Behompy	Cb	W-MP	φ4" × 50.0 m ( 10.00 m/ 15.00 m)			1			72 l/min × 21 m	1	10.0	1	10	4			
73	Ambolonkira	Cb	W-HP	φ4" × 50.0 m ( 10.00 m/ 15.00 m)			2	20 l/min × 15 m	2									
100	Ankilivalo	Cb	W-MP	φ4" × 100.0 m ( 15.00 m/ 20.00 m)			1			144 l/min × 26 m	1	10.0	1	30	7			
1	Ankazomanga	D	DW	7.0 m ( 5.00 m/ 6.00 m)			3											
2	Beadabo	D	DW	7.0 m ( 5.00 m/ 6.00 m)			3											
3	befasy	D	DW	7.0 m ( 5.00 m/ 6.00 m)			3											
4	Ankilifolo(1)	D	DW	7.0 m ( 5.00 m/ 6.00 m)			2											
9	Ankida	D	W-HP	φ6" × 30.0 m ( 5.00 m/ 10.00 m)			1	20 l/min × 10 m	1									
12	Berantala	D	W-MP	φ6" × 200.0 m ( 30.00 m/ 40.00 m)			1			36 l/min × 46 m	1	10.0	1	10	2			
17	Marovato	D	W-HP	φ6" × 200.0 m ( 30.00 m/ 35.00 m)			1	20 l/min × 35 m	1									
18	Andranoboka	D	W-MP	φ6" × 200.0 m ( 30.00 m/ 40.00 m)			1			44 l/min × 46 m	1	10.0	1	10	2			
24	Ankilifolo(2)	D	W-HP	φ4" × 50.0 m ( 15.00 m/ 20.00 m)			2	20 l/min × 20 m	2									
27	Basibasy	D	Supply from Analatelo															
36	Andranomafana	D	W-MP	φ6" × 100.0 m ( 15.00 m/ 25.00 m)			1			44 l/min × 31 m	1	10.0	1	10	2			
37	Mamakiala	D	W-HP	φ6" × 100.0 m ( 15.00 m/ 20.00 m)			1	20 l/min × 25 m	1									
38	Berenty-Ankilimasy	D	W-HP	φ6" × 100.0 m ( 15.00 m/ 20.00 m)			1	20 l/min × 20 m	1									
39	Betsinefo	D	W-HP	φ6" × 100.0 m ( 15.00 m/ 20.00 m)			1	20 l/min × 20 m	1									
43	Mandabe Atm	D	DW	7.0 m ( 5.00 m/ 6.00 m)			1											
44	Soatanimbary	D	DW	7.0 m ( 5.00 m/ 6.00 m)			1											
45	Sahanory Atn	D	DW	7.0 m ( 5.00 m/ 6.00 m)			1											
66	Andoharano	D	W-HP	φ4" × 50.0 m ( 10.00 m/ 15.00 m)			1	20 l/min × 15 m	1									
70	Anjanala	D	W-HP	φ4" × 50.0 m ( 10.00 m/ 15.00 m)			1	20 l/min × 15 m	1									
74	Miary	D	W-MP-CT	φ4" × 50.0 m ( 8.00 m/ 12.00 m)			1			133 l/min × 18 m	1	12.5	1	30	8		1	
75	Beñanamy	D	W-HP	φ4" × 50.0 m ( 8.00 m/ 12.00 m)			2	20 l/min × 12 m	2									
76	Tsivonoabe	D	DW	7.0 m ( 5.00 m/ 6.00 m)			1											
80	Ambohimahavelona	D	Spring															
89	Bevoalavo	D	DW	10.0 m ( 8.00 m/ 9.00 m)			1											
93	Mahasoa	D	W-HP	φ4" × 150.0 m ( 20.00 m/ 25.00 m)			1	20 l/min × 25 m	1									
97	Antanimora	D	W-HP	φ6" × 150.0 m ( 30.00 m/ 35.00 m)			1	20 l/min × 35 m	1									

Distribution Pipeline

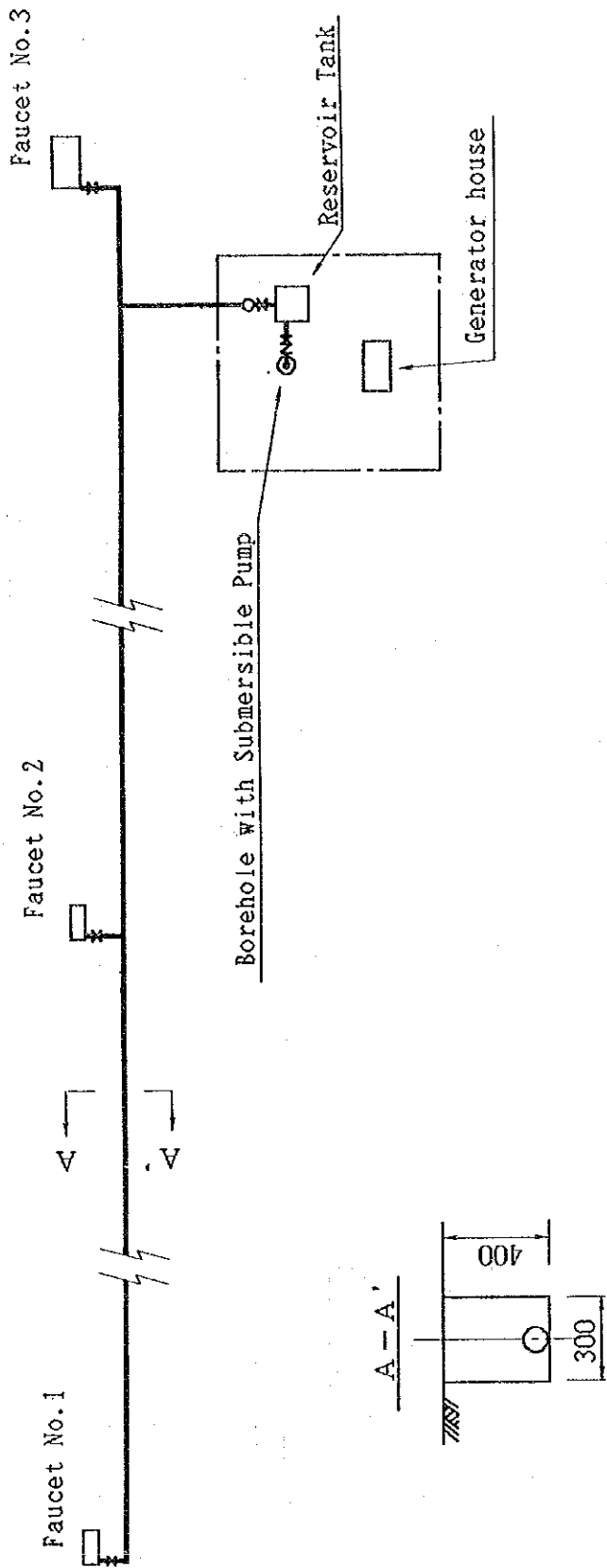
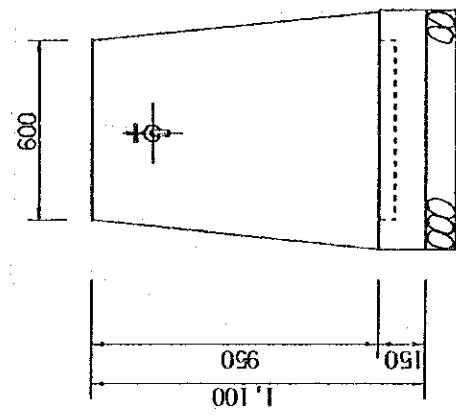
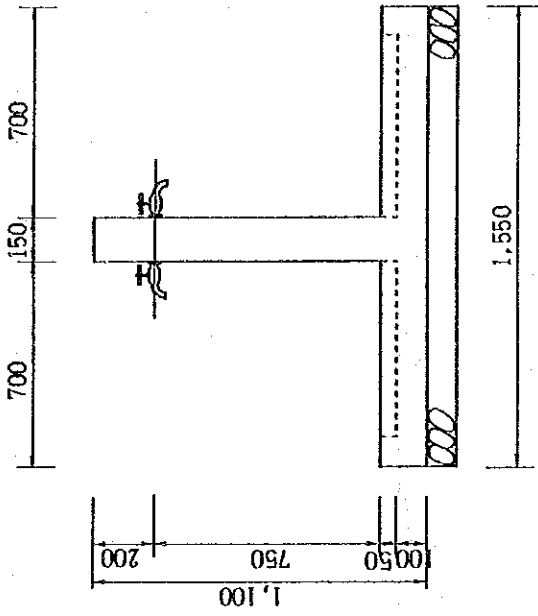
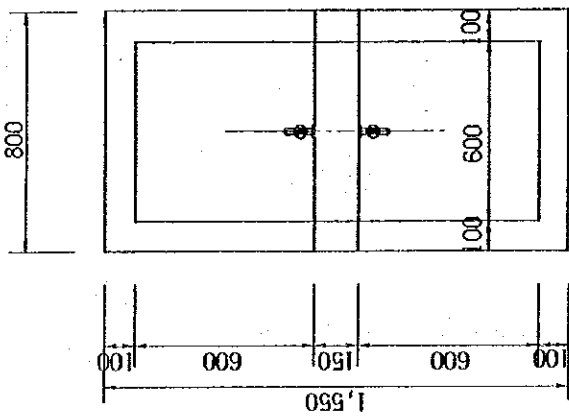


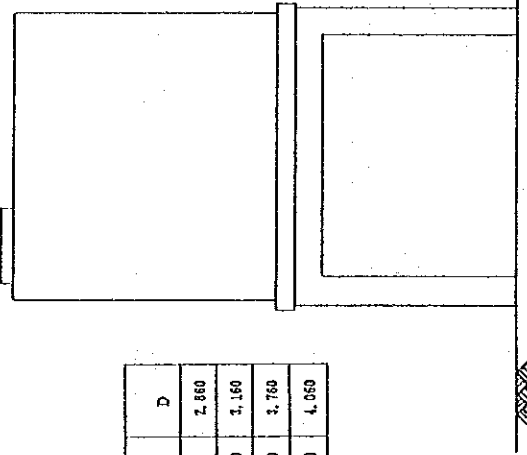
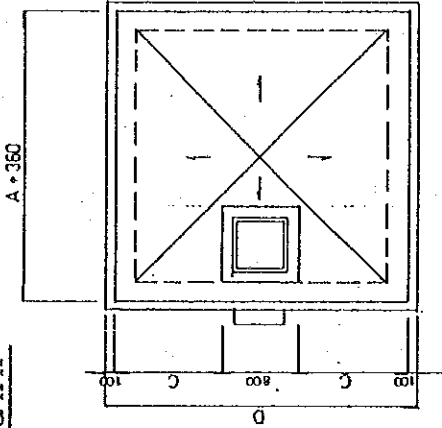
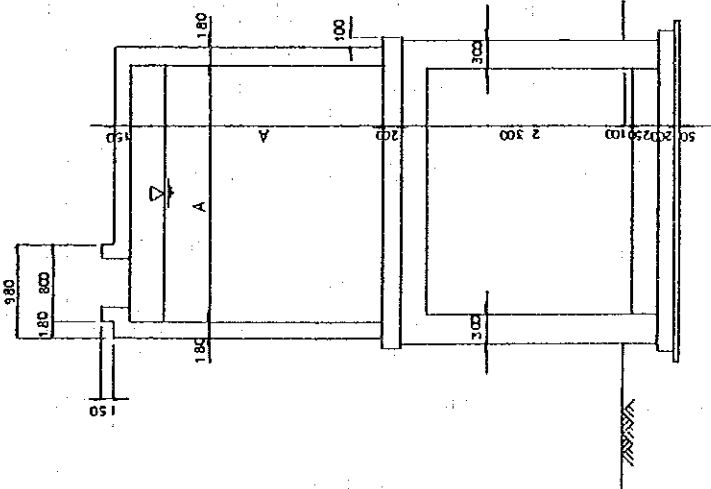
Figure 9.2.1 Conception typique pour l'équipement AEP

Faucet Base

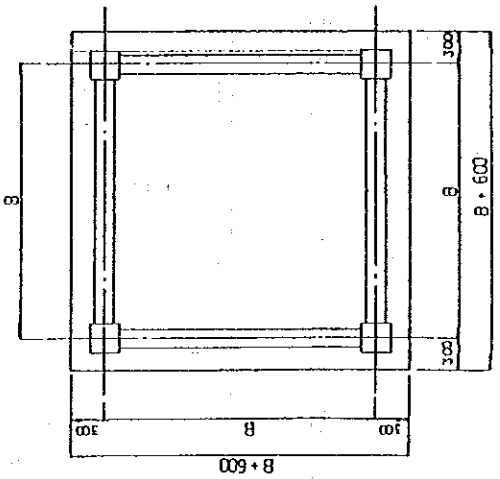


# Reservoir Tank

COUPE A-A

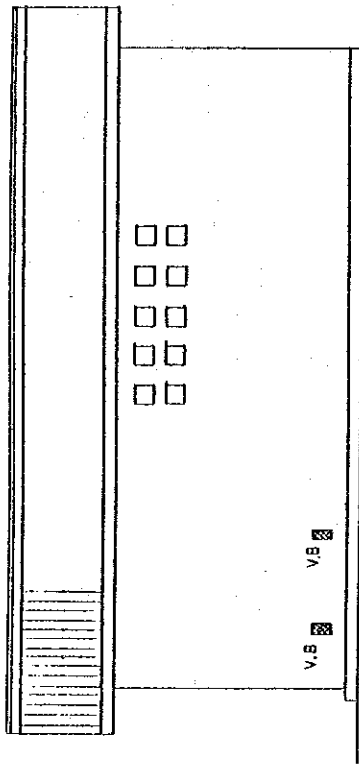


Reservoir Capacity	A	B	C	D
1 0 m <sup>3</sup>	2 300	2 480	930	2 860
1 5 m <sup>3</sup>	2 600	2 760	1 080	3 160
3 0 m <sup>3</sup>	3 200	3 360	1 380	3 760
4 0 m <sup>3</sup>	3 500	3 660	1 530	4 060



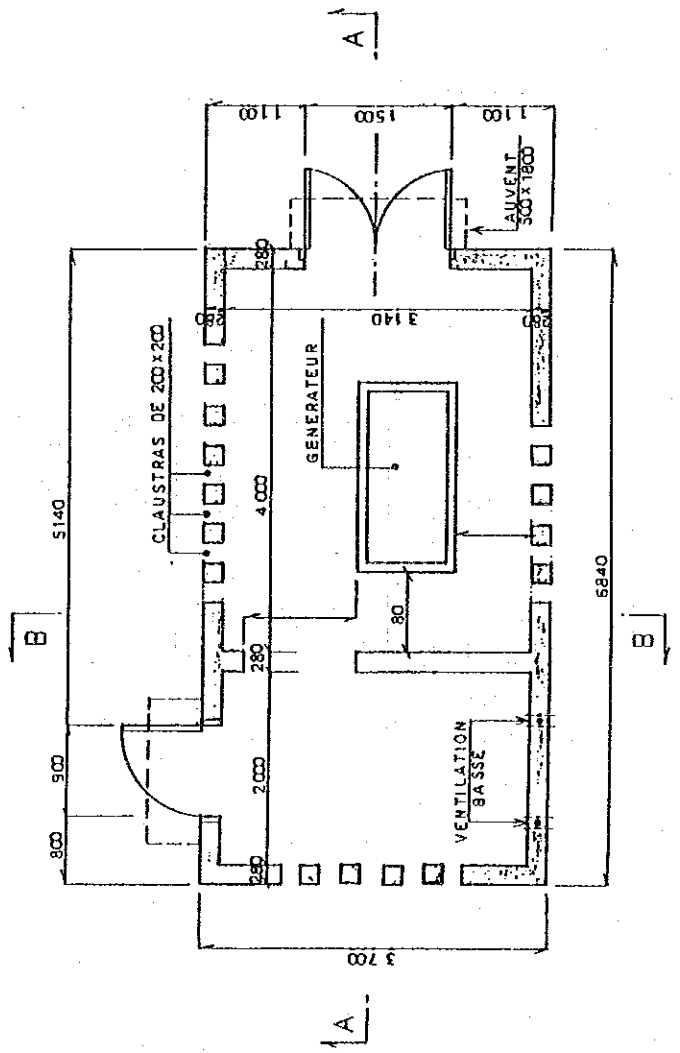
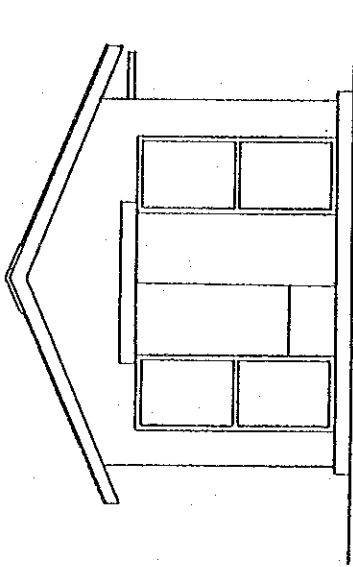
A - A

Generator House

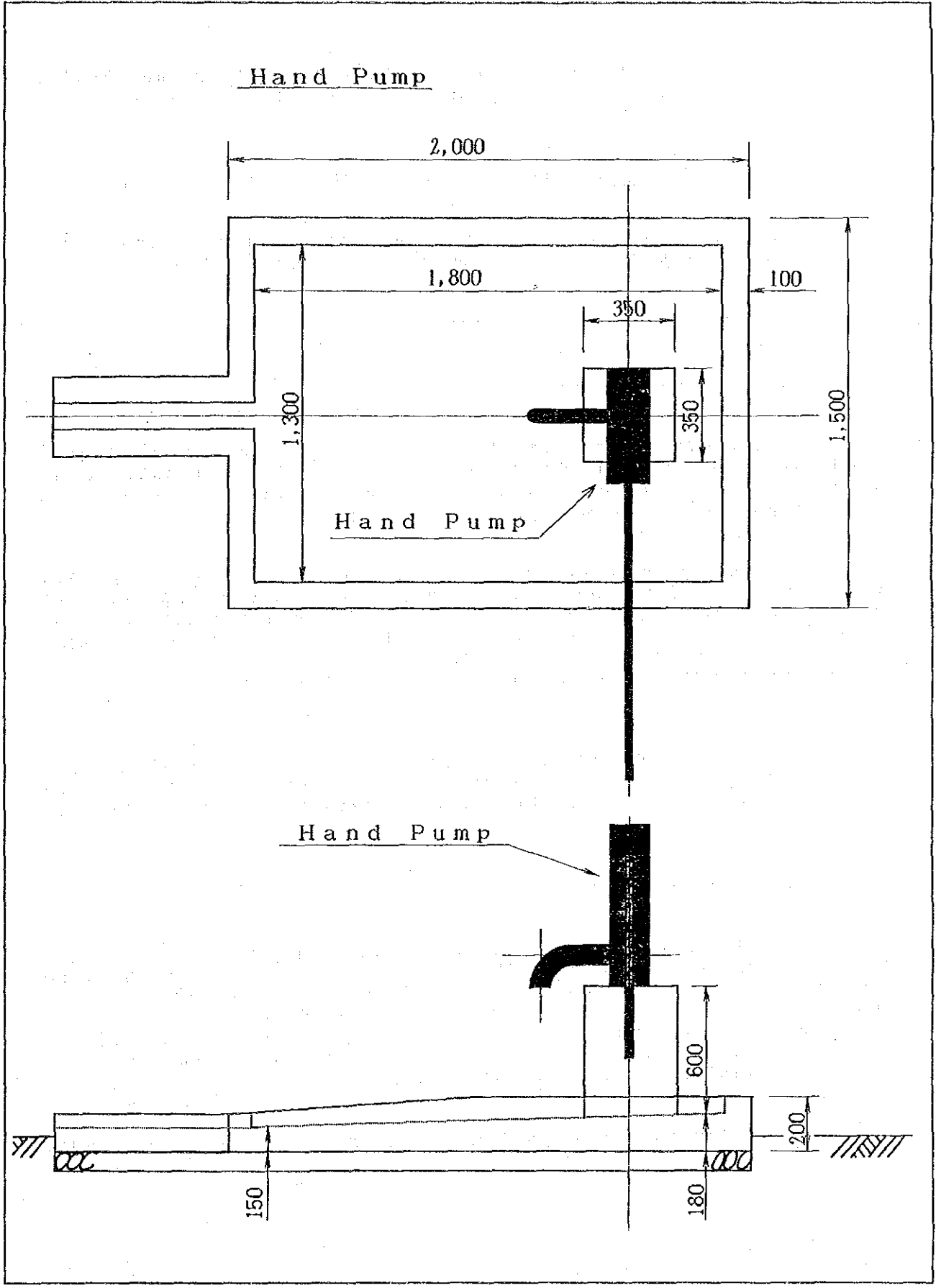


B - B

RIGHT SIDE VIEW  
(VUE DE DROITE)



(1.1)



### c) Résumé de l'équipement

L'ensemble des équipements nécessaires au Projet d'alimentation en eau pour chacune des collectivités sont inscrits dans le tableau 9.2.2

### d) Conception type des infrastructures

Les esquisses de la conception type des infrastructures AEP sont montrées dans la figure 9.2.1.

## 9.3 Mise en oeuvre du Projet

### 9.3.1 Concept de base

Comme il est abordé dans le chapitre 8, les villages-candidats sont classifiés en 6 classes de A<sub>a</sub> à D suivant la potentialité de développement des eaux souterraines et les conditions socio-économiques.

Le plan d'exécution du Projet est conçu pour les villages classifiés comme les sites prioritaires, appartenant aux groupes A<sub>a</sub>, A<sub>b</sub>, B<sub>a</sub> et B<sub>b</sub>. Quant au plan d'alimentation d'eau pour les villages des groupes C et D, il est établi au même niveau que celui pour les groupes de A<sub>a</sub> à B<sub>b</sub>. Leur plan d'exécution est également conçu *grosso modo* dans le dossier Annexe.

Quant au planning détaillé pour les village aux groupes C et D, il sera examiné en mettant en considération des autres villages de la taille moyenne existant dans la Zone de l'Etude.

### 9.3.2 Organe d'exécution

Le Ministère de l'Industrie, de l'Energie et des Mines (MIEM) sera l'organe d'exécution du Projet et le Service de l'Eau et de l'Hydrogéologie, ainsi qu'un département du Ministère susdit seront chargés de la direction et de la coordination du Projet. La délégation régionale du MIEM à Toliara assistera à la mise en oeuvre du Projet, en particulier, à la supervision des travaux de construction.

L'organigramme du MIEM est renvoyé dans la figure 2.1.2.



### a) Plan d'exécution

a-1) Le Projet devra être mis en oeuvre d'urgence afin de résoudre les problèmes AEP dans la Zone de l'Etude où une grande majorité de la population dépend toujours des sources traditionnelles en dépit de la qualité de l'eau douteuse.

Mais le manque des moyens financiers et techniques au secteur AEP empêche à présent la prompte mise en oeuvre du Projet.

Presque tous les projets antérieurs dans le domaine, élaborés pour la région, ont en fait recours jusqu'à ce jour au financement extérieur. Par ailleurs, il est à noter que les circonstances du pays sont en train de devenir favorables et atteignent maintenant l'ordre des efforts indépendants.

La population rurale témoigne, par exemple, de sa volonté de participer à la réalisation du Projet et aux tâches quotidiennes de fonctionnement et d'entretien des équipements. Elle est disposée à prendre en charge les dépenses nécessaires.

L'organe gouvernemental chargé de développement AEP pour le milieu rural, le MIEM, est actuellement en possession de trois machines de forage avec des équipes qualifiées et des équipements et véhicules suffisants pour le forage de puits relativement peu profonds, inférieurs à 150m. Cependant, pour la mise en oeuvre du Projet proposé, le rôle de l'aide extérieure demeure important sur le plan financier et technique.

Il sera donc une hypothèse de base que la plupart des approvisionnements et des activités de construction soient assurés par des constructeurs privés, engagés et supervisés par le MIEM en mettant l'usage des aides financières disposées pour le Gouvernement malgache.

Toutefois, certaines activités telles que la construction de tranchées ouvertes pour faire évacuer les eaux usées, la clôture autour du puits et de la pompe, etc, seront effectuées par les bénéficiaires ruraux.

a-2) Compte tenu de l'année objectif du Plan national, soit l'an 2000, il est recommandé que la mise en oeuvre du Projet soit rapidement envisagée. Une durée réduite est plutôt souhaitable si on considère au caractère urgent des besoins en eau. Une durée de 2 à 3 ans sera une période minimum réaliste pour prévoir un délai suffisant de préparation pour établir un système d'entretien et former une organisation solide de soutien au sein du MIEM.

La mise en oeuvre hâtée est déconseillée afin de tenir l'équilibre des ressources d'attribution entre plusieurs secteurs humains et sociaux.

a-3) La durée totale de la mise en oeuvre consiste en 2 phases comme il est indiqué dans ce qui suit. Dans les deux phases, les sous-projets conçus pour les villages prioritaires classés dans les groupes A<sub>a</sub>, A<sub>b</sub>, B<sub>a</sub> et B<sub>b</sub> seront exécutés.

a-4) Les sous-projets à exécuter dans la première phase sont retenus parmi ceux qui sont élaborés pour les villages classés dans le groupe de haute priorité soulignant l'urgence de besoins en eau et la difficulté d'exploitation des eaux souterraines. Les villages situés dans les Fiv. de Tollara II, Sakaraha et Ankazoabo satisfont aux conditions susdites et souffrent effectivement de l'absence de sources d'eau traditionnelles et de nappes aquifères profondes.

a-5) La majorité des pompes à main, installées aux emplacements des forages test, doivent être remplacées par celles motorisées pour que ces forages soient transformés en puits productifs. Le remplacement des pompes sera envisagé durant les phases 1 et 2 de la mise en oeuvre du Projet.

#### b) Programme d'exécution

Un calendrier d'une durée de 32 mois comportant deux différentes phases sera proposé à l'achèvement de 50 sous-projets. Dans les phases 1 et 2, les sous-projets de priorité relativement élevée, destinés aux villages classés aux groupes A<sub>a</sub>, A<sub>b</sub>, B<sub>a</sub> et B<sub>b</sub>, seront exécutés.

Le programme d'exécution proposé est provisoire et reste à ajuster en concordance avec la disponibilité des moyens financiers.

Le tableau ci-dessous tente de résumer un programme d'exécution.

	Phase 1	Phase 2
Durée de la phase	18 mois	14 mois
Nbre des villages (ordre de priorité)	17 (A <sub>a</sub> ~ B <sub>b</sub> )	33 (A <sub>a</sub> ~ B <sub>b</sub> )
Bénéficiaires		
Habitants Bétaïls	37.689 6.000	61.894 2.000
Nbre Puits à forer (profondeur totale)	6"x9: 1.280m 4"x4: 320m	6"x11: 1.560m 4"x22: 1.180m
Nbre Equipements par catégorie		
- DW	-	2
- W.HP	2	9
- MP	4	9
- W.MP & RH	11	12
- W.W	-	1

Quoique la phase préparatoire pour la mise en oeuvre du Projet ne soit pas prise en compte dans le programme, l'exécution ne peut être entamée qu'après avoir eu l'approbation du Gouvernement malgache sur le Projet proposé: cette phase préparatoire comporte la recherche de ressources financières, l'engagement d'un ingénieur conseil en vue de la préparation d'un avant projet sommaire et l'établissement d'un cahier des charges de l'appel d'offre pour retenir un constructeur.

Lors de la préparation du programme, un délai est accordé pour chacune des étapes de la procédure contractuelle, telles le concept, la préparation, l'approbation, l'évaluation des soumissions, la recommandation, la négociation et la passation de contrat.

Il n'est pas inutile d'attirer les attentions sur les activités inquiétantes tout le long de la mise en oeuvre du Projet. Ces activités concernent la construction de puits profond tubé. Les étapes constituant la première phase sont les suivantes:

- Approvisionnement d'une machine de forage et d'accessoires permettant le forage plus profond de 200m;
- Transports maritime et terrestre des équipements;

- Forage aux sites prédéterminés;
- Installation des tubes de puits et développement du puits.

La négligence éventuelle de l'une de ces activités peut donc entraîner un retard considérable perturbant la réalisation du programme d'exécution.

La figure 9.3.1 montre le programme de mise en oeuvre du Projet proposé.

### c) Programme de fonctionnement et d'entretien

#### c-1) Organigramme et responsabilité

Il est souhaitable d'établir un cadre de fonctionnement et d'entretien qui sera tout d'abord centralisé et ensuite décentralisé tout en prévoyant une période de transition progressive de manière à conférer les pouvoirs et la responsabilité à la localité concernée.

Dans un système centralisé, les collectivités bénéficiaires seront tenues à organiser leurs comités hydrauliques et à assigner les agents d'entretien s'occupant du fonctionnement et des travaux d'entretien quotidien.

L'organisation centrale, MIEM (Toliara), soutiendra dans le domaine technique les comités hydrauliques villageois en mettant au service ses équipes d'entretien se déplaçant sur place surtout lors des réparations plutôt importantes.

L'imperfection d'un tel système centralisé sera mise en évidence si on tient compte de la cocalisation des collectivités rurales largement dispersées. Cependant ce système centralisé est, dans le temps immédiat, une seule solution réaliste qui puisse apporter le soutien aux collectivités rurales qui seront, sans lui, isolées du monde extérieur à cause de l'absence d'une organisation sûre d'appui pouvant se substituer au MIEM (Toliara) dans la localité.

Les responsabilités assignées à chacune des organisations intégrées dans le système de fonctionnement et d'entretien sont comme suit:

Organisation	Responsabilité et fonctions
<b>AUX VILLAGES:</b> Comité hydraulique et agent d'entretien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fonctionnement de l'équipement</li> <li>- Entretien quotidien (nettoyage, visite de fuite de la conduite et du réservoir, drainage, retouche de peinture, etc.)</li> <li>- Gestion de l'équipement</li> <li>- Tenue de registres</li> <li>- Notification urgente et rapport régulier, adressés au MIEM de Toliara</li> <li>- Collecte de la cotisation afférente au fonctionnement et à l'entretien</li> </ul>
<b>AU NIVEAU REGIONAL:</b> Délégation régionale du MIEM à Toliara	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entretien préventif (visite périodique)</li> <li>- Réparations sur place et à l'atelier</li> <li>- Gestion des stocks de pièces de rechange</li> <li>- Gestion des données techniques</li> <li>- Formation technique d'agents d'entretien</li> </ul>
<b>AU NIVEAU NATIONAL:</b> Direction du MIEM	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suivi des activités d'entretien et de fonctionnement</li> <li>- Approvisionnement en pièces importées</li> <li>- Programmation de la formation</li> </ul>

**c-2) Coûts afférents au fonctionnement et à l'entretien et leur allocation**

Le tableau ci-dessous donne à titre indicatif le fonds de roulement à supporter par les villages bénéficiaires:

Système envisagé	Rubriques	FMG/an
Système AEP basé sur pompe à main (dimension démographique = 300 hab.)	Rémunération Agent d'entretien	6.000
	Pièces de pompe	70.000
	Transport	20.000
	Divers	10.000
	TOTAL	106.000
	Coûts per capita	353
Système AEP basé sur pompe motorisée (dimension démographique = 1.000 hab.)	Rémunération Agent d'entretien	12.000
	Carburant	1.500.000
	Pièces de pompe	500.000
	Transport	40.000
	Divers	50.000
	TOTAL	2.102.000
Coûts per capita	2.102	

Il est considéré que la population rurale est en mesure de prendre en charge les coûts ainsi calculés. Les coûts de fonctionnement et d'entretien d'un système sont compensés pour une pompe à main, mais pas pour une pompe motorisée.

**c-3) Investissement et budget pour les activités d'appui**

Un bureau d'antenne, délégation régionale du MIEM à Toliara, est appelé à jouer un rôle fondamental en prêtant ses assistances aux collectivités locales pour les permettre d'entretenir les équipements AEP. Ses activités de soutien seront, cependant, limitées en raison du budget modeste. L'intervention la plus importante et la plus urgente que le gouvernement devra entreprendre en la matière consiste donc dans le renforcement du garage et de l'atelier de cette délégation.

Tout d'abord, les équipes d'entretien mobiles doivent être formées au sein de la délégation régionale de Toliara. Une équipe doit démarrer son service avant la fin de l'année 1991, alors qu'une autre avant la fin de l'année 1994 au respect du programme de mise en oeuvre du Projet.

Le personnel et les coûts pour former une équipe sont montrés ci-dessous:

Mécanicien ..... 1  
 Aide-mécanicien ..... 1  
 Agent de bureau ..... 1  
 Chauffeur ..... 1

	FMG/an
Rémunération du personnel	2.700.000
Carburant (pour tournée périodique)	720.000
Entretien du véhicule	1.000.000
Machines fixes et autres	20.000
Assurance	300.000
<b>T O T A L</b>	<b>4.740.000</b>

Toutes les charges directes telles les coûts des pièces détachées, du matériel et du fuel seront imposées aux collectivités bénéficiaires.

Pour ce qui est de l'investissement à faire pour l'atelier d'entretien, il doit permettre de le doter des machines, équipements et d'outils nécessaires pour les travaux de métaux, d'installation et d'assemblage.

Désignation	Q'té
Tour à pointe	1
Scie à mouvement alternatif	1
Machine à percer à montant	1
Meuleuse d'établi électrique	3
Perceuse électrique portative	2
Cric 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
Etablis avec étau	3
Divers outils à main	3
Pompe à huile à main	3

c-4) Développement à long terme du système d'entretien

L'intégration des offices du Fivondronana et du Firaisam-Pokonatny au système d'entretien est essentielle pour que ce système fonctionne à long terme. Il est pratiquement difficile de faire une tournée d'un jour jusqu'aux villages des Fiv. de Morombe et d'Ankazoabo en partant de la ville de Toliara, compte tenu des distances qui les séparent. La participation des autorités locales sera donc demandée afin d'alléger des tâches confiées à la délégation régionale de Toliara (MIEM).

### 9.3.3 Coûts et financement du Projet

Comme il est mentionné dans la sous-section 9.3.2, la mise en oeuvre du Projet est étalée en deux différentes phases. Les coûts d'investissement afférents à la réalisation du Projet peuvent s'élever à 9.823.000 US\$ dont 7.235.000 US\$ en devise étrangère et 2.588.000 US\$ en monnaie locale (coûts estimés sur la base des indices actuels).

Compte tenu d'une grosse somme prévue aux coûts d'investissement nécessaire à la réalisation du Projet et de la situation financière du Gouvernement malgache, il est indispensable d'établir un programme de financement du Projet à travers une aide extérieure, multilatérale ou bilatérale, provenant des agences de coopération. Les subventions gouvernementales étrangères seront requises pour couvrir l'ensemble des coûts du Projet en devise étrangère et la portion de la monnaie locale.

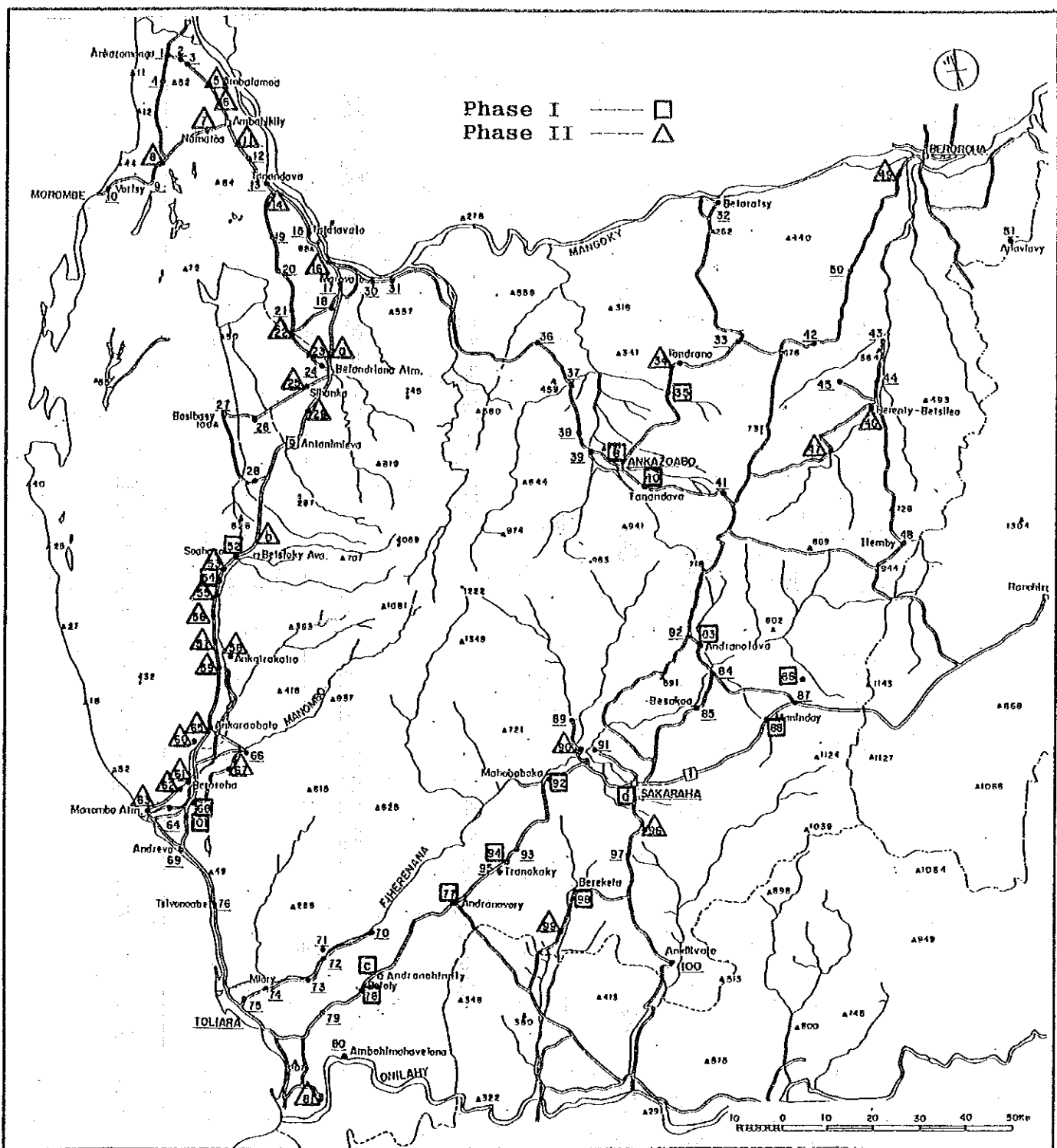
Les coûts d'investissement prévus pour le Projet sont récapitulés dans le tableau ci-dessous:

#### Coûts d'investissement du Projet

(unité: en milliers de US\$)

Eléments	Phase 1	Phase 2	TOTAL
Génie civil	701	992	1.693
Forage	643	1.136	1.779
Equipements et mise en place	745	769	1.514
Tuyautage et mise en place	422	450	872
Sous-total	2.511	3.347	5.858
Foreuse et équipements et véhicules de support	2.591	-	2.591
Ingénierie	408	268	676
Imprévu	371	327	698
T O T A L	5.881	3.942	9.823





No Villages	15 Tjatavalo	16 Fiv. ANKAZOABO Atm	48 Ilemby	Antandro	78 Befoly	92 Mahaboboka
I. Fiv. MOROMBE	16 Ambiky	32 Betaratsy	III. Fiv. BERORONA	Antsoramby	79 Ankororoaka	93 Mahasoà
1 Ankazomanga	17 Marovato	33 Andranomantely	49 Tanandava-Antalfasy	Antanombo-Atm	80 Ambohimahavelona	94 Andamasiny-Yineta
2 Besadabo	18 Andranoboka	34 Tandreno	50 Anjanilikhitra	Antandroka	81 Manoroka	95 Tranokaky
3 Befassy	19 Satranbondro	35 Ampandranilisetaky	51 Anslavay	Ankareobato	82 Ankililainika	96 Analamary
4 Ankililolo(1)	20 Mahavozokely	36 Andranomafana		Andoharano		97 Antankora
5 Anbalanos	21 Antranosatra	37 Manaklala		Tsofanoka		98 Dereketsy
6 Telenihy	22 Manoy	38 Berenty-Ankililasy	IV. Fiv. TOLIARA I/II	83 Benotsy		99 Ankililaloka
7 Manalolo	23 Ampoza	39 Betalnofo	52 Soahazo	84 Andronolava		100 Ankililvalo
8 Mangolovolo	24 Silhanaka	40 Tanandava	53 Analanisampy	85 Lambowakandro		
9 Ankida	25 Domoka	41 Ampoza	54 Bellisaka	86 Anankoa(1)		
10 Yorlay	26 Basilbasy	42 Ipotea Atm	55 Ampasikibo	87 Besakoa(2)		
11 Andranomantely	27 Analeto	43 Mandabo Atm	56 Manaboha	88 Maninday		
12 Beranlala	28 Mangotroka	44 Soatanlabary	57 Antsova	89 Bevoafavo		
13 Tanandava	29 Rosy-Ambalitra	45 Sahany Atm	58 Ankililavotoka	90 Tanambao		
14 Antankonbo	30 Telariaploka	46 Berenty-Betsileo	59 Amphary	91 Ambahilalitsy		
		47 Ankililvalokely				

Figure 9.3.1 Localisation des 50 sous-projets

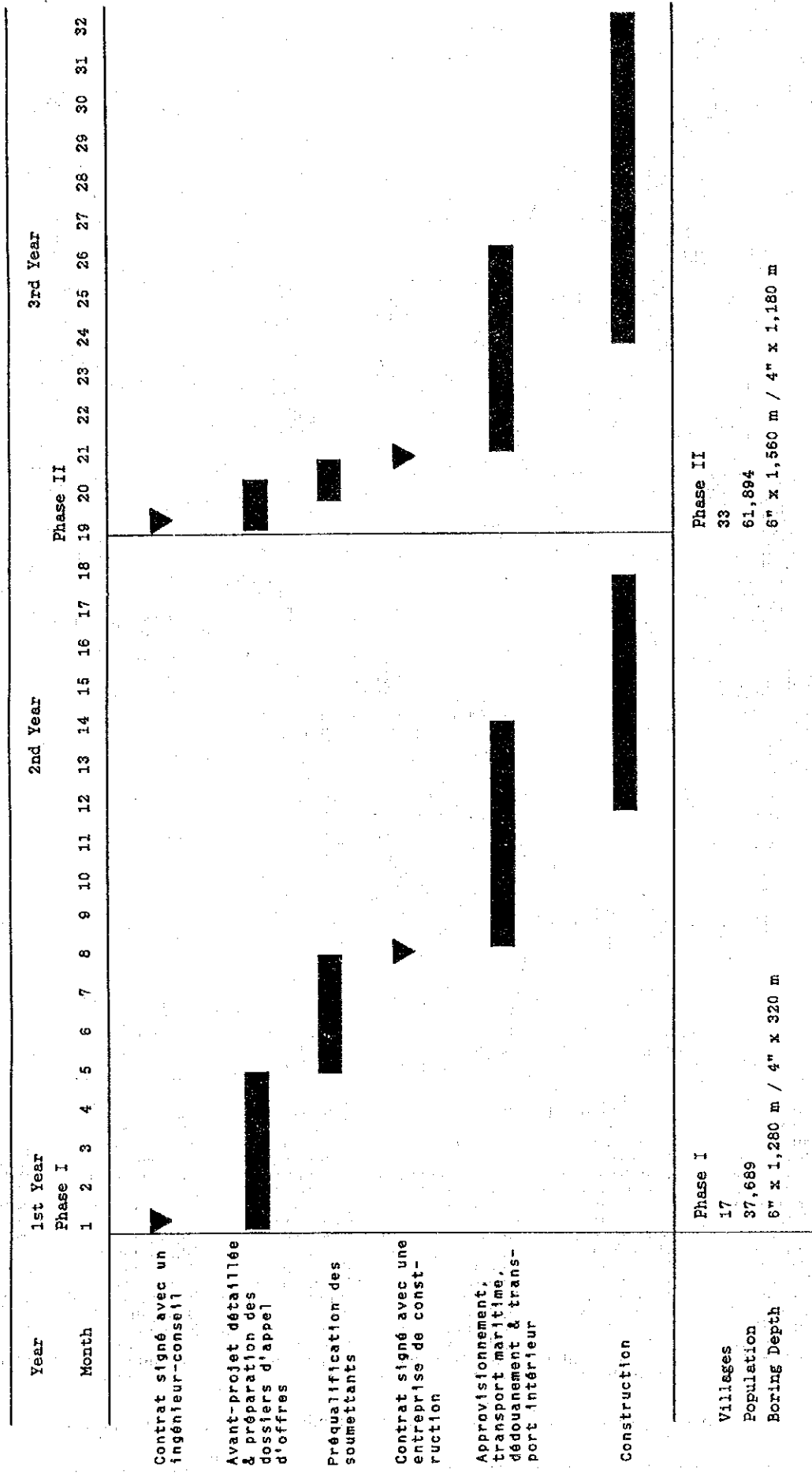


Figure 9.3.2 Calendrier d'exécution du Projet

## 9.4 Evaluation du Projet

### 9.4.1 Villages bénéficiaires

La nécessité de l'alimentation en eau potable vis-à-vis des petites communautés rurales est une palissade, lorsqu'elles sont situées dans la région désertique du pays où l'eau de surface est extrêmement rare. La pénurie en eau est si sérieuse qu'elle empêche la satisfaction des besoins de base pour la population tels les soins hygiéniques. Elle va jusqu'à asphyxier les potentiels économiques de telle sorte que la province de Toliara reste le dernier producteur de riz parmi toutes les 6 provinces du pays. Partant de ce constat, le Gouvernement malgache a conféré la plus haute priorité au développement de la région du Sud-Ouest qui comprend évidemment la province de Toliara.

La réalisation du présent Projet permettra une alimentation en eau potable de l'ordre de  $1.995\text{m}^3$  par jour dans les villages bénéficiaires. Comparée à la quantité de l'eau alimentée en 1990 ( $131\text{m}^3$ ), l'avantage induit est tout à fait significatif.

La population bénéficiaire est estimée à 99.583 habitants en 2000 (76.016 en 1990). La population desservie en 1990 correspond à 21,4% de la population totale de 5 préfectures (Toliara II, Morombe, Sakaraha, Ankazoabo et Beroroha) qui sont intégrées, entièrement ou en partie, dans la Zone de l'Etude. La population de la Zone, qui était de 337.158 en 1988, peut être estimée à 365.025 en 1990, si on adopte un taux moyen national de croissance démographique du recensement de 1975, soit 2,76%. Dans ce cas, la population desservie en eau, y compris la part actuellement alimentée à Toliara I, sera de 10% de la population de l'ensemble de la province de Toliara, estimée à 1.650.000 en 1990.

Toutefois, dans la réalité, la population desservie devrait être estimée plus nombreuse, si on prend en considération les passagers traversant les villages intéressés et les habitants des villages avoisinants où l'installation d'un équipement AEP ne peut pas être envisagée pour une raison quelconque. Les premiers bénéficiaires villageois insistent ainsi, à l'occasion des différentes réunions entretenues avec nous pour créer un comité de l'eau au sein de leurs communautés, sur la nécessité de faire participer aussi les habitants avoisinants à la cotisation des charges afférentes.

#### 9.4.2 Volonté de prise en charge

##### a) Enquête de ménages

Une enquête a été menée dans un certain nombre de villages échantillonnés afin de mesurer la volonté des habitants bénéficiaires quant à la participation à la prise en charge des coûts afférents au service AEP. Elle s'adresse directement aux femmes, du fait que la recherche de l'eau relève généralement de leur responsabilité ou de celle des enfants. Elle consiste à interviewer les maîtresses de maison en leur questionnant combien elles comptent payer pour l'AEP améliorée.

Par la nature de la modalité de l'enquête aux ménages, la "volonté de prise en charge" peut être traduite, en autre terme, en "possibilité de payer" ou en "capacité financière" des ménages interviewés.

Les villages choisis pour l'enquête sont ceux dont la priorité de développement, examinée du point de vue hydrogéologique et socio-économique, est classée relativement élevée (Aa, Ab, Ba et Bb). Ils sont ensuite reclassés selon la dimension démographique:

- Village de "petite envergure" dont la population est moins de 1.000 habitants;
- Village de "moyenne envergure" dont la population est comprise entre 1.000 et 2.500 habitants;
- Village de "grande envergure" dont la population dépasse 2.500 habitants.

Les villages ainsi reportés sur les trois différentes catégories représentent les agglomérations "typiques" dans la Zone de l'Etude. Nous avons également retenu dans la liste de l'enquête des villages "non typiques"; Befoly et Andranovory qui dépendent pour l'approvisionnement en eau des vendeurs privés et Tranokaky où l'équipement-pilote, construit dans le cadre de la présente étude, permettra de satisfaire aux besoins en eau des villageois.

Les villages ayant fait l'objet de notre enquête sont au nombre de 12 et une vingtaine de familles ont été individuellement interviewées dans chacun des villages, exception faite des 2 villages où il nous a été pratiquement impossible d'enquêter le nombre prévu des familles. Les interviewés sont priés de réfléchir et de choisir entre une fourchette de différents montants préparés un montant qu'il est prêt à payer pour le service de l'AEP. Le nombre des réponses s'est finalement élevé à 223.

b) Résultats de l'enquête

Les réponses ramassées sont utilisées pour estimer la moyenne de la solvabilité de chaque village. Les résultats de l'enquête sont récapitulés comme ci-dessous:

Villages	Solvabilité (FMG/moy.)	Déviatiion standard
Maninday Ambolonkira	227 233	284 230
Ampasikibo Beroroha	398 378	293 347
Soahazo Ankilimalinika	679 478	339 447
Befoly Andranovory	1.040 1.233	310 635
Tranokaky Ankaraobato	763 855	578 719
Antseva Mahaboboka	513 608	334 359

Le tableau ci-dessus tente de grouper les villages dont la solvabilité des villageois peut être considérée comme étant du même niveau. Maninday et Ambolonkira représentent les villages de petite envergure. Ampasikibo et Beroroha appartiennent à ceux de moyenne envergure. Soahazo et Ankilimalinika sont les villages de grande envergure. Quant à Befoly et à Andranovory, ils tiennent entièrement aux vendeurs d'eau. Tranokaky, lui aussi, dépend des vendeurs d'eau mais partiellement, du fait qu'il dispose maintenant d'un équipement-pilote AEP. Ankaraobato, Antseva et Mahaboboka figurent également dans le tableau pour illustrer un cas particulier où la solvabilité des villageois est fort significative par rapport à la population. En effet, les habitants de ces trois villages sont disposés à payer davantage pour les raisons spécifiques: à Ankaraobato c'est le canal d'irrigation qui est la source d'eau. 80% des interviewés d'Antseva utilisent l'eau saumâtre et à Mahaboboka ils comptent sur l'eau de rivière souvent bourbeuse pendant la saison humide.

Notre hypothèse a été testée en ce qui concerne l'écart statistique entre les enveloppes de solvabilité moyenne des villages de trois différentes envergures. Des résultats obtenus, il ressort qu'aucun écart statistique ne peut être affirmé entre Maninday et Ambolonkira, Ampasikibo et Beroroha, Soahazo et Ankilimalinika, Befoly et Andranovory, Tranokaky et Ankarabato et entre Antseva et Mahaboboka.

Nous sommes finalement amenés à considérer comme le montant "escompté" la plus basse valeur de solvabilité, puis à calculer les montants "pessimiste" et "optimiste" en appliquant le CCPL à celui "escompté", avec 95% de probabilité.

Catégorie (population)	Volonté de prise en charge en moy. et en FMG/ménage
Petite envergure (moins de 1.000)	225
Moyenne envergure (1.000 à 2.500)	375
Grande envergure (plus de 2.500)	475
Appro. par achat	1.040
Appro. par achat et par eau de riv.	760

Par suite de l'ajustement des valeurs escomptées, la volonté de prise en charge de chaque catégorie de village peut être estimée comme ci-dessous:

Catégorie (population)	Volonté de prise en charge en FMG/ménage/mois
Petite envergure (moins de 1.000)	200
Moyenne envergure (1.000 à 2.500)	400
Grande envergure (plus de 2.500)	500
Appro. par achat	1.000
Appro. par achat et par eau de riv.	750

Si on considère comme les cas particuliers les deux dernières catégories de village "Approvisionnement par achat et "Approvisionnement par achat et par eau de rivière" et que les villages de priorité haute et moyenne (Aa, Ab, Ba et Bb) sont classés selon leur importance démographique, la part de la contribution financière qu'on peut attendre des 50 villages bénéficiaires peut être calculée et constituera la recette pour le Projet proposé. D'autre part, des reconnaissances en vue d'établissement d'un plan AEP ont pu déterminer la population de chaque village, alors qu'à l'issue de l'enquête le nombre des personnes composant une famille est estimé à 7 en moyenne. Ces deux données de base ont enfin permis de calculer théoriquement le nombre des familles d'un village.

c) Apport financier basé sur la volonté de prise en charge

Le calcul de l'apport financier des utilisateurs suppose les éléments suivants:

- Le Projet commence en 1991 par l'étude avant-projet et par l'approvisionnement d'équipements de forage. La durée du Projet est de 10 ans;
- Les travaux de forage et de construction sont exécutés en 1992 et 1993;
- L'eau est alimentée à partir de 1993, avec la prise en charge des coûts de fonctionnement et d'entretien des villageois bénéficiaires;
- La cotisation (=revenu), déterminée selon la population de chaque village, est versée par les ménages;

Population	Ménages (nb)	Cotisation/mois
moins de 1.000	moins de 143	200 FMG
1.000 à 2.500	143 à 357	400
plus de 2.500	plus de 357	500

- La durée de vie de l'équipement est de 10 ans. La valeur de l'équipement est nulle après cette durée;
- Les pompes motorisées fonctionnent pendant 4 heures/jour x 365 jours/an;
- Le prix du gas-oil est estimé à 422FMG/l (prix valable en novembre 1990);
- Le taux de change est de 1 US\$=1.418FMG (taux affiché en novembre 1990).

L'apport financier, escompté de la part des villageois est estimé à 44.000 US\$ par an à compter de l'an 1993. Cette somme peut couvrir entièrement les coûts annuels afférents au fonctionnement et à l'entretien, estimé à 38.000 US\$. L'analyse suppose que cette contribution soit assurée à 100%. Cependant, même si 10% des ménages ne peuvent pas participer à la cotisation, les coûts suscités sont toujours supportés .

Il se peut toutefois que certaines communautés ne soient pas en mesure de payer les coûts de fonctionnement et d'entretien, en particulier des villages de petite envergure qui ne sont peuplés que de moins de 1.000 habitants mais nécessitent quand-même un équipement AEP constitué d'un forage profond. Dans un pareil cas, il faudrait leur prévoir une sorte de subvention d'une organisation gouvernementale ou non gouvernementale, voire créer une entreprise spécialisée en l'AEP rurale. En effet, un opérateur économique tel la JIRAMA pourra intervenir pour chercher un équilibre entre les villages forts et faibles sur le plan financier.

Mais on doit également rappeler qu'il existe des villages dont la solvabilité peut aller au-delà de la somme proportionnelle à la population et supporter non seulement les coûts récurrents mais aussi une partie des coûts initiaux d'investissement. En tous cas, si une enquête est effectuée sur l'ensemble des villages projetés, on pourra éclaircir leur capacité financière réelle.

Le système proposé dans le chapitre 8 en ce qui concerne les activités d'entretien appelle une participation plus avancée des administrations locales et des habitants dont la responsabilité devra concerner principalement le fonctionnement ainsi que l'entretien des ouvrages d'eau. En remettant en cause l'enveloppe financière pour le MIEM, le Gouvernement de Madagascar concourra au remplacement de composants détériorés de l'ouvrage qui fait partie de l'infrastructure sociale du pays.

#### d) Limites de l'estimation

- L'apport financier est estimé sur la base de la cotisation potentielle, connue au terme de l'enquête menée dans 12 villages, mais il est évident qu'il faut réaliser ce type d'enquête sur l'ensemble des villages;
- L'agencement plus ou moins anarchique des habitations à l'intérieur du village empêche un échantillonnage arbitraire;
- Les conditions de l'échantillonnage restent inconnues;



- Les dispositions individuelles sont difficiles à savoir, surtout dans les petits villages, pour diverses contraintes: questions posées par l'étranger, processus de l'enquête, etc. En effet, les interviewés étaient le plus souvent encerclés par bien des villageois;
- Nous n'avons choisi que les villages situés le long des principaux axes routiers et à une distance relativement réduite de la ville de Toliara pour permettre d'effectuer l'enquête dans un village donné dans la journée.

### 9.4.3 Effets induits

#### a) Amélioration de la santé publique

La diarrhée a constitué, en 1987, la troisième cause de la consultation externe, de l'hospitalisation et de la mortalité dans les hôpitaux aussi bien dans la province de Toliara que dans l'ensemble du pays. Cependant, examiné de plus près, on s'aperçoit que, dans la consultation externe, l'hospitalisation et la mortalité hospitalisée, la proportion de cette maladie est plus élevée dans la province de Toliara par rapport à la moyenne nationale (9,0% contre 8,4%, 7,9% contre 6,6% et 7,4% contre 7,0% respectivement).

Quant à l'hospitalisation due aux bilharzioses ou aux schistosomiasés, le pourcentage de Toliara est trois fois plus grand que la moyenne nationale (2,8% contre 0,9%). En effet, notre étude détaillée sur les villages candidats relève que 35 villages sont affectés par le bilharziose. 19 villages d'entre eux, soit 54%, seront donc bénéficiaires d'un équipement AEP amélioré du Projet.

Les données ci-dessus indiquent qu'en matière de maladies d'origine hydrique, la province de Toliara est la plus défavorisée du pays. Il est donc évident, à part certaines difficultés à quantifier les effets induits de l'amélioration hygiénique sur les activités de production, que l'alimentation en eau propre permettra de réduire considérablement la morbidité des maladies d'origine hydrique et d'améliorer la santé publique tout en concourant à l'amélioration du bien-être et de la productivité des habitants. 19 villages sur 35 rapportés ci-dessus (54%) seront bénéficiaires du système AEP amélioré.

### b) Allégement d'efforts pour la prise d'eau

La politique nationale concernant le secteur de l'Eau met l'accent sur l'AEP en milieu rural pour qu'on puisse accéder à un point d'eau dans la portée maximale de 15 minutes. Cependant, s'agissant dans la Zone de l'Etude, bien des habitants ruraux sont forcés à partir loin pour obtenir de l'eau, du fait que l'eau fait toujours défaut dans leurs villages ou qu'elle n'est pas quantitativement suffisante et souvent saumâtre. En effet, à Soahazo par exemple, les villageois se déplacent vers une source d'eau bien distante de 6km de leur habitation et transportent par charrette à boeufs des fûts de 200l.

L'emplacement bien choisi d'un équipement AEP permettra un gain de temps particulièrement pour les femmes et enfants dont la tâche quotidienne est d'aller chercher de l'eau pour leur famille. Cette tâche lourde peut même empêcher les enfants d'aller en classe ou encore les obliger à abandonner les études.

Les effets induits sont en tous cas à évaluer après la réalisation du Projet, au bout d'un certain temps après la mise en fonctionnement de l'équipement AEP. Il s'agit d'étude comparative sur les modes d'utilisation du temps des femmes et des enfants qui pourront être différents avant et après la réalisation du Projet.

### c) Prise en charge réduite

A Befoly, Andranovory et Andranohinaly, les habitants, dépourvus de point d'eau à une distance accessible, sont obligés de payer un frais compris entre 2.500 et 4.000 FMG pour obtenir un fût d'une contenance de 200l d'eau. Une famille typique et moyenne approvisionne ainsi un fût à la cadence générale de tous les 2 ou 3 jours et très rarement une fois par semaine. Ceci signifie qu'une famille doit dépenser chaque mois entre 10.000 et 40.000 FMG juste pour l'approvisionnement en eau. Ce montant représente évidemment une trop forte proportion dans le revenu moyen.

Le coût d'approvisionnement en eau est en tous cas onéreux, comparé à d'éventuelles charges dues au fonctionnement et à l'entretien de l'équipement AEP projeté. La part de gain économique apportée par la réalisation du Projet peut être investie dans d'autres intentions plus productives. Ce gain peut être chiffré à 40.000.000 FMG par an si la cotisation pour le fonctionnement et l'entretien est de 1.000FMG/mois/ménage, alors que la prise en charge de de chacun des ménages pour obtenir de l'eau est estimée à 10.000FMG/mois et ce durant la saison sèche de 6 mois.

#### d) Développement de la communauté

A travers nos reconnaissances sur terrain, beaucoup de temps et d'efforts ont été accordés pour donner aux villageois des explications sur le rôle d'un comité hydraulique de telle façon à les intégrer dans les activités d'opération et d'entretien de leur équipement AEP. De pareilles tentatives n'étaient jamais entreprises auparavant dans la Zone de l'Etude. Cependant, les villageois, lorsqu'ils sont bien orientés, peuvent prendre en charge des projets auto-centrés de différents domaines.

#### e) Renforcement du secteur AEP en milieu rural

Ce secteur n'est que faiblement doté de ressources financière, technique et institutionnelle. Le présent Projet aura pour effet induit de réformer et d'améliorer ce secteur désormais pourvu de ces moyens nécessaires.

#### 9.4.4 Evaluation du Projet dans son ensemble

Le Projet est étudié de façon à satisfaire, avant tout, aux besoins humains de base de ceux qui vivent dans un environnement du climat sévère et dans une économie sous-développée. Les avantages spécifiques du Projet peuvent être énumérés comme suit:

- L'ensemble des coûts relatifs au fonctionnement et à l'entretien du Projet peut être couvert, même si on reste sur l'hypothèse où la participation financière se limite à 90% des ménages intéressés;
- L'amélioration de la santé publique sera significative, d'autant que la Zone de l'Etude montre une morbidité de schistosomiase plus élevée que la moyenne nationale;
- La réalisation du Projet permettra de libérer les femmes et les enfants d'une tâche lourde de recherche de l'eau pour leurs familles;
- La part des charges qu'on peut alléger pour les 700 à 800 familles habitant dans les trois villages où l'approvisionnement en eau dépend totalement des vendeurs privés se chiffre à 40.000.000FMG par an;
- L'engagement des collectivités rurales dans la gestion de l'équipement AEP aura pour conséquence d'encourager les efforts des villageois et de déboucher sur le développement de leur communauté;

- La mise en oeuvre du Projet peut offrir une occasion adéquate pour le renforcement du secteur AEP en milieu rural.

## 10. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS



## 10. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

### 10.1 Conclusions

#### 10.1.1 Potentiels de développement d'eaux souterraines

Une carte hydrogéologique (échelle: 1/250.000), assortie de profils hydrogéologiques, a été ébauchée dans la perspective d'aboutir à l'évaluation des caractères potentiels des ressources en eaux souterraines. Cette carte, qui prétend représenter les possibilités de développement des ressources s'appuie naturellement sur l'ensemble des résultats des différentes études: analyse des images satellite et photos aériennes, reconnaissances géologiques, prospections géophysiques, forages test, essais de pompage et analyse de la qualité d'eau.

Elle est d'ailleurs servie, avec les profils qui l'accompagnent, non seulement dans l'analyse du bilan hydrologique et les modèles de simulation des pages précédentes, mais aussi pour la vérification des conséquences de ces études.

La carte hydrogéologique met en évidence que le potentiel de développement est généralement élevé dans la Zone de l'Etude, sauf certains sites dont les conditions hydrogéologiques ou la qualité de l'eau ne permettent pas une exploitation favorable d'eaux souterraines.

Il peut être par conséquent attendu que, dans la Zone de l'Etude, les ressources en eaux souterraines dont le potentiel est considéré comme étant élevé couvrent la déficience actuelle en eau potable, mais également contribuent, dans des sites d'une grande potentialité, au développement des activités agricoles ou industrielles.

Les zones dont la grande potentialité a été justifiée par les forages d'essai sont les suivantes:

(unité: m<sup>3</sup>/jour/m)

Zones	Capacité spécifique
Befandriana	438,58
Sihanaka	232,26
Analatelo	7.224,00
Mangotroka	281,35
Soahazo	173,33
Manombo Atm.	609,23
Toliara*	3.057,00

\* Nappe dans les calcaires à l'Est de Toliara, à savoir Miary et Manoroka.

### 10.1.2 Potentiels socio-économiques

Dans le cadre de la présente étude, une étude socio-économique a été menée sur chacun des villages candidats afin de mesurer de façon précise les différents critères tels que la nécessité de développement d'eaux souterraines face aux besoins en eau, la solvabilité des charges de fonctionnement et d'entretien de l'équipement AEP, la compétence de gestion, la volonté d'engagement. De l'étude, il ressort les constats suivants:

a) La plupart des villages candidats sont dotés, au sein de leur zone d'habitation ou à leur périphérie, d'un ou des sources d'eau naturelles ou artificielles qui sont traditionnellement exploitées pour satisfaire aux besoins domestiques. Cependant, ces sources, souvent contaminées de bactéries pathogènes et avec un débit modeste, sont loin d'être de l'eau potable à usage domestique.

b) On dénombre au moins une trentaine de villages qui réclament une morbidité marquée de schistosomiasis, parasites difficiles à supprimer à défaut de contre-mesures valables.

c) Dans les villages situés au long de la RN 7, les habitants souffrent de la pénurie en eau pour les besoins domestiques et se trouvent dans l'obligation d'en approvisionner auprès des vendeurs d'eau. Le prix de l'eau, 2.500 à 4.000 FMG/200l, est extrêmement onéreux par rapport à la moyenne de la rémunération de 1.000 à 1.500 FMG par jour.

d) Les besoins en eau au niveau des villages peuvent être mesurés en récapitulation tels qu'ils sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Ordre de priorité	Villages classés		Pop. intéressée (en 1990)	
	Nombre	%		%
I (élevé)	40	41,7	64.719	62,6
II (moyen)	31	32,3	27.419	26,5
III (faible)	25	26,0	11.308	10,9
TOTAL	96		103.446	

e) Les enquêtes menées pour chacun des villages ont permis de constater le fait que la majorité des habitants des villages rapportés à I et II, très intéressés par la gestion autonome de leur équipement AEP, sont à la hauteur de prendre en charge les coûts afférents au fonctionnement et à l'entretien de l'équipement.



f) En outre, quant aux villages de grande envergure répartis aux abords de la RN 9 et à ceux d'une importance moyenne de la RN 7 (où les habitants ont l'habitude de payer de l'eau), il a été affirmé que la solvabilité de la population peut couvrir non seulement les charges quotidiennes de fonctionnement et d'entretien, mais également une partie des coûts d'investissement de construction.

g) Les considérations abordées ci-dessus ont été effectivement confirmées à travers les reconnaissances sur terrain et le processus d'organisation en cours d'un système de fonctionnement et d'entretien pour les équipements-pilotes.

## **10.2 Recommandations**

### **10.2.1 Exploitation et gestion des eaux souterraines**

#### **a) Gestion des données**

Les données relatives au climat, à l'hydrologie, au niveau d'eaux souterraines, à l'inventaire des puits (logs, profils du sondage, essai de pompage, analyse de la qualité de l'eau, etc.) constituent les références de base dans les travaux d'évaluation sur les ressources en eaux souterraines. Elles devront donc être sauvegardées dans un système de base de données, instauré au sein du MIEM. Il sera aussi une tâche de faire légalement et régulièrement une étude sur la gestion des ressources en eaux souterraines au niveau national.

#### **b) Observation du débit et sur le niveau d'eau**

L'observation du niveau d'eau, effectuée dans la présente étude afin de comprendre le mouvement des eaux souterraines à l'échelle régionale, devra être poursuivie et porte également sur les eaux superficielles et ce avec la collaboration des services techniques.

#### **c) Prospection géophysique**

Les résultats de forage sont fort dépendants de la méthodologie adoptée et des résultats analytiques. Les études hydrogéologiques et géophysiques minutieusement faites aboutissent à une identification sûre de points de forage, ce qui permet enfin les interventions moins coûteuses mais plus rentables. La prospection géophysique est fortement recommandée pour les forages de plus de 250m et particulièrement sur le plateau de calcaire le long de la RN 7.

#### d) Formation professionnelle

L'exploitation des eaux souterraines fait appel à une technicité sophistiquée et nécessite une panoplie d'expériences et de connaissances spécialisées. Il est donc essentiel de former des ingénieurs en fonction de leur domaine (hydrogéologie, hydrologie, prospections géophysiques, forages, essai de pompage, analyse numérique, planification de développement, contrôle technique). Pour ce faire, dans les différents procédés du projet, il faudrait agencer judicieusement le personnel afin de lui assurer une formation adéquate et pratique.

### 10.2.2 Exécution du projet AEP

#### a) Mise en oeuvre du projet

Comme nous l'avons vu, la réalisation du projet intéressant 50 villages pour le développement d'eaux souterraines est justifiée du point de vue technique et socio-économique. En aval de l'aménagement des infrastructures, le présent projet aura pour effet de desservir des collectivités dont le processus de développement est considérablement perturbé par les conditions sévères de l'environnement naturel. Il est donc de la priorité de l'heure de donner suite à ce projet pour procurer à la population rurale des sources d'eau sécurisée et satisfaisante.

#### b) Gestion de l'équipement

Il est recommandé que le fonctionnement ainsi que la gestion de l'équipement AEP, de même que le cas des équipements-pilotes, soient assurés à la charge des villageois bénéficiaires, organisant un comité hydraulique au sein de leur collectivité. En même temps, la réforme technique et financière est à envisager en faveur de la délégation régionale du MIEM à Tollara.

#### c) Exploitation raisonnable des ressources en eaux souterraines

Les ressources en eaux souterraines, constituant une partie du patrimoine naturel de la région, doivent être soignées et exploitées avec la participation des villageois. A travers la réalisation du présent projet, il est souhaitable de prévoir des plate-formes de concertation avec les intéressés, notamment les villageois afin de rechercher une meilleure solution d'exploitation.

### 10.2.3 Participation des femmes au développement

#### a) Eau pour le ménage

La recherche de l'eau de sécurité pour la famille exige beaucoup de temps et d'énergie, particulièrement dans la région semi-désertique du Sud de Madagascar. La tâche lourde d'approvisionnement en eau relève généralement de la responsabilité des femmes et des enfants. Par conséquent, la réalisation de points d'eau facilement accessibles pourra donner aux femmes du temps entièrement libre qui les permet de participer davantage aux activités socio-économiques.

#### b) Programmes de formation et d'éducation

Il est recommandé que le MIEM prenne l'initiative, en collaboration avec des organisations gouvernementales ou non gouvernementales, de préparer des programmes de formation et d'éducation pour les villageois bénéficiaires. Le programme, qui tient compte du temps libre dont les femmes devront disposer grâce au projet de construction de points d'eau, abordera des problèmes intéressant surtout les femmes: la participation à la gestion communautaire, le rôle de premier plan dans la gestion d'hygiène publique et l'engagement dans l'industrie artisanale. La réalisation de ces programmes destinés aux femmes permettra ainsi la mobilisation des ressources humaines peu exploitées jusqu'à maintenant pour le développement socio-économique du milieu rural.

### 10.2.4 Santé publique

#### a) Problèmes hygiéniques

La mise en oeuvre du Projet suppose le suivi continu et certaines actions sur les aspects hygiéniques suivants:

- Consommation en eau aux nouveaux points d'eau;
- Evacuation d'eaux autour de l'emplacement du puits;
- A long terme, assainissement d'eaux usées aux ménages en fonction de la consommation en eau accrue.

Par l'observation effectuée aux équipements-pilotes, il a été constaté que la consommation au point d'eau tend à diminuer de moitié en saison humide. Ce constat est lié autrement au fait que les villageois préfèrent à retourner aux sources d'eau traditionnelles durant cette saison et qu'ils ne s'attachent plus dans ce cas à la qualité de l'eau. Cette tendance va évidemment à l'encontre des objectifs escomptés du Projet.

De même, comme l'on le voit le plus souvent près de puits construits par la coopération US AID, les villageois ne sont pas nécessairement sensibles à l'inconvénient de mettre les pieds dans une flaque de boue lorsqu'ils font accès au puits, voire au risque de contamination non seulement de la source de l'eau, mais également de la nappe aquifère. Ce problème sera certainement plus aggravé si les eaux usées provenant des ménages augmentent en fonction de la multiplication de la consommation en eau.

#### b) Précautions aux soins hygiéniques

Les puits qui font l'objet de construction dans le cadre du Projet seront munis de fondation appropriée et étudiée de façon à minimiser la formation stagnante de boue autour du puits. En plus, le comité d'eau communautaire et l'agent d'entretien sont appelés à faire attention à l'évacuation d'eau afin de maintenir les meilleures conditions de fonctionnement.

Toutefois, il en n'est pas moins que la méthode la plus efficace consiste à changer la conscience des habitants quant aux soins hygiéniques, puis à effectuer une campagne de vulgarisation intéressant l'ensemble de la population, plus particulièrement les écoliers, les malades et les femmes.

Un pareil effort de vulgarisation en matière de santé publique devra s'axer, entre autres, sur l'importance de la propreté de l'eau, sur des mesures préventives de contamination d'eau potable, sur la méthode appropriée de rejet d'eaux usées et enfin sur des actions que chacun des utilisateurs peut quotidiennement engager. Le contenu d'une campagne de vulgarisation est à étudier par concertation interministérielle du MIEM, du Ministère de l'Enseignement Secondaire et de l'Education de Base et du Ministère de la Santé Publique.

Les problèmes hygiéniques font toujours partie intégrante des projets AEP et les effets d'un projet ne peuvent donc s'attendre que si ces problèmes sont pris en considération avec des mesures adéquates.

## BIBLIOGRAPHIE



## BIBLIOGRAPHIE

01. Patrick RAJOELINA & Alain RAMELET, "MADAGASCAR, la Grande Ile", Editions l'Harmattan, 1989
02. Hubert DESCHAMPS, "Madagascar", Collection QUE SAIS-JE?, No.529
03. "Bulletin semestriel de Statistiques Sanitaires", Ministère de la Santé, Direction des Services Sanitaires et Médicaux, 1987
04. "Cahiers démographiques des Fokontany, les résultats obtenus en 1987 et 1988", Ministère de la Santé, Direction des services sanitaires et médicaux, 1989
05. "Etude des Ressources en Eaux Souterraines à Madagascar, Annexe I - Planches", ONU, 1966
06. "Etude des Ressources en Eaux Souterraines à Madagascar, Annexe II - Equipement et essais de pompage dans les forages S12 et S12bis", ONU, 1966
07. "Etude des Ressources en Eaux Souterraines à Madagascar, Annexe III - Notices explicatives et Carte phréatique entre Fiherenana et Manogoky", ONU, 1966
08. "Etude des Ressources en Eaux Souterraines à Madagascar, Annexe IV - Hydrochimie", ONU, 1966
09. "Etude des Ressources en Eaux Souterraines à Madagascar, Annexe V - Implantations précises recommandées pour les forages artésiens dans le cadre d'un premier projet de mise en valeur de la plaine de Befandriana", ONU, 1966
10. "Etude des Ressources en Eaux Souterraines à Madagascar, Annexe VI - Etudes complémentaires relatives à la nappe captive de Befandriana", ONU, 1966
11. "Etude des Ressources en Eaux Souterraines à Madagascar, Annexe VII - Coupes de forages", ONU, 1966
12. "Etude des Ressources en Eaux Souterraines de la Plaine de Morondava, Annexe I - Forages et essais de pompage", PNUD, 1970
13. "Etude des Ressources en Eaux Souterraines de la Plaine de Morondava, Annexe II - Chimie des eaux", ONU, 1970
14. "Etude des Ressources en Eaux Souterraines de la Plaine de Morondava, Annexe III - Fluctuations des nappes", ONU, 1970
15. "Etude des Ressources en Eaux Souterraines de la Plaine de Morondava, Annexe IV - Hydrogéologie de la ville de MORONDAVA", ONU, 1970
16. "EAU POTABLE PUBLIQUE, Production par unité productrice, zones desservies"
17. "Note technique concernant le Projet d'Exploitation d'Eaux Souterraines de la Région comprise entre l'Onilahy et Morondava", Ministère de l'Industrie, de l'Energie et des Mines, sept.1987
18. "Approvisionnement en Eau et Assainissement de Tananarive, Tome VII - Programmation nationale pour l'Approvisionnement en eau et l'Assainissement à Madagascar", OMS, juin 1975
19. "Programme d'Investissement Public 1989-91, 1990-92, 1991-93"
20. "Répartition des Formations sanitaires - 1988"
21. "Barèmes tarifaires eau - janvier 1990", JIRAMA, janv.1990
22. "Bilan des Travaux exécutés par l'AID dans la province de Tuléar de novembre 1963 au 15 août 1965", Ministère de l'Industrie, de l'Energie et des Mines, sept.1965
23. "Planning d'exécution des Travaux de 22 forages dans la Région Nord-Ouest de Madagascar", Ministère de l'Industrie, de l'Energie et des Mines, mai 1989
24. "Ressources en Eaux Souterraines de la Région de Tuléar, Résumé des Connaissances acquises - Note sommaire sur les études complémentaires à entreprendre", Ministère de l'Industrie, de l'Energie et des Mines, mars 1967
25. Henri BESAIRIE, "Géologie de Madagascar, I - Les terrains sédimentaires", Annales géologiques de Madagascar, Fascicule XXXV, 1972

26. "Rapport d'exécution de deux forages pour l'Alimentation en eau du poste sanitaire d'Ankilizato et du centre médical de Mandabe", Ministère de l'Industrie, de l'Energie et des Mines
27. "Approvisionnement en eau potable et Assainissement en milieu rural", OMS & Banque Mondiale, nov.1982
28. "Guide des Affaires à Madagascar", édition 1986/87
29. Pakotondrainibe Jean HERIVÉLO, "Les eaux souterraines de Madagascar", avril 1983
30. "Rapport Economique et Financière, année 1989", Ministère de l'Economie et du Plan
31. "Rapport sur la situation actuelle, secteur Eau et Assainissement", PNUD & Banque Mondiale, oct.1989
32. "Plan 1986-90", Journal officiel No.1755, juillet 1986
33. "Programme d'études et de travaux d'AEP", Ministère de l'Industrie, de l'Energie et des Mines
34. L. Andriamihaja, "L'organisation financière de Madagascar"
35. "Bulletin mensuel de Statistique (Edition spéciale)", No.372-83, Direction générale de la Banque des données de l'Etat, mars 1987
36. "Situation économique au 1er janvier 1988", Direction générale de la Banque des données de l'Etat
37. "Inventaire socio-économique, Tomes 1 et 2", Direction générale de la Banque des données de l'Etat, fév.1988
38. "Investir à Madagascar", Ministère de l'Industrie, de l'Energie et des Mines, 1990
39. Jean-Michel HOERNER, "Géographie régionale du Sud-Ouest de Madagascar", Association des Géographes de Madagascar, 1986







