

### **3.4 Conditions de l'approvisionnement en eau dans la Zone d'étude**

#### **3.4.1 Systèmes d'adduction d'eau en état de marche et hors d'usage**

95% des villages de taille moyenne et grande de la Zone d'étude ont déjà eu un système d'alimentation en eau; il s'agissait de forages peu profonds (10 - 15 m) équipés de pompes à main ou de forages profonds (15 - 60 m) équipés de pompes à moteur et d'un réservoir surélevé avec système de distribution, et qui avaient été implantés dans le cadre d'un projet de l'USAID en 1965.

Mais toutes ces installations sont devenues inutilisables au bout de 3 à 5 ans après leur construction car elles ont été mal gérées et mal entretenues sauf dans le cas des puits du village de Marofandiliha. En effet, ce village a bénéficié de l'assistance d'un groupe de volontaires américains qui ont réparé périodiquement les pompes. D'autre part, la plupart des puits ont été abandonnés car l'eau était saumâtre; les villageois ont à cause de cela perdu leur motivation pour l'entretien des puits.

#### **3.4.2 Sources d'eau à usage domestique**

Les sources d'eau existantes où s'alimentent les villageois proviennent de puits busés, de rivières, de mares, de forages ou de canaux d'irrigation. Voici la répartition des villages selon leur principal point d'eau:

- puits busés : 53 villages (41 en saison sèche)
- sources naturelles : 14 villages
- rivières : 13 villages
- canaux d'irrigation : 5 villages
- mares : 4 villages
- forage : 1 village

#### **3.4.3 Consommation d'eau**

La consommation d'eau à usage domestique est généralement peu importante: entre 2 et 22 litres par personne et par jour, c'est-à-dire 7 ou 8 litres en moyenne.

#### **3.4.4 Qualité de l'eau provenant des points d'eau existants**

93 échantillons d'eau ont été prélevés aux sources d'eau à usage domestique existantes et analysés d'après les normes du WHO (OMS) avec les kits du MEM (type DREL 2000). Un laboratoire d'essai a été installé à Morondava et un employé a effectué les analyses sous le contrôle d'un analyste du MEM et d'un membre de l'équipe de la JICA.

Les paramètres à analyser dans les échantillons d'eau sont au nombre de 31, et comprennent les paramètres physico-chimiques, les substances toxiques et les bactéries. Les standards de la qualité des eaux, les paramètres, les méthodes d'analyse employés ainsi que les résultats obtenus figurent dans le Rapport de soutien en anglais.

Dans 80 prélèvements sur 93, l'eau est considérée comme une eau non potable ou qu'il vaut mieux ne pas boire. Les principales substances indésirables détectées sont le Chrome hexavalent ( $\text{Cr}6^+$ ), le Chlore ( $\text{Cl}_2$ ) et le Nitrate ( $\text{NO}_3$ ). D'autre part, la présence d'éléments indésirables tels que le Zinc (Zn), le Fluorure (F-) et le Cuivre (Cu) ont également été détectés. Enfin, 30% des sources d'eau contiennent des coliformes en quantité excessive et la conductivité électrique (CE) est particulièrement élevée dans la région côtière.

Dans plus de 40 villages, les habitants souffrent de maladies d'origine hydrique dues à l'absorption d'eau contaminée. Ces villages sont répartis le long de la côte, là où la conductivité électrique est particulièrement importante. La relation existant entre les endroits où la conductivité électrique est élevée et les villages où les maladies d'origine hydrique sont fréquentes est présentée dans le Rapport de soutien en anglais.

## 4. CATEGORISATION DES VILLAGES CANDIDATS

### 4.1 Critères et procédé de classement des villages par catégories

Le classement des villages par catégories a été réalisé en trois étapes afin de déterminer les priorités de développement pour les 115 villages candidats de l'Etude.

La première étape est une présélection des villages selon leurs conditions d'accès 1) par un véhicule tout-terrain, c'est-à-dire l'accessibilité des villages pour conduire l'enquête, et 2) par les machines de forage, c'est-à-dire leurs conditions d'accès pour le forage des puits. Le Tableau 4.1.1 (1 ~ 4) révèle que 25 villages candidats ne sont pas accessibles ou n'ont pas été trouvés au site indiqué tandis que 9 villages ne sont pas accessibles par les sondeuses. Par conséquent, il reste 81 villages candidats pour poursuivre le classement par catégories et par priorité.

En second lieu vient la catégorisation des villages accessibles en fonction de leurs besoins en eau. Les besoins en eau de chaque village sont jugés en fonction des points d'eau existants et de l'évaluation des observateurs au cours de l'inventaire des puits. Ainsi, on distingue trois catégories de villages: les catégories A (pénurie totale d'eau), B (pénurie d'eau) et C (pas de pénurie d'eau), qui sont présentées dans le Tableau 4.1.1.

La troisième étape est le classement de tous les villages accessibles selon leurs capacités socio-économiques. Les capacités économiques de chaque village sont évaluées avec précision en tenant compte des capacités économiques, sociales et institutionnelles évaluées au cours de l'inventaire. Le classement des villages en trois catégories qui a été obtenu: A (capacité économique importante), B (capacité économique moyenne), C (capacité économique faible) figure dans la dernière colonne du Tableau 4.1.1.

En combinant les deux catégorisations précédentes (besoins en eau et capacités socio-économiques), les villages accessibles ont donc été classés selon les neuf catégories AA, AB, BA, BB, AC, CA, BC, CB et CC. Le classement des villages par catégories et par priorité s'est appuyé sur les données de l'enquête socio-économique et celles du recensement de la population malgache de 1993.

Tableau 4.1.1 Conditions d'accès et Catégorisation des villages (1/4)

No.	Villages Nom	Population	Conditions d'accès		Type de source d'eau existante	Distance jusqu'au point d'eau	Catégorisation	
			(1/1)	Forcée			Besoins en eau	Capacité économique pour 0/M
1	Andranopasy I	623	Possible but poor in wet season	Possible at present	Dug well	50 m	B	A
2	Andranopasy II	226	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	Dug well	700 m	A	C
3	Antaly	327	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	Pit on the riverbed	1,200 m	A	B
4	Parika	327	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	Dug well	300 m	A	C
5	Befamonty	450	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	Dug well	900 m	A	A
6	Ambalobe	220	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	River	1,500 m	A	C
7	Nositonga	260	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	Dug well	200 m	A	B
8	Nosibe	600	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	River	600 m	A	B
9	Ankoba	410	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	Spring	600 m	A	A
10	Antseranandaka N.	342	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	Dug well	100 m	A	B
11	Tsamandroso	287	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	Dug well	1,000 m	A	C
12	Songary	36	Possible but poor in wet season	Need for whole reform	Spring	500 m	-	-
13	Piste de Bedo	-	No existence	-	-	-	-	-
14	Tanambahiny	131	Possible but poor in wet season	Possible at present	Pit on the riverbed	300 m	B	C
15	Miary	365	Possible but poor in wet season	Possible at present	Canal from spring	700 m	B	B
16	Ambivy I	130	Possible but poor in wet season	Possible at present	Pit on the riverbed	600 m	A	B
17	Ambivy II	500	Possible but poor in wet season	Possible at present	River	300 m	A	B
18	Ambahia	200	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	Dug well	0 m	B	B
19	Besatrohaka	210	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	Sallow pit	0 m	A	C
20	Marolafika Alm.	500	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	Sallow pit	50 m	A	B
21	Ambalavato Nord	Not available	No access	No access	Not available information	-	-	-
22	Andranomena	Not available	No access	No access	Not available information	-	-	-
23	Marerano	1,100	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	Dug well	200 m	A	A
24	Ambondrobo	Not available	No access	No access	Not available information	-	-	-
25	Befasy	2,000	Possible but poor in wet season	Possible at present	Protected dug well	0 m	A	A
26	Antevamena	360	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	River	400 m	A	B
27	Mitsitiky	340	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	Dug well	300 m	A	B
28	Andranovorisoetra	40	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	Dug well	300 m	A	C
29	Ankitamahavelo	190	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	Borehole	500 m	A	C

Tableau 4.1.1 Conditions d'accès et Catégorisation des villages (2/4)

No.	Village		Population	Conditions d'accès		Type de source d'eau existante	Distance jusqu'au point d'eau	Catégorisation	
	Nom			AWD	Poreuse			Besoins en eau	Capacité économique pour O & M
30	Bekiny Soarano		400	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	Dug well	30 m	A	C
31	Beleo		800	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	Canal	50 m	A	A
32	Anadabo		36	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	Protected dug well	400 m	C	C
33	Misokotsa		800	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	Protected dug well	0 m	B	B
34	Croise. Besotroka		200	Possible but poor in wet season	Possible at present	Dug well	10.000 m	A	B
35	Amanga		400	Possible but poor in wet season	Possible at present	Dug well	300 m	A	C
36	Namakia		400	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	Dug well	300 m	B	B
37	Voloc		144	Possible but poor in wet season	Need for whole reform	Dug well	500 m	-	-
38	Benasy		180	Possible but poor in wet season	Need for whole reform	Dug well	500 m	-	-
39	Antsamaka		150	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	Pond	1.000 m	A	B
40	Manomentimay		436	Possible but poor in wet season	Possible at present	Protected dug well	300 m	B	A
41	Faratony		250	Possible but poor in wet season	Possible at present	Dug well	0 m	A	B
42	Lanadabo		Not available	No access	No access	Not available information	-	-	-
43	Andrananja		70	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	Dug well	400 m	A	C
44	Belo Sur Mer		1.100	Possible but poor in wet season	Need for whole reform	Dug well	0 m	-	-
45	Ankilifolo		400	Possible but poor in wet season	Need for whole reform	Dug well	500 m	-	-
46	Marofihitsa		750	Possible but poor in wet season	Possible at present	Protected dug well	0 m	A	A
47	Ambararata		500	Possible but poor in wet season	Possible at present	Protected dug well	100 m	B	B
48	Ankevo		300	Possible but poor in wet season	Possible at present	Protected dug well	0 m	B	B
49	Ambivy		-	No existence	-	-	-	-	-
50	Bevantaza		150	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	Protected dug well	0 m	B	C
51	Lavaravy Tsimaliha		Not available	No access	No access	Not available information	-	-	-
52	Antsakamirohaka		1.600	Possible	Need for partial reform of road	Protected dug well	0 m	B	A
53	Androvakely		550	Possible	Need for partial reform of road	Dug well	0 m	B	A
54	Androvabe		Not available	No access	No access	Not available information	-	-	-
55	Ampananiha		420	Possible	Need for partial reform of road	Dug well	150 m	A	B
56	Antseranambondro		60	Possible	Need for partial reform of road	Pond	800 m	A	C
57	Tanambao		Not available	No access	No access	Not available information	-	-	-
58	Bemanonga		1.250	Possible	Possible at present	Protected dug well	500 m	B	A

Tableau 4.1.1 Conditions d'accès et Catégorisation des villages (3/4)

No.	Village		Population	Conditions d'accès		Type de source d'eau existante	Distance jusqu'au point d'eau	Catégorisation	
	Nom			4WD	Foruse			Besoins en eau	Capacité économique pour O & M
59	Marovoay		1.247		Possible	Possible at present	0 m	B	A
60	Tandrokoso		238		Possible but poor in wet season	Possible at present	150 m	A	B
61	Bekonazy		40		Possible	Possible at present	0 m	A	C
62	Bevoliengo		100		Possible	Need for whole reform	500 m	-	-
63	Kimony	Not available			No access	No access	-	-	-
64	Andranomena Ats.		210		Possible	Possible at present	200 m	A	B
65	Tanandava		250		Possible	Possible at present	100 m	A	C
66	Croisement NST		204		Possible	Possible at present	300 m	B	B
67	Analaiva		1.520		Possible	Possible at present	0 m	A	A
68	Betsipotika		120		Possible	Possible at present	0 m	A	B
69	Amboloando		150		Possible	Possible at present	400 m	A	C
70	Ampandra		600		Possible	Possible at present	0 m	B	B
71	Besonjo		-		No existence	-	-	-	-
72	Antevamena II		100		Possible	Possible at present	0 m	B	C
73	Kolobaka		250		Possible	Need for whole reform	0 m	-	-
74	Tsinjorano		450		Possible	Possible at present	0 m	B	B
75	Betsinofa		-		No existence	-	-	-	-
76	Laijoby Avaratra		150		Possible	Possible at present	500 m	A	B
77	Ambinda		-		No existence	-	-	-	-
78	Sarodrano		-		No existence	-	-	-	-
79	Ambonio		270		Possible	Possible at present	0 m	A	C
80	Analaiva		300		Possible	Possible at present	0 m	A	C
81	Malandirano		400		Possible	Need for partial reform of road	100 m	B	B
82	Marofandilaha		370		Possible	Possible at present	0 m	B	A
83	Ampataka		695		Possible	Need for partial reform of road	200 m	A	B
84	Bosy	Not available			No access	No access	-	-	-
85	Kivalo	Not available			No access	No access	-	-	-
86	Ampatike	Not available			No access	No access	-	-	-
87	Ambato Andrana	Not available			No access	No access	-	-	-

Tableau 4.1.1 Conditions d'accès et Catégorisation des villages (4/4)

No.	Village		Population	Conditions d'accès		Type de source d'eau existante	Distance jusqu'au point d'eau	Catégorisation	
	Nom			4WD	Forçuse			Besoins en eau	Capacité économique pour 0 & M
88	Andranangy		Not available	No access	No access	Not available information	0 m	B	A
89	Ankaraobato		800	Possible	Need for partial reform of road	Protected dug well	0 m	B	A
90	Tanamboato Fe		-	No existence	-	-	-	-	-
91	Andranolava		-	No existence	-	-	0 m	-	-
92	Betsiriry		650	Possible	Need for whole reform	Sallow pit	0 m	-	-
93	Beroboka Alm.		783	Possible	Possible at present	River	200 m	A	A
94	Ankilivalo		2.960	Possible	Possible at present	Protected dug well	0 m	B	A
95	Ambohibary		300	Possible	Need for partial reform of road	Sallow pit	300 m	A	C
96	Bevoay		521	Possible	Need for whole reform	Dug well	0 m	-	-
97	Bezezika		855	Possible	Possible at present	River	500 m	A	A
98	Tanandava II		Not available	No access	No access	Not available information	-	-	-
99	Ankilimida		600	Possible	Possible at present	Dug well	300 m	A	A
100	Ampanily		742	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	Sallow pit	300 m	A	B
101	Benato		500	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	Pond	800 m	A	B
102	Anolotsy		300	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	Dug well	200 m	A	B
103	Ankilizato		4.200	Possible	Possible at present	River & Water vender	50 m	A	A
104	Mandabe		2.000	Possible	Possible at present	Canal & Water vender	100 m	A	A
105	Beronono		Not available	No access	No access	Not available information	-	-	-
106	Malaimbandy		7.000	Possible	Possible at present	River & Water vender	1.000 m	A	A
107	Ampanotoka		900	Possible but poor in wet season	Need for partial reform of road	Sallow pit	300 m	A	A
108	Tsinazava		Not available	No access	No access	Not available information	-	-	-
109	Tsianaloka		1.000	Possible	Possible at present	Pond	400 m	A	A
110	Kiboy		930	Possible	Possible at present	Pond	300 m	A	A
111	Croisement Antsoha		-	Abandoned	-	-	-	-	-
112	Tsimafana		1.500	Possible	Possible at present	Dug well	100 m	B	A
113	Mananjaky		1.170	Possible	Need for partial reform of road	Protected dug well	0 m	B	A
114	Ambatolahy		800	Possible	Possible at present	River & Water vender	800 m	A	A
115	Ankotrofotsy		908	Possible	Possible at present	River	100 m	A	A

## **4.2 Classement des villages par catégories et par priorité**

### **4.2.1 Catégorisation des villages en fonction de leurs besoins en eau**

Le classement des villages accessibles selon leurs besoins en eau est un élément vital qui permet de juger de l'efficacité des investissements pour l'exploitation des eaux souterraines. Deux critères permettent d'en mesurer l'efficacité.

Le premier est le type de source d'eau existante et l'évaluation faite par les observateurs au cours de l'inventaire. Tous les villages candidats ont été classés selon les catégories A (priorité la plus grande pour les besoins en eau), B (priorité modérée) et C (priorité moindre). Dans le Tableau 4.1.1, 56 villages sont classés dans la catégorie A, 24 dans la catégorie B et un village dans la catégorie C. La Figure 4.2.1 montre la répartition des villages candidats dans la Zone d'étude selon leur catégorie pour les besoins en eau.

Le second critère est la taille de la population bénéficiaire. Les 81 villages accessibles ont été classés en fonction de leur population afin de finaliser le classement selon les besoins en eau. Le détail du classement des villages candidats se trouve dans le Tableau 4.2.1; dans ce classement final des villages selon leurs besoins en eau, les cinq premiers villages du classement sont Malaimbandy (No. 106), Ankilizato (No. 103), Mandabe (No. 104), Befasy (No. 25) et Analaiva (No. 67).

### **4.2.2 Classification des villages en fonction de leur capacités socio-économiques**

Même s'il est urgent de développer des points d'eau car les besoins sont importants, il faut tenir compte des capacités socio-économiques des villages pour juger de l'efficacité des investissements pour l'exploitation des eaux souterraines, à savoir les capacités socio-économiques à faire fonctionner et à maintenir en état les installations d'AEP.

#### **(1) Capacité économique**

La capacité économique est liée à l'aspect financier de la gestion et de l'entretien des installations d'AEP et permet d'estimer la capacité financière des villageois à payer les frais de gestion et d'entretien des installations. L'évaluation de la capacité économique se fait à partir de trois critères: le premier est la population, et le second le revenu en espèces. L'enquête socio-économique et d'autres estimations s'appuyant sur des analyses corrélatives permettent de connaître le niveau du revenu en espèces des villageois; ce niveau est en corrélation avec la population. Le troisième critère est celui des biens possédés par les villageois; ceux-ci transforment leurs bénéfices en les investissant dans l'achat de bétail. Ainsi, le nombre de têtes de bétail par personne est l'une des données de l'inventaire les plus fiables pour évaluer les biens des populations de la Zone d'étude.



Les 81 villages accessibles ont été classés en ordre descendant en fonction des trois critères susmentionnés, en additionnant le classement des villages obtenu pour chacun des trois critères. On a ainsi déterminé leur capacité économique comme le montre en détail le Tableau 4.2.2.

## (2) Capacité sociale

La capacité sociale d'un village est également un élément important permettant d'évaluer sa capacité à maintenir en état les installations d'AEP. Il faut en effet avoir une bonne compréhension de la gestion à long terme des comités de l'eau. Deux critères permettent d'estimer la capacité sociale des villageois. Dans le recensement de 1993 figurent des données sur le taux d'alphabétisation des adultes et celui de la scolarisation des enfants en école primaire. Les 81 villages candidats ont été classés en ordre ascendant selon ces deux critères. Ainsi, les taux les plus élevés d'alphabétisation des adultes et de scolarisation des enfants en école primaire sont respectivement de 81,9% à Androvaleky (No. 53) et 89,5% à Androvaleky (No. 53), tandis que les taux les plus bas sont respectivement de 0,5% à Antaly (No. 3) et 3,1% à Mitsitily (No. 27).

Les 81 villages candidats visités ont donc été classés en ordre descendant, en additionnant leurs classements respectifs obtenus pour les deux critères indiqués plus haut. La classification détaillée des villages candidats selon leur capacité sociale figure dans le Tableau 4.2.3.

## (3) Capacité institutionnelle

La capacité institutionnelle des villages permet de connaître les appuis institutionnels dont ils disposent pour la gestion et l'entretien des installations. Si le niveau social des villageois est élevé mais que les infrastructures et l'environnement socio-économiques sont insuffisants, il risque d'y avoir des problèmes pour gérer et maintenir les puits. Dans l'inventaire des villages, on trouve des données sur 1) l'existence des associations villageoises, 2) les habitudes d'hygiène des villageois, 3) les centres de soins médicaux, 4) les écoles et 5) sur le statut des femmes. Les points attribués à chaque catégorie sont comme suit:

Points pour évaluer la capacité institutionnelle

Points	associations villageoises	Hygiène	Services médicaux	Education	Statut des femmes
0	aucune	médiocre	aucun	aucune	médiocre
1	1 association	assez bonne	centre de santé	école primaire	assez bon
2	2 associations	bonne	clinique	école secondaire	bon
3	3 associations	excellente	hôpital	les deux	très bon

Le classement en ordre ascendant des 81 villages selon leur capacité institutionnelle, obtenu en fonction des points acquis au total, est présenté en détail dans le Tableau 4.2.4.

La somme des points et des classement obtenus pour chacun des 3 aspects économique, social et institutionnel a permis d'établir le classement total et en ordre descendant des 81 villages candidats selon leurs capacités socio-économiques, en tenant compte du taux de pondération donné à chacun de ces 3 aspects, comme l'indique le tableau suivant. La classification totale des villages se trouve dans le Tableau 4.2.5; les villages qui occupent les 5 premiers rangs pour les capacités socio-économiques sont Analaiva (No. 67), suivi de Ankilizato (No. 103), Ankilivalo (No. 94), Ambatolahy (No. 114) et Tsimafana (No. 112).

#### Taux de pondération à attribuer à chaque capacité évaluée

Capacités:	économique	sociale	institutionnelle	Total socio-économique
Pondération:	50,0%	25,0%	25,0%	100,0%

Ainsi, la Catégorie A (priorité la plus grande pour les capacités socio-économiques) comprend les villages classés de 1 à 30, la Catégorie B (priorité moyenne) les villages classés de 31 à 60, et la Catégorie C (priorité moindre) les villages classés de 61 à 81. La Figure 4.2.2 montre la répartition des villages candidats sur la carte de la Zone d'étude selon la catégorie de capacité socio-économique à laquelle ils appartiennent.

#### 4.2.3 Classement global et catégorisation générale

L'attribution des taux de pondération est important. Il est raisonnable d'accorder un taux pondérateur de 50% aux besoins en eau et aux capacités socio-économiques d'un village pour permettre une planification équilibrée des priorités de développement dans la Zone d'étude. Le Tableau 4.2.5 présente le classement global des 81 villages en fonction de leurs besoins en eau et de leurs capacités socio-économiques.

#### Taux pondérateurs des critères pour le classement des villages

Rubriques	Besoins en eau	Capacités socio-économiques	Total
Taux pondérateurs	50,0%	50,0%	100,0%

En dehors de ce classement global, le tableau ci-dessous présente le classement final par catégories qui combine le classement des besoins en eau et celui des capacités socio-économiques (provenant d'une catégorisation précédente). Dans ce Tableau, la catégorie AA indique que les besoins en eau sont très prioritaires et les capacités socio-économiques importantes, alors que la catégorie CC indique qu'ils le sont beaucoup moins. Ainsi, les 60 villages candidats classés dans les catégories AA, AB, BA et BB devraient être prioritaires pour le développement. Cette classification se trouve dans la dernière colonne du Tableau 4.2.5 et dans le Tableau 4.1.1.

**Répartition des villages candidats selon le classement qu'ils ont obtenu pour les besoins en eau et les capacités socio-économiques**

Besoins en eau Capacités socio-économiques	A (Rang 1-30)	B (Rang 31-60)	C (Rang 61-81)
A	16	21	17
B	11	10	3
C	0	0	1

La Figure 4.2.3 montre la répartition des villages candidats selon leurs classifications pour les besoins en eau et pour les capacités socio-économiques; 18 villages sont inclus dans la catégorie AA (besoins en eau prioritaires et capacités socio-économiques importantes), 21 villages dans la catégorie AB, 17 dans la catégorie AC, 11 dans la catégorie BA, 10 dans la catégorie BB, 3 dans la catégorie BC, et un village dans la catégorie CC.

Tableau 4.2.1 Classement des villages candidats selon leurs besoins en eau (1/3)  
Table 4.2.1 Ranking of Candidate Villages by Water Requirement (1/3)

No.	Fivondronana	Firaiana	Village	Water Requirement				Total Point	Total Ranking
				Data		Ranking	Population		
				Requirement	Population				
1	Manja	Andranopasy	Andranopasy I	2	623	57	9	66	65
2	Manja	Andranopasy	Andranopasy II	3	226	1	42	43	42
3	Manja	Andranopasy	Antaly	3	327	1	31	32	31
4	Manja	Andranopasy	Darika	3	327	1	31	32	31
5	Manja	Andranopasy	Befamony	3	450	1	23	24	23
6	Manja	Andranopasy	Anbarobe	3	220	1	43	44	43
7	Manja	Andranopasy	Nositonga	3	260	1	37	38	37
8	Manja	Andranopasy	Nosibe	3	600	1	18	19	18
9	Manja	Andranopasy	Ankoba	3	410	1	25	26	25
10	Manja	Andranopasy	Antseranandaka Nord	3	342	1	29	30	29
11	Manja	Andranopasy	Tsaramandroso	3	237	1	41	42	41
14	Manja	Manja	Tanambahiny	2	131	57	23	80	79
15	Manja	Manja	Miary	2	365	57	18	75	74
16	Manja	Ankiliabo	Ambivy I	3	130	1	51	52	51
17	Manja	Ankiliabo	Ambivy II	3	500	1	20	21	20
18	Manja	Ankiliabo	Ambahia	2	200	57	21	78	77
19	Manja	Ankiliabo	Besatohaka	3	210	1	44	45	44
20	Manja	Ankiliabo	Marofila Atsimo	3	500	1	20	21	20
23	Beroroha	Beroroha	Marerano	3	1.100	1	6	7	6
25	Morondava	Befasy	Befasy	3	2.000	1	3	4	3
26	Morondava	Befasy	Antevamena	3	360	1	28	29	28
27	Morondava	Befasy	Mitsitily	3	340	1	30	31	30
28	Morondava	Befasy	Andranovorisoetra	3	40	1	55	56	55
29	Morondava	Befasy	Ankitamahavelo	3	190	1	47	48	47
30	Morondava	Befasy	Bekiny Soarano	3	400	1	26	27	26
31	Morondava	Befasy	Beleo	3	800	1	12	13	12
32	Morondava	Befasy	Anadabo	1	36	81	1	82	81
33	Morondava	Befasy	Misokotsa	2	800	57	7	64	63
34	Morondava	Laijoby	Croisement Besoiroka	3	200	1	46	47	46
35	Morondava	Laijoby	Amanga	3	400	1	26	27	26
36	Morondava	Manomentinay	Namakia	2	400	57	15	72	71
39	Morondava	Manomentinay	Antsamaka	3	150	1	48	49	48
40	Morondava	Manomentinay	Manomentinay	2	436	57	14	71	70

Tableau 4.2.1 Classement des villages candidats selon leurs besoins en eau (2/3)  
 Table 4.2.1 Ranking of Candidate Villages by Water Requirement (2/3)

No.	Fivondronana	Firaisana	Village	Water Requirement					Total Point	Total Ranking
				Data		Ranking		Population		
				Requirement	Population	Requirement	Ranking			
41	Morondava	Manomentinay	Farateny	3	250	1	38	39	38	
43	Morondava	Manomentinay	Andrananja	3	70	1	53	54	53	
46	Morondava	Belo-Sur-Mer	Marofihitsa	3	750	1	15	16	15	
47	Morondava	Belo-Sur-Mer	Ambararaita	2	500	57	12	69	68	
48	Morondava	Belo-Sur-Mer	Ankevo	2	300	57	19	76	75	
50	Morondava	Lavaravy Tsimaliha	Bevantaza	2	150	57	22	79	78	
52	Morondava	Androvabe	Antsakamirohaka	2	1.600	57	2	59	58	
53	Morondava	Androvabe	Androvakely	2	550	57	11	68	67	
55	Morondava	Androvabe	Ampananaha	3	420	1	24	25	24	
56	Morondava	Androvabe	Antseranambondro	3	60	1	54	55	54	
58	Morondava	Bemanonga	Bemanonga	2	1.250	57	4	61	60	
59	Morondava	Bemanonga	Marovovy	2	1.247	57	5	62	61	
60	Morondava	Bemanonga	Tandrokosa	3	238	1	40	41	40	
61	Morondava	Bemanonga	Bekonazy	3	40	1	56	57	56	
64	Morondava	Bemanonga	Andranomena Atsimo	3	210	1	44	45	44	
65	Morondava	Bemanonga	Tanandava	3	250	1	38	39	38	
66	Morondava	Bemanonga	Croisement (BST)	2	204	57	20	77	76	
67	Morondava	Analaiva	Analaiva	3	1.520	1	5	6	5	
68	Morondava	Analaiva	Betsipotika	3	120	1	52	53	52	
69	Morondava	Analaiva	Amboloando	3	150	1	48	49	48	
70	Morondava	Analaiva	Ampandra	2	600	57	10	67	66	
72	Morondava	Analaiva	Antevamena II	2	100	57	24	81	80	
74	Morondava	Analaiva	Tsinjorano	2	450	57	13	70	69	
76-1	Morondava	Laijoby	Laijoby Avaratra	3	150	1	48	49	48	
79	Morondava	Laijoby	Ambonio	3	270	1	36	37	36	
80	Morondava	Laijoby	Analaiva	3	300	1	33	34	33	
81	Morondava	Befasy	Malandirano	2	400	57	15	72	71	
82	Morondava	Marofandilaha	Marofandilaha	2	370	57	17	74	73	
83	Morondava	Marofandilaha	Ampataka	3	695	1	17	18	17	
89	Morondava	Marofandilaha	Ankaraobato	2	800	57	7	64	63	
93	Morondava	Marofandilaha	Boraboka Atsimo	3	783	1	14	15	14	
94	Mahabo	Ankilivalo	Ankilivalo	2	2.960	57	1	58	57	
95	Mahabo	Ankilivalo	Ambohirany	3	300	1	33	34	33	

Tableau 4.2.1 Classement des villages candidats selon leurs besoins en eau (3/3)  
 Table 4.2.1 Ranking of Candidate Villages by Water Requirement (3/3)

No.	Fivondronana	Firaisana	Village	Water Requirement						Total Ranking
				Data		Ranking		Total Point		
				Requirement	Population	Requirement	Population			
97	Mahabo	Ankilivalo	Bezezika	3	855	1	11	12	11	
99	Mahabo	Ampanihy	Ankilimida	3	1.400	1	18	19	18	
100	Mahabo	Ampanihy	Ampanihy	3	742	1	16	17	16	
101	Mahabo	Ampanihy	Benato	3	500	1	20	21	20	
102	Mahabo	Ampanihy	Anolotsy	3	300	1	33	34	33	
103	Mahabo	Ankilizato	Ankilizato	3	4.200	1	2	3	2	
104	Mahabo	Mandabe	Mandabe	3	2.000	1	3	4	3	
106	Mahabo	Malaimbandy	Malaimbandy	3	7.000	1	1	2	1	
107	Mahabo	Malaimbandy	Ampanotoka	3	900	1	10	11	10	
109	Belo sur Tsiribihina	Tsianaloka	Tsianaloka	3	1.000	1	7	8	7	
110	Belo sur Tsiribihina	Tsianaloka	Kiboy	3	930	1	8	9	8	
112	Belo sur Tsiribihina	Tsimafana	Tsimafana	2	1.500	57	3	60	59	
113	Tsiribihina	Tsimafana	Mananjaky	2	1.170	57	6	63	62	
114	Miandrivazo	Ambatolahy	Ambatolahy	3	800	1	12	13	12	
115	Miandrivazo	Ankotrofoisy	Ankotrofoisy	3	908	1	9	10	9	

Tableau 4.2.2 Classement des villages candidats selon leurs capacités économiques (1/3)  
Table 4.2.2 Ranking of Candidate Villages by Economic Capacity (1/3)

No.	Fivondronana	Firaisana	Village	Economic Capacity										Total Ranking
				Data		Ranking				Total Point				
				Population	Income	Assets	Population	Income	Assets	Population	Income	Assets	Assets	
1	Manja	Andranopasy	Andranopasy I	623	875.000	12.8	26	4	2	32	4	2	32	4
2	Manja	Andranopasy	Andranopasy II	226	468.400	3.5	61	54	16	131	54	16	131	45
3	Manja	Andranopasy	Antaly	327	481.700	3.7	49	42	15	106	42	15	106	36
4	Manja	Andranopasy	Darika	327	481.700	0.6	49	42	58	149	42	58	149	57
5	Manja	Andranopasy	Befamony	450	550.000	6.7	35	22	5	62	22	5	62	8
6	Manja	Andranopasy	Anarobe	220	467.600	0.5	62	55	65	182	55	65	182	70
7	Manja	Andranopasy	Nositonga	260	472.900	2.7	56	48	18	122	48	18	122	41
8	Manja	Andranopasy	Nosibe	600	517.700	2.0	27	27	22	76	27	22	76	15
9	Manja	Andranopasy	Ankoba	410	492.700	4.9	39	35	13	87	35	13	87	21
10	Manja	Andranopasy	Anseranandaka Nord	342	483.700	5.8	47	40	10	97	40	10	97	31
11	Manja	Andranopasy	Tsaramandroso	237	469.800	10.5	60	53	3	116	53	3	116	40
14	Manja	Manja	Tanambahiny	131	455.900	1.5	73	64	30	167	64	30	167	62
15	Manja	Manja	Miary	365	325.000	0.5	45	78	65	188	78	65	188	73
16	Manja	Ankiliabo	Ambivy I	130	575.000	3.1	74	18	17	109	18	17	109	38
17	Manja	Ankiliabo	Ambivy II	500	504.500	0.4	31	30	72	133	30	72	133	48
18	Manja	Ankiliabo	Ambahia	200	465.000	1.8	66	57	25	148	57	25	148	54
19	Manja	Ankiliabo	Besatohaka	210	466.300	0.5	63	56	65	184	56	65	184	72
20	Manja	Ankiliabo	Marolafia Atsimo	500	504.500	0.8	31	30	50	111	30	50	111	39
23	Beroro	Beroro	Marerano	1.100	583.700	1.1	12	17	36	65	17	36	65	9
25	Morondava	Befasy	Befasy	2.000	650.000	0.4	4	11	72	87	11	72	87	21
26	Morondava	Befasy	Antevamena	360	486.100	2.2	46	39	21	106	39	21	106	36
27	Morondava	Befasy	Mitsitily	340	483.400	5.9	48	41	9	98	41	9	98	32
28	Morondava	Befasy	Andranovorisoetra	40	443.900	0.8	79	70	50	199	70	50	199	76
29	Morondava	Befasy	Ankitamahavelo	190	463.600	0.4	68	59	72	199	59	72	199	76
30	Morondava	Befasy	Bekiny Sourano	400	491.300	2.0	40	36	22	98	36	22	98	32
31	Morondava	Befasy	Beico	800	544.100	0.9	18	23	44	85	23	44	85	19
32	Morondava	Befasy	Anadabo	36	443.300	0.6	81	72	58	211	72	58	211	80
33	Morondava	Befasy	Misokotsa	800	470.000	2.5	18	51	20	89	51	20	89	24
34	Morondava	Laijoby	Croisement Besotroka	200	465.000	5.0	66	57	11	134	57	11	134	50
35	Morondava	Laijoby	A manga	400	240.000	0.3	40	80	76	196	80	76	196	75
36	Morondava	Manomentinay	Namakia	400	491.300	5.0	40	36	11	87	36	11	87	21
39	Morondava	Manomentinay	Antsamaka	150	458.400	2.7	69	61	18	148	61	18	148	54
40	Morondava	Manomentinay	Manomentinay	436	680.000	0.9	37	10	44	91	10	44	91	26

Tableau 4.2.2 Classement des villages candidats selon leurs capacités économiques (2/3)  
Table 4.2.2 Ranking of Candidate Villages by Economic Capacity (2/3)

No.	Fivondronana	Firaisana	Village	Economic Capacity						Total Ranking	
				Data			Ranking				Total Point
				Population	Income	Assets	Population	Income	Assets		
41	Morondava	Manomentinay	Farateny	250	471.600	1.4	57	49	31	137	53
43	Morondava	Manomentinay	Andrananja	70	447.800	6.5	77	68	7	152	59
46	Morondava	Belo-Sur-Mer	Marofihitsa	750	650.000	0.9	23	11	44	78	16
47	Morondava	Belo-Sur-Mer	Ambaruta	500	450.000	1.2	31	66	34	131	45
48	Morondava	Belo-Sur-Mer	Ankevo	300	370.000	0.7	51	76	55	182	70
50	Morondava	Lavaravy Tsimaliha	Bevanaza	150	458.400	0.5	69	61	65	195	74
52	Morondava	Androvabe	Antsakamirohaka	1.600	649.600	0.8	6	14	50	70	11
53	Morondava	Androvabe	Androvakely	550	511.100	0.4	30	29	72	131	45
55	Morondava	Androvabe	Ampananiha	420	494.000	0.6	38	34	58	130	43
56	Morondava	Androvabe	Antseranambondro	60	446.500	1.7	78	69	28	175	67
58	Morondava	Bemanonga	Bemanonga	1.250	603.400	0.8	9	15	50	74	14
59	Morondava	Bemanonga	Maroavy	1.247	603.000	1.0	10	16	39	65	9
60	Morondava	Bemanonga	Tandrokosy	238	470.000	0.5	59	51	65	175	67
61	Morondava	Bemanonga	Bekonazy	40	443.900	0.8	79	70	50	199	76
64	Morondava	Bemanonga	Andranomena Atsimo	210	450.000	1.0	63	66	39	168	63
65	Morondava	Bemanonga	Tanandava	250	471.600	0.5	57	49	65	171	64
66	Morondava	Bemanonga	Croisement (BST)	204	380.000	1.2	65	75	34	174	66
67	Morondava	Analaiva	Analaiva	1.520	820.000	6.1	7	6	8	21	2
68	Morondava	Analaiva	Beisipotika	120	325.000	0.6	75	78	58	211	80
69	Morondava	Analaiva	Amboloando	150	225.000	0.7	69	81	55	205	79
70	Morondava	Analaiva	Ampandra	600	420.000	1.3	27	74	32	133	48
72	Morondava	Analaiva	Antevarena II	100	451.800	1.0	76	65	39	180	69
74	Morondava	Analaiva	Tsinjorano	450	360.000	1.1	35	77	36	148	54
76-1	Morondava	Laijoby	Laijoby Avaratra	150	458.400	1.3	69	61	32	162	61
79	Morondava	Laijoby	Ambonio	270	474.200	0.6	55	47	58	160	60
80	Morondava	Laijoby	Analalava	300	478.100	0.7	51	44	55	150	58
81	Morondava	Befasy	Malandirano	400	491.300	1.8	40	36	25	101	34
82	Morondava	Marofandiliha	Marofandiliha	370	460.000	1.8	44	60	25	129	42
83	Morondava	Marofandiliha	Ampataka	695	530.200	0.9	25	26	44	95	29
89	Morondava	Marofandiliha	Ankarobato	800	544.100	0.9	18	23	44	85	19
93	Morondava	Marofandiliha	Boraboka Atsimo	783	650.000	3.8	22	11	14	47	7
94	Mahabo	Ankilivalo	Ankilivalo	2.960	950.000	1.0	3	3	39	45	6
95	Mahabo	Ankilivalo	Ambohibary	300	478.100	0.3	51	44	76	171	64



Tableau 4.2.2 Classement des villages candidats selon leurs capacités économiques (3/3)

Table 4.2.2 Ranking of Candidate Villages by Economic Capacity (3/3)

No.	Fivondronana	Firaiana	Village	Economic Capacity										Total Ranking
				Data			Ranking				Total Point			
				Population	Income	Assets	Population	Income	Assets					
97	Mahabo	Ankilivalo	Bezezika	855	750.000	0.2	17	8	80	105	35			
99	Mahabo	Ampanihy	Ankilimida	600	517.700	0.3	27	27	76	130	43			
100	Mahabo	Ampanihy	Ampanihy	742	536.400	0.9	24	25	44	93	28			
101	Mahabo	Ampanihy	Benato	500	504.500	1.6	31	30	29	90	25			
102	Mahabo	Ampanihy	Anoloisy	300	478.100	1.0	51	44	39	134	50			
103	Mahabo	Ankilizato	Ankilizato	4.200	1.050.000	6.6	2	2	6	10	1			
104	Mahabo	Mandabe	Mandabe	2.000	435.000	0.6	4	73	58	135	52			
106	Mahabo	Malaimbandy	Malaimbandy	7.000	1.250.000	0.1	1	1	81	83	18			
107	Mahabo	Malaimbandy	Ampanotoka	900	557.300	1.1	16	21	36	73	13			
109	Belo sur Tsiribihina	Tsianaloka	Tsianaloka	1.000	500.000	1.9	13	33	24	70	11			
110	Belo sur Tsiribihina	Tsianaloka	Kiboy	930	561.200	0.6	14	19	58	91	26			
112	Belo sur Tsiribihina	Tsimafana	Tsimafana	1.500	780.000	0.5	8	7	65	80	17			
113	Tsiribihina	Tsimafana	Mananjaky	1.170	720.000	0.3	11	9	76	96	30			
114	Miandrivazo	Ambarolahy	Ambarolahy	800	850.000	15.0	18	5	1	24	3			
115	Miandrivazo	Ankotrofotsy	Ankotrofotsy	908	538.300	7.3	15	20	4	39	5			

Tableau 4.2.3 Classement des villages candidats selon leurs capacités sociales (1/3)  
Table 4.2.3 Ranking of Candidate Villages by Social Capacity (1/3)

No.	Fivondronana	Firaisana	Village	Social Capacity						Total Point	Total Ranking
				Data		Ranking		School Enrollment			
				Literacy	School Enrollment	Literacy	School Enrollment				
1	Manja	Andranopasy	Andranopasy I	13.5	51.2	39	20	59	29		
2	Manja	Andranopasy	Andranopasy II	1.5	4.6	77	78	155	80		
3	Manja	Andranopasy	Antaly	0.5	6.1	81	71	152	78		
4	Manja	Andranopasy	Darika	6.5	5.9	56	72	128	65		
5	Manja	Andranopasy	Befamonty	0.5	9.3	80	66	146	76		
6	Manja	Andranopasy	Anbatobe	7.8	3.2	52	80	132	68		
7	Manja	Andranopasy	Nositonga	3.8	7.2	67	70	137	74		
8	Manja	Andranopasy	Nosibe	4.7	5.2	61	75	136	72		
9	Manja	Andranopasy	Ankoba	4.8	12.8	60	55	115	57		
10	Manja	Andranopasy	Antseranandaka Nord	2.9	10.1	71	64	135	71		
11	Manja	Andranopasy	Tsaramandroso	3.4	9.8	68	65	133	69		
14	Manja	Manja	Tanambahiny	10.3	8.4	46	67	113	56		
15	Manja	Manja	Miary	21.6	54.5	28	18	46	21		
16	Manja	Ankiliabo	Ambivy I	9.7	25.1	49	39	88	40		
17	Manja	Ankiliabo	Ambivy II	10.4	12.7	45	56	101	50		
18	Manja	Ankiliabo	Ambahia	3.8	19.5	66	46	112	55		
19	Manja	Ankiliabo	Besatrohaka	4.9	18.5	58	47	105	54		
20	Manja	Ankiliabo	Marofafla Atsimo	3.2	12.7	69	57	126	63		
23	Beroroha	Beroroha	Marerano	7.6	16.9	54	49	103	51		
25	Morondava	Befasy	Befasy	41.1	43.9	9	28	37	18		
26	Morondava	Befasy	Antevamena	1.4	5.9	78	74	152	78		
27	Morondava	Befasy	Misitily	2.5	3.1	74	81	155	80		
28	Morondava	Befasy	Andranovorisoetra	5.3	3.3	57	79	136	72		
29	Morondava	Befasy	Ankiatamahavelo	4.8	5.2	59	75	134	70		
30	Morondava	Befasy	Bekiny Soarano	3.1	5.0	70	77	147	77		
31	Morondava	Befasy	Beleo	2.1	14.2	75	53	128	65		
32	Morondava	Befasy	Anadabo	2.9	7.8	71	69	140	75		
33	Morondava	Befasy	Misokotsa	1.6	16.1	76	51	127	64		
34	Morondava	Lajoby	Croisement Besotroka	15.6	5.9	32	72	104	52		
35	Morondava	Lajoby	A manga	8.8	14.0	50	54	104	52		
36	Morondava	Manomentinay	Namakia	7.8	20.0	53	45	98	48		
39	Morondava	Manomentinay	Antsamaka	16.6	12.4	31	59	90	43		
40	Morondava	Manomentinay	Manomentinay	12.1	25.4	41	38	79	39		

Tableau 4.2.3 Classement des villages candidats selon leurs capacités sociales (2/3)  
 Table 4.2.3 Ranking of Candidate Villages by Social Capacity (2/3)

No.	Fivondronana	Firaiana	Village	Social Capacity					Total Point	Total Ranking
				Data		Ranking		School Enrollment		
				Literacy	School Enrollment	Literacy	School Enrollment			
41	Morondava	Manomeninay	Farateny	17.6	29.1	30	36	66	33	
43	Morondava	Manomentinay	Andranania	11.2	16.8	42	50	92	45	
46	Morondava	Belo-Sur-Mer	Marofihitsa	14.6	15.9	36	52	88	40	
47	Morondava	Belo-Sur-Mer	Ambararata	30.9	44.7	19	25	44	20	
48	Morondava	Belo-Sur-Mer	Ankevo	7.1	10.4	55	62	117	58	
50	Morondava	Lavaravy Tsimaliha	Bevantaza	10.6	18.3	44	48	92	45	
52	Morondava	Androvabe	Antsakamirohaka	50.5	78.5	7	4	11	4	
53	Morondava	Androvabe	Androvakely	81.9	89.5	1	1	2	1	
55	Morondava	Androvabe	Ampananiha	22.9	22.7	26	42	68	35	
56	Morondava	Androvabe	Antseranambondro	23.0	21.3	25	44	69	36	
58	Morondava	Bemanonga	Bemanonga	59.4	66.8	2	7	9	3	
59	Morondava	Bemanonga	Marovony	32.5	68.7	16	6	22	10	
60	Morondava	Bemanonga	Tandrokoso	32.0	38.1	17	32	49	23	
61	Morondava	Bemanonga	Bekonazy	3.8	10.3	65	63	128	65	
64	Morondava	Bemanonga	Andranomena Atsimo	15.1	49.4	34	23	57	27	
65	Morondava	Bemanonga	Tanandava	14.3	42.1	37	29	66	33	
66	Morondava	Bemanonga	Croisement (BST)	38.0	55.2	11	16	27	12	
67	Morondava	Analaiva	Analaiva	32.5	74.5	15	5	20	8	
68	Morondava	Analaiva	Betsipotika	53.6	59.4	4	11	15	6	
69	Morondava	Analaiva	Amboloando	37.3	44.7	12	24	36	15	
70	Morondava	Analaiva	Ampandra	40.4	50.2	10	21	31	13	
72	Morondava	Analaiva	Antevamena II	36.1	34.6	14	34	48	22	
74	Morondava	Analaiva	Tsinjorano	2.9	44.4	73	27	100	49	
76-1	Morondava	Lajoby	Lajoby Avarara	15.6	36.0	32	33	65	32	
79	Morondava	Lajoby	Ambonio	13.2	32.5	40	35	75	38	
80	Morondava	Lajoby	Analaiva	9.7	23.4	48	41	89	42	
81	Morondava	Befasy	Malandirano	4.2	12.3	63	60	123	61	
82	Morondava	Marofandilaha	Marofandilaha	31.4	57.0	18	14	32	14	
83	Morondava	Marofandilaha	Ampataka	25.5	40.4	22	30	52	24	
89	Morondava	Marofandilaha	Ankaraobato	23.6	8.0	24	68	92	45	
93	Morondava	Marofandilaha	Boraboka Atsimo	26.0	38.9	21	31	52	24	
94	Mahabo	Ankiliivalo	Ankiliivalo	42.6	59.2	8	12	20	8	
95	Mahabo	Ankiliivalo	Ambohibary	10.0	22.4	47	43	90	43	

Tableau 4.2.3 Classement des villages candidats selon leurs capacités sociales (3/3)  
 Table 4.2.3 Ranking of Candidate Villages by Social Capacity (3/3)

No.	Fivondronana	Firaisana	Village	Social Capacity					Total Point	Total Ranking
				Data		Ranking				
				Literacy	School Enrollment	Literacy	School Enrollment	School Enrollment		
97	Mahabo	Ankilivalo	Bezezika	51.7	65.7	6	8	14	5	
99	Mahabo	Ampanihy	Ankilimida	18.0	44.4	29	26	55	26	
100	Mahabo	Ampanihy	Ampanihy	0.7	24.2	79	40	119	59	
101	Mahabo	Ampanihy	Benato	15.1	28.4	35	37	72	37	
102	Mahabo	Ampanihy	Anolossy	3.9	12.3	64	60	124	62	
103	Mahabo	Ankilizato	Ankilizato	53.0	55.1	5	17	22	10	
104	Mahabo	Mandabe	Mandabe	25.2	58.8	23	13	36	15	
106	Mahabo	Malaimbandy	Malaimbandy	27.1	53.0	20	19	39	19	
107	Mahabo	Malaimbandy	Ampanotoka	4.6	12.6	62	58	120	60	
109	Belo sur Tsiribihina	Tsianaloka	Tsianaloka	37.1	85.4	13	2	15	6	
110	Belo sur Tsiribihina	Tsianaloka	Kiboy	10.9	55.9	43	15	58	28	
112	Belo sur Tsiribihina	Tsimafana	Tsimafana	54.2	82.3	3	3	6	2	
113	Belo sur Tsiribihina	Tsimafana	Mananjaky	14.3	49.6	38	22	60	30	
114	Miandrivazo	Ambatolahy	Ambatolahy	21.8	64.5	27	9	36	15	
115	Miandrivazo	Ankotrofotsy	Ankotrofotsy	8.1	63.2	51	10	61	31	

Tableau 4.2.4 Classement des villages candidats selon leurs capacités institutionnelles (1/3)

Table 4.2.4 Ranking of Candidate Villages by Institutional Capacity (1/3)

No.	Fivondronana	Firaisana	Village	Institutional Capacity							Total Point	Total Ranking
				Data								
				Organization	Hygiene	Medical Service	Education	Women				
1	Manja	Andranopasy	Andranopasy I	1	2	3	3	1	10	2		
2	Manja	Andranopasy	Andranopasy II	0	1	0	0	1	2	68		
3	Manja	Andranopasy	Antaly	0	2	0	1	1	4	38		
4	Manja	Andranopasy	Darika	0	1	0	0	1	2	68		
5	Manja	Andranopasy	Befamonty	0	3	3	1	1	8	16		
6	Manja	Andranopasy	Anbatobe	0	2	0	0	1	3	47		
7	Manja	Andranopasy	Nositonga	0	2	0	0	1	3	47		
8	Manja	Andranopasy	Nosibe	0	1	0	0	1	2	68		
9	Manja	Andranopasy	Ankoba	0	3	0	1	1	5	32		
10	Manja	Andranopasy	Anseranandaka Nord	0	1	0	0	1	2	68		
11	Manja	Andranopasy	Tsaramandroso	0	1	0	0	1	2	68		
14	Manja	Manja	Tanambahiny	0	1	0	0	1	2	68		
15	Manja	Manja	Miary	1	2	0	2	1	6	23		
16	Manja	Ankiliabo	Ambivy I	0	1	0	0	1	2	68		
17	Manja	Ankiliabo	Ambivy II	0	1	0	1	1	3	47		
18	Manja	Ankiliabo	Ambahia	0	3	0	0	1	4	38		
19	Manja	Ankiliabo	Besatrohaka	0	2	1	1	1	5	32		
20	Manja	Ankiliabo	Marolafia Atsimo	0	1	0	1	1	3	47		
23	Beroroaha	Beroroaha	Marerano	1	2	3	3	1	10	2		
25	Morondava	Befasy	Befasy	1	1	3	3	2	10	2		
26	Morondava	Befasy	Antevamena	0	2	0	0	1	3	47		
27	Morondava	Befasy	Mitsitily	1	3	0	1	1	6	23		
28	Morondava	Befasy	Andranovorisoetra	0	1	0	0	1	2	68		
29	Morondava	Befasy	Ankitatamahavelo	0	2	0	0	1	3	47		
30	Morondava	Befasy	Bekiny Soarano	0	0	0	0	1	1	81		
31	Morondava	Befasy	Beleo	0	2	1	1	2	6	23		
32	Morondava	Befasy	Anadabo	0	2	0	0	1	3	47		
33	Morondava	Befasy	Misokotsa	2	0	1	1	2	6	23		
34	Morondava	Lajoby	Croisement Besoroaka	1	1	0	0	2	4	38		
35	Morondava	Lajoby	Amanga	0	2	0	0	1	3	47		
36	Morondava	Manomentinay	Namakia	0	1	0	0	1	2	68		
39	Morondava	Manomentinay	Antsamaka	0	2	0	0	1	3	47		
40	Morondava	Manomentinay	Manomentinay	1	3	3	2	1	10	2		

Tableau 4.2.4 Classement des villages candidats selon leurs capacités institutionnelles (2/3)  
 Table 4.2.4 Ranking of Candidate Villages by Institutional Capacity (2/3)

No.	Fivondronana	Firaisana	Village	Institutional Capacity						Total Point	Total Ranking
				Data							
				Organization	Hygiene	Medical Service	Education	Women			
41	Morondava	Manomentinay	Farateny	0	1	0	1	1	3	47	
43	Morondava	Manomentinay	Andrananja	0	2	0	0	1	3	47	
46	Morondava	Belo-Sur-Mer	Marofihitsa	1	2	0	2	1	6	23	
47	Morondava	Belo-Sur-Mer	Ambararata	0	1	0	1	1	3	47	
48	Morondava	Belo-Sur-Mer	Ankevo	1	3	1	2	2	9	9	
50	Morondava	Lavaravy Tsimalaha	Bevantaza	0	3	1	2	1	7	19	
52	Morondava	Androvabe	Antsakamirohaka	1	0	0	3	1	5	32	
53	Morondava	Androvabe	Androvakely	1	2	1	2	1	7	19	
55	Morondava	Androvabe	Ampamaniha	2	2	0	2	1	7	19	
56	Morondava	Androvabe	Aniseranambondro	0	2	0	0	1	3	47	
58	Morondava	Bemanonga	Bemanonga	1	0	3	3	2	9	9	
59	Morondava	Bemanonga	Marovoay	0	2	0	2	2	6	23	
60	Morondava	Bemanonga	Tandrokoso	0	1	0	1	2	4	38	
61	Morondava	Bemanonga	Bekonazy	0	1	0	0	1	2	68	
64	Morondava	Bemanonga	Andranomena Atsimo	1	2	0	2	1	6	23	
65	Morondava	Bemanonga	Tanandava	0	1	0	1	1	3	47	
66	Morondava	Bemanonga	Croisement (BST)	1	2	0	2	1	6	23	
67	Morondava	Analaiva	Analaiva	2	1	3	3	1	10	2	
68	Morondava	Analaiva	Betsipotika	1	0	0	2	1	4	38	
69	Morondava	Analaiva	Amboloando	0	2	0	0	1	3	47	
70	Morondava	Analaiva	Ampandra	0	1	0	2	1	4	38	
72	Morondava	Analaiva	Antevamena II	0	0	0	1	1	2	68	
74	Morondava	Analaiva	Tsinjorano	3	2	0	2	1	8	16	
76	Morondava	Laijoby	Laijoby Avaratra	2	3	1	2	1	9	9	
79	Morondava	Laijoby	Ambonio	0	0	0	1	1	2	68	
80	Morondava	Laijoby	Analaiva	0	1	0	0	1	2	68	
81	Morondava	Befasy	Malandirano	1	0	0	1	1	3	47	
82	Morondava	Marofandilaha	Marofandilaha	1	3	3	2	1	10	2	
83	Morondava	Marofandilaha	Ampataka	1	0	0	0	2	3	47	
89	Morondava	Marofandilaha	Ankaraobato	1	0	0	1	1	3	47	
93	Morondava	Marofandilaha	Boraboka Atsimo	2	1	0	2	1	6	23	
94	Mahabo	Ankilivalo	Ankilivalo	0	3	1	3	2	9	9	
95	Mahabo	Ankilivalo	Ambohibury	0	2	0	1	1	4	38	

Tableau 4.2.4 Classement des villages candidats selon leurs capacités institutionnelles (3/3)

Table 4.2.4 Ranking of Candidate Villages by Institutional Capacity (3/3)

No.	Fivondronana	Firaiana	Village	Institutional Capacity							Total Ranking
				Data				Total Point			
				Organization	Hygiene	Medical Service	Education	Women			
97	Mahabo	Ankilivalo	Bezezika	2	2	0	2	1	7	19	
99	Mahabo	Ampanihy	Ankilimida	1	1	0	2	1	5	32	
100	Mahabo	Ampanihy	Ampanihy	0	2	0	2	1	5	32	
101	Mahabo	Ampanihy	Benato	0	1	0	1	1	3	47	
102	Mahabo	Ampanihy	Anolotsy	1	1	0	0	1	3	47	
103	Mahabo	Ankilizato	Ankilizato	1	3	1	3	1	9	9	
104	Mahabo	Mandabe	Mandabe	3	3	3	3	1	13	1	
106	Mahabo	Malambandy	Malambandy	0	0	3	3	2	8	16	
107	Mahabo	Malambandy	Ampanotoka	0	2	0	2	1	5	32	
109	Belo sur Tsiribihina	Tsianaloka	Tsianaloka	0	1	0	2	1	4	38	
110	Belo sur Tsiribihina	Tsianaloka	Kiboy	0	1	0	1	1	3	47	
112	Belo sur Tsiribihina	Tsimafana	Tsimafana	1	2	3	3	1	10	2	
113	Tsiribihina	Tsimafana	Mananiaky	1	1	0	1	1	4	38	
114	Miandrivazo	Ambatolahy	Ambatolahy	2	0	3	3	1	9	9	
115	Miandrivazo	Ankotrofoisy	Ankotrofoisy	1	1	3	3	1	9	9	

Tableau 4.2.5 Classement général des villages candidats (1/3)  
Table 4.2.5 Total Ranking of Candidate Villages (1/3)

No.	Fivondronana	Firaisana	Village	Rank				Total Ranking	Categorization			
				E (25%)	S (12.5%)	I (12.5%)	W (50.0%)		Total	E+S+I (50%)	W (50%)	Final Category
1	Manja	Andranopasy	Andranopasy I	4	29	2	65	37	32	6	65	BA
2	Manja	Andranopasy	Andranopasy II	45	80	68	42	51	59	73	42	AC
3	Manja	Andranopasy	Antaly	36	78	38	31	39	34	47	31	AB
4	Manja	Andranopasy	Danka	57	65	68	31	46	48	74	31	AC
5	Manja	Andranopasy	Befamonty	8	76	16	23	25	17	20	23	AA
6	Manja	Andranopasy	Anbatobe	70	68	47	43	53	65	77	43	AC
7	Manja	Andranopasy	Nositonga	41	74	47	37	44	40	57	37	AB
8	Manja	Andranopasy	Nosibe	15	72	68	18	30	23	41	18	AB
9	Manja	Andranopasy	Ankoba	21	57	32	25	29	21	29	25	AA
10	Manja	Andranopasy	Antseranandaka Nord	31	71	68	29	40	35	55	29	AB
11	Manja	Andranopasy	Tsaramandroso	40	69	68	41	48	53	65	41	AC
14	Manja	Manja	Tanambahiny	62	56	68	79	71	80	75	75	BC
15	Manja	Manja	Miary	73	21	23	74	61	73	49	74	BB
16	Manja	Ankiliabo	Ambivy I	38	40	68	51	49	56	45	51	AB
17	Manja	Ankiliabo	Ambivy II	48	50	47	20	34	26	51	20	AB
18	Manja	Ankiliabo	Ambahia	54	55	38	77	64	75	55	77	BB
19	Manja	Ankiliabo	Besarohaka	72	54	32	44	51	59	72	44	AC
20	Manja	Ankiliabo	Marolafila Assimo	39	63	47	20	34	25	47	20	AB
23	Beroroha	Beroroha	Marerano	9	51	2	6	12	8	14	6	AA
25	Morondava	Befasy	Befasy	21	18	2	3	9	3	12	3	AA
26	Morondava	Befasy	Antevarena	36	78	47	28	39	33	53	28	AB
27	Morondava	Befasy	Mitsitily	32	80	23	30	36	29	39	30	AB
28	Morondava	Befasy	Andranovorisoetra	76	72	68	55	64	77	81	55	AC
29	Morondava	Befasy	Ankitamahavelo	76	70	47	47	57	70	78	47	AC
30	Morondava	Befasy	Bekiny Soarano	32	77	81	26	41	36	68	26	AC
31	Morondava	Befasy	Beleo	19	65	23	12	22	15	24	12	AA
32	Morondava	Befasy	Anadabo	80	75	47	81	76	81	79	81	CC
33	Morondava	Befasy	Misokotsa	24	64	23	63	48	55	31	63	BB
34	Morondava	Lajoby	Croisement Besotroka	50	52	38	46	47	50	49	46	AB
35	Morondava	Lajoby	Amanga	75	52	47	26	44	42	76	26	AC
36	Morondava	Manomentinay	Namakia	21	48	68	71	55	68	37	71	BB
39	Morondava	Manomentinay	Antsamaka	54	43	47	48	49	57	54	48	AB
40	Morondava	Manomentinay	Manomentinay	26	39	2	70	47	49	16	70	BA
41	Morondava	Manomentinay	Faratany	53	33	47	38	42	37	46	38	AB



Table 4.2.5 Total Ranking of Candidate Villages (2/3) Classement général des villages candidats (2/3)

No.	Fivondronana	Firaiana	Village	Rank				Categorization				
				E (25%)	S (12.5%)	I (12.5%)	W (50.0%)	Total	Total Ranking	E+S+I (50%)	W (50%)	Final Category
43	Morondava	Manomentinay	Andrananja	59	45	47	53	53	64	63	53	AC
46	Morondava	Belo-Sur-Mer	Marofihisa	16	40	23	15	19	12	18	15	AA
47	Morondava	Belo-Sur-Mer	Amburata	45	20	47	68	54	66	36	68	BB
48	Morondava	Belo-Sur-Mer	Ankevo	70	58	9	75	63	74	59	75	BB
50	Morondava	Lavaravy Tsimaliha	Bevantaza	74	45	19	78	66	78	64	78	BC
52	Morondava	Androvabe	Antsakamirohaka	11	4	32	58	36	30	10	58	BA
53	Morondava	Androvabe	Androvakely	45	1	19	67	47	52	21	67	BA
55	Morondava	Androvabe	Ampananaha	43	35	19	24	30	22	32	24	AB
56	Morondava	Androvabe	Antseranambondro	67	36	47	54	54	67	65	54	AC
58	Morondava	Bemanonga	Bemanonga	14	3	9	60	35	28	7	60	BA
59	Morondava	Bemanonga	Marovoay	9	10	23	61	37	31	9	61	BA
60	Morondava	Bemanonga	Tandrokosy	67	23	38	40	44	43	52	40	AB
61	Morondava	Bemanonga	Bekonazy	76	65	68	56	64	75	80	56	AC
64	Morondava	Bemanonga	Andranomena Atsimo	63	27	23	44	44	41	43	44	AB
65	Morondava	Bemanonga	Tanandava	64	33	47	38	45	46	60	38	AC
66	Morondava	Bemanonga	Croisement (BST)	66	12	23	76	59	72	39	76	BB
67	Morondava	Analaiva	Analaiva	2	8	2	5	4	2	1	5	AA
68	Morondava	Analaiva	Betsipotika	80	6	38	52	52	62	58	52	AB
69	Morondava	Analaiva	Amboloando	79	15	47	48	52	62	67	48	AC
70	Morondava	Analaiva	Ampandra	48	13	38	66	51	61	34	66	BB
72	Morondava	Analaiva	Antevarena II	69	22	68	80	69	79	71	80	BC
74	Morondava	Analaiva	Tsinjorano	54	49	16	69	56	69	42	69	BB
76-1	Morondava	Laijoby	Laijoby Avaratra	61	32	9	48	44	43	38	48	AB
79	Morondava	Laijoby	Ambonio	60	38	68	36	46	47	69	36	AC
80	Morondava	Laijoby	Analaiva	58	42	68	33	45	45	69	33	AC
81	Morondava	Befasy	Malandirano	34	61	47	71	58	71	43	71	BB
82	Morondava	Marofandilaha	Marofandilaha	42	14	2	73	49	58	19	73	BA
83	Morondava	Marofandilaha	Ampataka	29	24	47	17	25	16	55	17	AB
89	Morondava	Marofandilaha	Ankaraobato	19	45	47	63	48	54	28	63	BA
93	Morondava	Marofandilaha	Boraboka Atsimo	7	24	23	14	15	9	11	14	AA
94	Mahabo	Ankilivalo	Ankilivalo	6	8	9	57	32	24	3	57	BA
95	Mahabo	Ankilivalo	Ambohibary	64	43	38	33	43	38	61	33	AC
97	Mahabo	Ankilivalo	Bezezika	35	5	19	11	17	11	17	11	AA
99	Mahabo	Ampanihy	Ankilimida	43	26	32	18	27	20	33	18	AA
100	Mahabo	Ampanihy	Ampanihy	28	59	32	16	26	18	34	16	AB

Table 4.2.5 Total Ranking of Candidate Villages (3/3) Classement général des villages candidats (3/3)

No.	Fivondronana	Firaisana	Village	Rank				Categorization				
				E (25%)	S (12.5%)	I (12.5%)	W (50.0%)	Total	Total Ranking	E+S+I (50%)	W (50%)	Final Category
101	Mahabo	Ampanihy	Benato	25	37	47	20	27	19	30	20	AB
102	Mahabo	Ampanihy	Anolotsy	50	62	47	33	43	38	61	33	AB
103	Mahabo	Ankilizato	Ankilizato	1	10	9	2	4	1	2	2	AA
104	Mahabo	Mandabe	Mandabe	52	15	1	3	17	10	23	3	AA
106	Mahabo	Malairambandy	Malairambandy	18	19	16	1	9	4	14	1	AA
107	Mahabo	Malairambandy	Ampanotoka	13	60	32	10	20	13	22	10	AA
109	Belo sur Tsiribihina	Tsianaloka	Tsianaloka	11	6	38	7	12	7	13	7	AA
110	Belo sur Tsiribihina	Tsianaloka	Kiboy	26	28	47	8	20	14	25	8	AA
112	Belo sur Tsiribihina	Tsimafana	Tsimafana	17	2	2	59	34	27	5	59	BA
113	Tsiribihina	Tsimafana	Mananjaky	30	30	38	62	47	51	26	62	BA
114	Miandrivazo	Ambatolahy	Ambatolahy	3	15	9	12	10	5	4	12	AA
115	Miandrivazo	Ankotrofotsy	Ankotrofotsy	5	31	9	9	11	6	8	9	AA

Notes: 1) E means 'Economic Capacity'.

2) S means 'Social Capacity'.

3) I means 'Institutional Capacity'.

4) W means 'Water Requirement'.

Notes: 1) E signifie "capacité socio-économique"

2) S signifie "capacité sociale"

3) I signifie "capacité institutionnelle"

4) W signifie "besoins en eau"

Figure 4.2.1 Répartition des villages selon leurs besoins en eau  
 Fig. 4.2.1 Distribution of Villages by Water Requirement

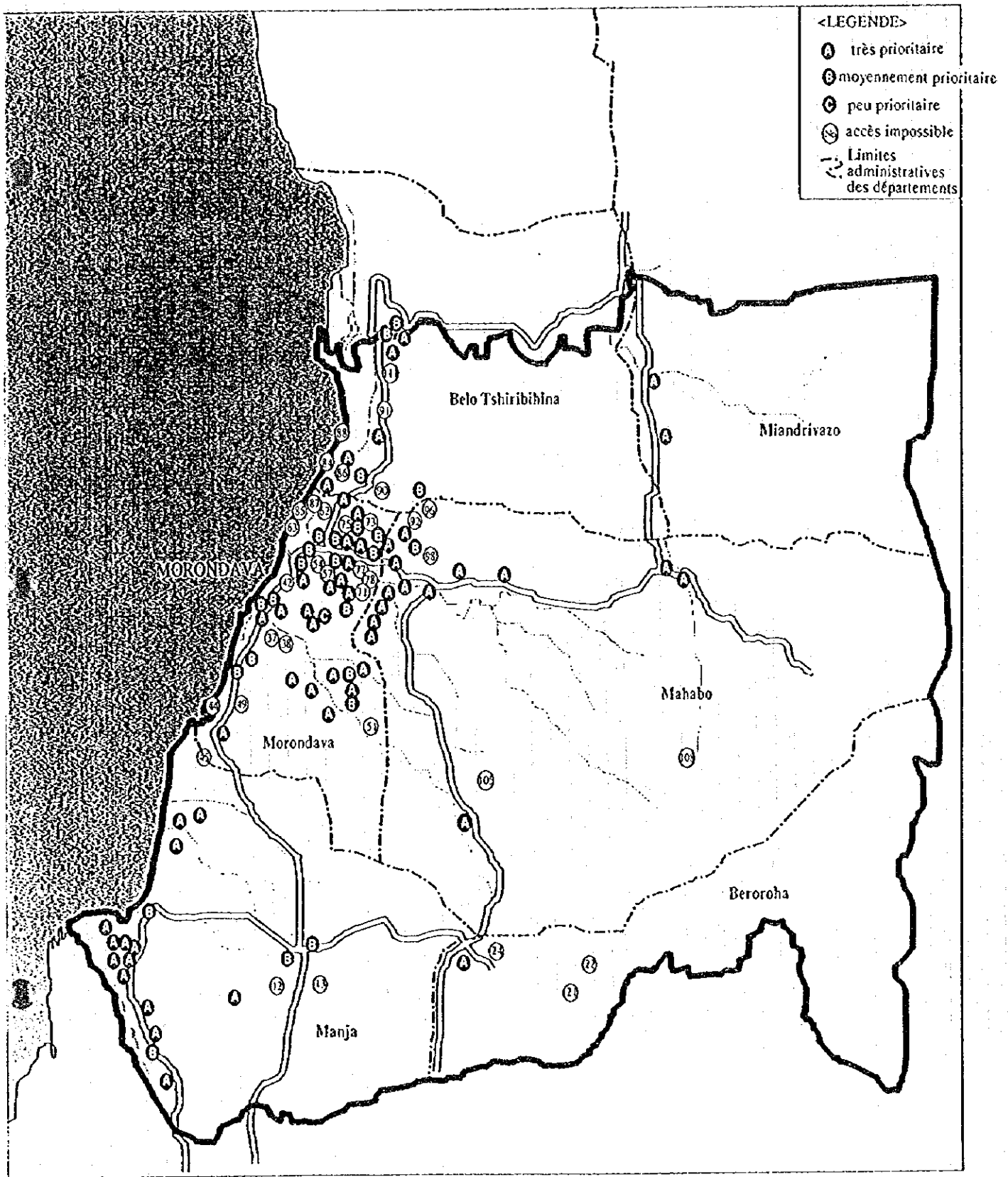


Figure 4.2.2 Répartition des villages selon leurs capacités socio-économiques

Fig. 4.2.2 Distribution of Villages by Socio-economic Capacity

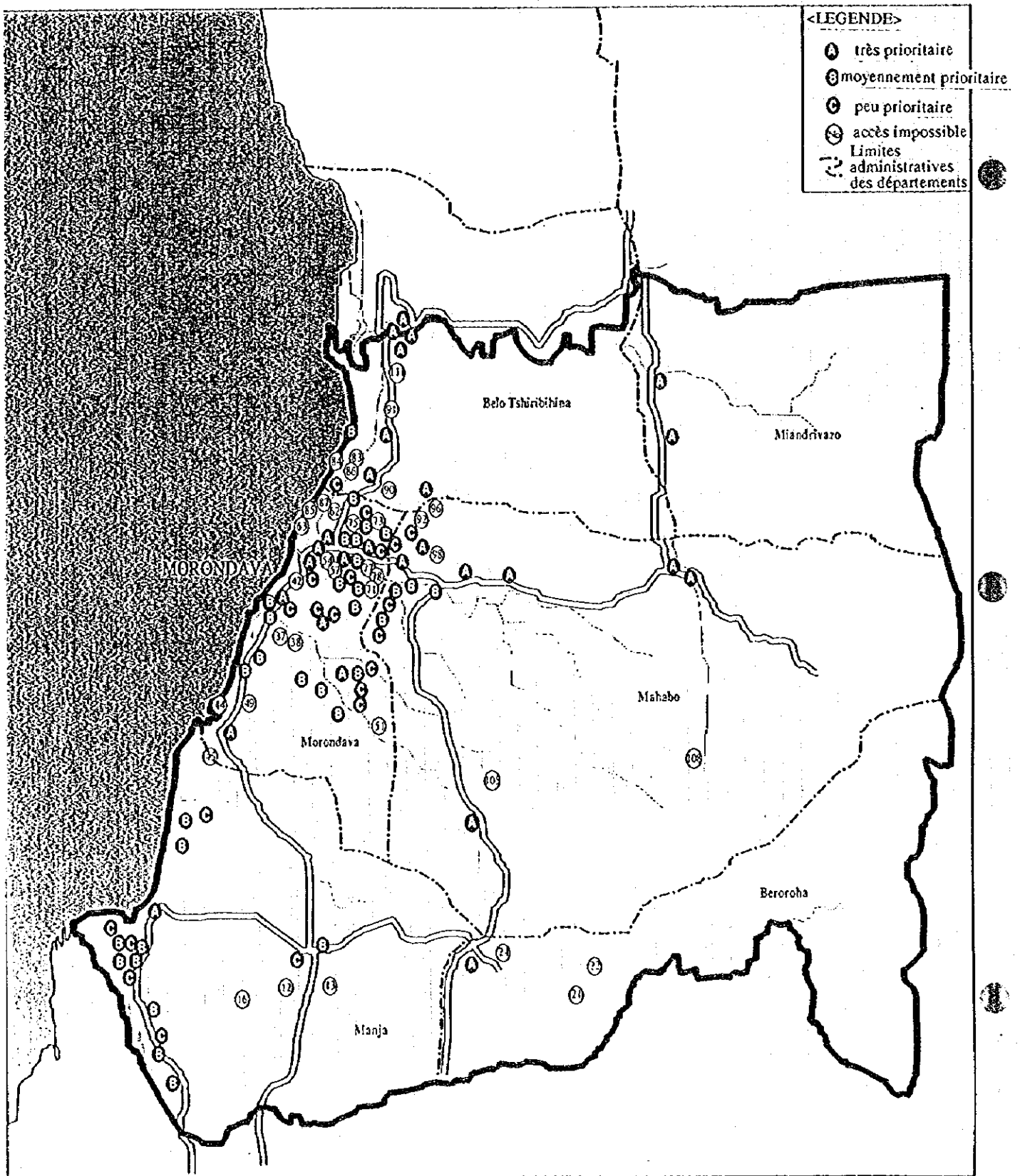
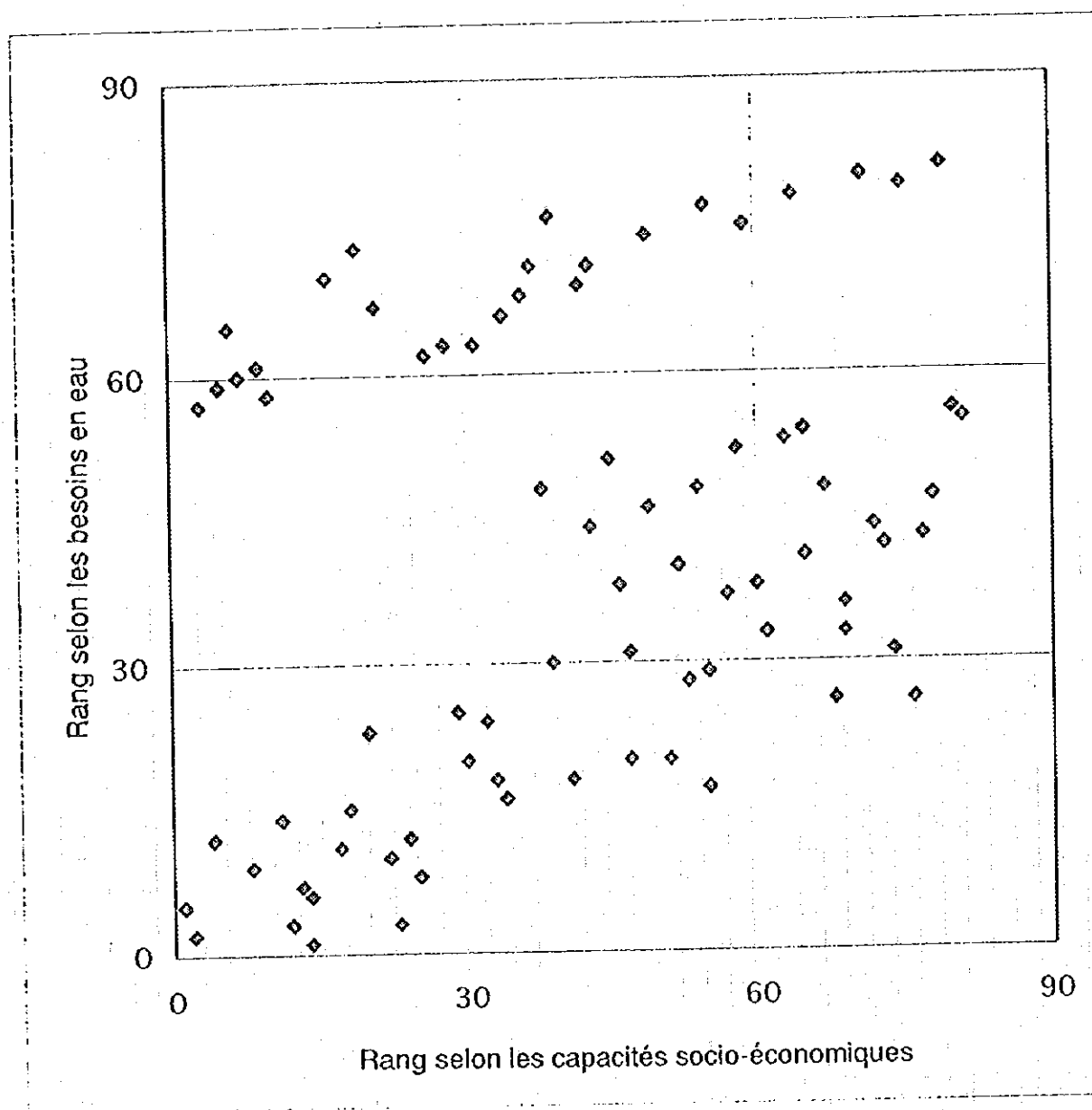


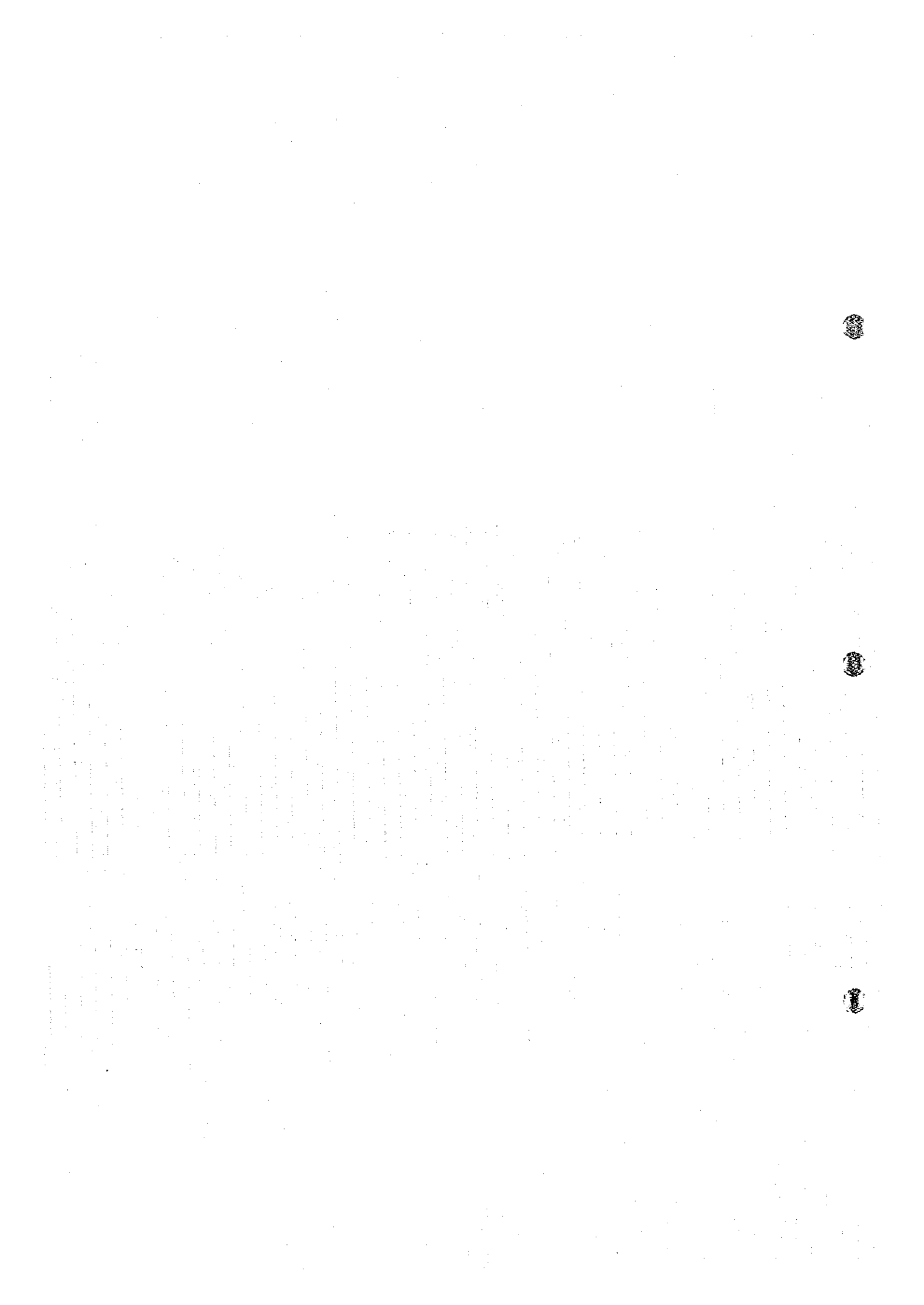
Figure 4.2.3 Répartition des villages selon leur classement pour les besoins en eau et les capacités socio-économiques

Fig 4.2.3 Distribution of Candidate Villages by Rank of Water Requirement and Socio-economic Capacity



Nombre de villages dans chaque catégorie

Socio-économie \ Eau		Nombre de villages dans chaque catégorie		
		A(1-30)	B(31-60)	C(61-81)
A	18	21	17	
B	11	10	3	
C	0	0	1	



## 5. ETUDE POUR L'EXPLOITATION DES EAUX SOUTERRAINES

### 5.1 Hydrologie

Les données existantes qui ont été collectées sur les précipitations, l'évaporation, l'écoulement fluvial et le niveau piézométrique des nappes souterraines ont été analysées afin d'évaluer le bilan d'eau macroscopique dans les principales zones du bassin des eaux souterraines de Morondava. Ainsi, on a procédé à des mesures de débit sur 17 sites en juin 1995 pour vérifier et classer les principaux bassins fluviaux et évaluer le potentiel de la ressource en eau. Les résultats des mesures se trouvent dans le Tableau 5.1.2 et la localisation des sites dans la Figure 5.1.1.

#### 5.1.1 Précipitations et évapotranspiration

##### (1) Stations existantes

Les données météorologiques concernant la Zone d'étude ont été acquises auprès de la Direction de la Météorologie d'Antananarivo.

Les stations ayant fourni les données utilisées dans cette Etude sont les suivantes:

Tableau 5.1.1 Localisation des stations météorologiques

Stations	Latitude	Longitude	Altitude	Période	Classe
1. Morondava	20° 17' S	44° 19' E	7 m	1961-1990	A
2. Morombe	21° 45' S	43° 22' E	4 m	1961-1990	A
3. Mahabo	20° 22' S	44° 41' E	75 m	1960-1980, 90	B
4. Manja	21° 26' S	44° 20' E	267 m	1951-1962 1961-1970	B
5. Beroroha	21° 40' S	45° 10' E	180 m	1961-1969	B
6. Miandrivazo	19° 34' S	45° 27' E	71 m	1974-1983 1977-1980 1988-1993	B

Les stations de classe A fournissent des données sur la température, la pluviométrie, l'humidité relative, l'insolation, la vitesse moyenne du vent et l'évaporation. Celles de la classe B fournissent seulement des données sur la température et la pluviométrie.

Bien que l'emplacement de ces stations soit approprié, comme le montre la Figure 5.1.1, elles ne sont pas assez nombreuses pour dégager les variations locales du climat dans la Zone d'étude.

## (2) Précipitations

La Figure 5.1.2 présente la hauteur moyenne mensuelle des précipitations mesurée aux six stations mentionnées plus haut. Ainsi, dans la Zone d'étude, la saison des pluies dure cinq mois (de novembre à mars) et la saison sèche sept mois (d'avril à octobre).

Sur la carte hydrologique, les isohyètes annuels de la Figure 5.1.1 montrent la répartition moyenne annuelle des précipitations mesurées aux 6 stations. On s'aperçoit que les pluies vont en décroissant progressivement du nord-est au sud-ouest, sauf pour la région de Beroroha. Les régions de collines et de montagnes reçoivent une quantité de pluies plus importante (1.400 mm) que les plaines côtières (600 mm).

La Figure 5.1.3 met en évidence la relation entre la hauteur annuelle des pluies et l'altitude des stations. D'après cette figure, on peut supposer que les précipitations augmentent avec l'altitude, même à la station de Miandrivazo qui se situe dans un bassin d'entremont fermé à l'ouest par le massif de Bemahara (500 - 550 m) et à l'est par la crête occidentale du Plateau central (450 - 700 m).

## (3) Evapotranspiration

L'évaporation journalière a été mesurée aux deux stations de Morombe et Morondava avec des évaporimètres Piche (voir les Figures 5.1.4 et 5.1.5). L'évaporimètre Piche n'est pas conçu à l'origine pour faire des mesures réelles de l'évaporation et, de plus, n'est pas recommandé pour des travaux hydrologiques en régions arides.

L'évapotranspiration est généralement estimée par formules empiriques. L'évapotranspiration potentielle par mois a été calculée selon la méthode Thronwaite à partir des données climatiques mesurées aux deux stations susdites (Figures 5.1.4 et 5.1.5).

Les valeurs indiquées dans ces tableaux montrent que l'évapotranspiration potentielle obtenue par calcul ne convient pas pour l'analyse du débit de l'eau. Les valeurs de l'évapotranspiration utilisées pour l'analyse du débit de l'eau sont commentées dans la section "Hydrogéologie".

### 5.1.2 Réseau hydrographique et débit

La Zone d'étude est formée de 8 bassins fluviaux et de 3 plaines côtières qui sont représentées dans la Figure 5.1.1. Leur superficie est indiquée ci-dessous:

- Plaine de Morondava	6.006 km <sup>2</sup>
- Delta de Mangoky	855
- Delta de Tsiribihina	245
- Bassin du fleuve Tsiribihina	2.485
- Bassin du fleuve Andranomena	1.529



- Bassin du fleuve Morondava	5.535 km <sup>2</sup>
- Bassin de la rivière Sakény	2.521
- Bassin du fleuve Maharivo	4.328
- Bassin du fleuve Kirindy	1.956
- Bassin de la rivière Maintapaka	1.904
- Bassin du fleuve Mangoky	9.165

Les fleuves Tsiribihina et Mangoky sont respectivement les troisième et quatrième plus grands cours d'eau de Madagascar. Le fleuve Tsiribihina est la limite nord de la Zone d'étude, alors que le fleuve Mangoky est sa limite la plus au sud.

Entre les fleuves Tsiribihina et Mangoky coulent six cours d'eau permanents dans les directions N-W, WNW et vers l'ouest, ainsi que des rivières saisonnières. Le fleuve Morondava est le plus important de ces cours d'eau permanents et son débit annuel observé au barrage de Dabara est le suivant:

Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
141	138	94,1	19,1	12,2	11	10,4	9,3	8,7	8,1	19,1	107

*Q en m<sup>3</sup>/s (moyenne par année)*

Pendant la saison sèche, aucun débit n'a pu être observé dans les rivières Maharivo, Andranomena, Kirindy et Maintapaka qui sont situées en zone côtière. En effet, l'absence de débit dans ces quatre cours d'eau est due à l'infiltration d'eau qui va alimenter le bassin souterrain de la plaine de Morondava.

Des mesures de débit ont été réalisées dans 16 sites en juin 1995. Ces points sont localisés dans la Figure 5.1.1, et les résultats obtenus sont dans le Tableau 5.1.2. L'analyse hydrogéologique des mesures de débit obtenues est exposée dans la section "Hydrogéologie".

### 5.1.3 Sources naturelles

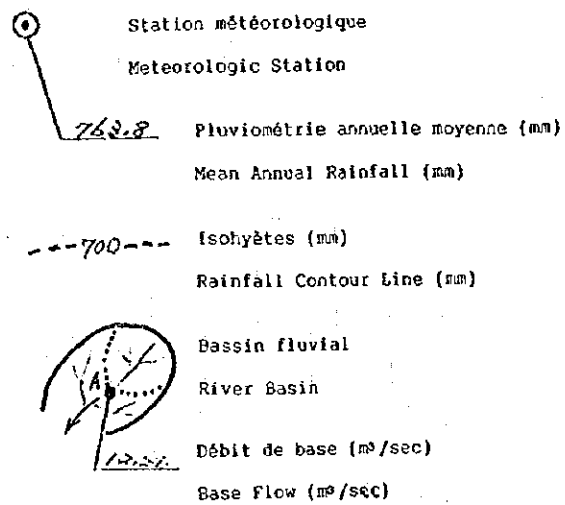
La géologie de Manja et de ses environs est composée de grès et de faciès alternés de calcaires et de marnes du système crétacé ainsi que de calcaires, de marnes, de grès marneux et de grès des séries de l'Eocène. De nombreuses sources naturelles s'écoulent en provenance de ces faciès comme indiqué sur la carte hydrogéologique.

D'après les résultats des mesures de débit ponctuelles, le débit spécifique de ces sources naturelles est estimé à 0,76 - 1,56 l/sec/km<sup>2</sup>. Une partie de ces sources est destinée à l'usage domestique et agricole dans la ville de Manja et dans les villages environnants.

Tab. 5.1.2 Résultats des Mesures de Débit  
Results of Discharge Measurement

Sites	River Basin	Discharge Measurement		
		Area (km <sup>2</sup> )	Discharge (m <sup>3</sup> /sec)	Discharge (l/sec/km <sup>2</sup> )
A	Morondava	4,562	12.24	2.72
B	"	474	0.60	1.27
C	Andranomena	213	1.00	4.69
D	"	291	0.10	0.34
E	Sakeny	155	1.60	11.85
F	"	203	2.50	12.32
G	"	533	6.30	11.82
H	"	1,650	2.10	1.27
I	Maharivo	2,901	7.85	2.71
J	"	317	0.93	2.93
K	"	214	1.17	5.47
L	"	388	0.33	0.85
M	Kirindy	1,050	1.30	1.24
N	Maintapaka	397	0.30	0.76
O	"	292	0.46	1.56
P	"	72	0.08	1.11
Q	"	163	0.19	1.17





- (1) Plaine de Morondava  
Morondava Plain
- (2) Delta de Mangoky  
Mangoky delta
- (3) Delta de Tsiribihina  
Tsiribihina Delta
- (4) Bassin du fleuve Tsiribihina  
Tsiribihina River Basin
- (5) Bassin du fleuve Andranomena  
Andranomena River Basin
- (6) Bassin du fleuve Morondava  
Morondava River Basin
- (7) Bassin de la rivière Sakény  
Sakény River Basin
- (8) Bassin du fleuve Maharivo  
Maharivo River Basin
- (9) Bassin du fleuve Kirindy  
Kirindy River Basin
- (10) Bassin du fleuve Maintapaka  
Maintapaka River Basin
- (11) Bassin de la rivière Mangoky  
Mangoky River Basin

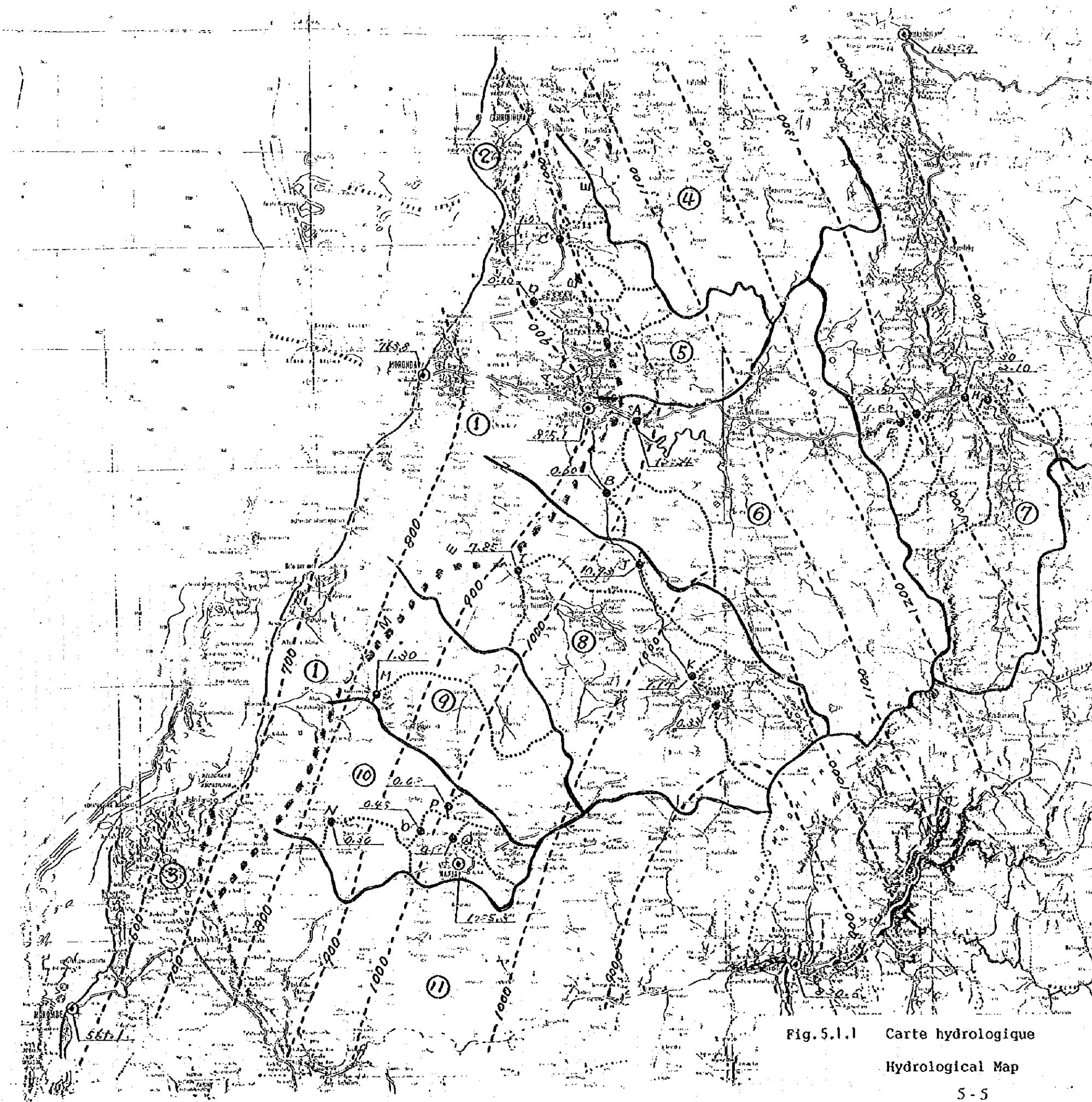


Fig. 5.1.1 Carte hydrologique  
Hydrological Map



	JAN.	FEV.	MAR.	AVR.	MAI	JUIN	JUIL.	AOUT	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	Total
Morondava	241.6	200.2	89.5	14.8	1.4	2.4	2.3	2.2	3.6	11.9	20.6	163.3	753.8
Merombe	94.8	141.9	59.5	30.7	26.6	33.8	2.2	5.8	7.2	23.4	8.5	126.7	561.1
Mahabo	197.2	175.7	86.5	15.1	27.5	3.2	15.9	0.0	23.9	71.7	42.0	236.4	895.1
Manja	295.5	190.9	196.0	28.0	28.2	0.0	4.3	17.0	38.8	23.5	79.4	183.7	1,085.3
Beroroaha	205.7	144.6	93.4	16.1	14.5	5.0	3.7	4.2	4.3	44.2	88.8	196.1	820.6
Miandrivazo	274.0	340.8	260.2	65.9	18.9	0.8	5.5	1.8	13.7	66.7	114.9	271.5	1,434.7

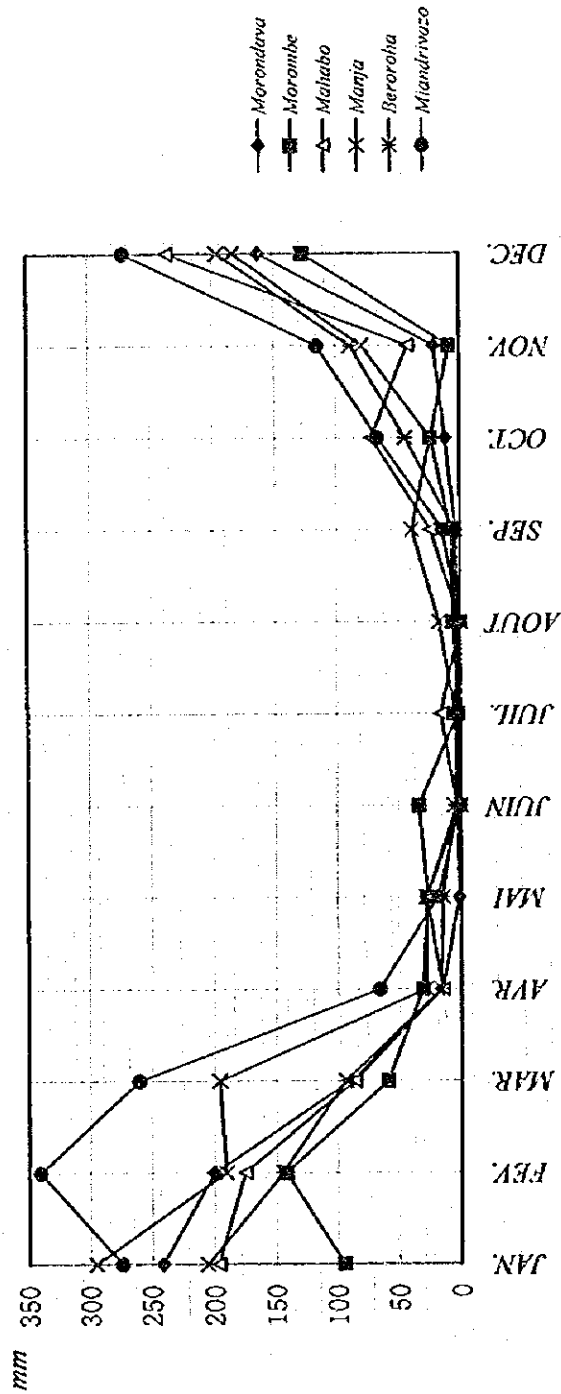


Fig. 5.1.2 Pluviométrie moyenne mensuelle aux six stations météorologiques

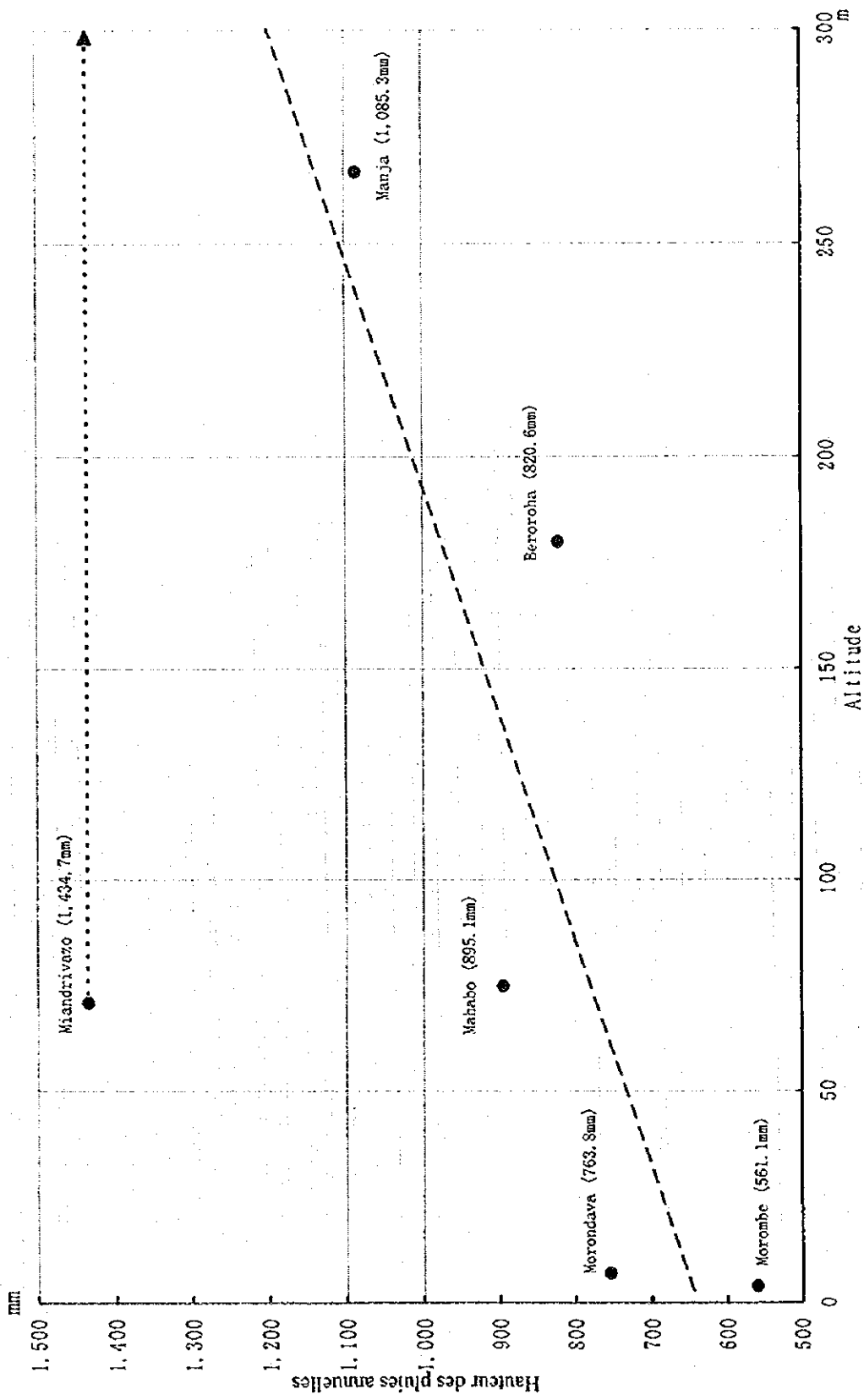


Fig. 5.1.3 Altitude - Courbe pluviométrique annuelle

Station : MORONDAVA      Latitude : 20° 17' S      Longitude : 41° 19' E      Altitude : 7m

ANNEES	ITEM	UNITE	JAN.	FEB.	MAR.	AVR.	MAI	JUIN	JUIL.	AOUT	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.
1961-90	PLUIES	(mm)	241.6	200.2	89.5	14.8	11.4	2.4	2.3	2.2	3.6	11.9	20.6	163.3
	TEMP.													
		Max.	31.9	31.8	32.2	31.8	30.4	29.0	28.7	29.1	29.7	30.7	31.6	31.9
		Min.	23.4	23.2	22.6	20.5	17.0	14.5	14.3	15.3	17.6	20.1	21.6	22.9
		Ave.	27.6	27.5	27.4	26.1	23.7	21.7	21.5	22.2	23.6	25.4	26.6	27.4
	HUM.	(%)	80.0	82.0	81.0	79.0	77.0	74.0	74.0	74.0	76.0	76.0	75.0	78.0
	SOLEIL. (h. & 1/10h)		267.9	239.9	286.6	288.4	301.2	287.5	295.7	308.5	296.5	320.3	315.1	282.0
		(h & 24h/M)	8.9	8.6	9.2	9.6	9.7	9.6	9.5	10.0	9.9	10.3	10.5	9.1
	EVAP.	(mm/M)	143.7	143.7	139.5	124.8	90.0	63.9	64.7	74.9	92.5	127.1	135.0	139.5

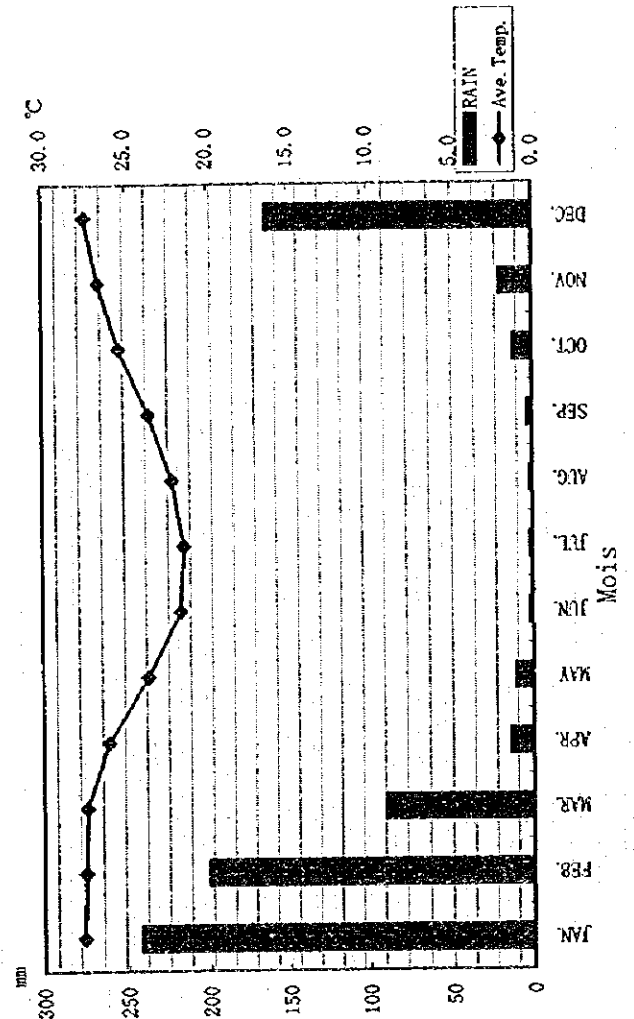
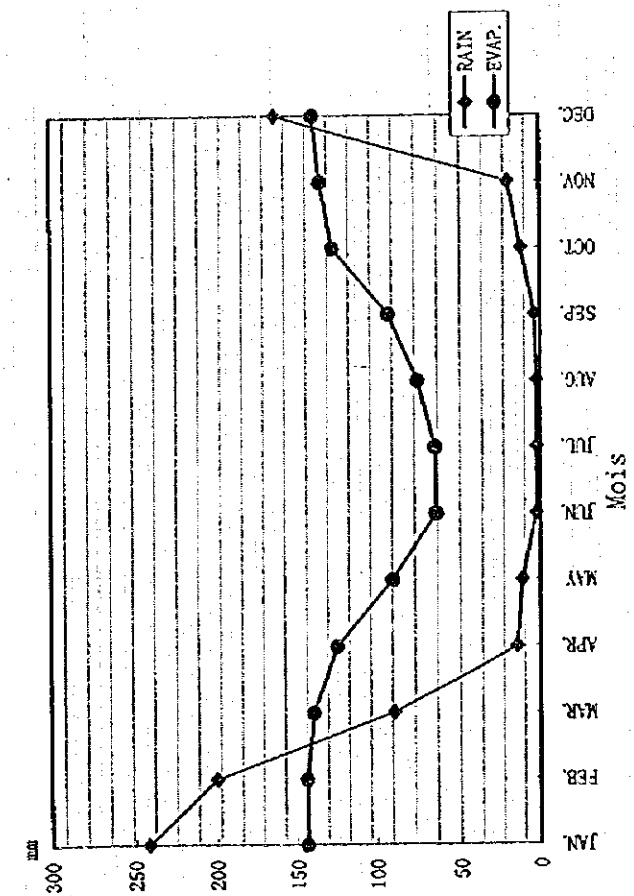


Fig. 5.1.4 Conditions climatiques générales (Morondava)



Station : MOROMBE Latitude : 20° 45' S Longitude : 43° 22' E Altitude : 4m

ANNÉES	JAN.	FEB.	MAR.	AVR.	MAI	JUIN	JUIL.	AOUT	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.
1961-90	119.4	128.7	51.7	9.9	11.6	4.3	2.0	2.8	2.6	12.6	18.8	108.8
PLUIES (mm)	31.7	31.6	32.0	30.9	29.3	27.6	27.5	28.1	28.8	29.7	30.6	31.2
TEMP. Max.	22.9	22.9	21.8	19.7	16.5	14.2	14.0	14.6	16.2	18.5	20.2	22.1
TEMP. Min.	26.8	27.2	26.9	25.3	22.9	20.9	20.7	21.4	22.5	24.1	25.4	26.6
TEMP. Avc.	80.0	81.0	78.0	77.0	76.0	75.0	74.0	74.0	76.0	76.0	77.0	80.0
HUM. (%)	292.9	254.8	299.6	292.5	303.9	289.6	288.3	316.5	306.6	317.8	319.7	297.7
SOLEIL (h & 1/10h)	9.5	9.1	9.7	9.8	9.8	9.7	9.6	10.2	10.2	10.3	10.7	9.6
EVAP. (h & 24h/M)	135.0	139.5	135.0	114.3	88.5	59.9	60.8	70.1	82.4	109.7	130.0	135.0
EVAP. (mm/M)												

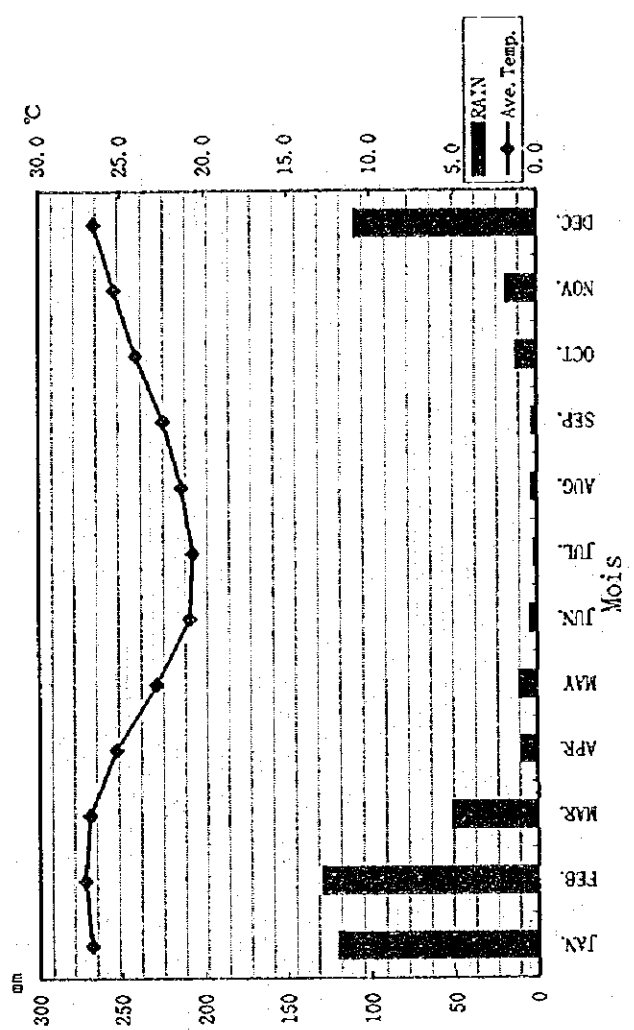
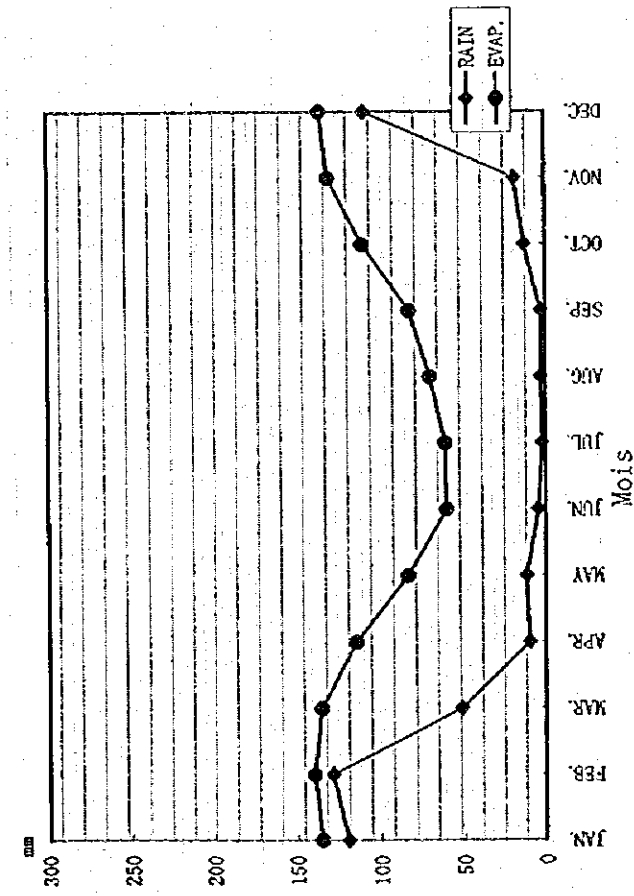


Fig. 5.1.5 Conditions climatiques générales (Morombe)

## 5.2 Hydrogéologie

Une carte hydrogéologique (1/250.000) a été établie afin d'évaluer le potentiel des ressources en eau souterraine dans la Zone d'étude; elle comprend également des coupes hydrogéologiques transversales et verticales. Sur cette carte, le potentiel de développement de l'eau souterraine pour chaque zone a été représenté à partir d'une analyse détaillée qui s'appuie sur les données et les matériaux existants, les images satellites et les photos aériennes, les études géophysiques et hydrogéologiques, les forages et des pompages d'essai, l'analyse qualitative de l'eau, ainsi que sur l'analyse macroscopique du bilan d'eau.

Comme le montre cette carte hydrogéologique, le potentiel en eau souterraine exploitable dans la Zone d'étude est en général important, à l'exception de quelques zones localisées où les conditions topographiques et lithologiques ne sont pas favorables. Le potentiel en eau souterraine dans la Zone d'étude est estimé d'une capacité suffisante, non seulement pour surmonter les pénuries en eau potable mais aussi pour satisfaire la demande pour les activités agricoles et industrielles locales, en particulier dans la plaine de Morondava.

### 5.2.1 Caractéristiques générales de l'hydrogéologie de la Zone d'étude

La Zone d'étude est située dans le bassin d'eau souterraine de Morondava. Elle est entourée à l'ouest par le canal du Mozambique, au nord et au sud, respectivement, par les fleuves Tsiribihina et Mangoky, et par la bordure occidentale du Plateau central de Madagascar à l'est.

La structure géologique du bassin d'eau souterraine est présentée dans les coupes transversales (Figure 2.1.6) et dans les coupes hydrogéologiques transversales et verticales (Figures 5.2.1 et 5.2.2). Ses principaux caractères sont décrits dans "Géologie et structure géologique".

Comme le montrent ces figures, le bassin d'eau souterraine est essentiellement formé de roches de soubassement peu perméables datant du Précambrien et du Paléozoïque (groupes Sakoa et Sakamena) et de formations aquifères du Jurassique au Quaternaire. Quant au mécanisme de base du débit d'eau souterraine dans le bassin d'eau souterraine de Morondava, on considère que l'eau souterraine, qui est essentiellement alimentée par l'eau de pluie pendant la saison des pluies, s'infiltré dans les aquifères et s'écoule de la zone est très potentielle à l'est (zone d'alimentation) vers la zone ouest qui a un faible potentiel; une partie de l'eau souterraine est ainsi déversée en permanence dans la mer, et dans les rivières pendant la saison sèche.

Quoique la majeure partie des groupes Sakoa et Sakamena du Paléozoïque soit considérée comme formée de roches de soubassement peu perméables, une partie de ces

groupes qui affleure dans la zone limitrophe à l'est du bassin est en général altérée et c'est également le cas pour le groupe Isalo. La partie altérée des groupes Sakoa et Sakamena constitue semble-t-il un assez bon aquifère. Les résultats des sondages d'essai forés dans le groupe Sakamena à Ambatolahy (114) sont les suivants:

$$\text{Débit} = 504 \text{ m}^3/\text{jour} \quad \text{Capacité spécifique} = 46,4 \text{ m}^3/\text{jour/m}$$

Le groupe Isalo inférieur ( $I_I$ ) du Groupe Isalo est essentiellement constitué de grès grossier continental avec des conglomérats, une stratification entrecroisée et étant de faible solidité; il est habituellement considéré comme un bon aquifère. La productivité de cet aquifère évalué à partir des résultats des mesures du débit est de  $1.020 \text{ m}^3/\text{jour}/\text{km}^2$ .

Le Groupe Isalo moyen ( $I_{II}$ ) est composé de sédiments continentaux avec des stratifications entrecroisées et généralement d'une faible solidité; il est lithologiquement divisé en trois formations: inférieures, moyennes et supérieures.

La formation inférieure consiste surtout en grès à grains fins et moyens et en roches de boue (argile rouge), et sa productivité en eau souterraine est relativement faible par rapport à celle des formations moyennes et supérieures. Les formations moyennes et supérieures consistent principalement en grès formés de grains moyens à grossiers; on estime qu'elles contiennent un bon aquifère comme le groupe Isalo inférieur. La productivité en eau souterraine des formations moyennes et supérieures, évaluée à partir des mesures de débit, est de  $1.044 \text{ m}^3/\text{jour}/\text{km}^2$ .

Le groupe Isalo supérieur ( $I_{III}$ ) montre un faciès mixte d'origine continentale et marine. Dans ce groupe, les formations inférieures sont essentiellement formées de grès à grains moyens et grossiers d'origine continentale, et les formations supérieures sont formées de grès dont les grains sont moyens à fins, de roches de boue et de dépôts calcaires de faciès mixtes. Les formations inférieures du groupe Isalo supérieur semblent être un bon aquifère, alors que les formations supérieures sont présumées contenir un aquifère assez peu productif. La productivité en eau souterraine des formations supérieures, estimée à partir des mesures de débit, est de  $268 \text{ m}^3/\text{jour}/\text{km}^2$ , et les résultats du sondage d'essai foré dans les formations supérieures à Mandabe (104) sont les suivants:

$$\text{Débit} = 504 \text{ m}^3/\text{jour} \quad \text{Capacité spécifique} = 122,3 \text{ m}^3/\text{jour}/\text{km}^2$$

Le système jurassique moyen présente les caractéristiques d'un faciès mixte de même âge que le groupe Isalo supérieur. Il est composé surtout de calcaire et de grès calcaire contenant du grès d'origine continental, et sa zone d'affleurement dans le bassin d'entremont présente un bon aquifère. D'autre part, le Jurassique supérieur est composé de marnes épaisses avec des calcaires marneux (marnes d'Ankilizato), et de faciès alternés de dépôts calcaires; on estime généralement qu'il s'agit d'un toit imperméable, sauf pour une partie des calcaires marneux poreux et des lits de sables calcaires.

Le sondage d'essai à Ankilizato (103) a été foré dans le système jurassique supérieur et consiste en marnes et marnes sableuses (0 - 110 m), et d'alternances de marnes, de roches boueuses et de grès (101 - 161 m). Les résultats sont comme suit:

Débit = 432 m<sup>3</sup>/jour      Capacité spécifique : aucune donnée disponible

Quoique le système crétacé soit géologiquement et paléontologiquement divisé en sous-systèmes supérieur et inférieur, la majeure partie du système crétacé est occupée par le Crétacé supérieur. Le Crétacé inférieur est négligeable du point de vue hydrogéologique, du fait qu'il consiste en sédiments calcaires discontinus et peu épais. Le système crétacé supérieur est composé de grès épais à grains moyens et grossiers avec des couches boueuses peu épaisses et des bancs de basalte, recouverts de faciès alternés de calcaires et de marnes. Les zones d'affleurement du Crétacé supérieur forment généralement des cuestas élevées telles que les massifs d'Ankilizato et Manja, où il est difficile d'exploiter les eaux souterraines car la surface piézométrique est profonde à cause de la très grande perméabilité du Crétacé supérieur. Selon les données existantes sur les forages près du barrage de Dabara, il y a 3 puits artésiens qui ont été forés dans le Crétacé supérieur et qui produisent 14 à 19 l/sec..

Les séries de l'Eocène comprennent la série de l'Eocène inférieur avec essentiellement du calcaire et du calcaire marneux, et la série de l'Eocène moyen et supérieur constituée de calcaire, de calcaire marneux, de marne, de grès marneux, etc. La plupart des zones d'affleurement formées de calcaire dur et compact des séries éocènes montrent des monts isolés (horsts) comme on peut en observer dans la région du plateau calcaire de Manja. D'autres zones qu'on estime être constituées de calcaire désagrégé et poreux, de calcaire marneux, de marne, de grès marneux, etc., sont généralement couvertes par un sol épais. Le potentiel en eau souterraine des séries de l'Eocène est considéré assez important, excepté dans les couches de calcaire dur et compact mentionné plus haut.

Au cours de cette Etude, le débit spécifique observé dans la zone des collines qui sont essentiellement constituées de calcaires, est de 65 - 135 m<sup>3</sup>/jour/km<sup>2</sup>.

Comme le décrit la section "Géologie et structure géologique", l'étude géophysique, les forages d'essai et l'analyse hydrogéologique réalisés au cours de cette Etude ont peu à peu mis en évidence les caractéristiques hydrogéologiques des systèmes du Néocène et du Quaternaire dans la plaine de Morondava. La coupe verticale hydrogéologique de la plaine de Morondava (Figure 5.2.2) a été préparée sur la base des résultats de ces études et analyses, et reconstitue la composition lithologique et la structure hydrogéologique du Néocène et du Quaternaire dans la plaine de Morondava.

Les principaux aquifères de la zone sont localisés dans les couches de conglomérats fins, de grès à grains grossiers (sable à grains grossiers) et de grès (sable). On estime que le

potentiel en eau souterraine dans la plaine de Morondava est important, comme le montre la Figure 5.2.2.

### 5.2.2. Caractéristiques hydrogéologiques de la région et caractéristiques des aquifères

Une étude géophysique, des sondages d'essai, des pompages d'essai et des analyses de la qualité de l'eau ont été entrepris pendant cette Etude afin d'évaluer les caractéristiques hydrogéologiques de la région et celles des aquifères.

#### (1) Etude géophysique

Il était prévu au départ d'utiliser deux méthodes de prospection géophysique: l'une, la méthode des sondages électromagnétiques VLF (à très basses fréquences) permet de détecter les zones fracturées par des failles dans le but d'exploiter les eaux souterraines accumulées dans ces failles; l'autre, la méthode des sondages électriques de résistivités, sert à classer les formations du sous-sol selon leur profondeur. Cependant, les études topographiques et géologiques ont permis d'éclaircir les points suivants, et les sondages électromagnétiques prévus à l'origine ont été remplacés par des sondages de résistivité supplémentaires.

- a) Tous les villages candidats sont situés dans des zones formées essentiellement d'aquifères intergranulaires (aquifères de couches stratifiées).
- b) On trouve de nombreux filons de roches basaltiques dans la Zone d'étude qui datent du Pré-Eocène et du Post-Eocène. On estime que ces filons ou dikes contrôlent des sources d'eau chaude. Les eaux souterraines de fractures, que l'on trouve dans ces filons et dans les zones fracturées situées à proximité, ne sont probablement pas potables car il y a beaucoup d'éléments dissous dans l'eau dus aux sources thermales. Par conséquent, il était inutile de poursuivre des recherches sur les eaux accumulées dans les failles.

Voici les sondages de résistivité électrique qui ont été effectués durant l'Etude:

- Nombre de sites (villages candidats) : 46 sites
- Nombre de points de sondage : 140 points
- Profondeur de sondage : de 100 à 300 m (total: 26.812 m)

Les sondages électriques furent réalisés en disposant 4 électrodes également espacées et en utilisant un compteur de résistivité de type McOHM. Les données de terrain obtenues par prospection électrique figurent dans le Livre de données en anglais; elles ont fait l'objet d'une analyse hydrogéologique et sont commentées dans les coupes hydrogéologiques du Rapport de soutien en anglais.

Des prospections géophysiques par la méthode électromagnétique VLF ont été conduites dans trois sites à Andranomena, Dabara et Ankilizato, seulement pour

examiner si cette méthode était efficace pour localiser des failles ou des zones fracturées. Les résultats de l'analyse figurent dans le Rapport de soutien.

(2) Forages et pompages d'essai

L'équipe de forage du MEM a exécuté les sondages d'essai en suivant les instructions et conseils techniques de l'Equipe de la JICA. Les travaux ont deux objectifs: confirmer les caractéristiques hydrogéologiques de la région et celles des nappes aquifères, et réaliser des forages productifs pour le projet-pilote.

L'étendue des travaux avait prévu le forage de 13 puits avec une profondeur forée totale d'environ 1.500 mètres. Treize puits ont été réalisés au terme de la période prévue avec une profondeur totale forée de 1.250 m ainsi que 12 séries de logs géophysiques et des pompages d'essai. Les résultats des forages et des pompages d'essai sont résumés dans les Tableaux 5.2.1 et 5.2.2.

Les travaux de forage ont été exécutés avec les 3 sondeuses du MEM: TOP-500, TOP-200 et FSW-ST-S19. Comme la pompe submersible de modèle OKAMOTO "OPD4-50-3.7-15EC" fournie par la JICA était destinée pour des tubes en FRP (PVC renforcé par des fibres) de 4 pouces, elle n'a pas pu être utilisée pour les tubes en PVC de 4 pouces parce que le diamètre de la pompe immergée était de 1,5 mm plus grand que le diamètre interne (94 mm) des tubes en PVC de 4 pouces. On a donc réalisé les essais de pompage par injection d'air ou "air-lifting" dans les 9 ouvrages de captage forés en plaine côtière.

1) Tsianaloka (delta de Tsiribihina)

Le site de forage à Tsianaloka se trouve près de l'apex du delta de Tsiribihina, entre des lacs et des marais. La ville de Belo-sur-Tsiribihina et les villages situés dans ce delta utilisent l'eau de surface des rivières, des lacs et des marais pour leur usage domestique.

Deux puits d'essai (No. 1 : 73 m, et No. 2 : 22 m) ont dû être forés sur ce site à cause des conditions géologiques et hydrogéologiques. Comme le montre la coupe verticale hydrogéologique de la plaine de Morondava (Fig. 5.2.2), on considère que le puits No. 1 a été foré dans les dépôts alluviaux du delta de Tsiribihina formés de graviers, de sables, de limons (silts) et d'argiles, qui sont les dépôts actuels du lit de la rivière ( 26 m d'épaisseur), et de lits d'argile noire sombre contenant de la tourbe et des blocs de calcaire poreux qui constituent le faciès inférieur (26 - 73 m) des alluvions. Les crépines ont été installées entre 43 m et 67 m de profondeur.

Du fait des conditions géologiques précédentes, le forage No. 1 était un puits sec avec un débit de plusieurs litres/min. et la conductivité électrique était de 5.230  $\mu\text{s}/\text{cm}$ .

Le forage No. 2 a donc été réalisé pour vérifier la capacité d'eau disponible dans le lit de

la rivière, et les résultats obtenus sont les suivants:

- Débit: 67  $\ell$ /min.
- Niveau statique: 13,22 m B.G.L. (au-dessous du niveau du sol)
- Niveau dynamique: 14,40 m
- Conductivité électrique: 2.335  $\mu$ s/cm

## 2) Beroboka Sud (nord de la plaine de Morondava)

Comme indiqué dans la Figure 5.2.2, la zone est située sur une colline isolée peu élevée et consiste en couches alternées de conglomérats fins, de grès grossiers caillouteux, de grès, de siltites, de marnes sableuses et de marnes, qui sont considérés comme des sédiments du Pliocène. D'après ces caractéristiques lithologiques, on présume que le faciès supérieur des séries pliocènes est formé de sédiments continentaux et le faciès inférieur de sédiments marins peu profonds.

Les principaux aquifères de cette zone se trouvent dans les couches supérieures de conglomérats fins, de grès grossiers caillouteux et de grès. Voici les résultats du forage d'essai à Beroboka Sud:

- Débit: 501  $\ell$ /min.
- Niveau statique 6,27 m B.G.L. (au-dessous du niveau du sol)
- Niveau dynamique 13,52 m B.G.L.
- Capacité spécifique 69,10  $\ell$ /min./m
- Transmissivité 101,5  $m^2$ /min.
- Conductivité électrique 646  $\mu$ s/cm

## 3) Andranomena, Analaiva et Bezezika (zone centrale de la plaine de Morondava)

Cette zone est située en aval du réseau fluvial des fleuves Morondava et Andranomena; elle est formée d'alternances de couches de sables grossiers et caillouteux, de sables moyens et fins, de limons sableux et de limons, ce qui l'apparente à des séries du Pléistocène (voir Fig. 5.2.2).

Les principales nappes aquifères de cette zone sont localisées dans les couches de sables grossiers et caillouteux, de sables moyens à fins, et elles sont libres et/ou captives. Les résultats des forages d'essai sont les suivants:

	<i>Andranomena</i>	<i>Analaiva</i>	<i>Bezezika</i>
- Débit (ℓ/min.)	402	715	930
- Niveau statique (GL*-m)	+1,80**	3,70	7,80
- Niveau dynamique (GL*-m)	1,53	4,81	8,64
- Capacité spécifique (ℓ/min./m)	198	644	1.107
- Transmissivité (m <sup>2</sup> /mn.)	147,3	785,8	1.353,9
- Conductivité électrique (μs/cm)	846	214	250

\* Niveau du sol

\*\* Puits artésien (débit de 120ℓ/min.)

Les données sur les forages existants indiquées plus bas proviennent du projet d'irrigation d'Analaiva réalisé en 1991. Dans cette zone, la SIRANALA (raffinerie de sucre d'Analaiva) a 13 puits productifs dont les débits se situent entre 267 m<sup>3</sup> et 168 m<sup>3</sup>/h.

Ces données sur les forages existants indiquent que la zone nord-ouest du village d'Analaiva est composée d'une épaisse couche de sables grossiers et caillouteux et que le potentiel pour le développement des eaux souterraines y est très important.

**Tableau 5.2.3 Données sur les forages existants dans la région d'Analaiva**

	FS.1	FS.2	FS.4	FS.5
Profondeur du forage (m)	65,50	67,00	72,00	71,00
Position des crépines (GL*-m)	23,95 - 55,98	21,96 - 63,98	24,77 - 63,96	23,54 - 66,96
Niveau statique (GL*-m)	4,38	3,97	6,02	6,41
Débit (m <sup>3</sup> /h)	350	363	350	338
Rabattement (m)	9,60	8,30	7,80	9,20
Transmissivité (10 <sup>-2</sup> /sec)	2,7	2,6	2,5	2,9

\* Niveau du sol

#### 4) Befasy (centre de la plaine de Morondava)

Le site de forage à Befasy est situé en aval de la rivière Maharivo. La zone est composée de couches alternées de sables grossiers et caillouteux, de sables de grains moyens à fins, et les nappes sont libres et/ou captives. Les résultats du forage d'essai sont les suivants:

- Débit (ℓ/min.) 477
- Niveau statique (GL-m) 5,57



- Niveau dynamique (GL-m)	9,98
- Capacité spécifique (ℓ/min./m)	108,16
- Transmissivité (m <sup>2</sup> /min.)	154,9
- Conductivité électrique (μs/cm)	364

5) Ambararata et Marofihitsa (sud de la plaine de Morondava)

Le site de forage à Ambararata est situé à environ 3,5 km au nord de la baie asséchée de Belo-sur-mer, et celui de Marofihitsa est situé au bord de cette baie asséchée.

La zone est composée de dépôts secondaires de marnes contenant des graviers calcaires de l'Eocène, de sables grossiers et caillouteux, de sables moyens à fins et de limons sableux des couches du Pléistocène. Bien que les principaux aquifères de cette zone soient dans les couches de sables grossiers caillouteux et de sables moyens à fins, l'eau souterraine dans les aquifères de la région de Marofihitsa est affectée par l'intrusion d'eau de mer.

Au site de Marofihitsa, deux forages (No.1: 87 m et No.2: 38 m) ont été exécutés pour prospecter de l'eau douce. Pourtant, ces forages d'essai n'ont pas donné de bons résultats. Il y a deux nappes d'eau salée superposées à différentes profondeurs: une eau très salée où la conductivité électrique (CE) est de 18.890 μs/cm, et une eau où elle est de 6.840 μs/cm (eau saumâtre). La limite de ces deux nappes d'eau se trouve entre 40 et 50 m (voir Figure 5.2.2). Les sources d'eau utilisées à Marofihitsa sont des puits busés (6,8 m de profondeur), mais la qualité de cette eau n'est pas considérée comme satisfaisante (Cr<sup>6+</sup>: 0,14 mg/ℓ; NO<sub>3</sub><sup>-N</sup>: 98,0 mg/ℓ; Cu: 2,18 mg/ℓ; Cl<sup>-</sup>: 770 mg/ℓ, et CE: 4.020 μs/cm). Toutefois, une nouvelle source d'eau sera mise en exploitation à l'est du village, à 3 km environ du centre du village.

D'autre part, le forage d'essai d'Ambararata pourrait fournir de bons résultats, comme montré ci-dessous:

	<i>Ambararata</i>	<i>Marofihitsa No.1</i>	<i>Marofihitsa No.2</i>
- Débit (ℓ/min.)	767	480	524
- Niveau statique (GL-m)	2,95	4,50	4,12
- Niveau dynamique (GL-m)	5,21	-	4,48
- Capacité spécifique (ℓ/min./m)	268	-	1.455
- Transmissivité (m <sup>2</sup> /min.)	414	-	1.775,8
- Conductivité électrique (μs/cm)	751	18.890	6.840

#### 6) Andranopasy et Befamonty (delta de Mangoky)

Le site de forage à Andranopasy est situé sur la bordure nord-est du delta de Mangoky. La zone habitée d'Andranopasy est située dans la flèche barrante à l'embouchure de la baie où il est très difficile d'exploiter l'eau douce. Le site de forage a donc été choisi à environ 5 km à l'est du centre du village. Le site de forage de Befamonty est localisé dans la partie centrale du delta de Mangoky et a été choisi comme site représentatif permettant d'étudier les caractéristiques hydrogéologiques et le potentiel de développement des eaux souterraines dans le delta de Mangoky. Malheureusement, entre Andranopasy et Befamonty, les conditions d'accès pour la machine de forage et ses équipements se sont partiellement détériorées à la fin du mois de novembre, particulièrement là où affleurent des formations argileuses dans la baie asséchée. Il n'a donc pas été possible de réaliser le forage d'essai à Befamonty.

Comme le montre la Figure 5.2.2, le site de forage d'Andranopasy est situé dans une zone de graviers et de sables grossiers et caillouteux du Pléistocène, de marnes et de couches marneuses de l'Eocène. Le principal aquifère de la zone se trouve dans la couche de graviers et de sables grossiers et caillouteux du Pléistocène. Les résultats du forage d'essai sont les suivants:

- Débit (ℓ/min.)	137
- Niveau statique (GL-m)	7,16
- Niveau dynamique (GL-m)	12,49
- Capacité spécifique (ℓ/min./m)	25,70
- Transmissivité (m <sup>2</sup> /min.)	31,4
- Conductivité électrique (μs/cm)	2.000

#### 7) Zone d'Ankilizato (bassin de la rivière Morondava)

La zone d'Ankilizato est localisée dans un bassin d'entremont formé de ce qu'on appelle les marnes d'Ankilizato du Jurassique et de roches intrusives de basalte et/ou de basalte gabbroïque.

Les eaux souterraines sont difficiles à exploiter dans les marnes d'Ankilizato aussi bien du point de vue de la quantité que de la qualité de l'eau (salée et de goût amer); ainsi, le forage d'essai a été réalisé pour étudier les possibilités d'exploiter les eaux souterraines en forages profonds, parce que la population actuelle d'Ankilizato est d'environ 4.000 habitants et que les villageois souffrent de maladies d'origine hydrique causées essentiellement par l'eau qu'ils absorbent (eau du canal).

Les résultats de ce puits d'essai sont les suivants:

a) *Caractéristiques lithologiques*

0 - 10 m	marne sableuse marron rougeâtre à marron
10 - 18 m	sable brun de grains fins à moyens, et sable caillouteux
18 - 30 m	marne brune et marne sableuse
30 - 58 m	limon sableux gris à gris sombre (partiellement argileux)
58 - 78 m	schiste marneux gris à gris sombre avec du calcaire marneux
78 - 100 m	grès fin gris avec des marnes sableuses et des marnes
100 - 110 m	marne gris-brun à gris avec du grès graveleux
110 - 132 m	alternance répétées de couches de marnes grises, de roches de boue et de grès
132 - 143 m	roches de boue marneuses grises à gris sombre
143 - 156,6 m	alternances répétées de couches de marne, de roches de boue et de grès
156,6 - 161 m	calcaire marneux gris
161 - 170 m	gabbro - basalte gabbroïque dur et noir sombre

- b) Comme l'indique la diagraphie (log) du puits dans le Rapport de soutien, la valeur de la conductivité électrique dans l'eau boueuse qui circulait entre 20 et 110 m était élevée (1.570 à 2.115  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) et celle de la partie inférieure est brusquement passée à 1.110 - 1.325  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ; la crépine a donc été installée entre 110 et 162 m, pour éviter de capter une eau salée au goût amer.

Les principaux aquifères du site sont répartis dans des lits de grès peu épais disposés en alternances répétées et dans des couches de calcaire marneux. Leurs caractéristiques sont les suivantes:

	<i>1<sup>er</sup> airlifting</i>	<i>Pompage d'essai</i>	<i>2<sup>ème</sup> airlifting</i>
- Débit ( $\ell/\text{min.}$ )	80 - 100	40	300 *
- Niveau statique (GL-m)	22,00	22,08	22,29
- Niveau dynamique (GL-m)	-	43,13	-
- Capacité spécifique ( $\ell/\text{min./m}$ )	-	1,90	-
- Transmissivité ( $\text{m}^2/\text{min.}$ )	-	-	-
- Conductivité électrique ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	168 - 250	2.210	2.150

\* Les travaux du deuxième airlifting ont confirmé que ce forage d'essai ne peut malheureusement pas être utilisé comme puits productif parce qu'une partie de la crépine s'est cassée à environ 121 m de profondeur au moment de l'installation; la partie principale de la crépine (environ 83 %) était remplie de sable et de graviers ( $\varnothing$  max. 3cm) provenant de l'aquifère (voir la diagraphie du log de forage dans le Livre des données).

8) Zone de Mandabe (partie en amont du bassin du fleuve Maharivo)

Cette zone se trouve dans un bassin d'entremont et est composée de conglomérats fins, de grès grossiers caillouteux, de grès moyens à fins, de marnes sableuses et de marnes du groupe Isalo III.

Les principales nappes aquifères du site de forage se trouvent dans des couches désagrégées de conglomérats fins, de grès grossiers caillouteux et de grès moyens à fins, et sont caractérisées comme suit:

- Débit (ℓ/min.)	320
- Niveau statique (GL-m)	9,80
- Niveau dynamique (GL-m)	13,90
- Capacité spécifique (ℓ/min./m)	78,0
- Transmissivité (m <sup>2</sup> /min.)	95,2
- Conductivité électrique (μs/cm)	324

Bien que ce forage d'essai ait été exécuté jusqu'à 103 m au-dessous du niveau du sol, la crépine a été installée dans une zone désagrégée entre 12 et 39 m, parce que le lithofaciès entre 39 et 193 m est composé de grès compact très dur de teinte grise à gris-blanc (39 - 49,50 m), de marnes grises avec des lits de grès fins (49,50 - 57 m) et de grès compact dur et gris contenant des marnes et des schistes marneux (57 - 103 m). Sa productivité en eau souterraine est considérée comme faible en terme de quantité et de qualité de l'eau (voir la diagraphie du forage dans le Rapport de soutien).

9) Ambatolahy

La zone d'Ambatolahy se trouve sur la rive orientale de la rivière Sakény et consiste en grès grossiers caillouteux de couleur gris brunâtre contenant de la siltite du groupe Isalo (I<sub>1</sub>) de couleur chocolat, et de roches de boue vert pourpre et gris vert-pâle avec du grès et de la siltite du groupe Sakamena.

Les principales nappes aquifères de la zone sont localisées dans des couches de grès grossiers caillouteux et de grès des groupes Isalo et Sakamena, et les résultats du forage d'essai à Ambatolahy sont comme suit:

- Débit (ℓ/min.)	350
- Niveau statique (GL-m)	13,41
- Niveau dynamique (GL-m)	24,24
- Capacité spécifique (ℓ/min./m)	32,2
- Transmissivité (m <sup>2</sup> /min.)	39,3

## 10) Zone de Malaimbandy (Bassin de la rivière Sakény)

La zone de Malaimbandy est localisée sur la rive est de la rivière Manampandy, un affluent de la rivière Sakény; ses formations relèvent essentiellement du groupe Sakamena. Les couches géologiques du site de forage sont les suivantes:

0 - 13 m	Grès grossiers et caillouteux gris-brun à gris-blanc, avec des roches de boue et des siltites
13 - 41 m	Roches de boue argileuses de couleur gris-bleu à gris vert-pâle
41 - 74 m	Siltites sableuses et calcaires de teinte gris-bleu à gris vert-pâle, avec du grès et du grès grossier (61 - 64 m)
74 - 170 m	Roches de boue de couleur gris vert-pâle à chocolat verdâtre, et siltite avec des lits calcaires minces et des grès fins (113 - 116 m)
170 - 186 m	Roches de boue schisteuses gris-vert à gris
186 - 187 m	Roches de boue schisteuses de couleur chocolat à vert sombre
187 - 194 m	Roches de boue schisteuses vert pourpre, et grès grossiers
194 - 196 m	Grès grossiers de couleur chocolat
196 - 200 m	Roches de boue schisteuses de couleur chocolat
200 - 201 m	Grès grossiers gris
201 - 204 m	Siltites schisteuses grises avec grès grossier
204 - 210 m	Grès grossiers gris
210 - 213 m	Siltites schisteuses vertes avec du grès grossier gris
213 - 222 m	Grès grossiers gris

Les principaux aquifères du site sont situés dans des couches de grès grossiers et de siltites schisteuses contenant du grès grossier, et sont considérés comme appartenant au groupe Sakamena. Les travaux de forage avaient dû être repoussés, si bien que l'on n'a pas pu faire les pompages d'essai ni confirmer les paramètres de l'aquifère capté par ce puits. On suppose néanmoins que le puits est suffisamment productif pour couvrir la demande de 340  $\ell/\text{min}$ . ou plus. En effet, lorsque le puits a été développé, le niveau statique de l'eau est brusquement monté de -180 m à -30 m.

(3) Qualité des eaux souterraines

La qualité de l'eau des échantillons prélevés dans les nouveaux ouvrages de captage est généralement une bonne eau potable comme le montre le Tableau 5.2.4. Cependant, certains prélèvements contiennent une grande quantité d'ions qui dépasse la limite

maximale admissible fixée par les standards de l'eau potable. Ces éléments sont les suivants:

1) *Paramètres physiques*

a. Conductivité électrique (moins de 1.500  $\mu\text{s}/\text{cm}$ )

Tsianaloka (2.335), Marofihitsa (7.310), Andranopasy (2.090), Ankilizato (2.150)

2) *Substances toxiques*

a.  $\text{Cr}^{6+}$  (0,05 mg/l)

Tsianaloka (0,08), Beroboka Sud (0,09), Andranomena (0,05), Bezezika (0,05), Analaiva (0,05), Befasy (0,05), Ambararata (0,06), Marofihitsa (0,13), Andranopasy (0,06), Ankilizato (0,08), Mandabe (0,08), Ambatolahy (0,07).

b.  $\text{NO}_3$  (10 mg/l)

Tsianaloka (590), Mandabe (37)

3) *Paramètres chimiques*

a. TOS (500 - 1.500 mg/l)

Marofihitsa (3.640)

b. Mn (0,05 - 0,5 mg/l)

Ankilizato (0,1)

c. Cu (0,005 - 1,5 mg/l)

Marofihitsa (1,58)

d. Ca (75 - 200 mg/l)

Ankilizato (299), Tsianaloka (171), Marofihitsa (193), Andranopasy (152)

e. Cl (200 - 600 mg/l)

Marofihitsa (2.032)

f.  $\text{SO}_4^{2-}$  (200 - 400 mg/l)

Ankilizato (1.150)

Parmi ces 13 prélèvements d'eau souterraine, l'eau provenant du forage d'essai de Marofihitsa est considérée comme non potable et la consommation de l'eau des forages de Tsianaloka et d'Andranopasy n'est pas recommandée.

Tous les échantillons d'eau souterraine mentionnés plus haut présentent une teneur en ion chrome très élevée ( $\text{Cr}^{6+}$ ) excédant la limite standard admissible pour l'eau potable. La quantité de chrome ( $\text{Cr}^{6+}$ ) de l'échantillon prélevé au forage d'essai de Marofihitsa

présente la même valeur que celle de l'eau de mer. Généralement, on considère que quand la présence du chrome dans l'eau dépasse 0,1 mg/l, cela provoque des nausées et, dans les cas sévères, affecte sérieusement les intestins et les reins et ronge la peau. D'un autre côté, une quantité de chrome ( $Cr^{6+}$ ) inférieure à 0,1 mg/l est inoffensive.

Récemment au Japon, le Nickel fait désormais partie des éléments toxiques à analyser, et sa valeur admissible recommandée est inférieure à 0,01 mg/l. On dit que l'absorption par voie orale du Nickel a peu d'effet toxique, mais que s'il est absorbé en grande quantité, il est évacué par vomissements ou diarrhées.

C'est la raison pour laquelle le Nickel fait partie des éléments toxiques contrôlés au cours de cette Etude. Les résultats d'analyse du Nickel ont montré des valeurs de 0,19 à 0,92 g/l. En raison de ces valeurs incroyablement élevées, les échantillons ont été emportés au Japon pour des analyses supplémentaires. Toutes les valeurs obtenues sont inférieures à 0,001 mg/l.

### **5.2.3 Débit des puits existants**

Les tableaux du Livre de données présentent l'inventaire des puits préparé pour cette Etude. Les données sur les puits furent collectées auprès du MEM, de la JIRAMA et pendant les études de terrain; les puits sont localisés sur la carte hydrogéologique.

Les données sur les débits des puits existants ont été utilisées pour l'analyse hydrogéologique, et les explications y afférant se trouvent dans les sections "Caractéristiques hydrogéologiques générales de la Zone d'étude" et "Caractéristiques hydrogéologiques locales et caractéristiques des aquifères".

L'exploitation actuelle des eaux souterraines par forage dans la Zone d'étude est limitée à la zone centrale de Morondava, et des explications détaillées sont données dans la section suivante.

### **5.2.4 Bilan d'eau macroscopique et potentiel de développement des eaux souterraines**

#### **(1) Analyse du bilan d'eau macroscopique**

Peu d'expériences ont été réalisées sur l'exploitation des eaux souterraines dans le bassin des eaux souterraines de Morondava dans la Zone d'étude, et les données hydrogéologiques telles que les logs des forages (unité aquifère), les résultats des essais de pompage (constante de l'aquifère) et le monitoring continu du niveau des eaux souterraines sont insuffisantes, ce qui empêche d'évaluer en détail le potentiel de la ressource en eau souterraine par analyse mathématique du bilan d'eau.

Dans cette Etude, le bilan d'eau macroscopique a donc été analysé pour chaque sous-bassin d'eau souterraine en considérant le volume des apports annuels en eaux de pluie

dans les systèmes aquifères, en se basant sur les résultats de l'analyse du bilan d'eau de l'étude de la Phase I ainsi que sur les études hydrologiques et hydrogéologiques menées au cours de la présente Etude.

Le bilan d'eau pour chaque bassin fluvial a été estimé ainsi, en s'appuyant sur les résultats de l'analyse du bilan d'eau effectuée pendant l'étude de la Phase I:

**Tableau 5.2.5 Facteurs utilisés pour l'analyse du bilan d'eau dans l'étude de la Phase I**

Bassins	Superficie (km <sup>2</sup> )	P (mm) (100%)	ET (mm) (65%)	RO (mm) (20%)	WR (mm) (15%)
Manombo	508	760	494	152	114
Fiherenana	6755	780	507	156	117
Sakanabaka	3070	750	488	150	113
Isahena	1870	810	527	162	122
Malio	2040	870	566	174	131
Sakondry	730	750	488	150	113
Taheza	1600	770	550	154	116

Dans cette analyse, l'apport en eau par précipitations (P) est égal au débit des pertes en eau par évapotranspiration (ET), par ruissellement de surface (RO) et par infiltrations dans les nappes souterraines (WR).

$$P = ET + RO + WR$$

Les conditions lithologiques observées dans les formations géologiques dans la Zone d'étude sont très similaires à celles de la zone d'étude de la Phase I. On considère donc que le taux d'alimentation (W) de 15% des nappes souterraines mentionné ci-dessus est utilisable dans les bassins fluviaux de la Zone d'étude. D'autre part, la plaine de Morondava est couverte à 70% de forêts denses mixtes qui favorisent la réalimentation des nappes souterraines. Par conséquent, l'analyse macroscopique du bilan d'eau dans cette Etude s'est appuyée sur les facteurs suivants:



**Tableau 5.2.6 Facteurs utilisés pour l'analyse du bilan d'eau macroscopique**

	P (%)	ET (%)	RO (%)	WR (%)
- Bassin fluvial en zone de collines	100	65	20	15
-Plaine de Morondava (moyenne)	100	58.0	9.5	32.5
Forêts (70%)	(100)	(55)	(5)	(40)
Prairies ou terrains nus (30%)	(100)	(65)	(20)	(15)

Les précipitations annuelles (P) pour chaque zone où le bilan d'eau a été analysé ont été estimées à partir des données pluviométriques inscrites sur la carte hydrologique.

La valeur du débit de base d'une rivière et du débit des sources naturelles pendant la saison sèche est généralement considérée comme le potentiel exploitable des eaux souterraines, et la valeur de la réalimentation des nappes.

Dans cette Etude, la productivité des nappes souterraines a été empiriquement évaluée à partir des valeurs de la réalimentation spécifique des nappes ( $m^3/jour/km^2$ ), provenant de l'analyse macroscopique du bilan de l'eau et du débit de base spécifique ( $m^3/jour/km^2$ ) établi à partir des mesures des écoulements; en effet,  $1 km^2$  est généralement considéré comme la superficie de base pour l'alimentation d'un puits.

(2) Résultats de l'analyse macroscopique du bilan de l'eau et du potentiel de développement des eaux souterraines

1) La plaine de Morondava

La plaine de Morondava peut être hydrologiquement divisée en 5 sous-zones: a), b), c), d) et e) ( voir Figure 5.2.3).

Dans ces sous-zones hydrologiques, l'alimentation des nappes souterraines calculée ci-dessous à partir du débit de base est supposée permanente; à cela s'ajoute le volume des apports provenant des précipitations, calculé à partir des mesures des écoulements pendant la saison sèche de 1995.

- a): 86.400  $m^3/jour$  (provenant de la rivière locale)
- b): 224.600  $m^3/jour$  (provenant du fleuve Morondava)
- c): 758.600  $m^3/jour$  (provenant du fleuve Maharivo)
- d): 198.700  $m^3/jour$  (provenant des rivières Kirindy et Lampaolo)
- e): 72.600  $m^3/jour$  (provenant du fleuve Maintapaka)

Dans la sous-zone b), le volume d'eau souterraine pour la consommation domestique, pour l'industrie et pour l'irrigation est de 61.800  $m^3/jour$ , et la répartition est la

suivante:

- Usage domestique:

Ville de Morondava (JIRAMA)	2.400 m <sup>3</sup> /jour (3 forages)
Ville de Mahabo (JIRAMA)	150 m <sup>3</sup> /jour (1 forage)
35 villages (6,6 l/pers./j en moyenne)	130 m <sup>3</sup> /jour (puits busés)

- Usage industriel:

SIRANALA (Fabrique de sucre)	32.056 m <sup>3</sup> /jour (5 forages)
SAGRIM (Distillerie d'alcool)	551 m <sup>3</sup> /jour (1 forage)

- Irrigation:

SIRANALA (Plantation de canne à sucre)	26.511 m <sup>3</sup> /jour (8 forages)
--	---

Voici les résultats de l'analyse macroscopique du bilan d'eau dans la plaine de Morondava (Tableau 5.2.7):

**Tableau 5.2.7 Bilan d'eau macroscopique de la plaine de Morondava**

Sous-zones		a)	b)	c)	d)	e)	Total
Débit de l'eau							
Zone d'alimentation (km <sup>2</sup> )		752	1.935	1.535	989	795	6.006
Précipitation annuelle (mm)		936	863	822	747	730	825
Apports (m <sup>3</sup> /jour)	provenant des pluies	626.735	1.486.496	1.123.209	657.820	516.572	4.410.832
	provenant du débit de base	86.400	224.600	758.600	198.700	72.600	1.340.900
Prélèvements par pompage (m <sup>3</sup> /jour)		-	61.800	-	-	-	61.800
Potentiel de développement des eaux souterraines	(m <sup>3</sup> /jour)	713.135	1.649.296	1.881.809	856.520	589.172	5.689.932
	(m <sup>3</sup> /j/km <sup>2</sup> )	948	852	1.224	866	741	947
Résultats des sondages d'essai (m <sup>3</sup> /jour/puits)		721	1.339 - 806	1.105	755	(197)*	

\* Andranopasy: puits peu profond de 30 m

2) Deltas de Mangoky et de Tsiribihina

Les résultats des sondages de résistivité électrique et les forages d'essai ont permis d'établir que les deltas de Mangoky et de Tsiribihina sont formés, en ordre descendant, de sables caillouteux (10 à 20 mètres d'épaisseur), de lits d'argile de résistivité très faible (0,8 à 1.152 m, 35 à 55 mètres d'épaisseur) et de lits de silts ou de sables. Quoique le

sable caillouteux soit très perméable dans un aquifère dont la nappe est peu profonde, la qualité de son eau n'est pas propre à la consommation domestique car elle est salée et contaminée par des éléments toxiques et bactériologiques. Les lits d'argile, d'une résistivité très faible, sont des couches imperméables contenant des nappes captives qui sont partiellement saturées d'eau salée. Les eaux souterraines situées dans ces deltas devraient donc être exploitées au niveau des lits de silts ou de sables qui se trouvent sous les lits d'argiles.

Les conditions hydrogéologiques mentionnées ci-dessus font que les nappes de ces deltas ne sont pas alimentées directement par l'infiltration des eaux de pluie dans les lits de silts ou de sables de l'aquifère confiné à cause des couches épaisses d'argile. De plus, l'estimation quantitative du bilan d'eau est très difficile.

### 3) Bassin fluvial du fleuve Andranomena

Dans le bassin de cette rivière, l'analyse du bilan d'eau a été menée dans la sous-zone f), qui est représentée par le village d'Izalo (Figure 5.2.3). Comme cette sous-zone est une zone de rizières (environ 55 km<sup>2</sup>) et de forêts mixtes (environ 105 km<sup>2</sup>), le taux d'infiltration utilisé pour le calcul du bilan d'eau était de 19,65%.

- Zone d'alimentation	882 km <sup>2</sup>
- Précipitation annuelle	1.051 mm
- Potentiel de développement des eaux souterraines	499.151 m <sup>3</sup> /jour
ou	566 m <sup>3</sup> /jour/ km <sup>2</sup>

### 4) Bassin fluvial du fleuve Morondava

Le bilan d'eau a été calculé pour deux zones du bassin fluvial de Morondava, Ankilizato-nord (g) et Ankilizato-sud (h). Les résultats obtenus sont les suivants:

	<i>Ankilizato Nord</i>	<i>Ankilizato Sud</i>
- Zone d'alimentation (km <sup>2</sup> )	677	3.885
- Précipitations annuelles	1.178	1.098
- Alimentation des nappes souterraines (m <sup>3</sup> /jour)	327.883	1.170.829
- Débit de base (m <sup>3</sup> /jour)	156.900	900.600
- Potentiel de développement des eaux souterraines		
(m <sup>3</sup> /jour)	170.983	850.229
(m <sup>3</sup> /jour/ km <sup>2</sup> )	253	219

Les zones susmentionnées sont essentiellement constituées de sédiments marins du système Jurassique et de sédiments marins et continentaux du groupe Isalo; le débit de base spécifique est de 235 m<sup>3</sup>/jour/ km<sup>2</sup>.

### 5) Bassin fluvial de la rivière Sakény

En aval de la rivière Sakény, il y a de grandes zones marécageuses même pendant la saison sèche. Une étude hydrologique comprenant des mesures des écoulements fut donc réalisée en amont du bassin de la rivière Sakény (Figure 5.2.5).

Les résultats du calcul du bilan d'eau en amont du bassin de la rivière Sakény sont les suivants:

- Zone d'alimentation	2.183 km <sup>2</sup>
- Précipitations annuelles	1.304 mm
- Alimentation des nappes souterraines	1.169.568 m <sup>3</sup> /jour
- Débit de base	725.760 m <sup>3</sup> /jour
- Potentiel de développement des eaux souterraines	443.808 m <sup>3</sup> /jour
	ou 203 m <sup>3</sup> /jour/ km <sup>2</sup>

Dans la partie située en aval de la rivière Sakény, la moitié orientale de la zone est formée de roches du Précambrien et des groupes Sakoa et Sakamena des périodes carbonifère et permienne. La moitié ouest est formée du groupe Isalo de la période jurassique.

Selon les résultats des mesures ponctuelles de débit, les débits de base spécifiques par formation géologique sont les suivants:

- Dans la zone constituée de roches précambriennes, des groupes Sakoa et Sakamena, et du groupe Isalo: 110 m<sup>3</sup>/jour/ km<sup>2</sup>.
- Dans la zone essentiellement composée de grès continental du groupe Isalo: 1.020 - 1.064 m<sup>3</sup>/jour/ km<sup>2</sup>.

### 6) Bassin du fleuve Maharivo

Dans le bassin du fleuve Maharivo, le calcul du bilan d'eau a été réalisé dans deux sous-zones: Mandabe (k) et Lavaravy Tsiamaliha (j) (voir Figure 5.2.3). Les résultats obtenus sont indiqués ci-dessous:

	Mandabe (k)	L.Tsiamaliha (j)
- Zone d'alimentation (km <sup>2</sup> )	602	2.299
- Précipitations annuelles (mm)	953	969
- Alimentation des nappes souterraines (m <sup>3</sup> /jour)	235.685	960.205
- Débit de base (m <sup>3</sup> /jour)	129.600	548.640
- Potentiel de développement des eaux souterraines		
	(m <sup>3</sup> /jour)	106.085
	(m <sup>3</sup> /jour/ km <sup>2</sup> )	176
		411.565
		179

Les zones indiquées plus haut sont essentiellement composées de sédiments marins du groupe Isalo supérieur, du Jurassique et du Crétacé (grès et sédiments calcaires); le débit de base spécifique dans ces sous-zones est de 73 - 253 m<sup>3</sup>/jour/ km<sup>2</sup>.

#### 7) Bassin du fleuve Kirindy

Dans le bassin du fleuve Kirindy, le bilan de l'eau a été calculé dans la partie du bassin située en aval (I) en procédant à des mesures ponctuelles de débit; les résultats sont les suivants:

- Zone d'alimentation	1.050 km <sup>2</sup>
- Précipitations annuelles	960 mm
- Alimentation des nappes souterraines	414.247 m <sup>3</sup> /jour
- Débit de base	112.320 m <sup>3</sup> /jour
- Potentiel de développement des eaux souterraines	301.927 m <sup>3</sup> /jour
	ou 287 m <sup>3</sup> /jour/ km <sup>2</sup>

La zone est essentiellement composée de marnes épaisses, de sédiments calcaires des systèmes jurassique et crétacé, et de calcaires et de marnes des séries de l'Eocène. Le débit de base spécifique dans cette zone est de 107 m<sup>3</sup>/jour/ km<sup>2</sup>.

#### 8) Bassin de la rivière Maintapaka

Dans le bassin de cette rivière, le bilan de l'eau a été calculé dans deux sous-zones: Manja Ouest (m) et Manja (n). Voici les résultats obtenus:

	Manja Ouest (m)	Manja (n)
- Zone d'alimentation (km <sup>2</sup> )	397	364
- Précipitation annuelle (mm)	909	991
- Alimentation des nappes souterraines (m <sup>3</sup> /jour)	149.804	149.743
- Débit de base (m <sup>3</sup> /jour)	25.920	47.256 *
- Potentiel de développement des eaux souterraines		
(m <sup>3</sup> /jour)	123.884	102.487
(m <sup>3</sup> /jour/ km <sup>2</sup> )	312	281

\* Y compris le volume d'eau desservi, d'environ 600 m<sup>3</sup>/jour, à partir des sources situées dans la zone de la ville de Manja.

La zone occidentale de Manja (m) est constituée de calcaires et de sédiments calcaires de l'Eocène (débit de base spécifique: 66 m<sup>3</sup>/jour/km<sup>2</sup>) et la zone de Manja (n) est constituée d'épaisses marnes du Jurassique, de calcaires et de marnes du Crétacé et de l'Eocène (débit de base spécifique: 230 m<sup>3</sup>/jour/ km<sup>2</sup>).

### 9) Bassin du fleuve Mangoky

Le bilan de l'eau du bassin de ce fleuve a été calculé dans les deux sous-zones d'Ankiliabo (o) et de Beroroha (p), et les résultats obtenus sont les suivants:

	<i>Ankiliabo (o)</i>	<i>Beroroha (p)</i>
- Zone d'alimentation (km <sup>2</sup> )	1.301	3.173
- Précipitation annuelle (mm)	918	1.033
- Potentiel de développement des eaux souterraines (m <sup>3</sup> /jour)	490.816	1.347.004
(m <sup>3</sup> /jour/ km <sup>2</sup> )	377	424

La zone d'Ankiliabo (o) est essentiellement composée de calcaires, de calcaires marneux et de marnes de l'Eocène et du Crétacé, et la sous-zone de Beroroha (p) est constituée essentiellement de sédiments continentaux du groupe Isalo et du groupe Sakamena.

Table 5.2.1 Résultats des forages d'essai

No.	Villages	Profondeur de forage (m)	Profondeur du puits (m)	Niveau statique de l'eau (m)	Niveau dynamique de l'eau (m)	Rabatement (m)	Longueur totale crépine (m)	Taux de pompage (l/min.)	Capacité spécifique (l/min./m)	Transmissivité T=1,22Sc (l/min.)	EC (25) ( $\mu$ S/cm)
109	Tsianaloka	73	71.67	17.180	-	-	60.00	-	-	-	5.230
		22	20.82	13.175	14.490	1.315	3.95	69	52.5	64.1	2.335
93	Beroboka Atm	75	75.00	6.220	12.230	6.010	23.70	500	83.2	101.5	650
64	Andranomena A.	78	74.00	+1.800	1.530	3.330	27.65	402	120.7	147.3	846
67	Analaiva	73	70.90	3.700	4.810	1.110	35.55	715	644.1	785.8	214
97	Bezezika	48	41.75	7.802	8.640	0.838	23.70	930	1.109.8	1.354.0	210
25	Befasy	63	63.00	5.570	9.980	4.410	39.50	560	127.0	154.9	364
47	Ambarata	73	72.00	2.950	5.210	2.260	35.55	767	339.4	414.1	751
		87	73.50	4.500	-	-	51.35	480	-	-	18.890
46	Marofihitsa	38	37.20	4.120	4.480	0.360	19.75	524	1.455.6	1.775.8	6.840
1	Andranopasy I	30	29.50	7.160	12.485	5.325	15.80	137	25.7	31.4	2.000
103	Ankilizato	170	170.00	22.080	-	-	36.00	300	-	-	2.150
104	Mandabe	103	44.00	9.800	13.900	4.100	21.00	320	78.0	95.2	324
106	Malaimbandy	222	-	-	-	-	-	-	-	-	-
114	Ambatolahy	96	93.00	13.410	24.270	10.860	21.00	350	32.2	39.3	343

**Table 5.2.2 Résultats de l'analyse des pompages d'essai**

No.	Village	Transmissivité (m <sup>2</sup> /jour)				Capacité spécifique (m <sup>3</sup> /jour/m)	T=1.22Sc (m <sup>2</sup> /jour)
		Jacob	Theis	Récupération	Moyenne		
109	Tsianaloka	-	-	106.00	106.00	75.60	92.23
93	Beroboka Atm.	-	-	34.70	34.70	119.81	146.17
64	Andranomena A.	-	-	-	-	173.81	212.05
67	Analaiva	-	-	897.00	897.00	927.50	1.131.55
97	Bezezika	-	-	1.256.00	1.256.00	1.598.11	1.949.69
25	Befasy	-	-	1.109.00	1.109.00	182.88	223.11
47	Ambararata	-	-	898.00	898.00	488.74	596.26
46	Marofihitsa	-	-	738.00	738.00	2.096.06	2.557.19
1	Andranopasy I	-	-	347.00	347.00	37.01	45.15
103	Ankilizato	1.33	3.17	1.07	1.86	2.63	3.21
104	Mandabe	68.70	229.00	109.00	135.50	112.32	137.03
106	Malaimbandy	-	-	-	-	-	-
114	Ambatolahy	19.20	29.18	19.20	22.50	46.37	56.57

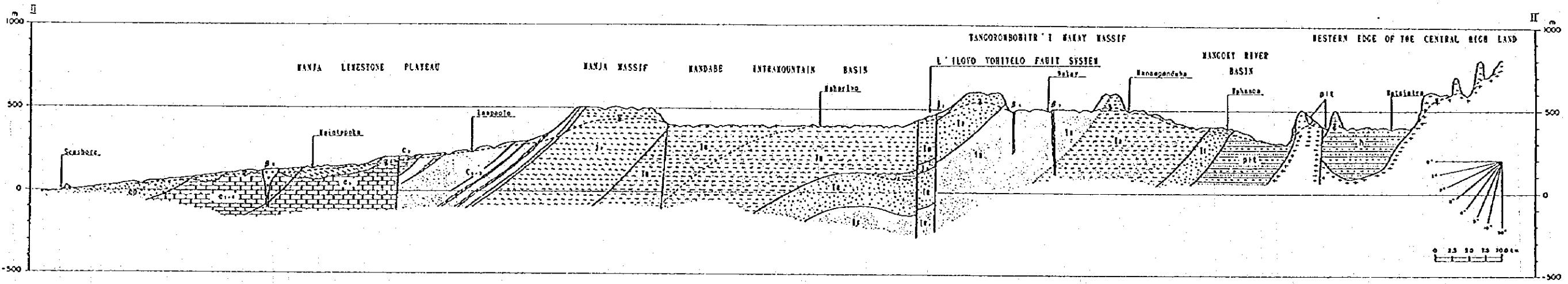
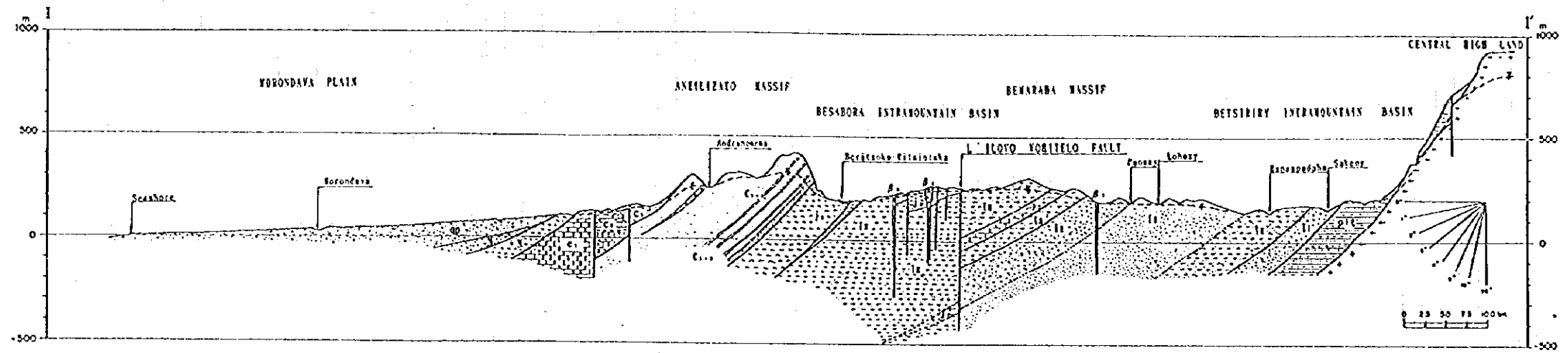


Table 5.2.4 Water Quality of Groundwater (1/2)  
Qualité des eaux souterraines (1/2)

No.	Localités	Analyses sur terrain			Analyses en laboratoire											
		T (°C)	Conduc-tivité (ms/cm)	pH	T (°C)	Conduc-tivité (ms/cm)	pH	TDS (mg/l)	Acidité (mg/l) en CaCO <sub>3</sub>	Alcalinité (mg/l) en CaCO <sub>3</sub>	Dureté (mg/l) totale en CaCO <sub>3</sub>	Dureté (mg/l) en Ca	Dureté (mg/l) en Mg	Chloride (mg/l) en Cl	CO <sub>2</sub> (mg/l)	ClO <sub>2</sub> (mg/l)
109	Tsianaloka (I)				28.5	2.280	6.69	1.128	7.5	18	780	171.2	85.9	292	8	11
109	Tsianaloka (II)				29.1	2.333	6.54	166	82	32	632	196.8	34.2	310	16	7
93	Beroboka				28.7	0.613	7.03	306	35	138	220	32	34.2	104	56	0
64	Andranomena				28.8	0.778	6.56	420	42	94	12	4.8	0	180	32	12
97	Bezczika				28.6	0.232	7.18	116	14	76	690	16	4	20	24	15
67	Analaiva	27.8	0.218	6.5	28.6	0.199	7.22	99.2	12	94	54	15	3.9	8	8	6
25	Befasy				28.5	0.399	7.02	199	20	92	110	23.2	12.6	42	16	5
47	Ambararata	28.4	0.760	6.5	28.6	0.779	7.04	389	34.5	94	168	23.2	26.8	112	24	4
46	Marofihitsa				29.3	7.310	7.18	3,640	40	164	1,012	193.6	128.9	2,032	28	7
1	Andranopasy				29.5	2.090	5.07	1,040	92	282	490	152	26.8	392	48	3
103	Ankilizato (forage)	30.3	2.190	-	28.7	2.230	6.71	1,120	87	276	784	299.2	8.8	44	24	4
104	Mandabe	27.8	0.228	6.28	29.3	0.178	6.57	89.5	34	40	100	32	4.9	28	16	1
114	Ambarolaly				29.5	0.341	6.82	171	32	96	10.4	26	0	10	0	0
106	Malainbandy															
	JIRAMA (forage) (Morondava)	-	-	-	29.2	0.548	6.68	273	35	94	80	12.8	11.7	72	24	0
	Dabara (artésien)	31.0			29.3	0.272	7.57	134	18	110	104	24	10.7	24	8	8
	Manamby (artésien)				29.4	0.553	7.32	277	32	64	56	11.2	6.8	25	20	2
	Ankilizato (puits)	29.8	0.309	-	28.7	0.309	6.79	153	40	146	112	16.8	17.1	16	56	5
	Morondava (rivière)				29.1	0.637	7.57	315	40	212	176	44.8	15.6	36	24	3
	Eau de mer				29.4	62.650	7.49	31,100	34	124	6,390	387.2	1,329.9	19,200	32	1

Table S.2.4 Water Quality of Groundwater (2/2)  
Qualité des eaux souterraines (2/2)

No.	Localités	Analyses en laboratoire																		
		Na <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> (mg/l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	NH <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	Cl <sub>2</sub> (mg/l)	SiO <sub>2</sub> (mg/l)	S <sup>2-</sup> (mg/l)	Cu (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	KMnO <sub>4</sub> (mg/l)	Cr <sup>6+</sup> (mg/l)	Zn (mg/l)	I <sub>2</sub> (mg/l)	Br <sub>2</sub> (mg/l)	F <sup>-</sup> (mg/l)	
109	Tsianaloka	16	95	0.29	545	2.05	0.010	0.04	0.482	0.010	0.81	0.11	0.4	1.152	0.07	0.00	0.24	0.15	0.44	
109	Tsianaloka II	1	80	0.33	590	1.9	0.007	0.02	0.754	0.001	0.29	0.21	0.3	0.864	0.08	0.50	0.12	0.07	0.38	
93	Beroboka	0	8	0.34	2.3	0.03	0.007	0.05	0.423	0.000	0.60	0.05	0.2	0.576	0.09	0.02	0.17	0.10	0.42	
64	Andranoinena	20	34	0.31	1.7	2.34	0.002	0.06	0.315	0.008	0.36	0.39	0.1	0.288	0.05	0.00	0.23	0.14	0.48	
97	Bezevika	21	20	0.38	1.9	0.06	0.017	0.06	0.506	0.029	0.34	0.29	0.2	0.576	0.05	0.00	0.21	0.13	0.41	
67	Analaiva	9	13	0.30	2.1	0.02	0.006	0.04	0.363	0.010	0.40	0.07	0.1	0.288	0.05	0.86	0.08	0.05	0.39	
25	Befasy	7	54	0.33	2	0.09	0.004	0.03	0.458	0.011	0.35	0.11	0.2	0.576	0.05	0.08	0.07	0.05	0.46	
47	Ambararata	7	110	0.29	3.9	0.02	0.005	0.05	0.709	0.034	1.19	0.06	0.2	0.576	0.06	0.00	0.02	0.01	0.44	
46	Marofihisa	11	330	0.23	5	0.89	0.001	0.05	0.798	0.002	1.58	0.09	0.2	0.576	0.13	0.00	0.74	0.06	0.47	
1	Andranopasy	7	230	0.32	4.1	0.82	0.005	0.03	0.786	0.006	1.48	0.07	0.2	0.576	0.06	0.08	0.11	0.07	0.45	
103	Ankilizato (forage)	8	1.150	0.26	2.6	0.00	0.003	0.07	0.605	0.000	1.47	0.36	0.1	0.288	0.08	1.04	0.15	0.10	0.43	
104	Mandabe	2	20	0.38	37	0.01	0.003	0.03	0.859	0.005	0.44	0.08	0.1	0.288	0.08	0.00	0.16	0.13	0.43	
114	Ambatolahy	2	11	0.53	27	0.04	0.006	0.01	0.539	0.006	0.38	0.10	0.1	0.288	0.07	0.56	0.08	0.02	0.41	
106	Malambandy																			
	JIRAMA (forage) (Morondava)	0	50	0.30	3.8	0.05	0.005	0.04	0.571	0.001	0.36	0.05	0.0	0.000	0.08	0.16	0.43	0.06	0.48	
	Dabara (artésien)	11	20	0.26	1.7	0.05	0.005	0.02	0.569	0.002	0.36	0.25	0.2	0.576	0.07	0.10	0.30	0.04	0.43	
	Manamby (artésien)	3	8	0.25	4.1	0.08	0.002	0.05	0.476	0.005	0.32	0.05	0.1	0.288	0.08	0.06	0.38	0.12	0.42	
	Ankilizato (puits)	8	2	0.28	2	0.17	0.005	0.04	0.419	0.002	0.33	0.09	0.1	0.288	0.08	1.92	0.10	0.07	0.44	
	Morondava (rivière)	12	49	0.35	2.2	0.02	0.016	0.06	0.749	0.003	0.33	0.05	0.3	0.864	0.07	0.06	0.10	0.05	0.45	
	Eau de mer	1	3.100	0.29	4.7	3.10	0.004	0.04	0.077	0.006	1.00	0.08	0.1	0.288	0.13	0.00	0.07	0.05	0.39	



- Fine Silts
- Fine silts with sandy silt
- Marls
- Marls with sandy marl
- Argils
- Argils with marly argil
- Calcareous marls
- Basalts
- Gravel with sand
- Silts with sand
- Calcareous marls with marly marls
- P.W.L. Niveau moyen de la piscine (Piscine water level)
- S.W.L. Niveau moyen de l'eau (Sable water level)
- D.W.L. Niveau moyen de l'eau (Desséché water level)

Quaternaire		Altérian	Qh	q	
Métastable			QD		
Tertiaire	Néogène	Pléistocène	n	Npa	
		Miocène			
	Paléogène	Éocène	E <sub>1</sub>		
		Oligocène	E <sub>2</sub>		
		Craie			
		Paléocène			
		Paléozoïque			
		Trias			
	Mésozoïque	Jurassique	Jurassique	J <sub>1</sub>	J <sub>2</sub>
			Jurassique	J <sub>3</sub>	J <sub>4</sub>
Craie		Craie	C <sub>1</sub>		
		Craie	C <sub>2</sub>		
Trias		Trias			
		Trias			
		Trias			
		Trias			
		Trias			
		Trias			
Pré-Cambrien	Pré-Cambrien	p+h			
	Pré-Cambrien	h			
Roc. supérieurs (Mésozoïque)	Pré-Cambrien	β'			
	Pré-Cambrien	β''			

Fig. 5.2.1 Coupe Hydrogéologique Transversale Hydrogeological Cross Section

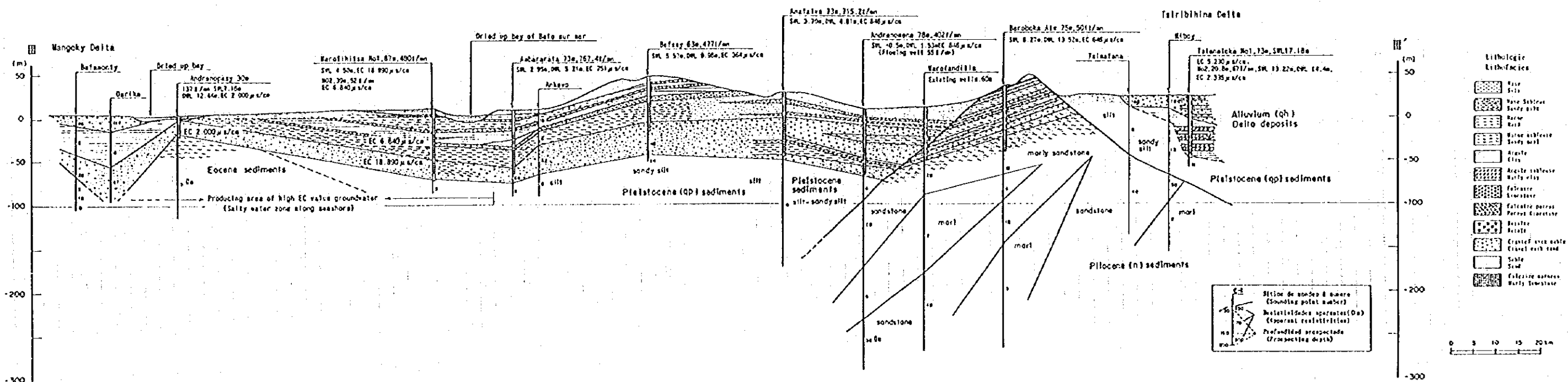
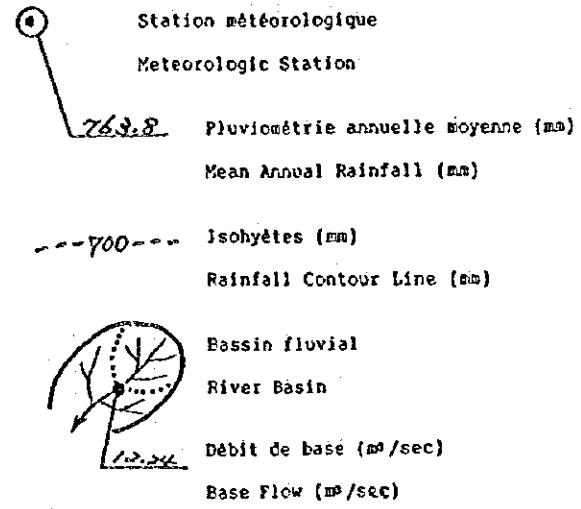


Fig. 5.2.2 Coupe Hydrogéologique Verticale de la Plaine de Morondava  
Hydrogeological Vertical Section of the Morondava Plain



- (1) Plaine de Morondava  
Morondava Plain
- (2) Delta de Mangoky  
Mangoky delta
- (3) Delta de Tsiribihina  
Tsiribihina Delta
- (4) Bassin du fleuve Tsiribihina  
Tsiribihina River Basin
- (5) Bassin du fleuve Andranomena  
Andranomena River Basin
- (6) Bassin du fleuve Morondava  
Morondava River Basin
- (7) Bassin de la rivière Sakény  
Sakény River Basin
- (8) Bassin du fleuve Maharivo  
Maharivo River Basin
- (9) Bassin du fleuve Kirindy  
Kirindy River Basin
- (10) Bassin du fleuve Maintapaka  
Maintapaka River Basin
- (11) Bassin de la rivière Mangoky  
Mangoky River Basin

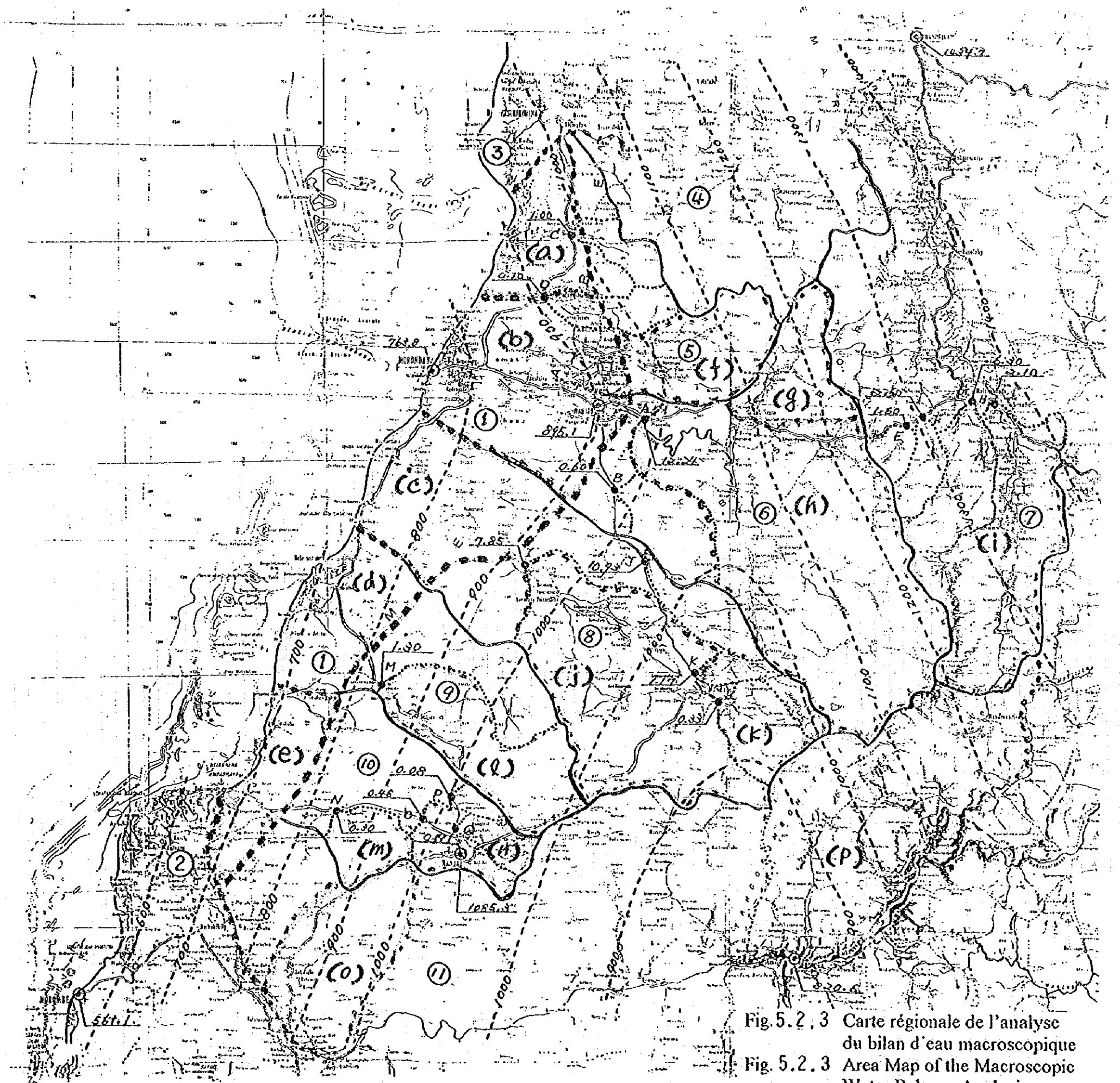


Fig. 5.2.3 Carte régionale de l'analyse  
 du bilan d'eau macroscopique  
 Fig. 5.2.3 Area Map of the Macroscopic  
 Water Balance Analysis



## **6. ENQUETE SOCIO-ECONOMIQUE DETAILLEE**

### **6.1 Enquête socio-économique globale**

#### **6.1.1 Objectifs de l'étude**

Une enquête socio-économique globale a été réalisée au cours de la première étape de l'Etude afin d'obtenir des données socio-économiques de base pour l'évaluation du Projet. Soixante familles ont été choisies au hasard dans 30 villages et ont été interviewées directement. La liste des villages où s'est réalisée l'enquête se trouve dans le Tableau 6.1.1. L'enquête a tenu compte de différents indicateurs économiques: 1) profil de base, 2) recettes et dépenses, 3) besoins en eau, et 4) services sanitaires et médicaux. Les questionnaires de l'Etude et le résumé de l'enquête pour chacun des domaines concernés sont présentés dans le Rapport de soutien. Les principales conclusions de l'enquête sont exposées ci-dessous.

#### **6.1.2 Profil de base**

Le profil de base comprend les membres de la famille, le taux d'alphabétisation des adultes et de scolarisation des enfants en école primaire. Les familles sont composées de 3 à 13 personnes, soit en moyenne 6,0 personnes. Le taux d'alphabétisation des adultes est en moyenne de 25,6% à Madagascar et la scolarisation des enfants en école primaire est de 38,6%. L'éducation dans la Zone d'étude est d'un niveau très inférieur à la moyenne nationale.

#### **6.1.3 Recettes et dépenses**

Le niveau économique est évalué selon trois critères, dont le premier est le revenu en espèces par ménage. La moyenne annuelle du revenu des ménages interviewés est de 587.800 FMG par an. La plus grande partie des revenus en espèces provient de la commercialisation de produits agricoles. Le revenu moyen par personne et par an de 195.900 FMG obtenu après ajustement (c'est-à-dire en ajoutant le même montant, qui correspond au revenu non numéraire des ménages, et en divisant le tout par 6,0 qui est le nombre moyen de personnes par famille), est très inférieur au produit intérieur brut moyen par personne qui est de 532.300 FMG à Madagascar.

les dépenses annuelles des ménages constituent le deuxième critère. En effet, 95,6% des dépenses annuelles servent à se procurer des produits de première nécessité, et très peu est investi pour améliorer la productivité agricole, ce qui révèle clairement que les populations de la Zone d'étude vivent encore d'une économie de subsistance.

Enfin, le troisième critère est le solde annuel par ménage. Parmi les familles interrogées,

seulement 11,7% ont un solde positif dont le montant annuel est en moyenne de 55.200 FMG seulement. Le solde disponible n'est généralement pas investi pour améliorer les intrants agricoles mais économisé pour acheter plus tard du bétail.

La corrélation entre le niveau du revenu en espèces et la population a été analysée afin d'estimer le niveau du revenu en espèces de tous les villages accessibles (voir résultats dans le Tableau 6.1.7 et la Fig. 6.1.1). Il apparaît que le niveau du revenu en espèces est fortement corrélé à la population, et le rapport de corrélation (R) est de 0,7577.

#### **6.1.4 Besoins en eau**

En ce qui concerne les sources d'eau utilisées par les villageois, 23,3% des ménages interrogés ont répondu qu'elles ne leur convenaient pas (rivières, canaux, mares, ...). Quant à la quantité d'eau disponible, on a calculé la différence entre le volume d'eau nécessaire et le volume d'eau réellement disponible; le volume d'eau qui fait défaut a été estimé à 35,5 litres environ par jour et par famille. Ainsi, on s'aperçoit qu'il est difficile de répondre à la demande en eau particulièrement pendant la saison sèche.

De plus, 45% des familles interrogées se plaignent de la médiocre qualité de l'eau, 30% disent qu'elle est assez bonne et 20% seulement la considère comme bonne. Cependant, les villageois évaluent très souvent la qualité de l'eau d'après son goût.

La distance moyenne à parcourir jusqu'aux sources d'eau les plus proches est de 350 m, ce qui n'est pas pratique pour aller puiser de l'eau. La distance maximum est de 1 km. En résumé, les statistiques montrent qu'il est urgent d'exploiter les ressources en eaux souterraines dans la Zone d'étude à tous les points de vue.

#### **6.1.5 Services sanitaires et médicaux**

Les données sur les taux de propagation des principales maladies d'origine hydrique telles que diarrhée, typhoïde, amibiase, hépatite et autres maladies parasitaires ont été collectées afin d'analyser l'impact des maladies dans l'évaluation économique. Ainsi, le taux de propagation de la diarrhée, l'une des principales maladies d'origine hydrique, est un alarant 73,3% en moyenne; la qualité de l'eau consommée dans la Zone d'étude est en cause.

Il est difficile de se rendre à l'hôpital qui se trouve à 10,5 km en moyenne. De plus, même si l'on peut s'y rendre, soit il n'y a pas suffisamment de médicaments disponibles, soit les villageois ne peuvent pas les payer. De plus, l'éducation sanitaire des population n'est pas conduite de façon suivie. Seulement 23,4% des ménages interrogés ont déclaré que des organismes officiels menaient des actions de sensibilisation sanitaire.



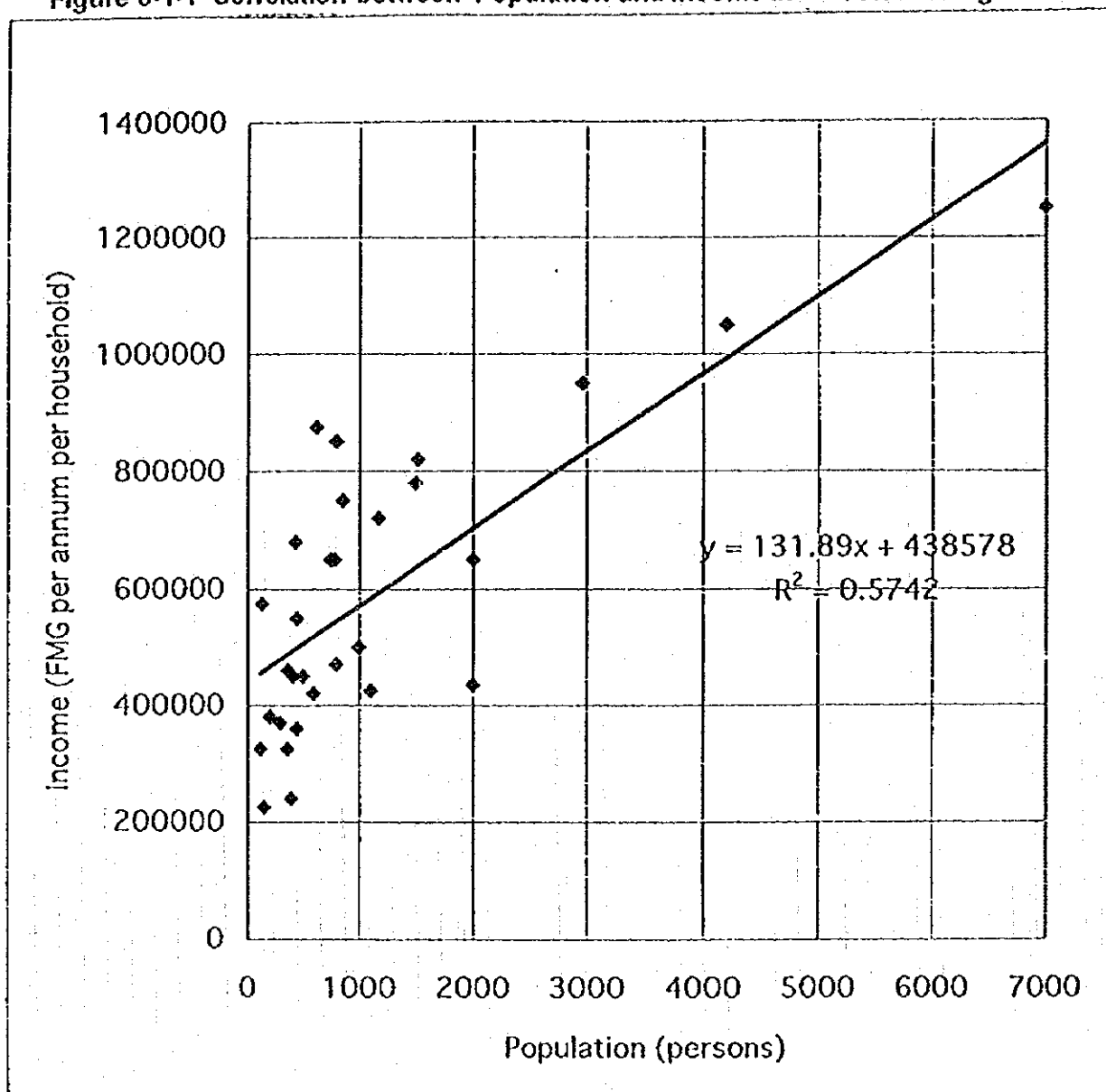
**Tableau 6.1.1 Corrélation entre la population et le revenu dans les villages sélectionnés**

**Table 6.1.1 Correlation between Population and Income in Selected Villages**

No.	Fivondronana	Firaisana	Village	Population	Income
1	Manja	Andranopasy	Andranopasy I	623	875000
5	Manja	Andranopasy	Bafamonty	450	550000
15	Manja	Manja	Miary	365	325000
16	Manja	Ankiliabo	Ambivy I	130	575000
25	Morondava	Befasy	Befasy	2000	650000
33	Morondava	Befasy	Misokotsa	800	470000
35	Morondava	Laijoby	Amanga	400	240000
40	Morondava	Manomentinay	Manomentinay	436	680000
44	Morondava	Belo-Sur-Mer	Belo-Sur-Mer	1100	425000
46	Morondava	Belo-Sur-Mer	Marofihitsa	750	650000
47	Morondava	Belo-Sur-Mer	Ambararata	500	450000
48	Morondava	Belo-Sur-Mer	Ankebo	300	370000
64	Morondava	Bemanonga	Andranomena Sud	414	450000
66	Morondava	Bemanonga	Croisement (BST)	204	380000
67	Morondava	Analaiva	Analaiva	1520	820000
68	Morondava	Analaiva	Betsipotika	120	325000
69	Morondava	Analaiva	Amboloando	150	225000
70	Morondava	Analaiva	Ampandra	600	420000
74	Morondava	Analaiva	Tsinjorano	450	360000
82	Morondava	Marofandiliha	Marofandiliha	370	460000
93	Morondava	Marofandiliha	Boraboka Sud	783	650000
94	Mahabo	Ankilivalo	Ankilivalo	2960	950000
97	Mahabo	Ankilivalo	Bezezika	855	750000
103	Mahabo	Ankilizato	Ankilizato	4200	1050000
104	Mahabo	Mandabe	Mandabe	2000	435000
106	Mahabo	Malaimbandy	Malaimbandy	7000	1250000
109	Belo sur Tsiribihina	Tsianaloka	Tsianaloka	1000	500000
112	Belo sur Tsiribihina	Tsimafana	Tsimafana	1500	780000
113	Belo sur Tsiribihina	Tsimafana	Mananjaky	1170	720000
114	Miandrivazo	Ambatolahy	Ambatolahy	800	850000

Figure 6.1.1 Corrélation entre la population et le revenu dans les villages sélectionnés

Figure 6-1-1 Correlation between Population and Income in Selected Villages



Revolution Stastics		Revolution Analysis			
R	0.7577	$Y=aX+b$	Coefficient	Standard Error	t Value
R2	0.5742	b Value	438577.7832	38619.7235	11.3563
Revised R2	0.5589	a Value	131.8900	21.4656	6.1443