

PART2 Analyse de l'environnement

Part 2 ANALYSE DE L'ENVIRONNEMENT

DP2.1 Météorologie et hydrologie

DP2.1.1 Météorologie

La zone d'étude se situe à l'extrémité Sud de l'île de Madagascar. Le climat de Madagascar est influencé par le système de basses pressions tropicales de la partie Nord et le système de hautes pressions subtropicales dans la partie Sud-Est. Le climat peut se diviser en deux saisons: une saison sèche, à basses températures qui va de mai à octobre, influencée par le système de hautes pressions subtropicales, et une saison des pluies, avec températures élevées, allant de novembre à avril, influencée par le système de basses pressions tropicales.

Les précipitations sont influencées par la topographie. La partie Est de l'île est très arrosée à cause des alizés du Sud-Est. Par contre, la partie Ouest de l'île est moins arrosée, ce qui la rend sèche.

La zone d'étude est située dans la zone à climat de savane et n'est pas influencée par le système de basses pressions tropicales du Nord. La zone montagneuse de Fort Dauphin au Nord-Est est influencée par les alizés. L'extrémité Sud de l'île, renfermant la zone d'étude, est la région où les précipitations sont les plus faibles.

La zone d'étude compte plusieurs stations météorologiques. Mais selon le chef de service du Service de la météorologie, les stations météorologiques sont toutes fermées à cause du vieillissement de l'équipement. Le Tableau DP2.1.1-1 montre la liste des stations météorologiques autour de la zone d'étude ainsi que les périodes durant lesquelles des données ont été répertoriées.

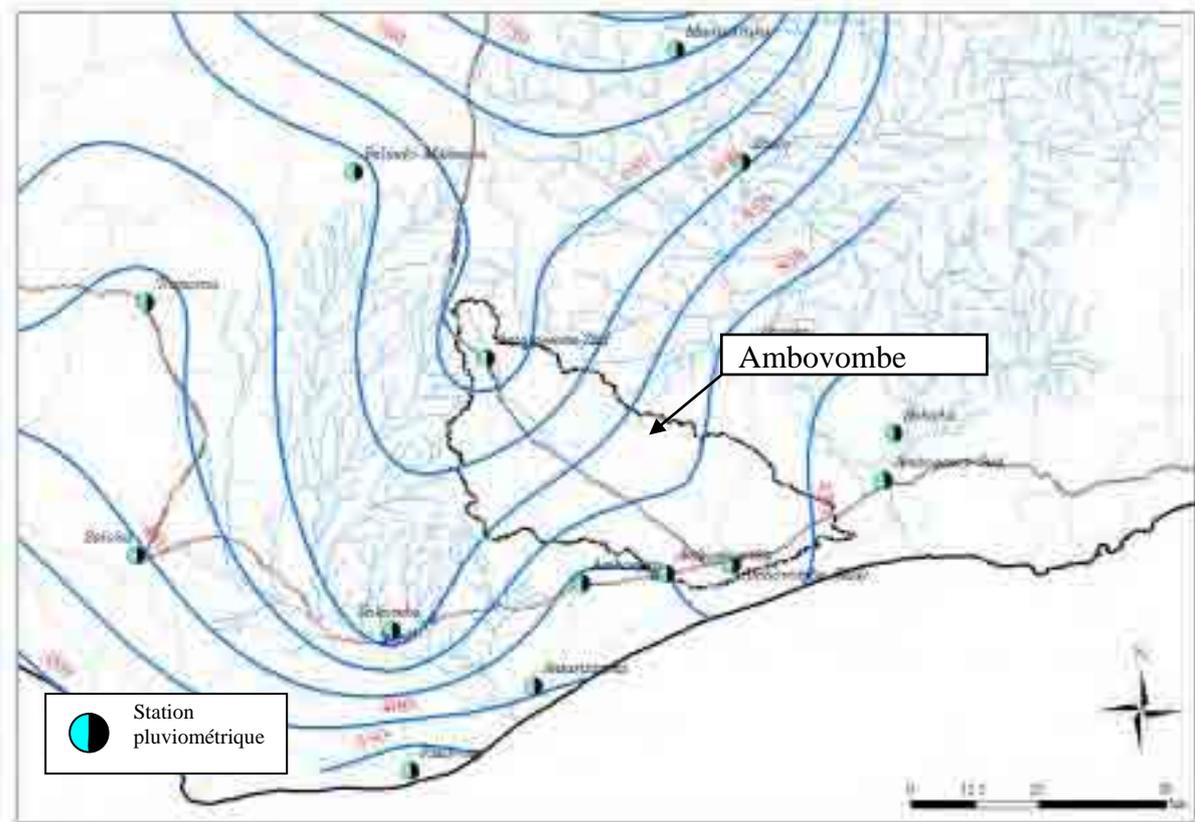
Tableau DP2.1.1-1 Liste des stations météorologiques

Station	Catégorie	Période d'enregistrement des données	Etat
Amboasary Sud	Station climatique	De 1976 à 1985, 1997 et 1998	Fermée
Ambovombe	Station climatique	De 1960 à 1986.	Fermée
Antanimora	Station climatique	De 1957 à 1986.	Fermée
Ambondro	Station pluviométrique	De 1950 à 1991.	Fermée
Antaritarika	Station pluviométrique	De 1960 à 1976.	Fermée
Tsihombe	Station climatique	De 1932 à 1968	Fermée

Source: Service de la météorologie

Depuis 1997, un organisme dénommé SAP (Système d'Alerte Précoce) entretient les stations pluviométriques dans l'extrême Sud de Madagascar, et continue le suivi des précipitations. Le SAP est un organisme soutenu par l'UE qui prévient le cas de sécheresse dans l'extrême Sud en analysant les données pluviométriques.

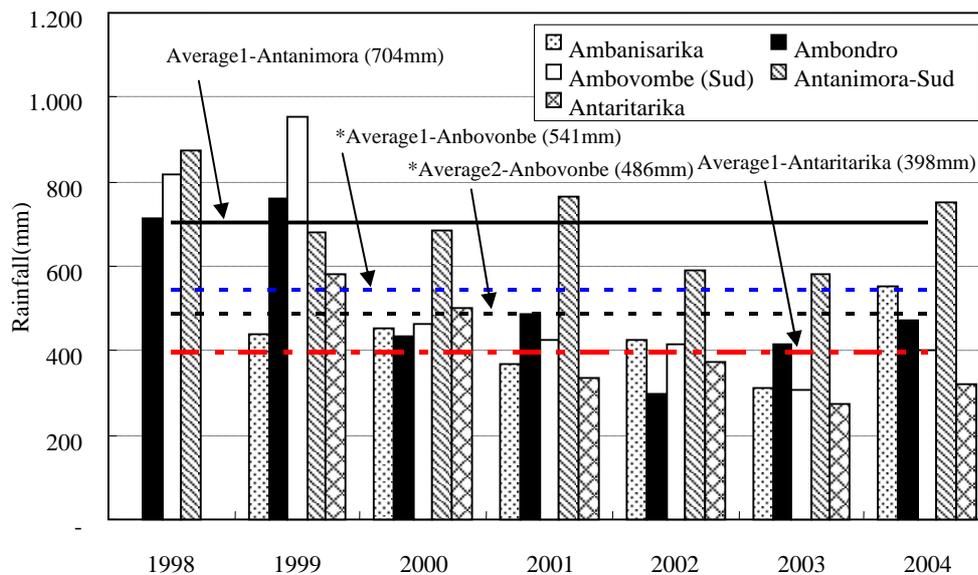
Toutes les stations pluviométriques du Tableau DP2.1.1-1 sont bien entretenues par le SAP et leurs données pluviométriques de 1997 aux plus récentes sont collectées. Les données sur les environs de la zone d'étude sont collectées à titre de référence. La figure DP2.1.1-1 montre la carte isohyète de la zone d'étude établie à partir des données collectées.



Source : SAP

Figure DP2.1.1-1 Carte isohyète des environs de la zone d'étude

La figure DP2.1.1-2 montre les données de précipitations annuelles des cinq stations pluviométriques dans la zone d'étude.



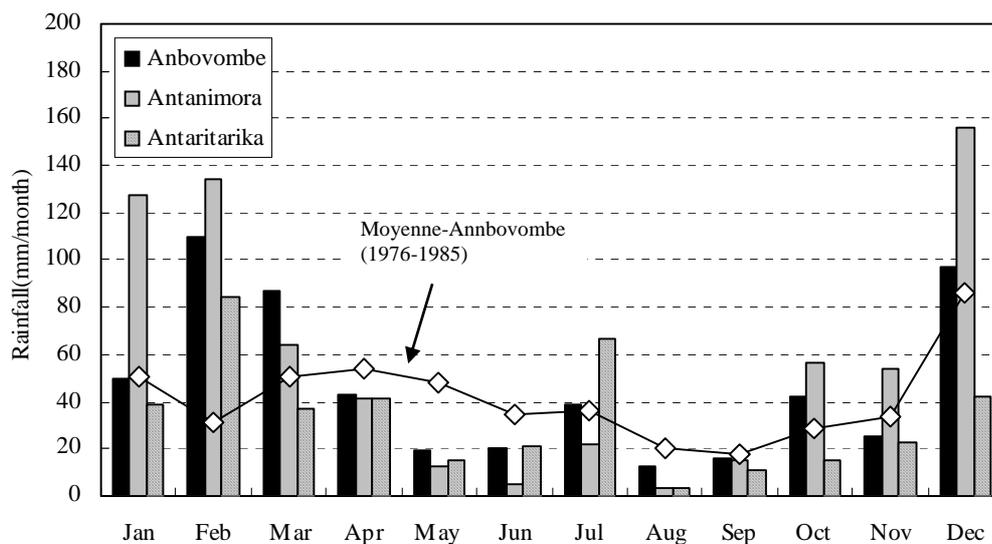
*Moyenne 1: 1998-2004, Moyenne 2: 1976-1985

Source: SAP

Figure DP2.1.1-2 Précipitations annuelles des stations dans la zone d'étude (1998-2004)

La figure montre les moyennes des précipitations annuelles des stations d'Antanimora, Ambovombe et Antaritarika du 1998 à 2004, et de 1976 à 1985, celles de la station d'Ambovombe. Il montre la tendance des précipitations : la partie Nord, Antanimora, est beaucoup plus arrosée que la partie Sud, Antaritarika, dans la zone d'étude. La moyenne des précipitations de 1998 à 2004 de la station d'Ambovombe est plutôt élevée par rapport à la moyenne de 1976 à 1985. Aux stations d'Ambovombe et Antaritarika, les précipitations annuelles mesurées de 2001 à 2004 sont plus faibles que les moyennes des précipitations annuelles de 1998 à 2004.

La figure DP2.1.1-3 montre les moyennes des précipitations mensuelles de 1998 à 2004 aux niveaux des stations d'Antanimora, d'Ambovombe et d'Antaritarika. Elle montre aussi les moyennes à long terme des précipitations mensuelles, de 1976 à 1985 de la station d'Ambovombe.



Source : SAP

Figure DP2.1.1-3 Précipitations mensuelles des stations dans la zone d'étude (1998-2004)

La figure montre que les précipitations ont pratiquement lieu entre décembre et mars. Décembre est le mois le plus pluvieux, par contre août le mois le moins pluvieux. En comparaison avec les données moyennes à long terme de la station d'Ambovombe, les précipitations de la saison sèche en particulier semblent plus faibles.

DP2.1.2 Hydrologie

Il y a deux grandes rivières aux environs de la zone d'étude. L'une, la rivière Mandrare, coule à l'Est de la zone d'étude, et l'autre, la rivière Mananbovo, à l'Ouest. Il n'y a pas d'écoulement fluvial continu à l'intérieur du bassin d'Ambovombe qui se situe entre ces deux rivières. Des courants d'eau y apparaissent seulement pendant la saison des pluies. La figure DP2.1.2-1 montre le système d'écoulement de rivières aux environs de la zone d'étude.



Figure DP2.1.2-1 Système d'écoulement de rivières aux environs de la zone d'étude

(1) Rivière Mandrare

La rivière Mandrare a un bassin fluvial d'environ 13.000 km² et une longueur de 270 km. L'altitude moyenne du bassin de cette rivière est d'environ 400 m. Comme les précipitations sont importantes, cette rivière coule toute l'année. La figure DP2.1.2-2 montre les stations de débit dans le bassin et le Tableau DP2.1.2-1 la liste des stations de débit et la période d'enregistrement des données.

Tableau DP2.1.2-1 Liste des stations de débit

Station	Période d'enregistrement des données	Etat
Amboasary sud	De 1951 à 1986 et De 1994 à 1996	Fermée
Andabolava-sa	De 1949 à 1971	Fermée
Andabolava-sav	De 1967 à 1980	Fermée
Bevia	De 1951 à 1974	Fermée
Amboasary est	De 1960 à 1961 et De 1974 à 1993	Fermée
Ambia	De 1974 à 1975	Fermée
Marotsiraka	1960 et De 1981 à 1983	Fermée
Beraketa	De 1973 à 1978, De 1981 à 1983, De 1987 à 1989, et De 1990 à 1993	Fermée
Andetsy	De 1950 à 1978	Fermée
Ampasimotaka	De 1973 à 1977	Fermée
Ifotaka	De 1953 à 1976	Fermée
Berenty	De 1974 à 1975	Fermée

Source: Service de la météorologie



Figure DP2.1.2-2 Carte de localisation des stations de débit dans le bassin de la rivière Mandrare

Un entretien avec le responsable du Service de la météorologie a révélé que ces stations de débit sont aussi fermées pour la même raison que les stations météorologiques. La figure DP2.1.2-3 montre le débit mensuel moyen de 1951 à 1996.

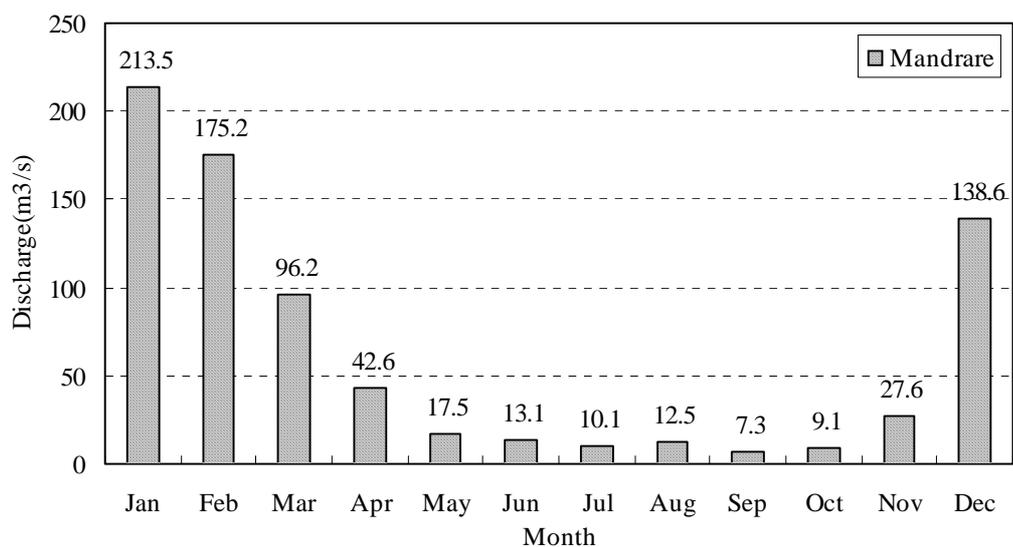


Figure DP2.1.2-3 Moyenne de débit mensuel du fleuve Mandrare

Cette figure montre que même pendant la saison sèche, cette rivière à un certain débit. La figure DP2.1.2-4 est une photo de la rivière Mandrare prise vers mi-mai à Amboasary.



Figure DP2.1.2-4 Photo de la rivière Mandrare (mi-mai 2005)

(2) Rivière Mananbovo

La rivière a un bassin fluvial de 4.450 km² et une longueur de 165 km. Comparée à la rivière Mandrare, son débit est nul pendant la saison sèche à cause des précipitations insuffisantes. Il y a une seule station de débit dans la ville de Tsihombe. La figure DP2.1.2-5 montre l'emplacement des stations de débit dans le bassin. Le Tableau DP2.1.2-2 monter la liste des stations de débit et des périodes d'enregistrement des données.

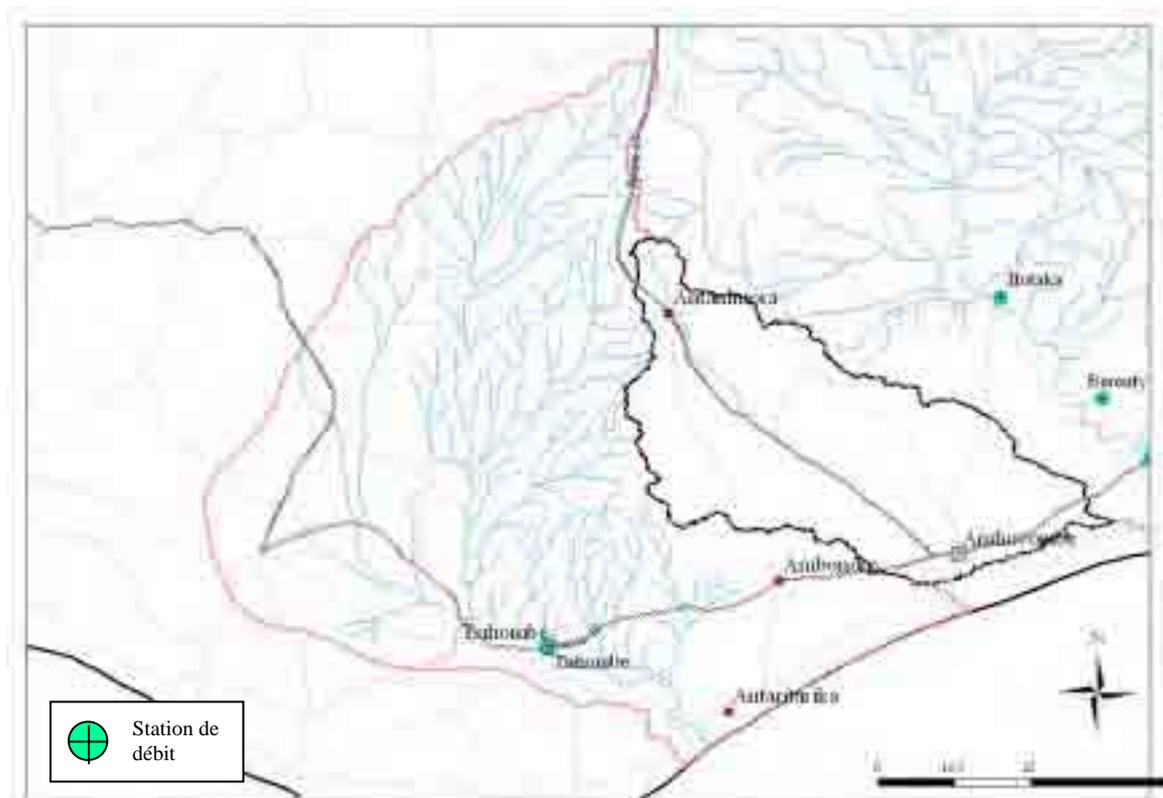


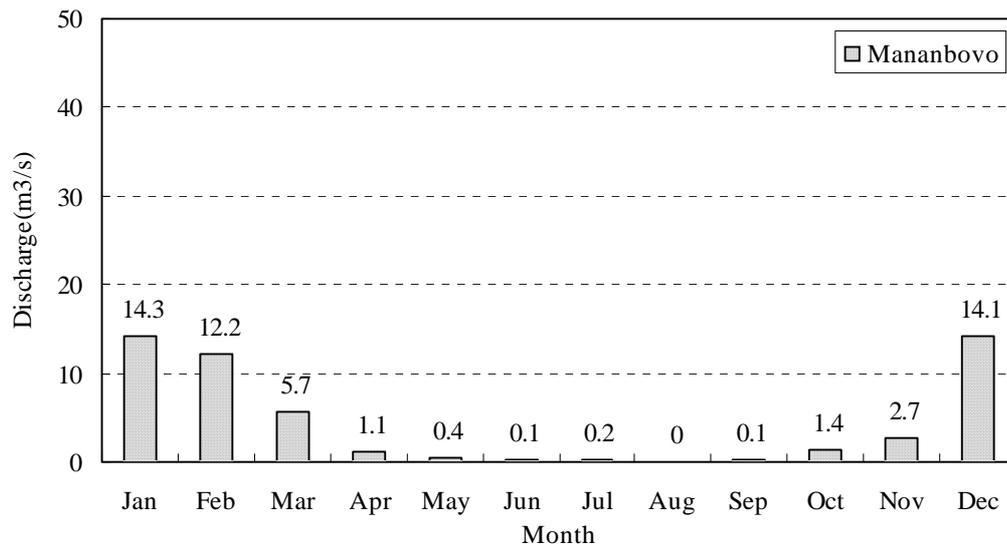
Figure DP2.1.2-5 Carte de localisation des stations de débit dans le bassin de la rivière Mananbovo

Tableau DP2.1.2-2 Liste des stations de débit

Station	Période d'enregistrement des données	Etat
Tsihombe	De 1962 à 1983, de 1987 à 1989 et de 1995 à 1996	Fermée

Source : Département de la météorologie

Un entretien avec le responsable du Service de la météorologie a révélé que ces stations de débit sont aussi fermées pour la même raison que les autres stations. La figure DP2.1.2-6 montre la moyenne de débit mensuel de la rivière Mananbovo de 1962 à 1996.

**Figure DP2.1.2-6 Moyenne de débit mensuel de la rivière Mananbovo**

Cette figure montre le faible débit de la rivière pendant la saison sèche. La figure DP2.1.2-7 est une photo de la rivière Mananbovo prise à la fin avril à Tsihombe.

**Figure DP2.1.2-7 Photos de la rivière Mananbovo (fin avril 2005)**

Pendant la saison sèche, quand le débit de la rivière devient nul, les habitants creusent dans le sable pour obtenir de l'eau.

(3) Bassin d'Ambovombe

Dans le Bassin d'Ambovombe, il existe plusieurs cours d'eau qui n'apparaissent que pendant la saison des pluies. Mais pas de données répertoriées les concernant. La figure DP2.1.2-8 montre la carte de localisation de la rivière Bemanba qui coule du Nord-Ouest vers le centre du Bassin d'Ambovombe. La reconnaissance sur terrain effectuée la mi-mai n'a pas permis de confirmer l'existence de débit à cet instant. Trois emplacements visités pendant la reconnaissance sur terrain sont indiqués sur la figure DP2.1.2-8. Les résultats obtenus à ces emplacements au cours de la reconnaissance sont les suivants :



Figure DP2.1.2-8 Carte des cours d'eau dans le bassin d'Ambovombe

a) Andranolalika

C'est le point le plus en amont de la rivière. Il y a plusieurs sous écoulements le long de la rivière à cet emplacement. La figure DP2.1.2-9 montre la situation en ce point. Un entretien avec les habitants a permis de savoir qu'ils peuvent obtenir de l'eau de cette rivière tout au long de l'année.



Figure DP2.1.2-9 Photo de la rivière Bemanba (Andranolalika)

b) Antanimora

Ce point est situé au milieu de la rivière. Il y a aussi plusieurs suintements le long de la rivière à cet emplacement. L'interview avec les habitants a permis de savoir qu'ils peuvent obtenir de l'eau en creusant un trou dans le lit de la rivière jusqu'à 1,5 m de profondeur. Pendant la saison des pluies, après de fortes précipitations, un grand cours d'eau se forme et l'eau s'écoule rapidement vers l'aval.



Figure DP2.1.2-10 Photo de la rivière Bemanba (Antanimora)

c) Manave

Cet endroit est le point le plus en aval de la rivière. Il n'y a pas de suintements le long de la rivière à cet emplacement. La figure DP2.1.2-11 montre la situation en ce lieu. L'interview avec les habitants a permis de savoir qu'ils peuvent obtenir de l'eau dans des puits voisins. Il y a de l'eau après fortes précipitations seulement.



Figure DP2.1.2-11 Photo de la rivière Bemamba (Manave)

DP2.2 Etude géophysique

DP2.2.1 Généralités

L'étude géophysique a pour objectif de comprendre la géométrie et la distribution des structures géologiques dans la zone d'étude. Trois techniques sont appliquées pour l'étude. Le Tableau DP2.2.1-1 donne des informations générales sur les techniques appliquées de l'étude géophysique.

Tableau DP2.2.1-1 Techniques appliquées de l'étude géophysique

Nom de technique	Objectifs et principe	Zone étudiée
Etude SEV (sondage électrique vertical)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Comprendre la structure géologique de base dans la zone d'étude ➤ La résistivité de la couche de subsurface est mesurée par cette étude. 	Les points étudiés sont placés pour couvrir la zone d'étude.
Etude IP (méthode de polarisation induite)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Comprendre la distribution des zones altérées ou fracturées dans la zone d'étude. ➤ La valeur de polarisation induite de la couche de subsurface est mesurée par cette étude. ➤ La résistivité de la couche est aussi mesurée par cette étude. 	Les lignes étudiées sont principalement situées dans le Nord de la zone d'étude.
Etude TEM (méthode électromagnétique de domaine-temps)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Comprendre la distribution des zones altérées ou fracturées dans la zone d'étude. ➤ La résistivité de la couche de subsurface est mesurée par cette étude. 	Les points étudiés sont principalement situés dans le Nord de la zone d'étude et dans la zone côtière Sud.

DP2.2.2 Etude SEV (sondage électrique vertical)

(1) Méthodologie

Cette méthode mesure la résistivité de la couche de subsurface. Elle se base sur l'évaluation de la résistance apparente de la couche de subsurface en faisant passer un courant électrique connu entre des électrodes électriques enfoncées dans le sol. La tension est mesurée avec deux électrodes placées sur une ligne entre ces électrodes de courant. La résistivité apparente est obtenue sous forme de rapport de tension à courant un facteur d'espacement. La Figure DP2.2.2-1 montre l'arrangement typique pour une étude SEV (arrangement de Wenner).

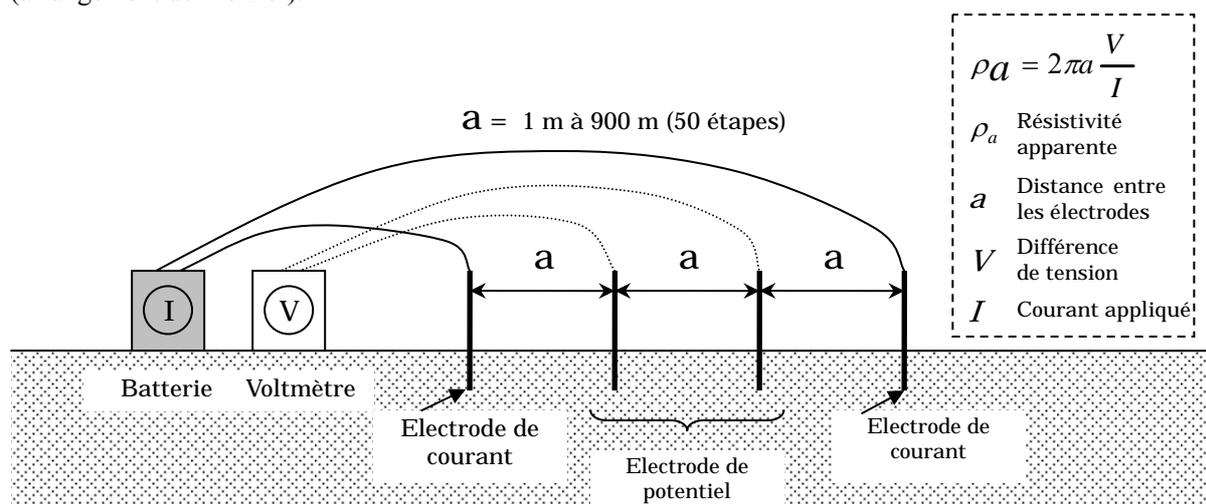


Figure DP2.2.2-1 Arrangement typique de l'étude IP

La profondeur de pénétration du courant électrique peut être arrangée en changeant l'écart des électrodes de courant. Une plus grande profondeur de pénétration du courant électrique peut être obtenue en augmentant l'écart entre les électrodes. Pendant les travaux sur le terrain, les données calculées de (ρ_a) sont représentées graphiquement sous la forme d'une courbe de résistivité de champ en traçant le (ρ_a) contre

(a/2) sur du papier logarithmique double. Cette courbe de champ est utilisée pour interpréter et calculer la résistivité réelle du socle.

Le Tableau DP2.2.2-1 indique la liste des équipements utilisés pour cette étude.

Tableau DP2.2.2-1 Liste des équipements pour l'étude SEV

Équipement	Type	Produit	Spécifications	Quantité
Instrument de sondage de résistivité électrique	SYSCAL R2	SYSCAL	Sensibilité : 10 μ V	1
			Impédance d'entrée : 10M Ω	
			Puissance électrique max. : 1.600 W	
			Tension de sortie : 800 V	
			Courant de sortie : 2.000mA	
Batterie				1
Electrode			Bâton en inox, dia 10 mm, 60 cm de long	12
Câble électrique			Dia 1,25 mm	1.500m

Dans cette étude, cette méthode est introduite pour comprendre la structure géologique de base de la zone d'étude. La profondeur d'exploration est de 300 m.

(2) Points étudiés

200 points ont été sélectionnés pour couvrir la zone d'étude. D'abord un réseau à maillons de 5 km a été utilisé comme base pour les points d'étude. Les points réels étudiés ont été sélectionnés par un géomètre en considérant l'état de la surface autour des points de référence prévus. Les points d'étude sont denses surtout autour de la ville d'Ambovombe considérée une zone importante de production d'eau souterraine. La Figure DP2.2.2-2 montre la carte de localisation des points étudiés.

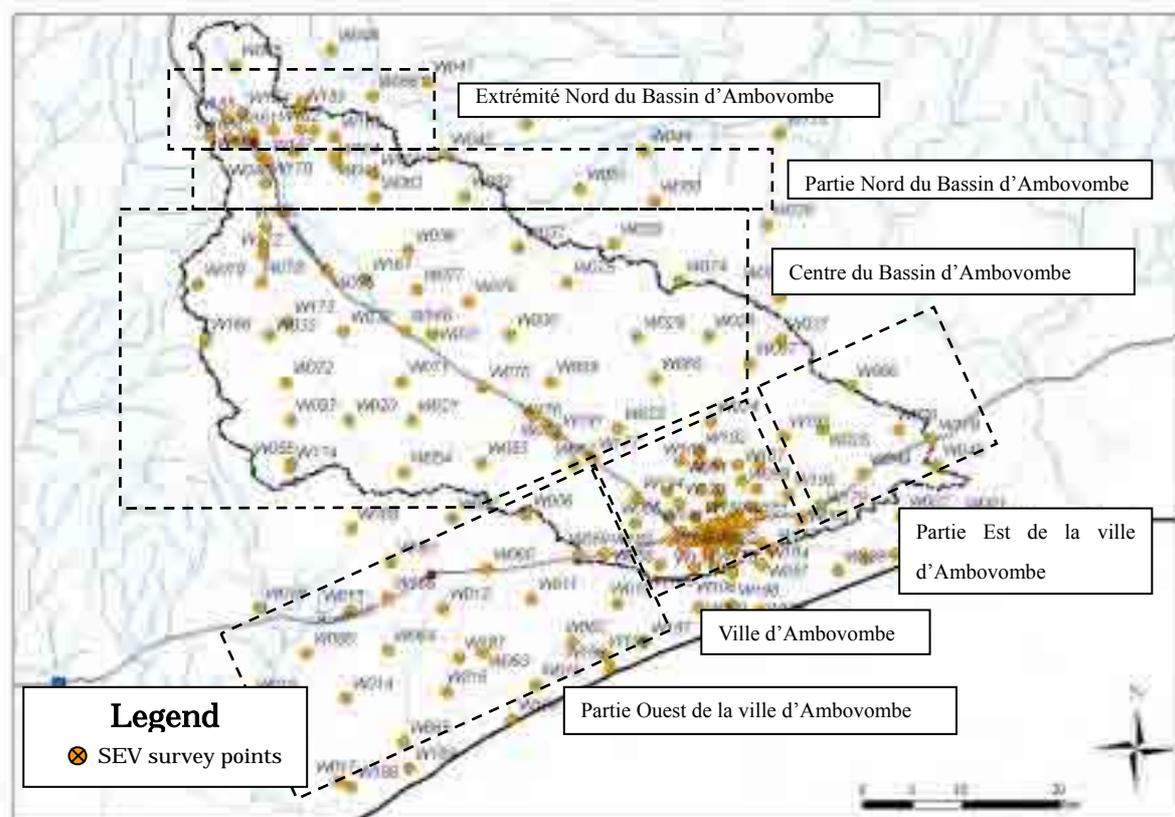


Figure DP2.2.2-2 Carte de localisation des points étudiés SEV

(3) Interprétation des données de mesure

Les résultats de l'interprétation des données d'étude sont donnés pour les six (6) zones indiquées sur la

Figure DP2.2.2-2. Les résultats sont aussi décrits selon la classification suivante des couches: i) Lu socle, ii) couche aquifère et iii) couche imperméable.

a) Ville d'Ambovombe

La Figure DP2.2.2-3 montre une vue élargie de l'emplacement des points d'étude SEV dans le centre de la ville d'Ambovombe.

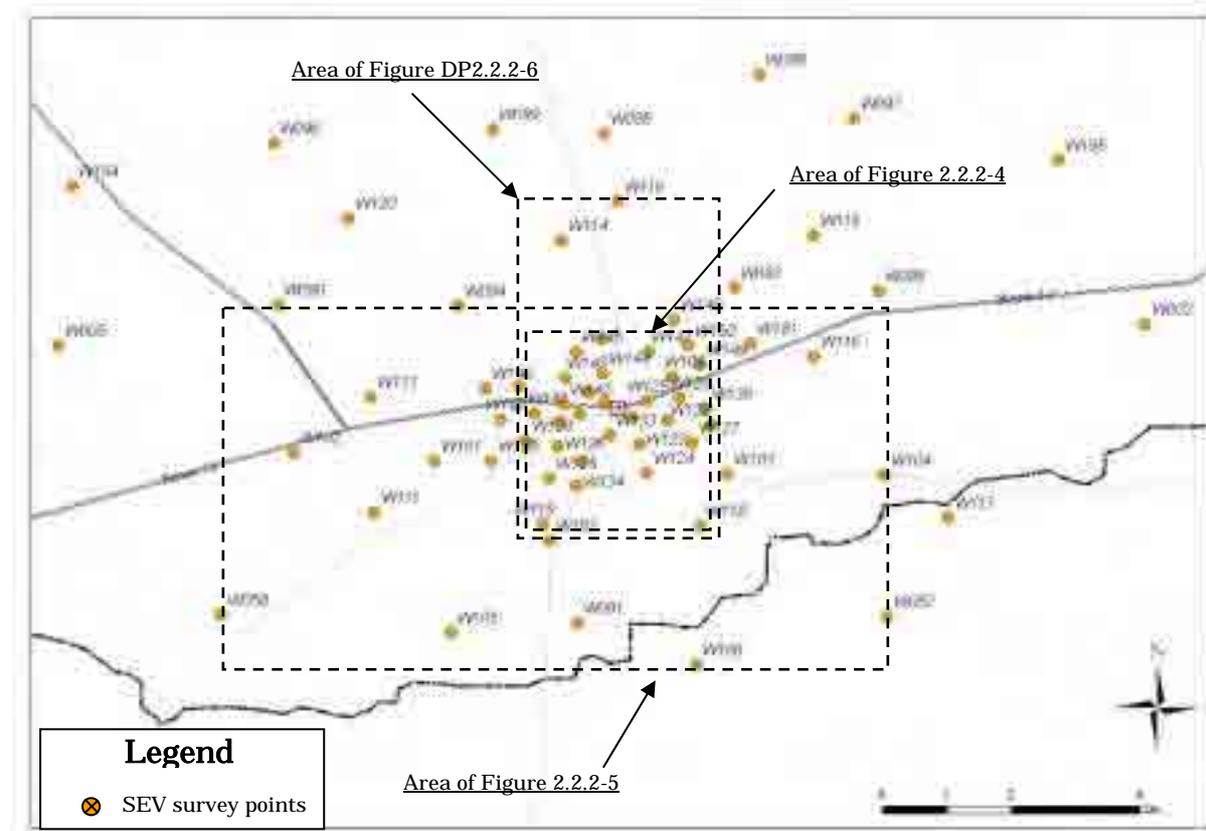


Figure DP2.2.2-3

Vue élargie de l'emplacement des points d'étude SEV dans le centre de la ville d'Ambovombe

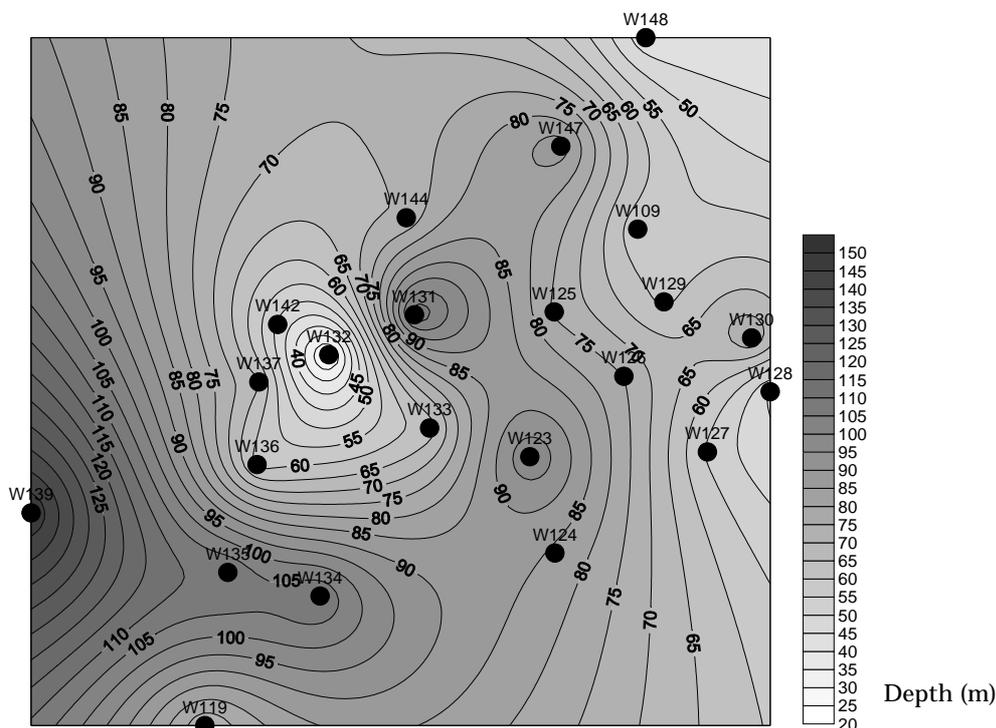
i) Distribution de la couche rocheuse du socle

Une couche épaisse à résistivité faible, moins de 10 ohms-m, a été mesurée au-dessus de la couche rocheuse. L'existence de cette couche rend difficile la détermination de la profondeur exacte de la couche du socle. La résistivité du socle est faible, moins de 100 ohms-m, et indique que le socle comprend des schistes ou du grès. Une étude complémentaire est requise pour conclure sur la distribution du socle dans cette zone. Le Tableau DP2.2.2-2 indique la profondeur interprétée le socle pour les points étudiés dans cette zone.

Tableau DP2.2.2-2 Profondeur interprétée de la couche rocheuse

Points étudiés	Élévation (m)	Élévation de la couche (m)	Profondeur de la couche (m)
W109	143	87	56
W119	130	60	70
W123	139	39	100
W124	143	59	84
W125	142	68	74
W126	147	72	75
W127	143	89	54
W128	136	92	44
W129	136	77	59
W130	144	69	75
W131	100	-10	110
W132	137	115	22
W133	147	85	62
W134	148	38	110
W135	138	28	110
W136	148	90	58
W137	140	74	66
W139	132	-18	150
W142	136	87	49
W144	139	68	71
W147	131	43	88
W148	128	87	41

Carte hypsométrique interprétant la profondeur et le sommet du socle sur la figure DP2.2.2-4 La Figure DP2.2.2-3 indique la zone de cette carte à courbes de niveau

**Figure DP2.2.2-4 Carte hypsométrique du socle**

ii) Distribution de la couche aquifère

L'existence d'une couche aquifère a été établie à plusieurs points d'étude dans la partie Sud-Ouest de la ville d'Ambovombe. Une couche de haute résistivité a été mesurée au-dessus de la couche de basse résistivité interprétée comme couche imperméable. Aussi la couche de haute résistivité a été interprétée comme couche aquifère possible, de sable ou gravier plus tard.

Ces points qui indiquent l'existence d'une couche aquifère sont localisés autour du centre de la ville d'Ambovombe. Le Tableau DP2.2.2-3 indique la profondeur et l'épaisseur interprétées de la couche aquifère pour les points mesurés dans cette zone.

Le Tableau DP2.2.2-3 Profondeur interprétée de la couche aquifère

Points étudiés	Elévation (m)	Elévation de la couche (m)	Profondeur de la couche (m)	Epaisseur (m)
W121	189	175 ~ 69	14 ~ 120	96
W102	187	173 ~ 105	14 ~ 82	68
W111	167	147 ~ 67	20 ~ 100	80
W105	178	162 ~ 88	16 ~ 90	74
W106	169	133 ~ 49	36 ~ 120	84
W103	162	126 ~ 42	36 ~ 120	84
W104	202	182 ~ 134	20 ~ 68	48
W014	115	112 ~ 102	3 ~ 13	10
W057	169	165,4 ~ 153	3,6 ~ 16	12,4
W058	195	185 ~ 71	10 ~ 24	14

La Figure DP2.2.2-5 indique la carte à courbes de niveau de l'épaisseur de la couche aquifère interprétée. La Figure DP2.2.2-3 indique la zone de cette carte à courbes de niveau.

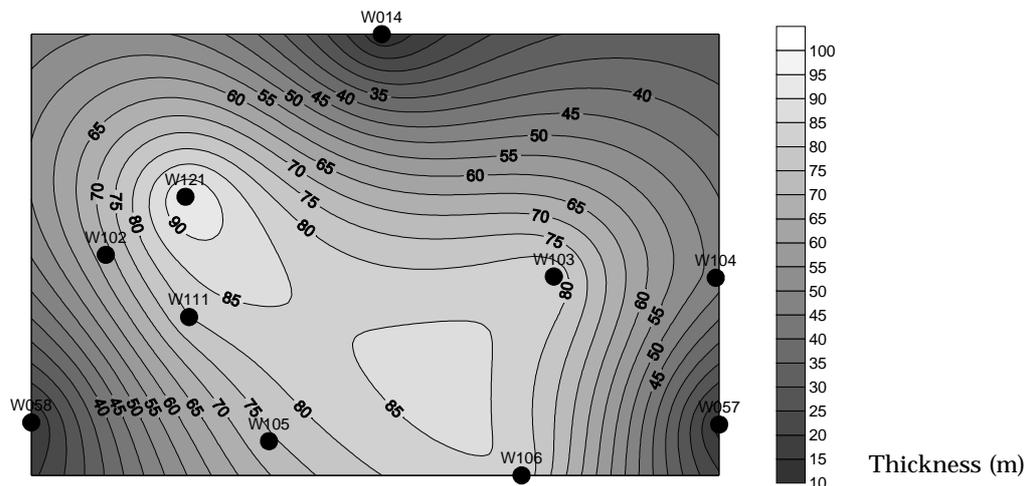


Figure DP2.2.2-5 Carte à courbes de niveau de l'épaisseur de la couche aquifère

iii) Distribution de la couche imperméable

La couche de basse résistivité distribuée sous la couche aquifère interprétée et au-dessus du socle est considérée comme une couche imperméable. La Figure DP2.2.2-6 indique la carte à courbes de niveau de l'épaisseur de la couche imperméable interprétée. La Figure DP2.2.2-3 indique la zone de cette carte à courbes de niveau.

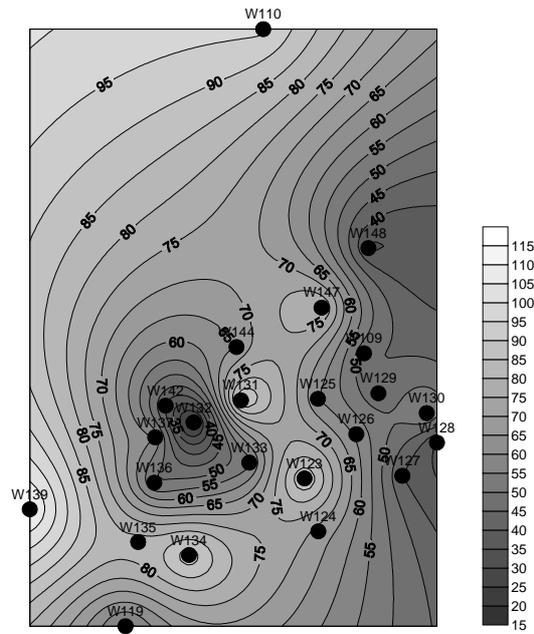


Figure DP2.2.2-6 Carte à courbes de niveau de l'épaisseur de la couche de imperméable
Thickness (m)

b) Partie Ouest de la ville d'Ambovombe

La Figure DP2.2.2-7 montre une vue élargie de l'emplacement des points d'étude SEV dans l'Ouest de la ville d'Ambovombe.

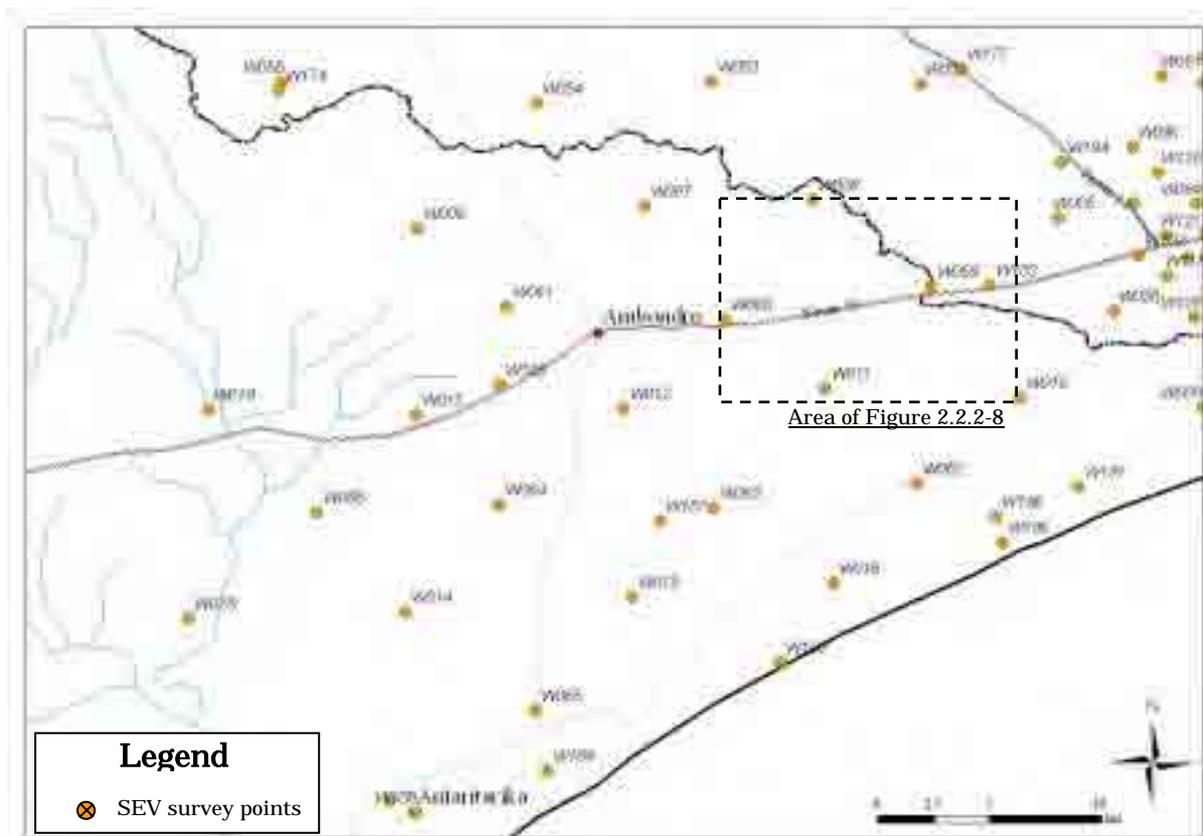


Figure DP2.2.2-7 Vue élargie de l'emplacement des points d'étude SEV dans l'Ouest de la ville d'Ambovombe

i) Distribution socle

Le socle a été établie sous la couche de basse résistivité à plusieurs points d'étude dans la partie Est de cette zone. Le Tableau DP2.2.2-4 indique la profondeur interprétée du socle pour les points étudiés dans cette

zone.

Tableau DP2.2.2-4 Profondeur interprétée du socle

Points étudiés	Elévation (m)	Elévation de la couche (m)	Profondeur de la couche (m)
W007	205	153	52
W061	223	155	68
W064	142	-38	180
W014	115	-65	180
W018	71	9	62

La Figure DP2.2.2-6 indique la carte à courbes de niveau de l'élévation maximale du socle interprétée.

Figure DP2.2.2-6 Carte à courbes de niveau de l'élévation maximale du socle

ii) Distribution de la couche aquifère

L'existence d'une couche aquifère a été établie à plusieurs points d'étude le long de la route nationale n°13. Une couche de haute résistivité a été mesurée au-dessus de la couche de basse résistivité interprétée comme couche imperméable. Aussi la couche de haute résistivité a été interprétée comme couche aquifère possible, de sable ou gravier plus tard.

Le Tableau DP2.2.2-5 indique la profondeur et l'épaisseur interprétées de la couche aquifère pour les points mesurés dans cette zone.

Le Tableau DP2.2.2-5 Profondeur interprétée de la couche aquifère

Points étudiés	Elévation (m)	Elévation de la couche (m)	Profondeur de la couche (m)	Epaisseur (m)
W006	227	215 ~ 189	12 ~ 38	26
W010	204	175 ~ 162	29 ~ 42	13
W059	204	194 ~ 150	10 ~ 54	44
W060	208	194 ~ 152	14 ~ 56	42

La Figure DP2.2.2-8 indique la carte à courbes de niveau de l'épaisseur de la couche aquifère interprétée.

La Figure DP2.2.2-7 indique la zone de cette carte à courbes de niveau.

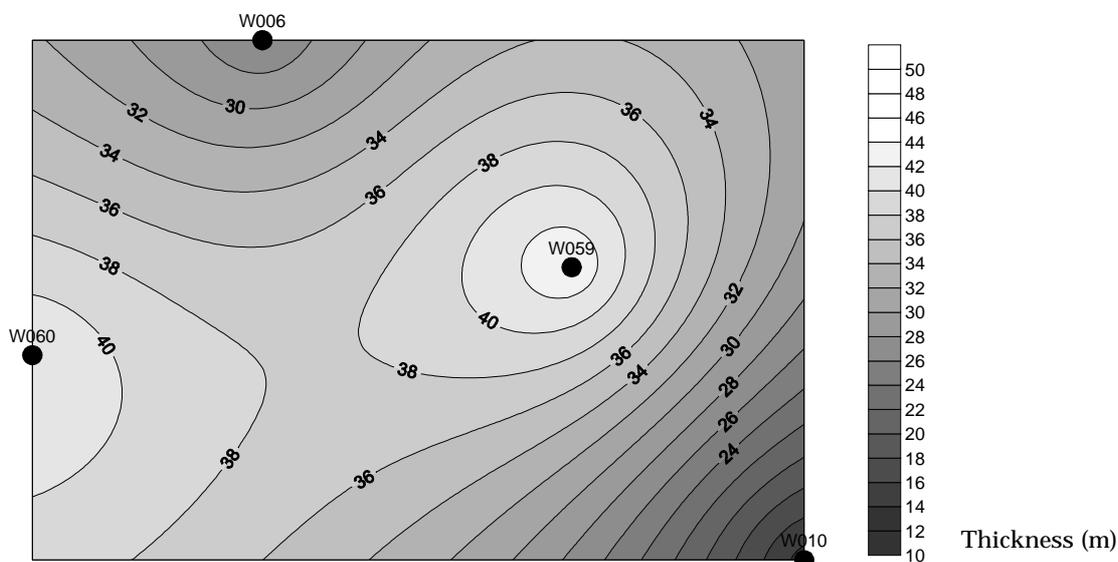


Figure DP2.2.2-8 Carte à courbes de niveau de l'épaisseur de la couche aquifère

c) Partie Est de la ville d'Ambovombe

La Figure DP2.2.2-9 montre une vue élargie de l'emplacement des points d'étude SEV dans l'Est de la ville d'Ambovombe.

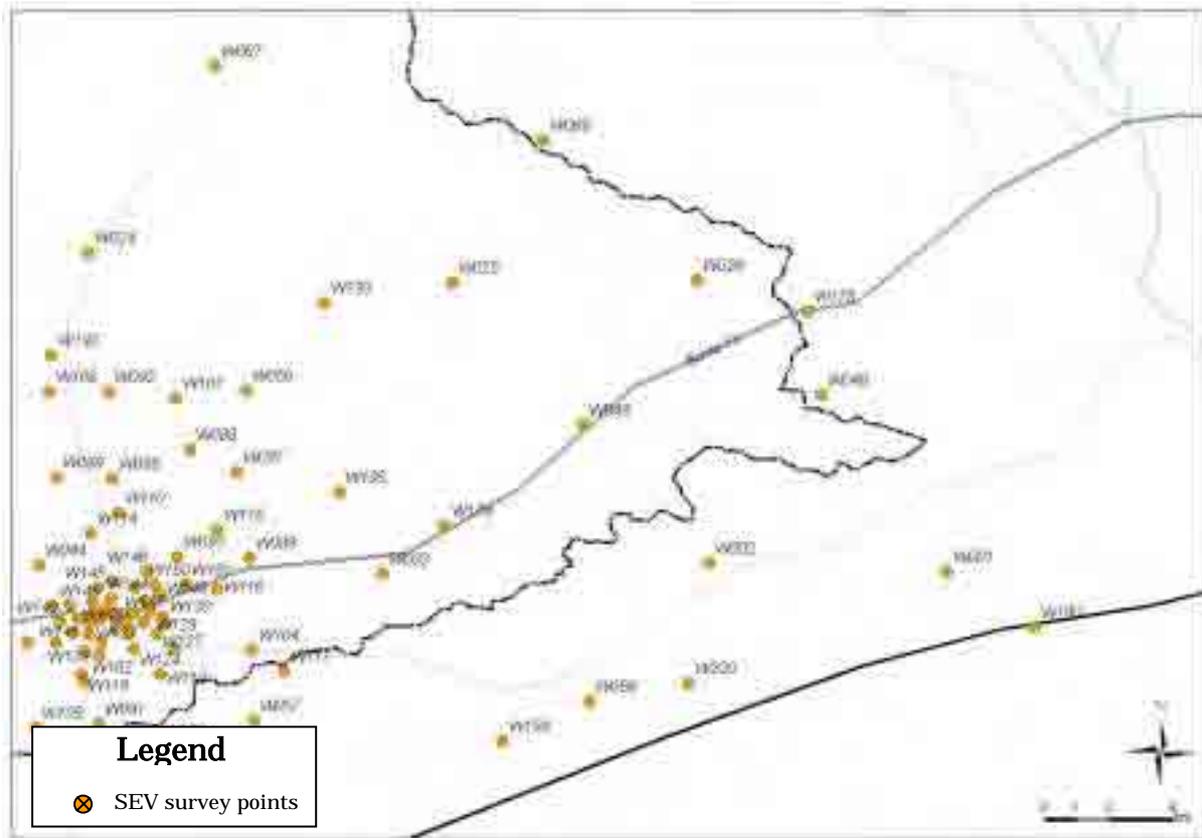


Figure DP2.2.2-9 Vue élargie de l'emplacement des points d'étude SEV dans l'Est de la ville d'Ambovombe

i) Distribution du socle

Une couche de basse résistivité est largement répandue et aucune du socle apparente n'a pu être établie à partir des points d'étude dans cette zone.

ii) Distribution de la couche aquifère

L'existence d'une couche aquifère a été établie à plusieurs points de mesure. Mais la résistivité mesurée n'est pas si élevée, comparée aux autres points indiqués dans la section précédente. Aussi la possibilité de couche aquifère n'est pas sûre. Le Tableau DP2.2.2-6 indique la profondeur et l'épaisseur interprétées de la couche aquifère pour les points étudiés dans cette zone.

Tableau DP2.2.2-6 Profondeur et épaisseur interprétées de la couche aquifère

Points étudiés	Elévation (m)	Elévation de la couche (m)	Profondeur de la couche (m)	Epaisseur (m)
W048	289	271 ~ 129	18 ~ 160	142
W049	247	207 ~ 117	40 ~ 130	90
W026	283	233 ~ 143	50 ~ 140	90

Au point d'étude W066, la couche à résistivité plutôt forte a été interprétée en profondeur. Comme il n'y a pas de tendance claire comme socle ordinaire dans les données mesurées, cette couche n'a cette fois-ci par été considérée comme du socle. Au point d'étude W025, une couche à faible résistivité (30 ohms-m) existe jusqu'en profondeur.

d) Zone côtière

La Figure DP2.2.2-10 montre une vue élargie de l'emplacement des points d'étude SEV dans la zone côtière

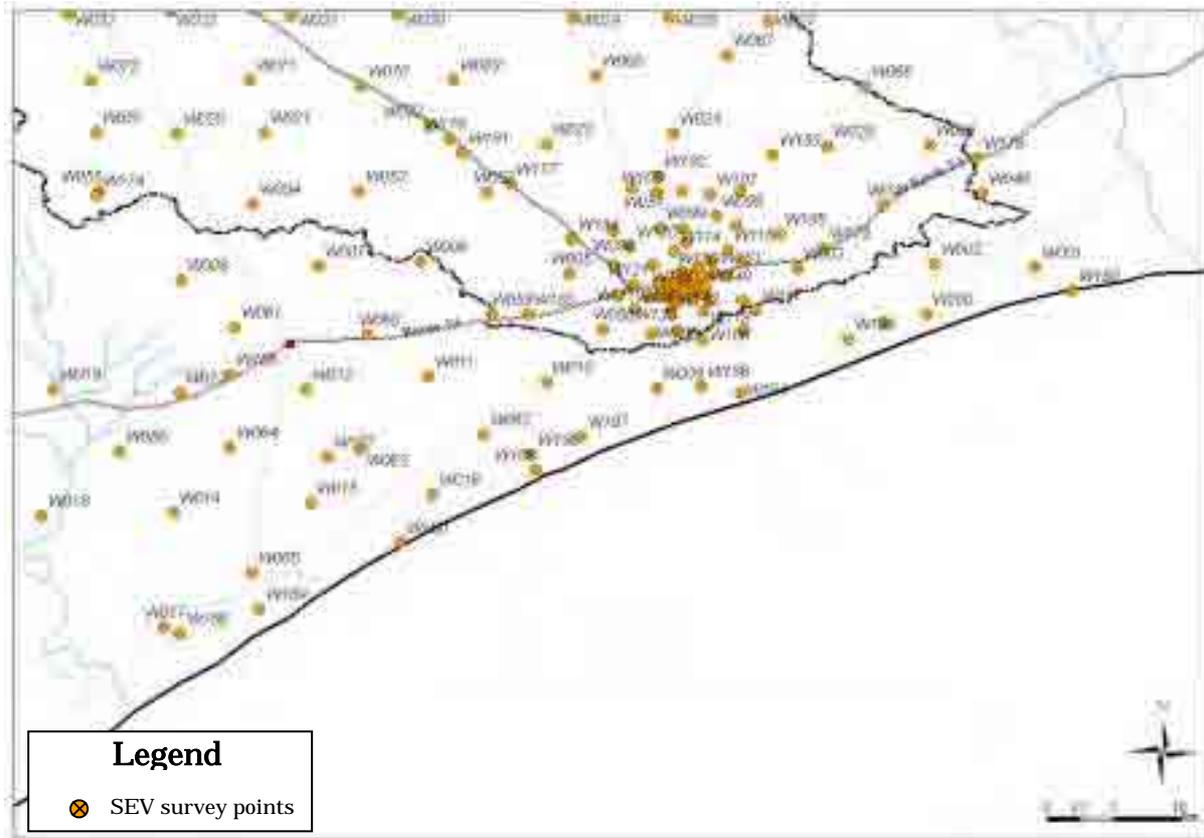


Figure DP2.2.2-10 Vue élargie de l'emplacement des points d'étude SEV dans la zone côtière

La couche de basse résistivité existant sous la couche a été interprétée comme couche de grès. La résistivité mesurée change brusquement sous cette couche de grès. Ce changement peut être causé par une couche contenant de l'eau de mer ou l'existence d'une autre formation géologique. Le Tableau DP2.2.2-7 indique l'élévation interprétée de la couche à faible résistivité pour les points étudiés dans cette zone.

Tableau DP2.2.2-7 Elévation interprétée de la couche à faible résistivité

Points étudiés	Elévation (m)	Elévation de la couche à faible résistivité (m)	Profondeur de la couche à faible résistivité (m)
W001	200	70	130
W056	155	35	120
W009	158	8	150
W062	146	36	110
W017	126	90	36

Au point d'étude W002, la couche au-dessous de la couche de surface a une résistivité plutôt élevée (200 ohms-m). La couche est interprétée comme une couche de grès ou de sable-gravier distribuée dans la partie Est de la ville d'Ambovombe. Au point d'étude W065, une couche à faible résistivité (100 ohms-m) est distribuée jusqu'en profondeur.

e) Centre du Bassin d'Ambovombe

La Figure DP2.2.2-11 montre une vue élargie de l'emplacement des points d'étude SEV dans la partie centrale du Bassin d'Ambovombe.

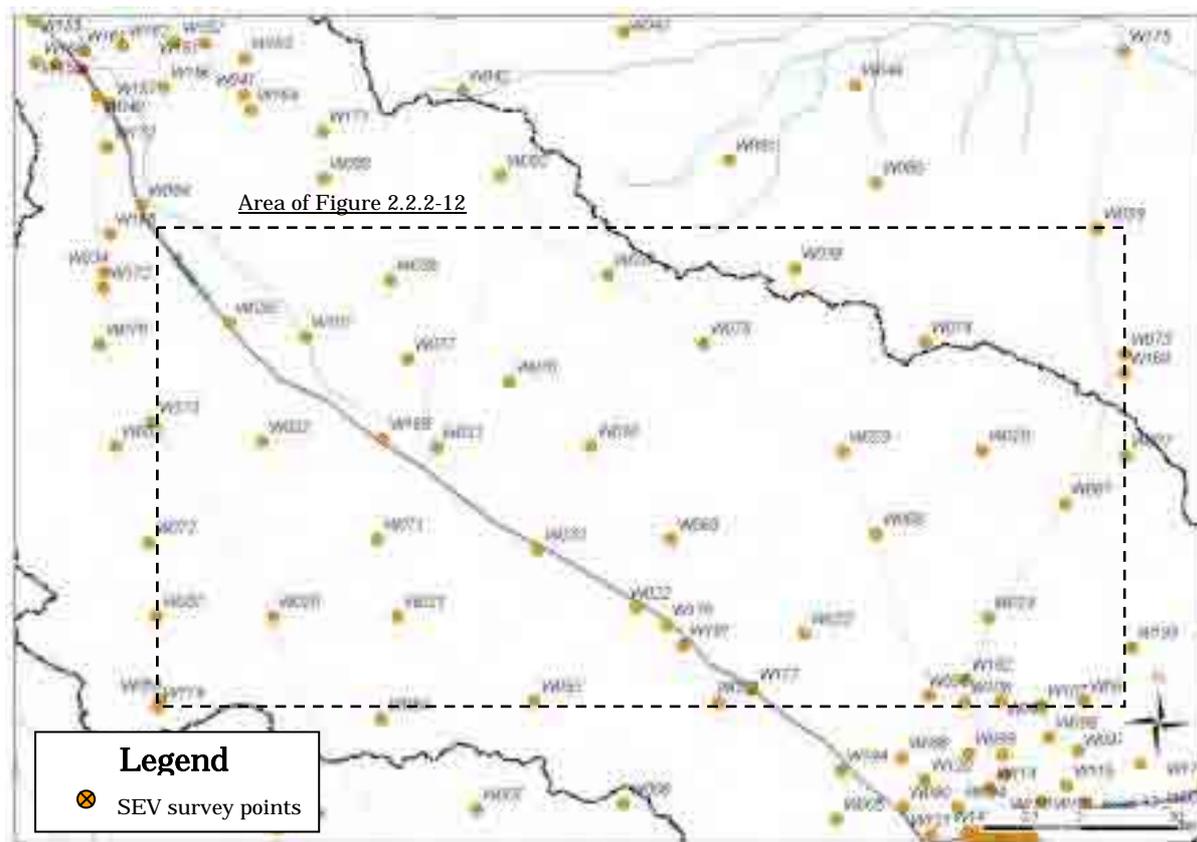


Figure DP2.2.2-11

Vue élargie de l'emplacement des points d'étude SEV dans la partie centrale du Bassin d'Ambovombe

i) Distribution du socle

Vu l'existence d'une couche épaisse à faible résistivité, la distribution du socle n'est pas claire dans cette zone. Le Tableau DP2.2.2-8 indique l'élévation interprétée du socle pour les points étudiés dans cette zone.

Tableau DP2.2.2-8 Elévation interprétée du socle

Points étudiés	Elévation (m)	Elévation de la couche (m)	Profondeur de la couche (m)
W023	124	90	34
W027	238	210	28
W030	150	86	64
W039	119	38	81
W055	197	108	89
W069	139	97	42
W070	152	47	105
W071	195	96	99
W072	200	147	53
W075	171	95	76

Au point d'étude W054, l'existence d'un socle est supposée en profondeur. Toutefois comme il n'y a pas de données fermes pour soutenir l'existence d'un socle en ce point, W054 a été exclu de la liste du Tableau DP2.2.2-8.

Carte hypsométrique interprétant la profondeur et le sommet du socle et sur la figure DP2.2.2-12. La Figure DP2.2.2-11 indique la zone de cette carte à courbes de niveau.

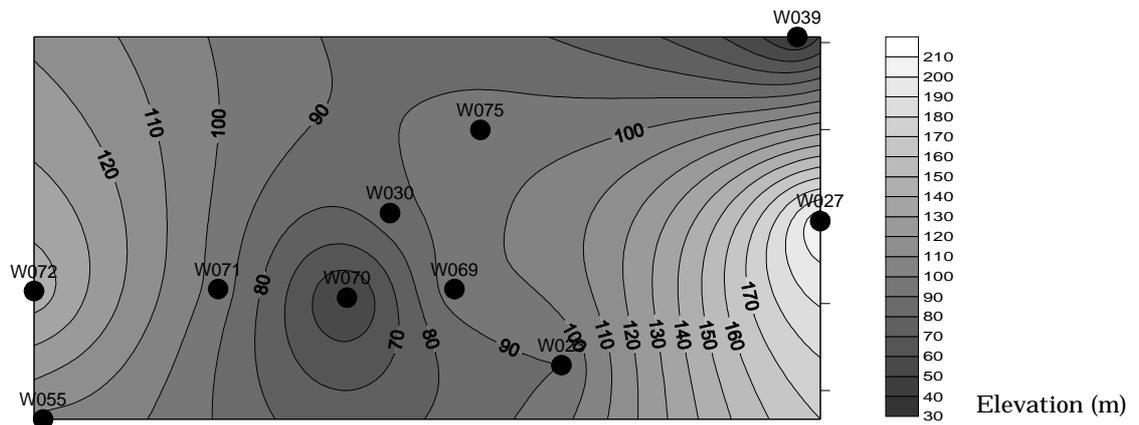


Figure DP2.2.2-12 Carte hypsométrique du socle

ii) Distribution de la couche aquifère

L'existence d'une couche aquifère n'a pas été saisie dans cette zone. Aux points d'étude W020, W021, W022, W052 et W0DP2.2, l'existence d'une couche de sédiments boueux épaisse a été interprétée.

f) Partie Nord du Bassin d'Ambovombe

La Figure DP2.2.2-13 montre une vue élargie de l'emplacement des points d'étude SEV dans la partie Nord du Bassin d'Ambovombe.

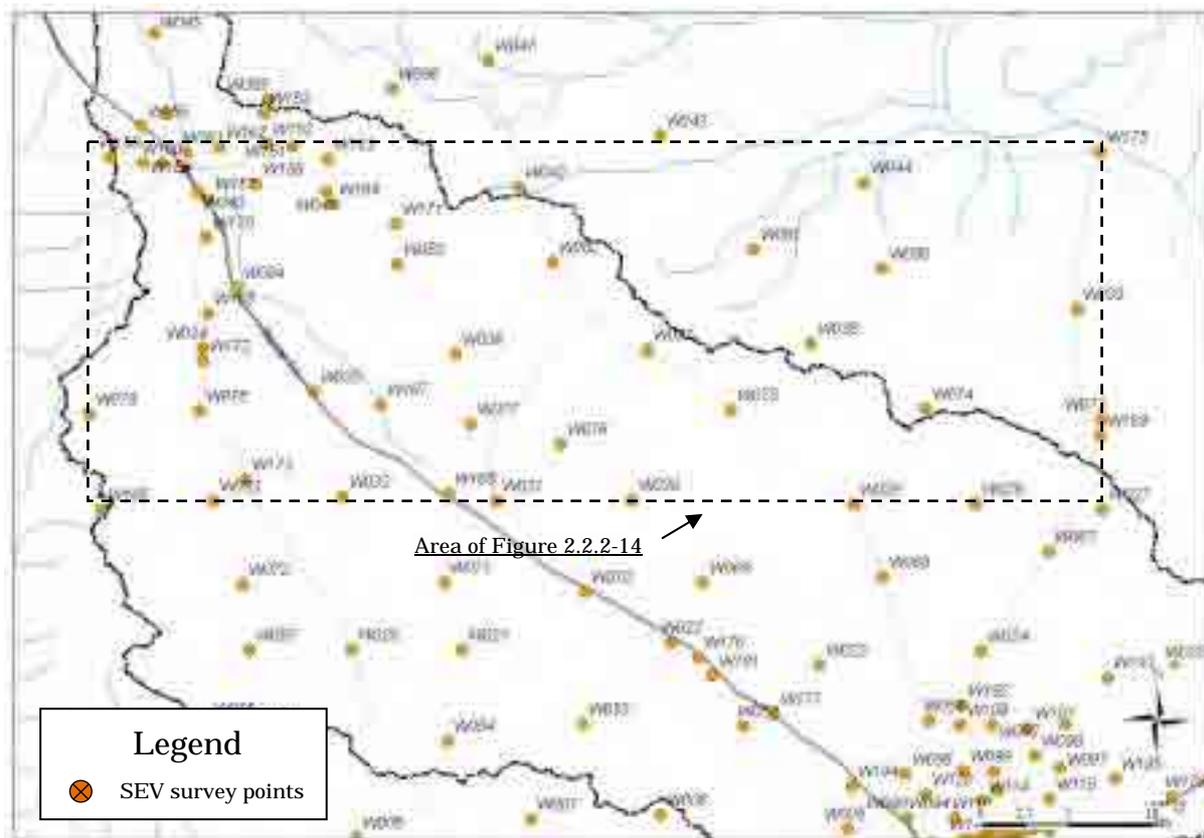


Figure DP2.2.2-13

Vue élargie de l'emplacement des points d'étude SEV dans la partie Nord du Bassin d'Ambovombe

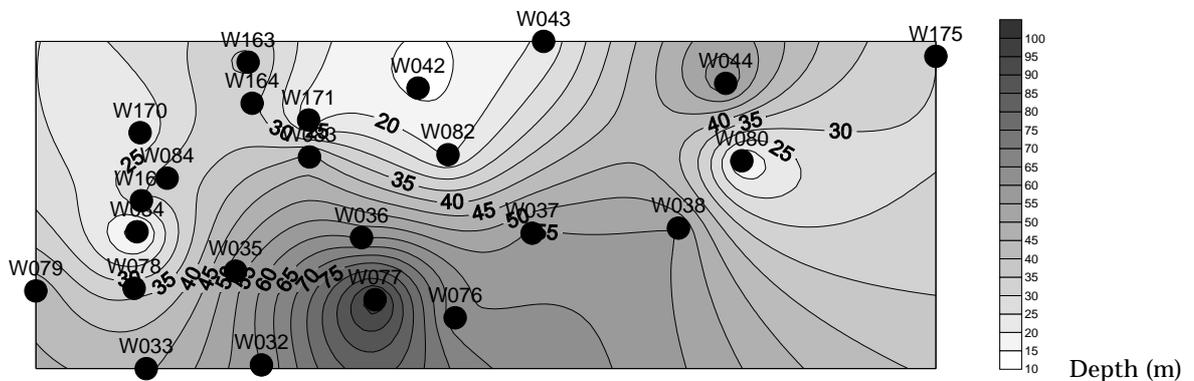
i) Distribution du socle

Le Tableau DP2.2.2-9 indique l'élévation interprétée du socle pour les points étudiés dans cette zone.

Tableau DP2.2.2-9 Elévation interprétée du socle

Points étudiés	Elévation (m)	Elévation de la couche (m)	Profondeur de la couche (m)
W032	186	126	60
W033	221	177	44
W034	242	232	10
W035	200	147	53
W036	192	133	59
W037	168	112	56
W038	168	113	55
W042	207	193	14
W043	174	153	21
W044	110	50	60
W076	162	101	61
W077	178	78	100
W078	220	187	33
W079	261	217	44
W080	160	146	14
W082	190	171	19
W083	220	178	42
W084	254	222	32
W163	258	221	37
W164	231	200	31
W165	240	210	30
W166	287	265	22
W170	248	227	21
W171	223	206	17
W175	77	47	30

Carte hypsométrique interprétant la profondeur et le sommet du socle sur la figure DP2.2.2-14 La Figure DP2.2.2-13 indique la zone de cette carte à courbes de niveau.

**Figure DP2.2.2-14 Carte hypsométrique du socle**

Les données mesurées des points étudiés dans le Nord-Ouest de cette zone indiquent pratiquement la même tendance de courbe de résistivité. Par ailleurs, les points dans la partie Sud-Est, en particulier les points étudiés W032, W035, W036, W037, W038, W076, W077, W080 et W083 indiquent une tendance différente de la courbe de résistivité, comparés aux données des points de la partie Nord-Ouest.

La résistivité de la formation du socle est inférieure dans la partie Sud-Est et la tendance de la courbe de résistivité semble similaire à celle des données mesurées dans la ville d'Ambovombe.

ii) Distribution de la couche aquifère

Le Tableau DP2.2.2-10 indique la profondeur et l'épaisseur interprétées de la couche aquifère pour les points étudiés dans cette zone. Une faible profondeur et une faible épaisseur ont été interprétées. Les points interprétés sont éparpillés et il se peut qu'il n'y ait pas de couche aquifère continue.

Tableau DP2.2.2-10 Profondeur et épaisseur interprétées de la couche aquifère

Points étudiés	Elévation (m)	Elévation de la couche (m)	Profondeur de la couche (m)	Épaisseur (m)
W070	152	146 ~ 127	6 ~ 25	19
W074	200	192 ~ 170	8 ~ 30	22
W081	154	143 ~ 115	11 ~ 39	28

g) Extrémité Nord du Bassin d'Ambovombe

La Figure DP2.2.2-15 montre une vue élargie de l'emplacement des points d'étude SEV dans la partie Nord du Bassin d'Ambovombe.

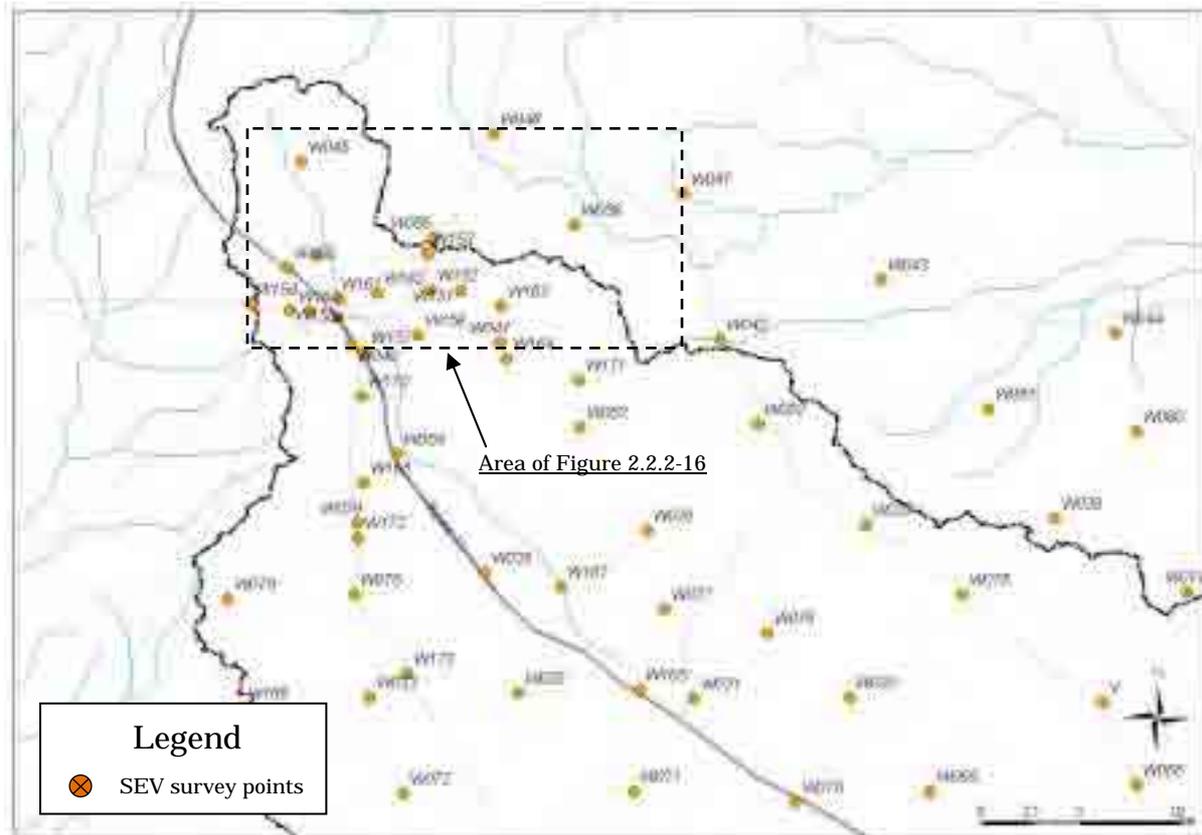


Figure DP2.2.2-15 Vue élargie de l'emplacement des points d'étude SEV dans la partie Nord du Bassin d'Ambovombe

Sauf la zone avec sédimentation de couche de sable, la formation du socle est distribuée à partir d'une profondeur de 20 m. La résistivité du socle interprétée est supérieure à 500 ohms-m.

Le Tableau DP2.2.2-11 indique la profondeur interprétée du socle pour les points étudiés dans cette zone.

Tableau DP2.2.2-11 Elévation interprétée du socle

Points étudiés	Elévation (m)	Elévation de la couche (m)	Profondeur de la couche (m)
W040	308	290	18
W041	246	231	15
W045	325	313	12
W046	258	247	11
W047	237	229,5	7,5
W085	278	273	5
W086	245	242	3
W151	270	240	30
W152	290	232	58
W153	286	241	45
W154	312	297,5	14,5
W155	319	279,3	39,7
W156	275	235	40
W157	275	240	35
W158	313	283	30
W159	308	281	27
W160	313	304	9
W161	289	280	9
W162	294	288	6

Le Carte hypsométrique interprétant la profondeur et le sommet du socle est sur la figure DP2.2.2-16
 La Figure DP2.2.2-15 indique la zone de cette carte à courbes de niveau.

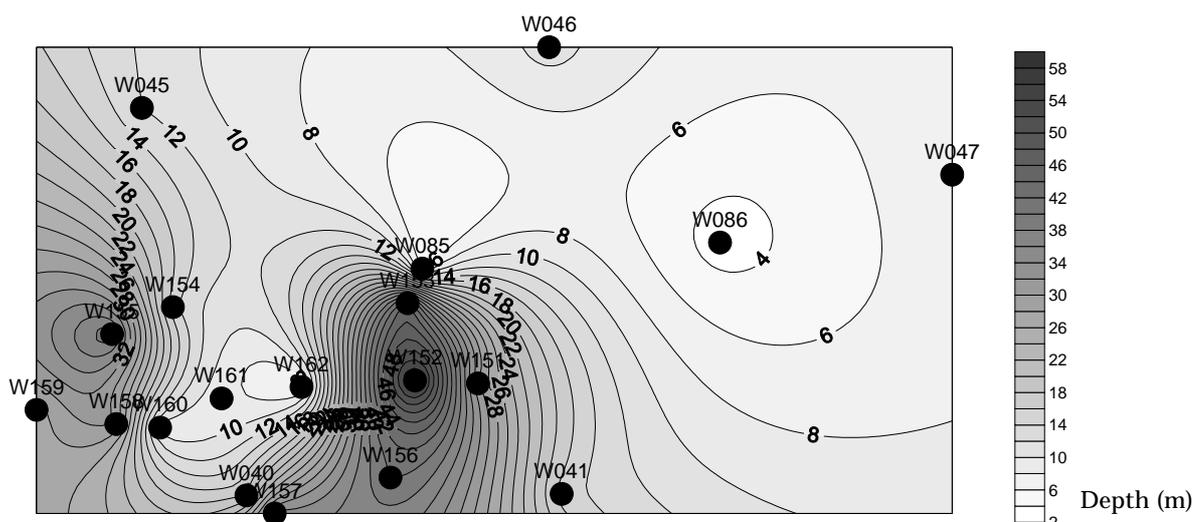


Figure DP2.2.2-16 Carte hypsométrique du socle

h) Résumé

Les résultats de l'étude SEV sont comme suit. La figure DP2.2.2-17 montre le carte hypsométrique de la profondeur et le sommet du socle de toute la zone étudiée

La figure indique que l'élévation de la formation du socle diminue en allant du Nord-Ouest vers le Sud-Est. Mais à l'extrémité Sud du Bassin d'Ambovombe, l'élévation augmente en allant vers l'Est.

Tableau DP2.2.2-12 Résultats abrégés de l'étude SEV

Zone	Socle	Couche aquifère	Couche imperméable
Centre de la ville d'Ambovombe	Existence d'un socle interprétée. Elévation variant de 30 à 90 m.	Existence d'une couche de sable ou gravier interprétée. Epaisseur variant de 10 à 100 m	Existence d'une couche imperméable interprétée. Epaisseur variant de 15 à 100 m
Ouest de la ville d'Ambovombe	Existence d'un socle interprétée. Elévation variant de -60 à 150 m.	Existence d'une couche de sable ou gravier interprétée. Epaisseur variant de 10 à 50 m	Existence d'une couche imperméable interprétée.
Est de la ville	Existence d'un socle non	Existence d'une couche de sable	Existence d'une couche

d'Ambovombe	<i>interprétée.</i>	ou gravier interprétée. Epaisseur variant de 90 à 140 m	imperméable interprétée.
Zone côtière	<i>Existence d'un socle non interprétée.</i>	<i>Existence d'une couche de sable ou gravier non interprétée.</i>	<i>Existence d'une couche imperméable non interprétée.</i>
Centre du Bassin d'Ambovombe	Existence d'un socle interprétée. Elévation variant de 30 à 200 m.	<i>Existence d'une couche de sable ou gravier non interprétée.</i>	<i>Existence d'une couche imperméable non interprétée. Epaisseur de la couche boueuse interprétée.</i>
Nord du Bassin d'Ambovombe	Existence d'un socle interprétée. Elévation variant de 50 à 250 m.	Existence d'une couche de sable ou gravier interprétée à quelques points d'étude.	<i>Existence d'une couche imperméable non interprétée.</i>
Extrémité Nord du Bassin d'Ambovombe	Existence d'un socle interprétée. Elévation variant de 200 à 300 m.	<i>Existence d'une couche de sable ou gravier non interprétée.</i>	<i>Existence d'une couche imperméable non interprétée.</i>

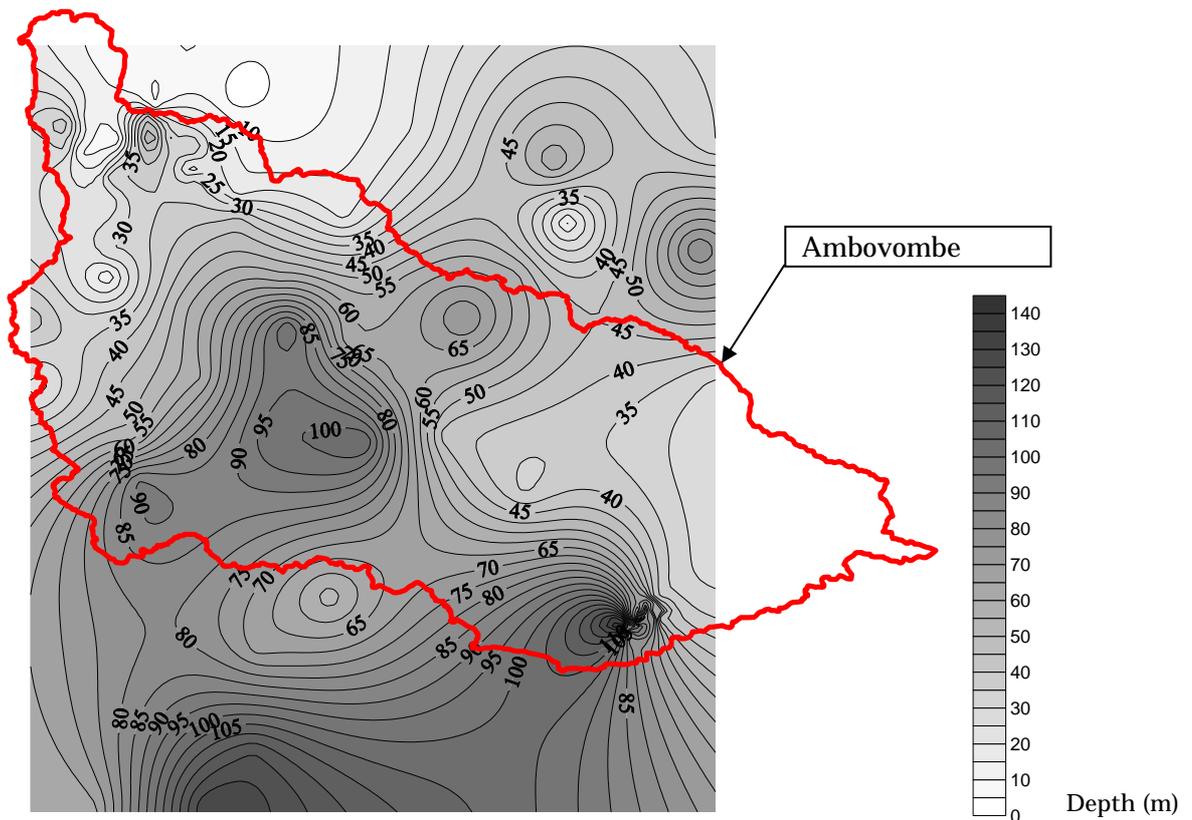


Figure DP2.2.2-17 carte hypsométrique de la profondeur et le sommet du socle

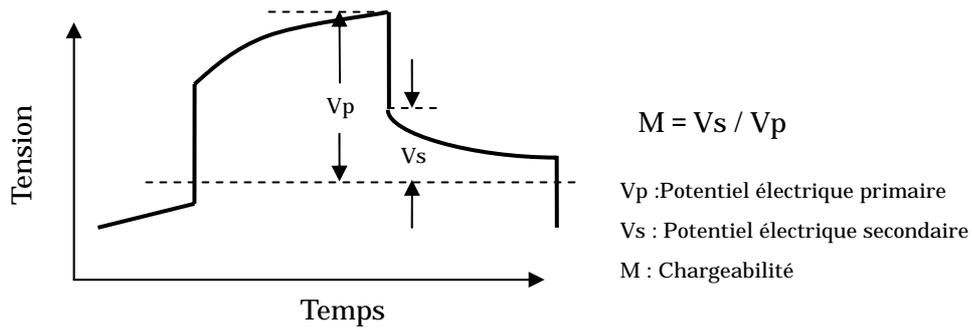
DP2.2.3 Etude IP

(1) Méthodologie

Cette méthode mesure la chargeabilité de la couche. Quand un potentiel électrique est appliqué à la couche puis coupé par la suite, un potentiel de décharge est observé après un moment. Ce phénomène est appelé polarisation induite (domaine temps) et le potentiel de décharge change selon les propriétés physiques de la couche. La chargeabilité est appliquée pour exprimer la différence de potentiel de décharge. Il est représenté par le taux de potentiel électrique appliqué (potentiel électrique principal) et le potentiel de décharge (potentiel électrique secondaire).

Ordinairement, des matériaux argileux existent dans une zone de subsurface altérée ou fracturée, considérée comme une formation aquifère, et la formation argileuse indique une chargeabilité élevée par rapport à une formation sablonneuse. La méthode IP est ainsi efficace pour trouver de telles formations

altérées ou fracturées. La Figure DP2.2.3-1 indique le concept de la polarisation induite (domaine temps).



La Figure DP2.2.3-2 indique un arrangement typique de l'étude IP et le Tableau DP2.2.3-1 la liste des équipements utilisés pour cette étude

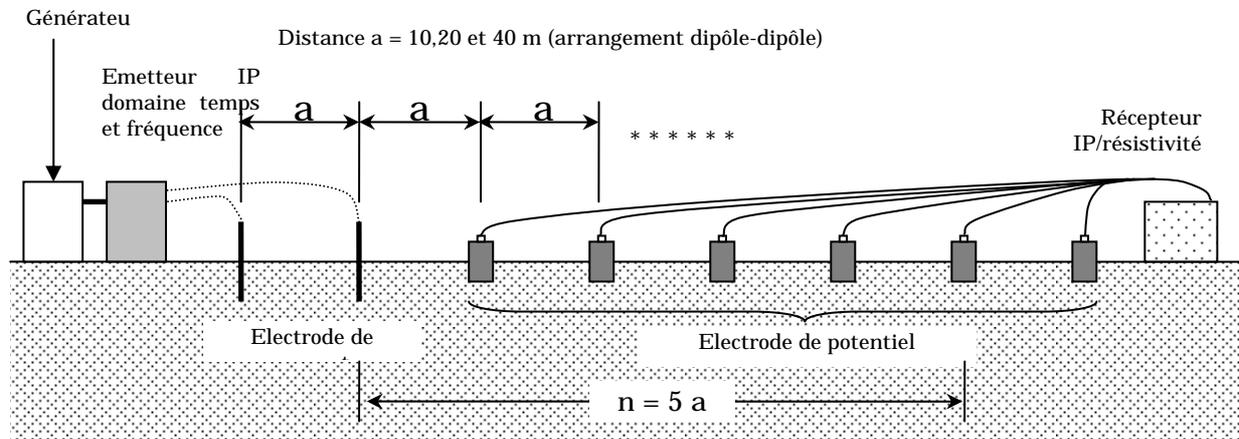


Tableau DP2.2.3-1 Liste des équipements de l'étude IP

Equipment	Type	Produit	Spécification	Quantité
Récepteur IP/résistivité	IPR-12	Scintrex	Sensibilité : 10µV	1
			Impédance d'entrée : 16MΩ	
			Portée : 0 ~ 300mV/V	
Emetteur IP domaine temps et fréquence	VIP 3000	IRIS	Tension max. : 3000VA	1
			Tension min. : 3000V (MAX)	
			Courant de sortie : 5A (MAX)	
Générateur	FB 2200	HONDA	Puissance max. : 1,9kVA	1
Electrode de potentiel			Electrode non-polarisable (Pb-NaPb)	10
Electrode de courant			Bâton en acier dia. 25 mm 90 cm de long	8
Câble électrique			Dia. 1,25 mm	700m

Le récepteur IP (IPR-12) mesure non seulement la chargeabilité, mais aussi la résistivité de la couche en même temps. Cette étude est introduite pour comprendre la distribution de zones altérées ou fracturée dans la zone d'étude. La profondeur d'exploration est réglée à 150 m.

(2) Points étudiés

Dix-huit (18) points au total ont été sélectionnés dans la zone d'étude. La Figure DP2.2.3-3 indique la carte

de localisation des points d'étude. La longueur de la ligne de traverse pour un point mesuré est réglée à 320 m.

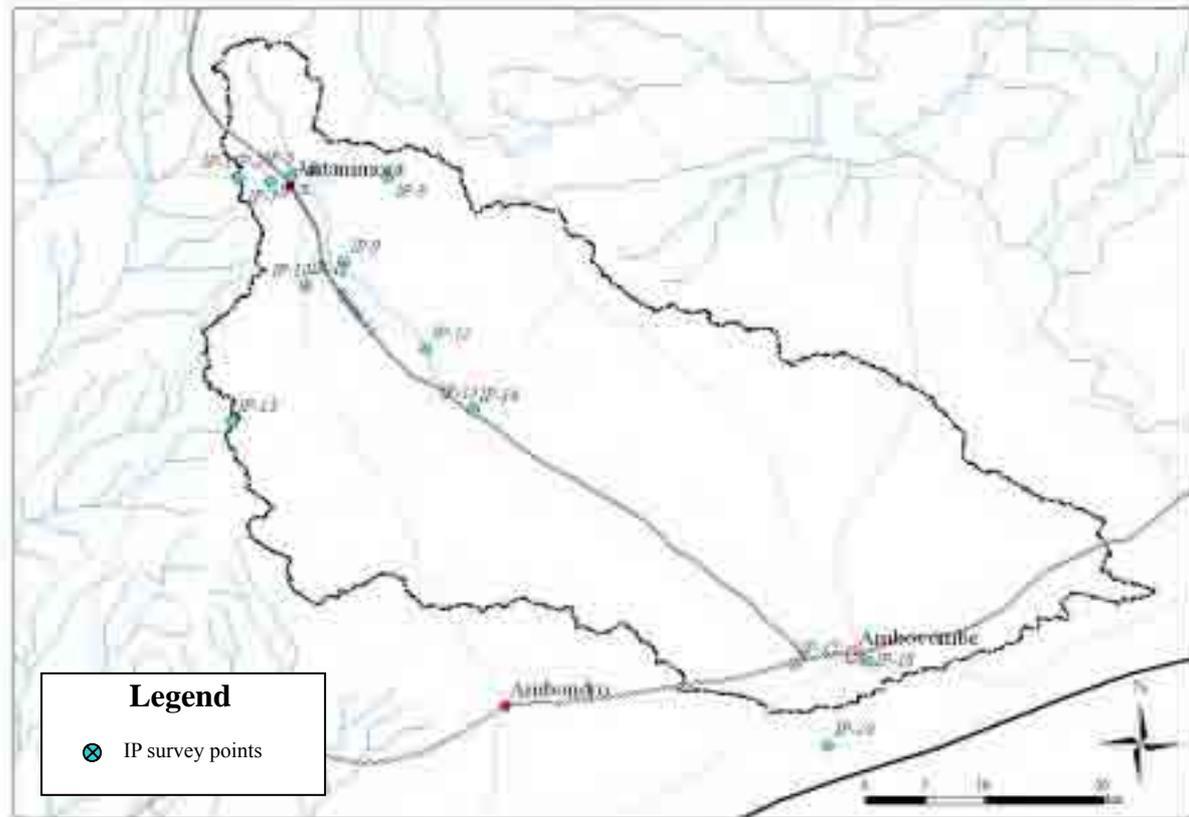


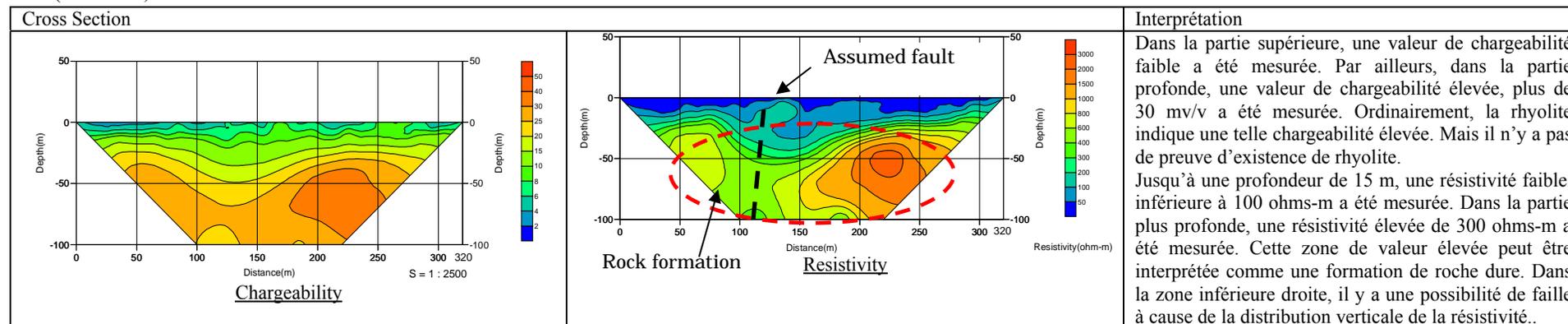
Figure DP2.2.3-3 Carte de localisation des points de l'étude IP

(3) Interprétation des données de mesure

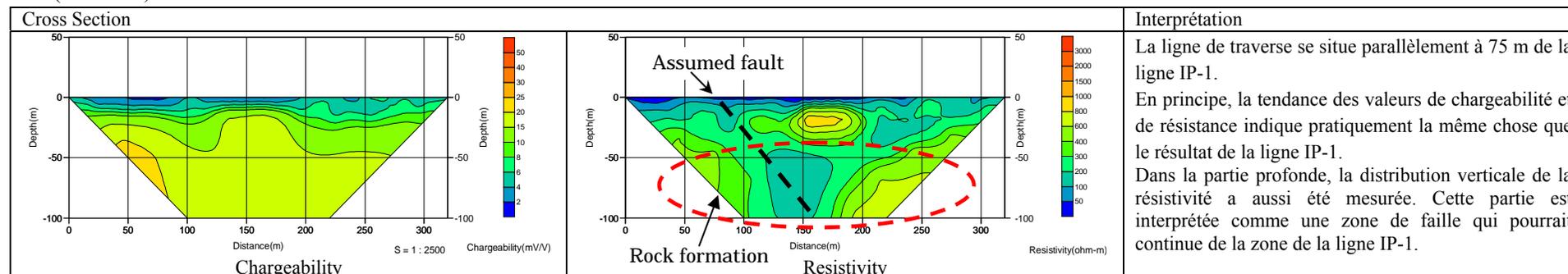
La chargeabilité et la résistivité mesurées sont traitées et représentées sur une carte de section isopotentielle. Le Tableau DP2.2.3-2 donne les résultats de l'interprétation pour tous les points mesurés.

Tableau DP2.2.3-2 Résultats de l'interprétation de l'étude IP

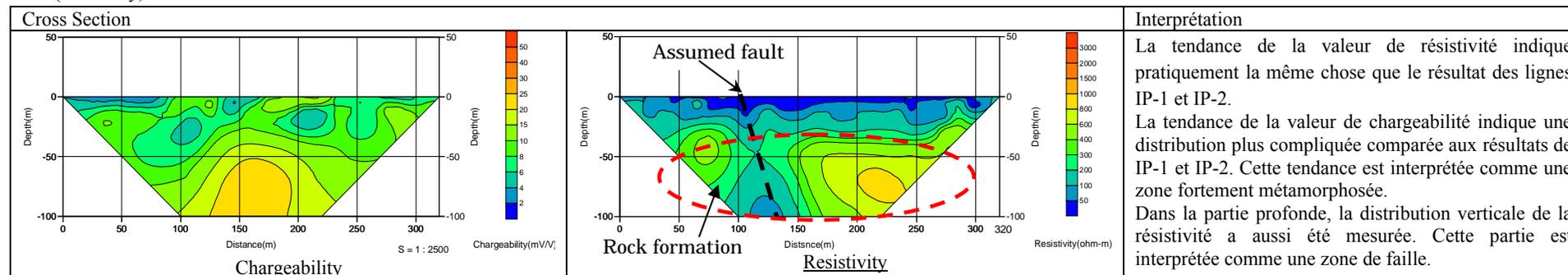
IP-1 (Laliamaena)



IP-2 (Laliamaena)



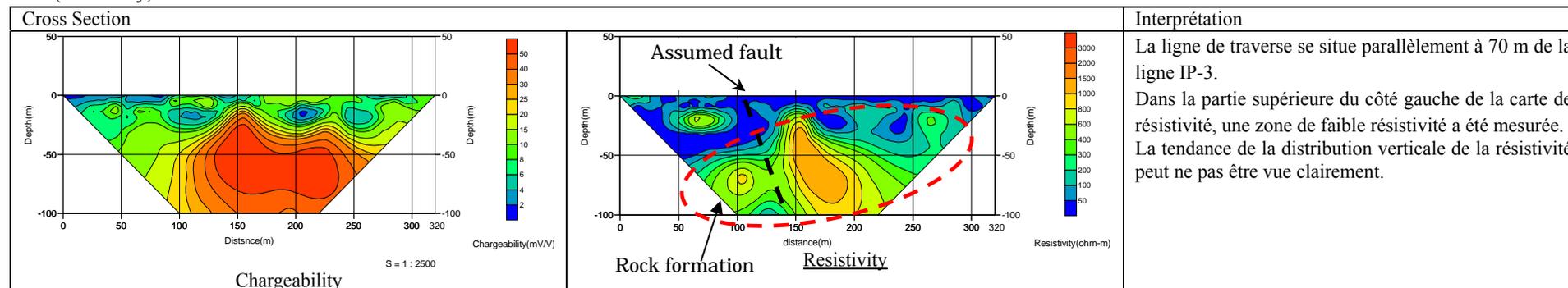
IP-3 (Andaboly)



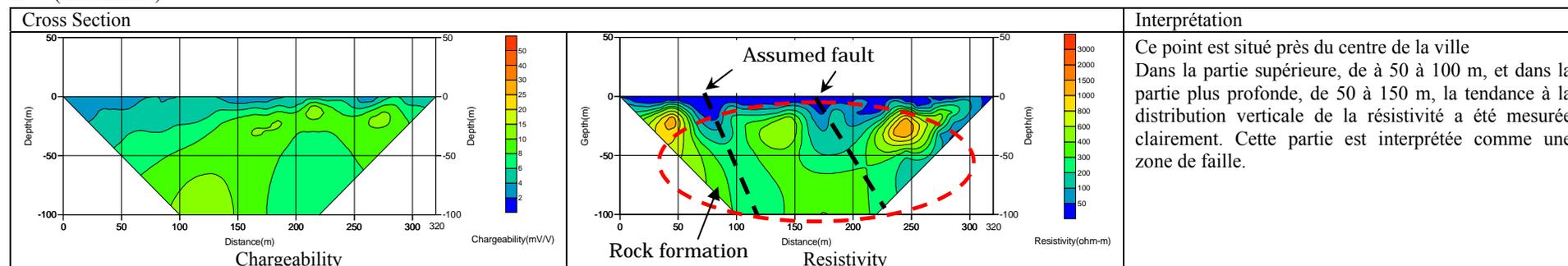
DP2.2-18

Tableau DP2.2.3-2 Result of interpretation for IP survey (continued)

IP-4 (Andaboly)



IP-5 (Antanimora)



IP-6 (Ankilyfaly)

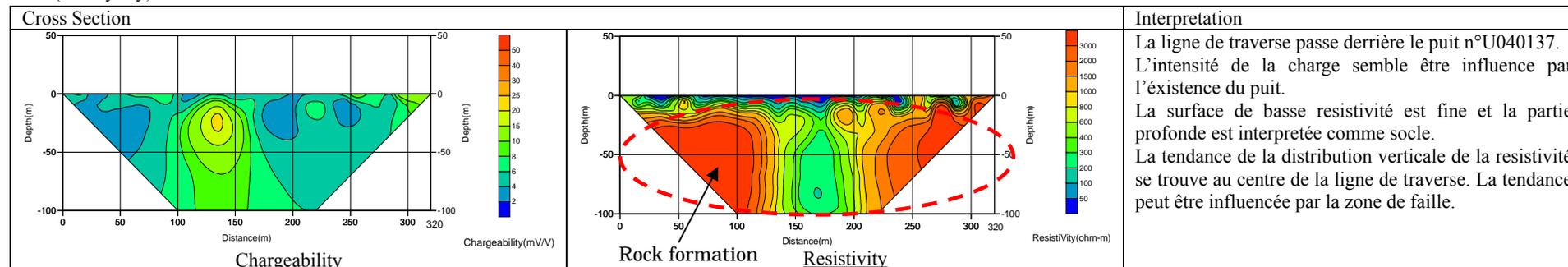
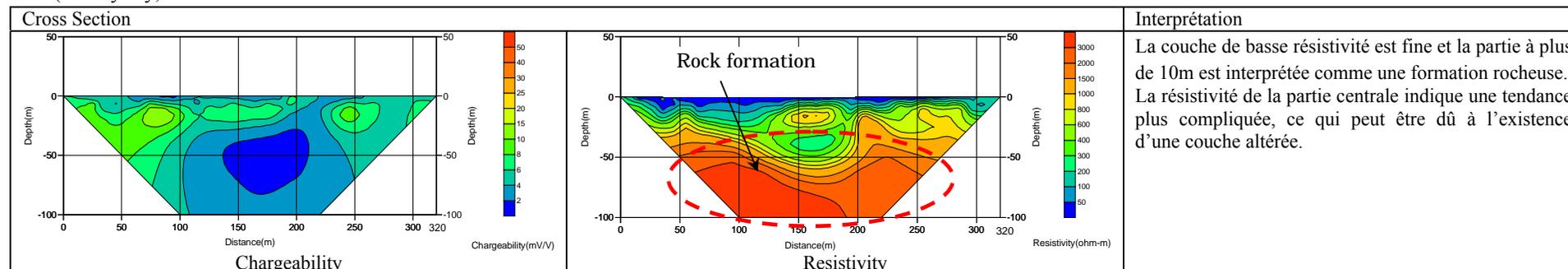
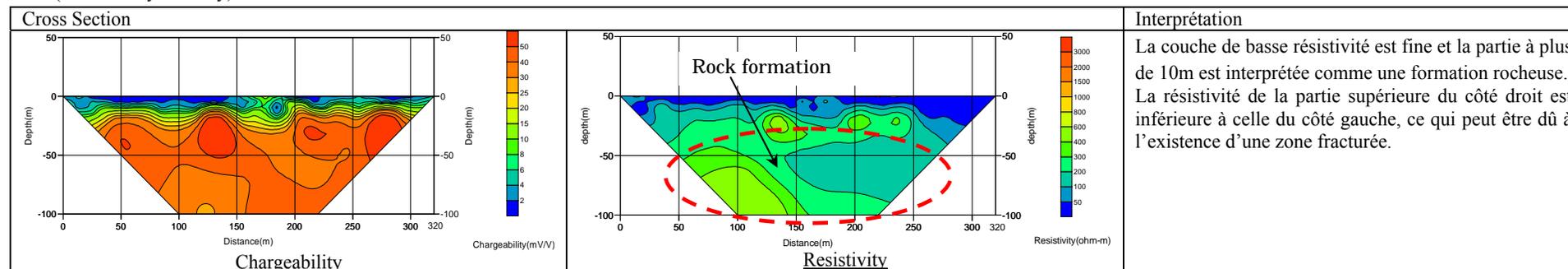


Tableau DP2.2.3-2 Result of interpretation for IP survey (continued)

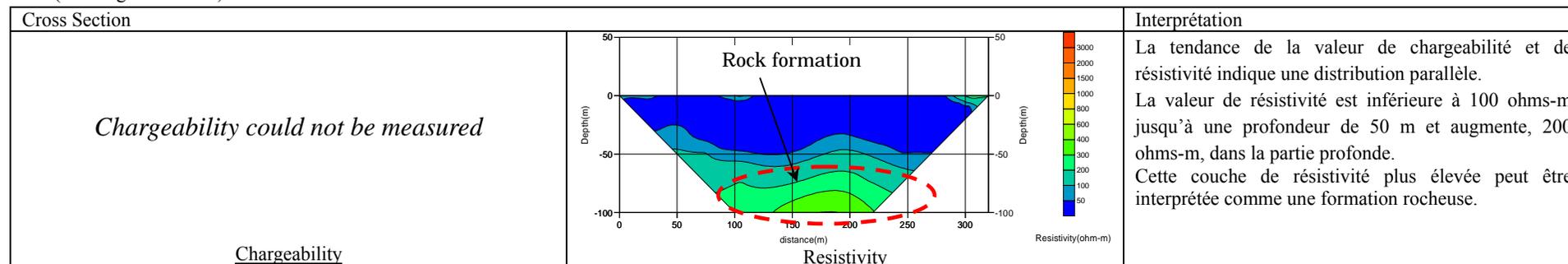
IP-7 (Ankilyfaly)



IP-8 (Analamaiky-Andoby)



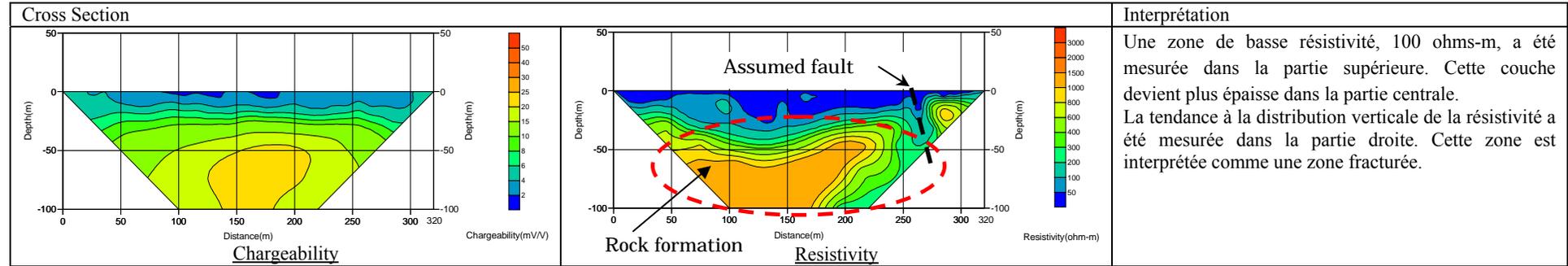
IP-9 (Bemanga-Marolava)



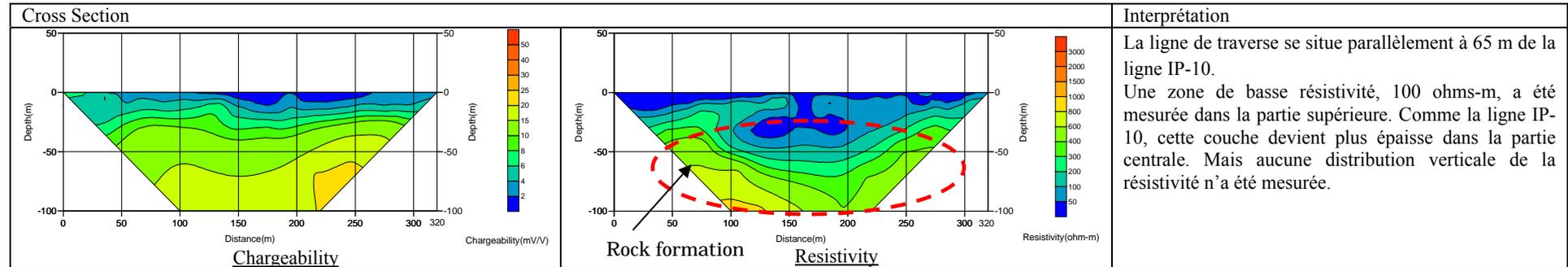
DP2.2-20

Tableau DP2.2.3-2 Result of interpretation for IP survey (continued)

IP-10 (Marolava)



IP-11 (Marolava)



IP-12 (Manave)

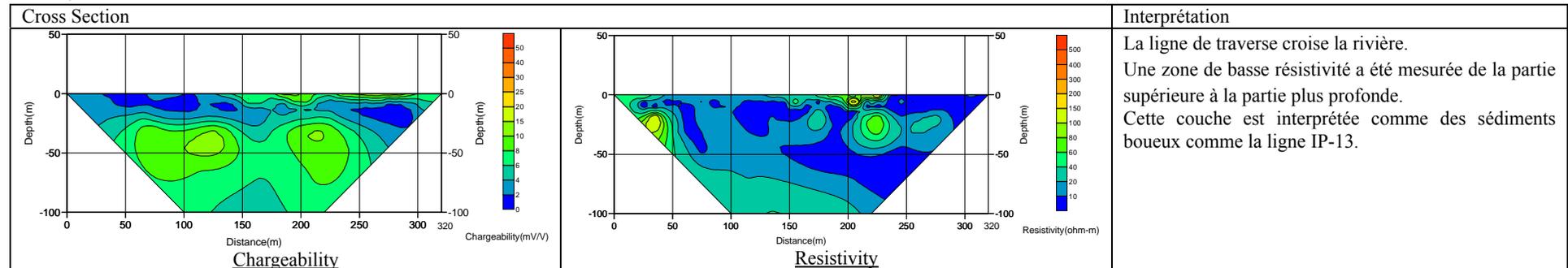
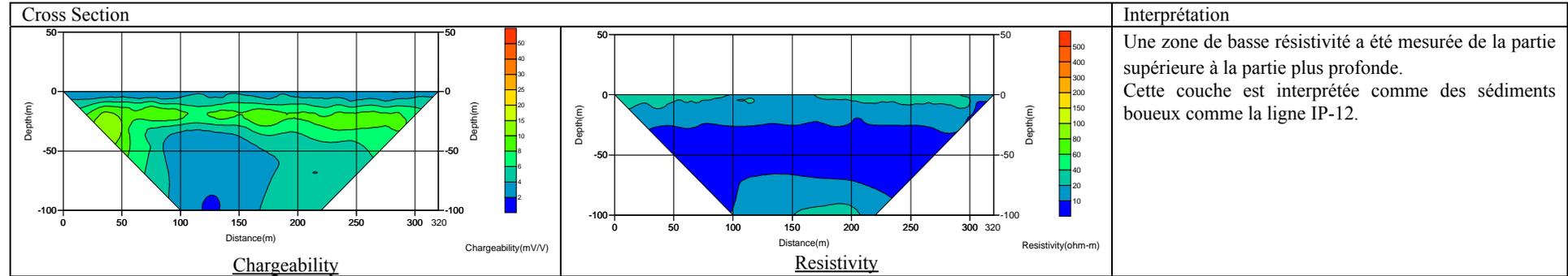
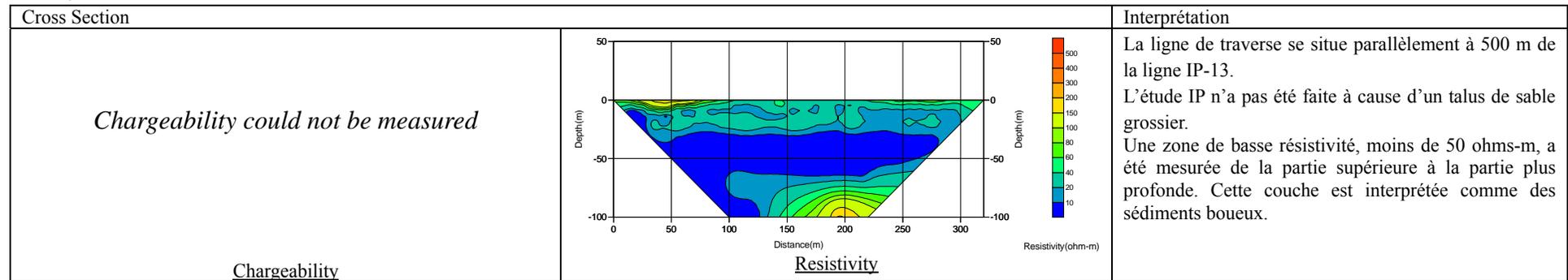


Tableau DP2.2.3-2 Result of interpretation for IP survey (continued)

IP-13 (Sanamaro)



IP-14 (Sanamaro)



IP-15 (Androtsy)

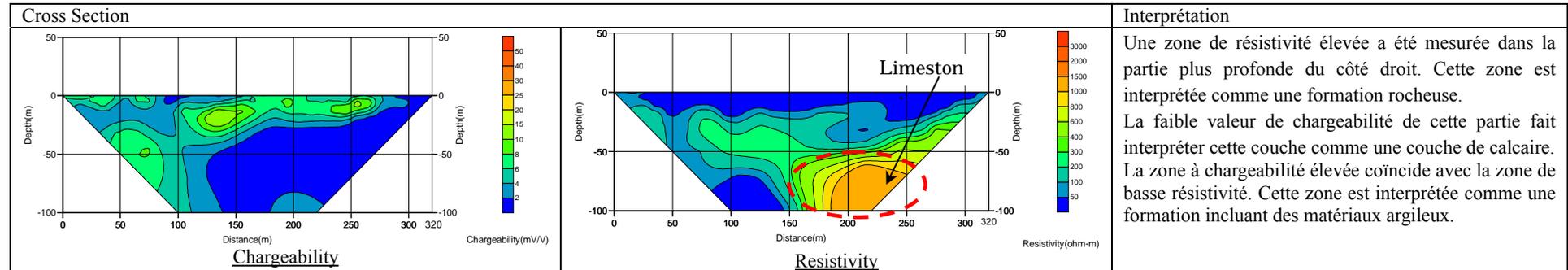
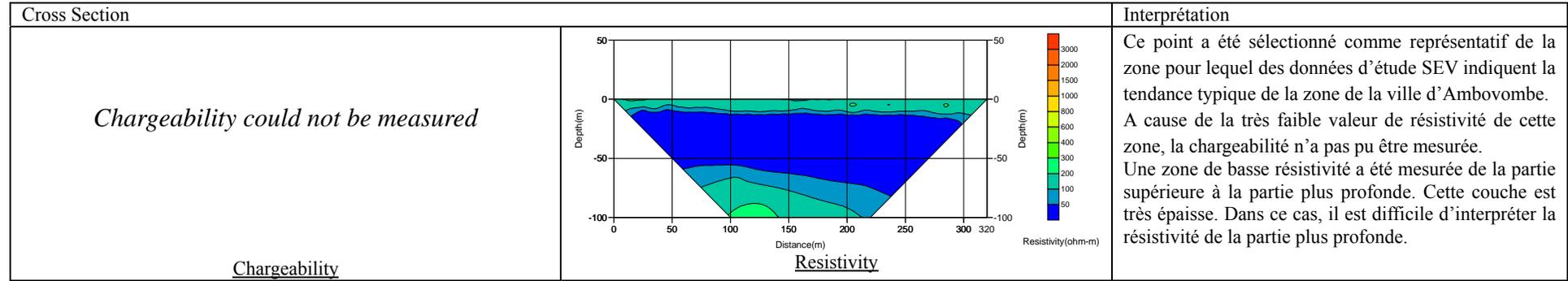
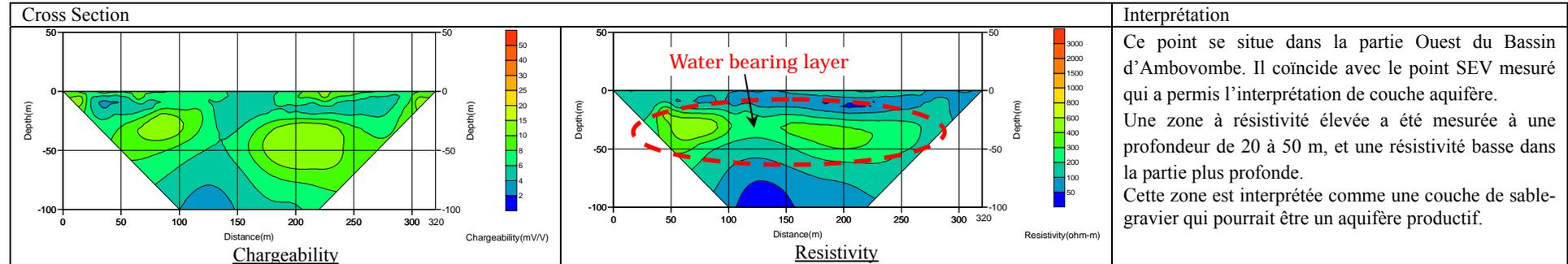


Tableau DP2.2.3-2 Result of interpretation for IP survey (continued)

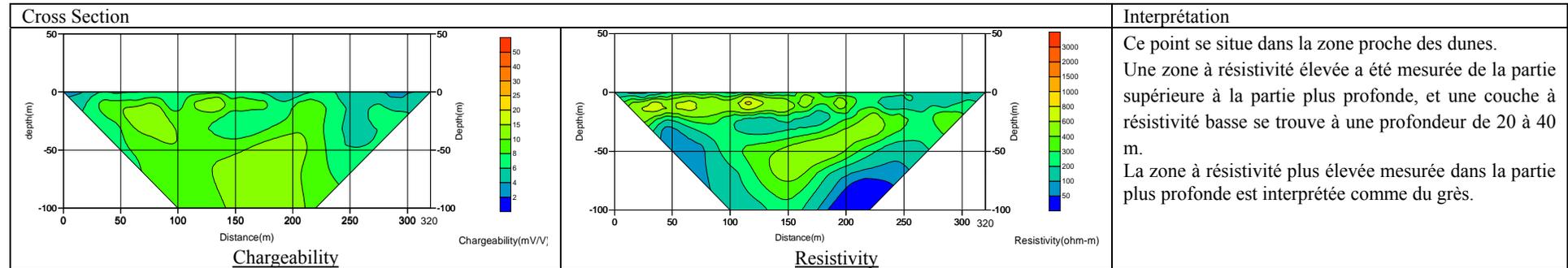
IP-16 (Ambovombe)



IP-17 (Ambovombe)



IP-18 (Ambovombe)



DP2.2.4 Etude TEM

(1) Méthodologie

Cette méthode mesure la résistivité de la couche de subsurface. Quand un potentiel électrique est appliqué à la surface du sol, un champ électromagnétique est formé autour du courant. Par la suite, ce courant est coupé, et la tendance de l'atténuation du champ électromagnétique produit varie selon la résistivité de la couche. Si la période de mesure de l'atténuation du champ électromagnétique devient longue, les données indiquent les informations de la couche de subsurface plus profonde.

Cette méthode n'est pas affectée par la topographie ou la structure de la surface et est sensible aux changements de résistivité.

La Figure DP2.2.4-1 indique l'arrangement typique pour l'étude TEM et le Tableau DP2.2.4-1 la liste des équipements utilisés pour cette étude.

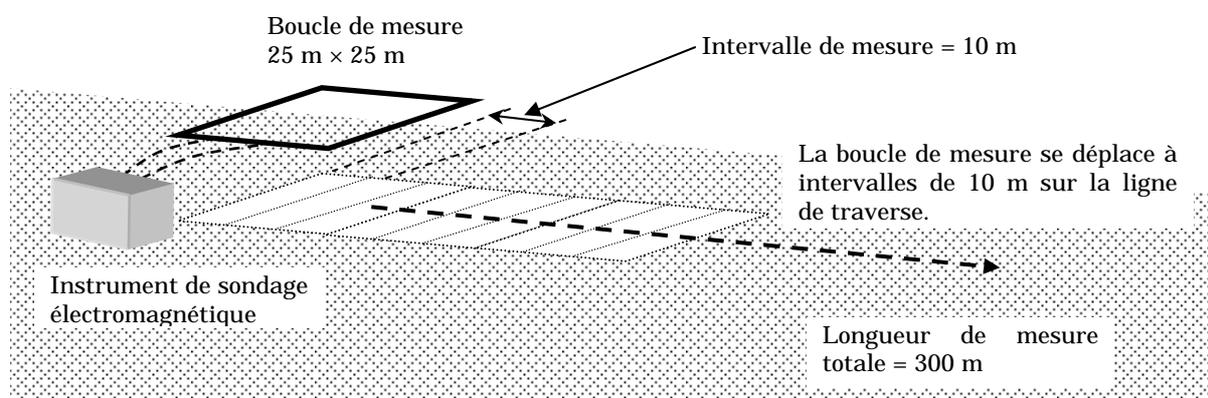


Figure DP2.2.4-1 Arrangement typique pour l'étude TEM

Tableau DP2.2.4-1 Liste des équipements pour l'étude TEM

Equipement	Type	Produit	Spécifications		Quantité
Instrument de sondage électromagnétique	TEM-FAST 48HP		Courant de sortie	: 1 A (Max.)	1
			Longueur de boucle	: 25 m x 25 m	
			Temps d'attente	: 2,5 min	
Batterie			12 V, 12 A		1
Câble électrique			Dia. 0,75 mm		100m

La longueur de la boucle est en principe réglée à 25 m. Mais aux espaces restreints, des modifications de la boucle sont appliquées. Cette étude est introduite pour comprendre la distribution des zones altérées ou fracturées dans la zone d'étude. La profondeur d'exploration est réglée à 100 m.

(2) Points de mesure

Trente-deux (32) points au total ont été sélectionnés dans la zone d'étude. La Figure DP2.2.4-2 indique la carte de localisation des points étudiés. La longueur de la ligne de traverse pour un point mesurée est réglée à 300 m.

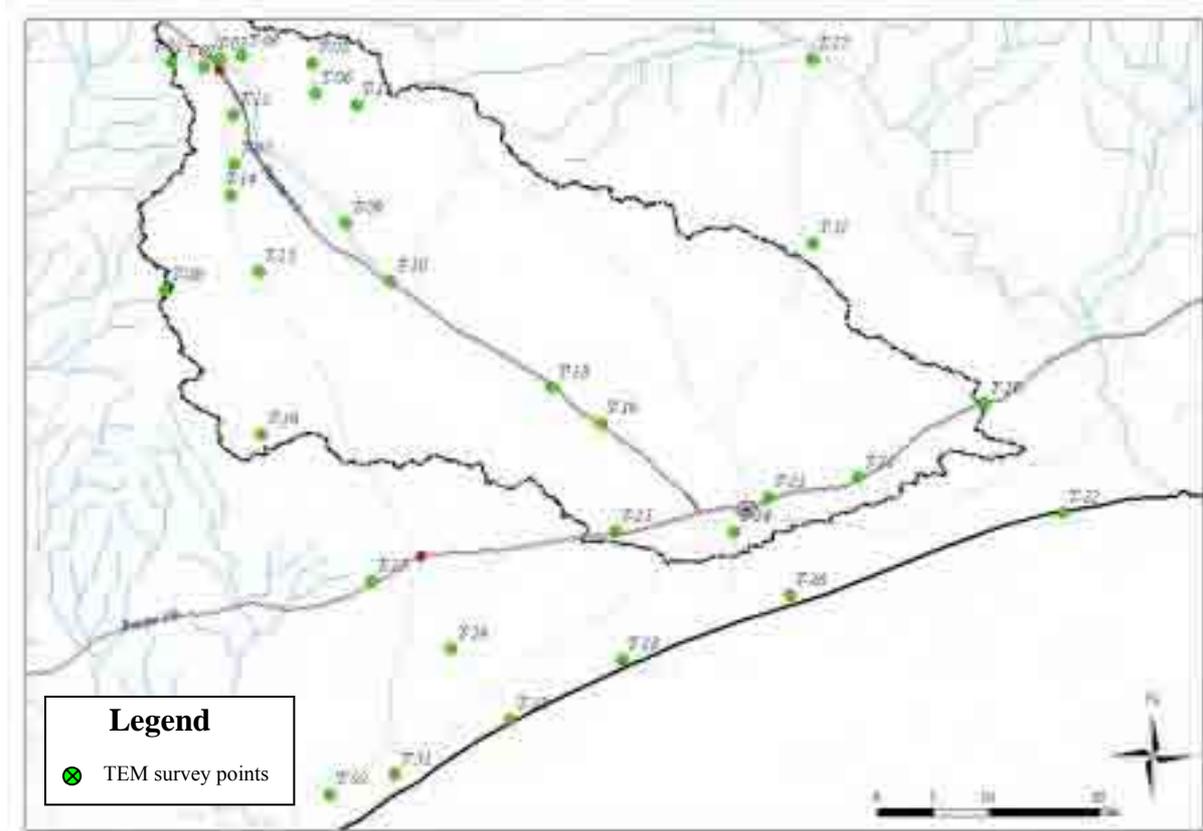


Figure DP2.2.4-2 Carte de localisation des points de l'étude TEM

(3) Interprétation des données de mesure

Le Tableau DP2.2.4-2 donne les résultats de l'interprétation des données de mesure.

Tableau DP2.2.4-2 Résultats de l'interprétation de l'étude TEM

Interpretation	Resistivity cross section
<p>T-1 (W-159) Analalava A cause de la polarisation, la résistivité au-dessous de 20 m a été mesurée au-dessous de zéro. 20 m et au-dessus a été analysé. La couche de surface avait seulement 1 m et au-dessous s'étend le socle. Comme la profondeur était faible, l'analyse ne pouvait pas être claire, mais la faible résistivité à 12-15 m et 25-29 m comparée à la couche environnante semble indiquer des effets de failles.</p>	<p>The resistivity cross-section for T-1 (W-159) Analalava shows a resistivity curve at the top and a corresponding color-coded cross-section below. The cross-section displays a fault zone between approximately 12-15 m and 25-29 m depth, indicated by dashed lines and arrows labeled 'Fault'.</p>
<p>T-2 (W-160) Antanimora Andaboly La couche de faible résistivité semble être de 2 à 5 m. Le socle semble être au-dessous, et s'étend du point de départ à environ 9 m. La faible résistivité, qui va de 16 m au point final de 60-70 m, comparée au centre peut s'interpréter comme le développement de fissures.</p>	<p>The resistivity cross-section for T-2 (W-160) Antanimora Andaboly shows a resistivity curve at the top and a corresponding color-coded cross-section below. The cross-section displays a fault zone between approximately 2-5 m and 16-70 m depth.</p>

Tableau DP2.2.4-2 Result of interpretation for TEM survey (continued)

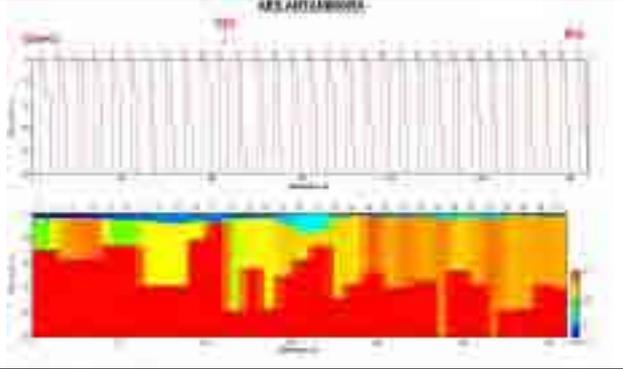
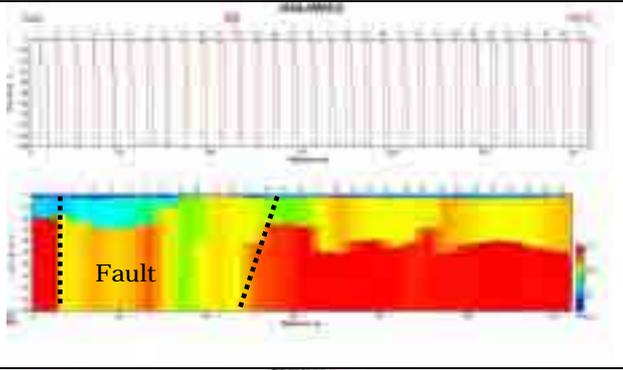
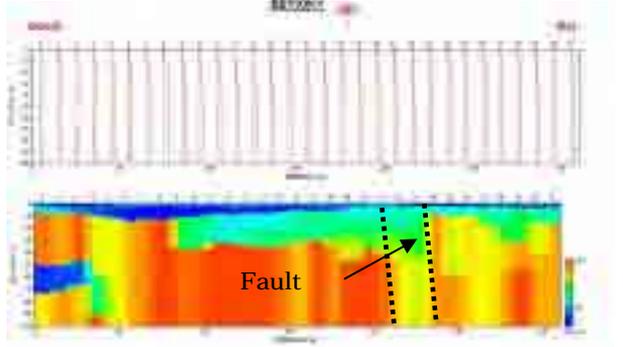
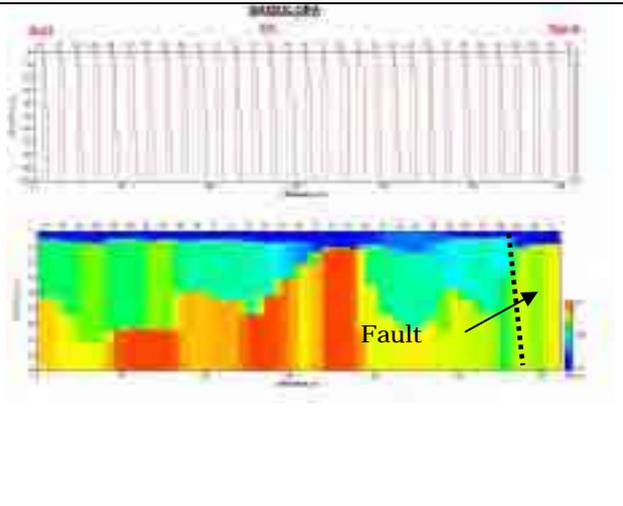
Interpretation	Resistivity cross section
<p>T-3 (W161) AES Antanimora Une boucle de 10 m a été appliquée à cause de la limitation de la zone d'étude. le socle s'interprète à partir de 2 à 4 m. La différence de résistivité est influencée par le degré de patination.</p>	
<p>T-4 (W162) Ankilifaly A cause de la polarisation sur le lieu, la résistivité n'a pas été mesurée.</p>	
<p>T-5 (W163) Analamakika (loop length; 25m×25m) Une couche de faible résistivité, moins de 10 (ohm-m), couvre le secteur. L'épaisseur est estimée environ de 1à 2m en profondeur. A gauche, sous la couche de faible résistivité, une de haute résistivité, 100-200 (ohm-m) existe jusqu'au plus profond. D'autre part, du coté droit une couche de haute résistivité, 100 à 300 (ohm-m) existe également sous une couche de basse résistivité Au milieu, aucune haute résistivité n'a pu être mesurée, cette partie est interprétée comme zone de faille</p>	
<p>T-6 (W164) Betioky Couche de faible résistivité, moins de 1, (ohm-m), répartie depuis la surface jusqu'au profondeur de 2 à 10m. le socle est réparti sous la couche supérieure. La résistivité de ce socle est plutôt basse par rapport à celle mesurée dans l'autre point. Couche de faible résistivité répartie dans coté gauche est influencée par une zone patinée. Couche de faible résistivité, 30-50 (ohm-m), répartie dans le coté droit est influencée par une zone faillée.</p>	
<p>T-7 (W165) Namolora La couche à faible résistivité de 50 ohms-m se trouve à une profondeur d'environ 5 m des deux côtés de la ligne de traverse, et à 10 m au centre. Aux extrémités des deux côtés, des couches de 100 à 200 ohms-m à environ 60 m, et au-dessous une couche de haute résistivité de 500 ohms-m ont été mesurées. Dans la zone centrale, une couche de haute résistivité mesurée à 500 ohms-m se situe directement au-dessous de la couche de basse résistivité en surface. La résistivité de 100 à 200 ohms-m mesurée à environ 280 m du point de départ jusqu'en profondeur est interprétée comme les effets d'une zone de failles.</p>	

Tableau DP2.2.4-2 Result of interpretation for TEM survey (continued)

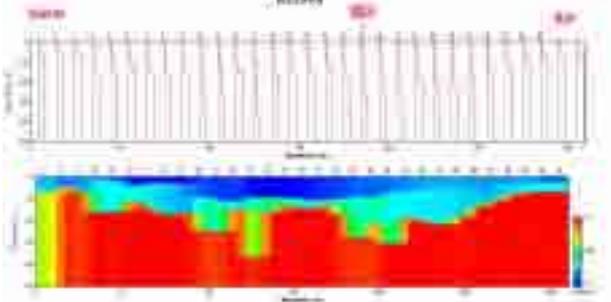
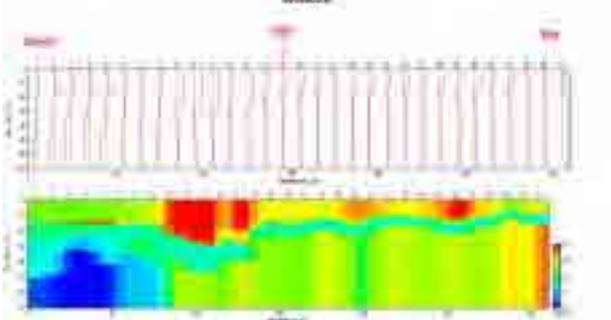
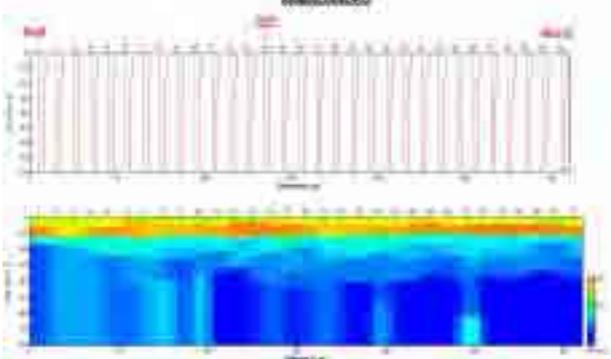
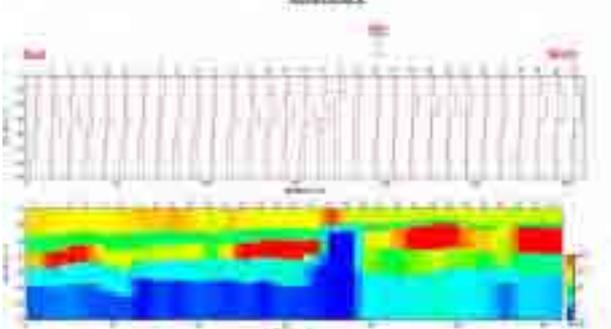
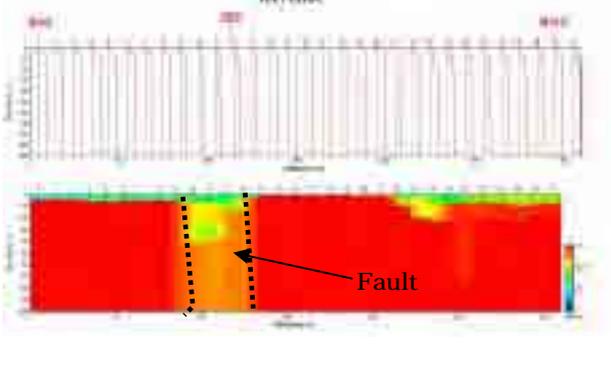
Interpretation	Resistivity cross section
<p>T-8 (W166) Bevotsy Couche de faible résistivité, 10-20 (ohm-m) répartie en surface. L'épaisseur de la couche est large au centre de la ligne de traverse. Couche de haute résistivité, 100-200 (ohm-m) peut être influencée par une zone patinée..</p>	
<p>T-9 (W167) Manave Couche de faible résistivité qui se répartie du coté gauche de 40m de profondeur et est interprétée comme sédiments boueux. Autre couche interprétée comme sédiment de sable et de haute résistivité, 1000 (ohm-m) est interprétée comme conglomérat.</p>	
<p>T-10 (W168) Ambaliandoro (loop length; 12m×12m) Une couche de basse résistivité, moins de 30 ohms-m, existe du haut en bas. La structure horizontale a été mesurée et aucune zone de déformation n'a été remarquée. La résistivité change de 20 à 30 ohms-m dans la partie supérieure à 5 ohms-m dans la partie profonde.</p>	
<p>T-11 (W169) Antetikafo La résistivité varie de 10 à 500 (ohm-m) à partir de la surface. Au plus profond, est répartie une couche de faible résistivité, moins de 10 (ohm-m). Une couche de haute résistivité, 500 (ohm-m), est interprétée comme sablo graveleuse.</p>	
<p>T-12 (W170) Antsira Aux deux extrémités de la ligne de traverse se trouve la couche de surface jusqu'à 5 m de 10 à 50 ohms-m, et au-dessous de cette couche une couche de haute résistivité mesurant plus de 500 ohms-m au point le plus profond. Dans la zone centrale, des affleurements sont visibles. 9-13 m à partir du point de départ a une résistivité relativement basse comparée aux environs, ce qui peut être interprété comme une différence due au développement de fissures ou comme les effets d'une zone de failles.</p>	

Tableau DP2.2.4-2 Result of interpretation for TEM survey (continued)

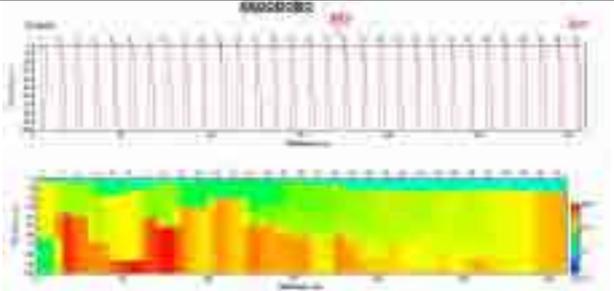
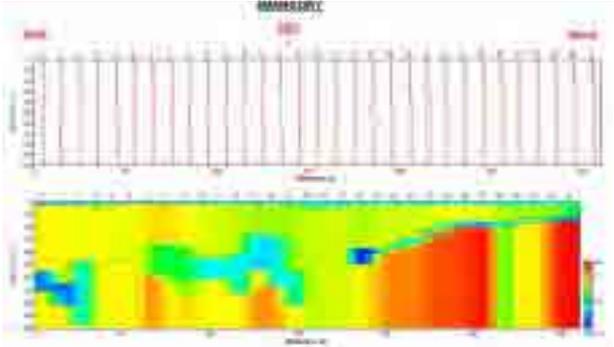
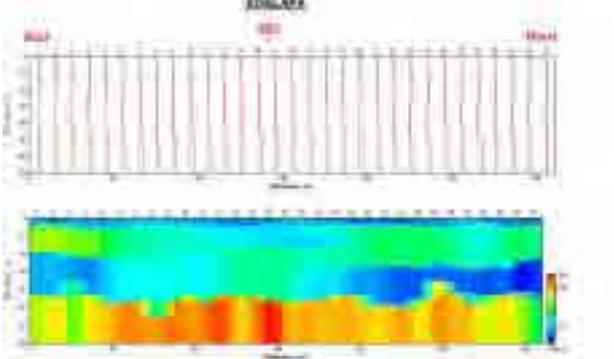
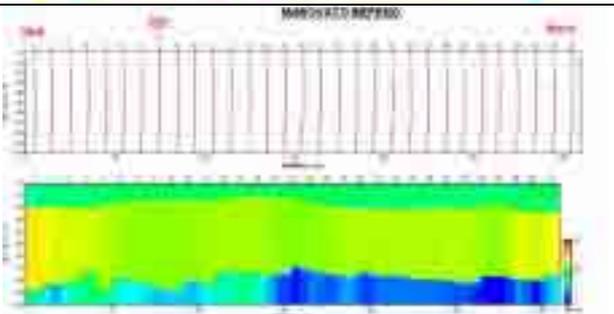
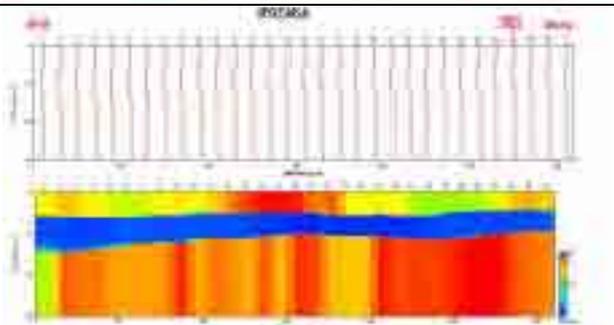
Interpretation	Resistivity cross section
<p>T-13 (W171) Angodobo Les couches de faible résistivité dont l'épaisseur est de 2m à 14m sont comme couche de surface. La partie plus basse est interprétée comme couche rocheuse. La couche médiane semble hautement patinée.</p>	
<p>T-14 (W172) Imangory Un longueur bouclé de 12 m a été appliqué à cause de la limitation de la zone à étudier. Du coté sud, de la boue épaisse ou des sédiments sableux sont repartis. La partie profonde est interprétée comme socle et sa profondeur est de 15 à 80m</p>	
<p>T-15 (W173) Soalapa Une longueur bouclé de 12m a été appliqué à cause de la limitation de la zone à étudier.</p>	
<p>T-16 (W174) Marovato Befeno Une structure de sous-couche parallèle. Du coté droit, répartition de couche de faible résistivité dont la profondeur dépasse les 80m. Du coté sud, résistivité des couche plutôt faible et repartie.</p>	
<p>T-17 (W175) Entrée Ifotaka Couche de très basse résistivité, 2(ohm-m), repartie entre la surface et la couche profonde de faible résistivité. Cette couche de faible résistivité est interprétée comme sédiment boueux emportée par des courants fluviaux.</p>	

Tableau DP2.2.4-2 Result of interpretation for TEM survey (continued)

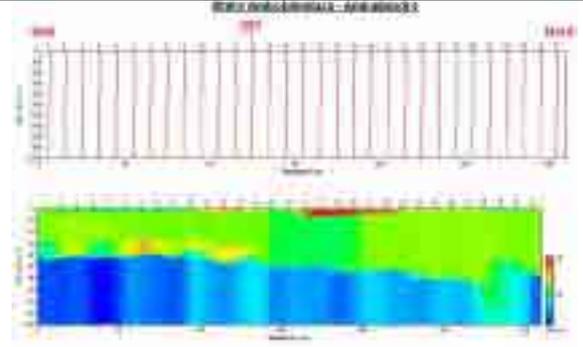
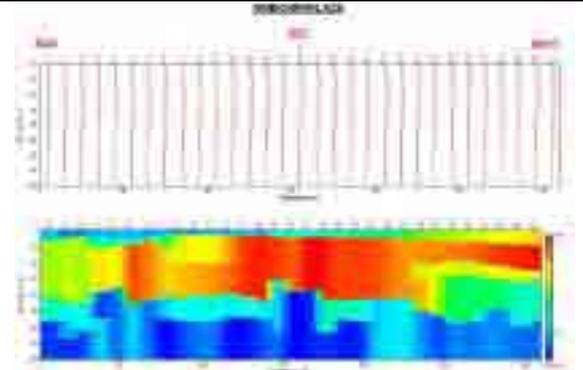
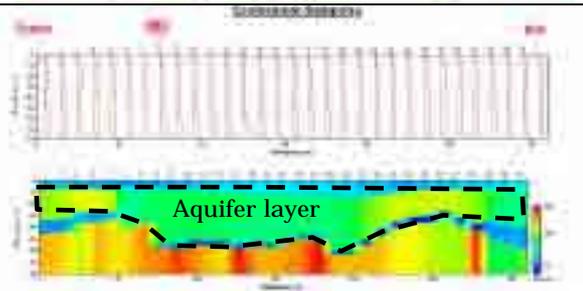
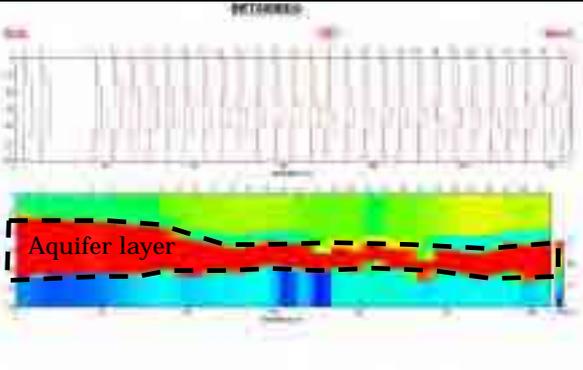
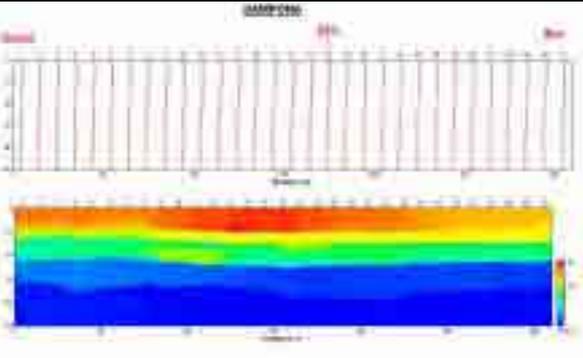
Interpretation	Resistivity cross section
<p>T-18 (W176) Entre Ambohimalaza et Ambaliandro Faire résistivité de 100 ohms-m mesurée dans toute la zone. Sédiments pélitiques jusqu'à la couche profonde.</p>	
<p>T-19 (W177) Ambohimalaza Il y a une couche mesurant environ 100 ohms-m à 10-40 m de profondeur, qui peut être interprétée comme une couche de sable ou gravier. Dessous se trouve une couche d'argile (aquiclude) de 10 ohms-m, signifiant la possibilité d'un aquifère.</p>	
<p>T-20 (W178) Crois Sampona Couche de basse résistivité, 10(ohm-m) répartie dans la profondeur de 40 à 50 m. l'épaisseur de cette couche est de 10m environ. Une SEV précédente indique la possibilité d'une couche aquifère en ce point De ce fait, la couche de faible résistivité sur la partie supérieure est interprétée comme couche aquifère.</p>	
<p>T-21 (W179) Betsimeda Une couche de haute résistivité se trouve à 12-44 m de profondeur au point de départ, 22-34 m au point central et 24-44 m au point final. Dessous se trouve peut-être une couche d'argile mesurant 10 ohms-m, signifiant une forte possibilité d'aquifère.</p>	
<p>T-22 (W180) Sampona Virtuellement une structure parallèle. La couche de surface mesure 40 ohms-m, et la résistivité baisse graduellement en allant en profondeur. La couche au-dessous de 22 m mesure 5 ohms-m et plus bas, il y a sans doute les effets de l'eau salée.</p>	

Tableau DP2.2.4-2 Result of interpretation for TEM survey (continued)

Interpretation	Resistivity cross section
<p>T-23 (W181) Mangarivotra Une couche de faible résistivité repartie jusqu'à une profondeur de 7à8m. Couche de haute résistivité, d'épaisseur de 20m, apparaît et une de faible résistivité, d'épaisseur de 20m apparaît de nouveau. Enfin une couche de haute résistivité apparaît au plus profond. Un résultat de SEV précédente indique la partie plus profonde que 119m est une couche imperméable. Donc, la couche profonde de haute résistivité est interprété comme couche aquifère.</p>	
<p>T-24 (W182) Mahavelona Les couches se divisent clairement en deux à 10 m de profondeur au point de départ, et à 17 m de profondeur au point final. La couche supérieure a 100-200 ohms-m, ce qui peut être interprété comme une couche de sable ou de grès. La couche inférieure indique une faible résistivité au-dessous de 5 ohms-m, ce qui peut être interprété comme les effets de l'eau salée.</p>	
<p>T-25 (W183) Ambanisarika (loop length; 25m×25m) La structure horizontale a été mesurée. De la partie supérieure, une couche de basse résistivité, moins de 100 ohms-m, existe jusqu'à 4 à 13 m de profondeur. Une couche de résistivité élevée, 300 à 500 ohms-m, existe sous la couche de basse résistivité jusqu'à 50 m de profondeur. Une couche de basse résistivité, moins de 100 ohms-m, réapparaît sous la couche de résistivité élevée. Cette couche de basse résistivité indique la présence d'eau salée ou d'une couche argileuse. En cas de couche argileuse, la couche de résistivité élevée au-dessus est interprétée comme une couche aquifère prometteuse.</p>	
<p>T-26 (W184) Esalo Virtuellement une structure parallèle. La couche de surface a une profondeur de 4 m, et une résistivité élevée de 300 – 400 ohms-m est mesurée entre 4-40 m de profondeur. Ce sont peut-être des grès. La faible résistivité de 10 ohms-m est peut-être due aux effets de l'eau salée.</p>	
<p>T-27 (W185) 4 km à l'Ouest d'Ambondro Une couche mesurant 10-20 ohms-m existe à 40-50 m de profondeur, et dessous on mesure 100-200 ohms-m. Une résistivité extrêmement faible au-dessous de 1-ohm-m est mesurée au point central de la ligne de traverse à 15-19 m de profondeur. Une couche mesurant moins de 1 ohm-m ne peut pas être considérée dans les circonstances normales, et la raison n'est pas claire.</p>	

Tableau DP2.2.4-2 Result of interpretation for TEM survey (continued)

Interpretation	Resistivity cross section
<p>T-28 (W186) Anketa Une tendance de résistivité pareil à celui du T-26. Couche de très basse résistivité, moins de 10 (ohm-m), qui se répartisse depuis la profondeur de 60m et qui peut être influencée par l'intrusion de l'eau de mer</p>	
<p>T-29 (W187) Ambario Cette couche est interprétée comme sable-gravier. Pourtant la résistivité de la couche profonde est de 30 à 50 (ohm) et cette valeur est plutôt élevée pour une couche d'argile imperméable. Une investigation plus poussée est nécessaire afin de conclure cette hypothèse.</p>	
<p>T-30 (W188) Antaritarika Couche de basse résistivité, moins de 10 (ohm-m), répartie en surface jusqu'à une profondeur de 2-3m. Couche de haute résistivité, 200m (ohm-m) est interprétée comme sablo graveleuse. Couche de très basse résistivité, moins de 5 (ohm-m), qui se répartisse depuis la profondeur de 40m et qui peut être influencée par l'intrusion de l'eau de mer.</p>	
<p>T-31 (W189) Ankobabe La couche de faible résistivité mesurant 10 ohms-m au-dessous de 80 m, qui a la même tendance que T-26, est probablement due aux effets de l'eau salée.</p>	
<p>T-32 (W190) Malaindoza Couche de basse résistivité, moins de 100 (ohm-m) répartie dans toute la section. Couche de très basse résistivité, moins de 5 (ohm-m), peut être influencée par l'intrusion de l'eau de mer.</p>	

DP2.2.5 Interprétation Intégral

Tableau DP2.2.5-1 résumé des résultats d'interprétation qui ont été obtenus par les trois types d'études géophysiques.

Tableau DP2.2.5-1 Integrated interpretation of geophysical survey

Area/ lieu	Integrated interpretation/interprétation intégrale
Partie centrale d'Ambovombe ville	La répartition du socle, couche aquifère et couche imperméable est interprétée par les résultats de SEV. La répartition du couche aquifère est également interprétée par étude d'IP et TEM
Partie ouest de la ville d'Ambovombe.	La répartition du socle et la couche aquifère sont interprétés par les résultats d'étude par SEV. Pour celui de la couche aquifère, elle est interprétée par les résultats d'études TEM.
/Partie Est d'Ambovombe	La répartition du socle et la couche aquifère sont interprétés par les résultats d'étude par SEV. Pour celui de la couche aquifère, elle est interprétée par les résultats d'études TEM.
Zone côtière	La répartition du socle, couche aquifère et couche imperméable n'es pas interprétée par les résultats étude SEV etTEM. La faible résistivité est est interprété par les résultats d'étude par SEV etTEM. Cette couche est influencée par l'eau de la mer. Selon le resultat d'étude IP, la couche de grés est interprétée dans la partie profonde.
Partie centrale du bassin d'ambovombe	e sédiment boueux est interprétée par les résultats d'étude par SEV et TEM
Partie nord du bassin d'Ambovombe	La répartition du socle et la couche aquifère sont interprétés par les résultats d'étude par SEV. La répartition des zones de failles et les zones patinées sont interprétée par les résultats d'étude par IP et TEM
limite nord du bassin d'Ambovombe	La répartition du socle est interprétée par les résultats d'étude SEV. La répartition des zones de failles et les zones patinées sont interprétée par les résultats d'étude par IP et TEM

DP2.2.6 Interprétation hydrogéologique de coupe transversale du bassin d'Ambovombe

Figure DP2.2.6-1 montre la carte de localisation des coupes transversales et Figure DP2.2.6-2 montre l'interprétation hydrogéologique de chaque coupe transversale

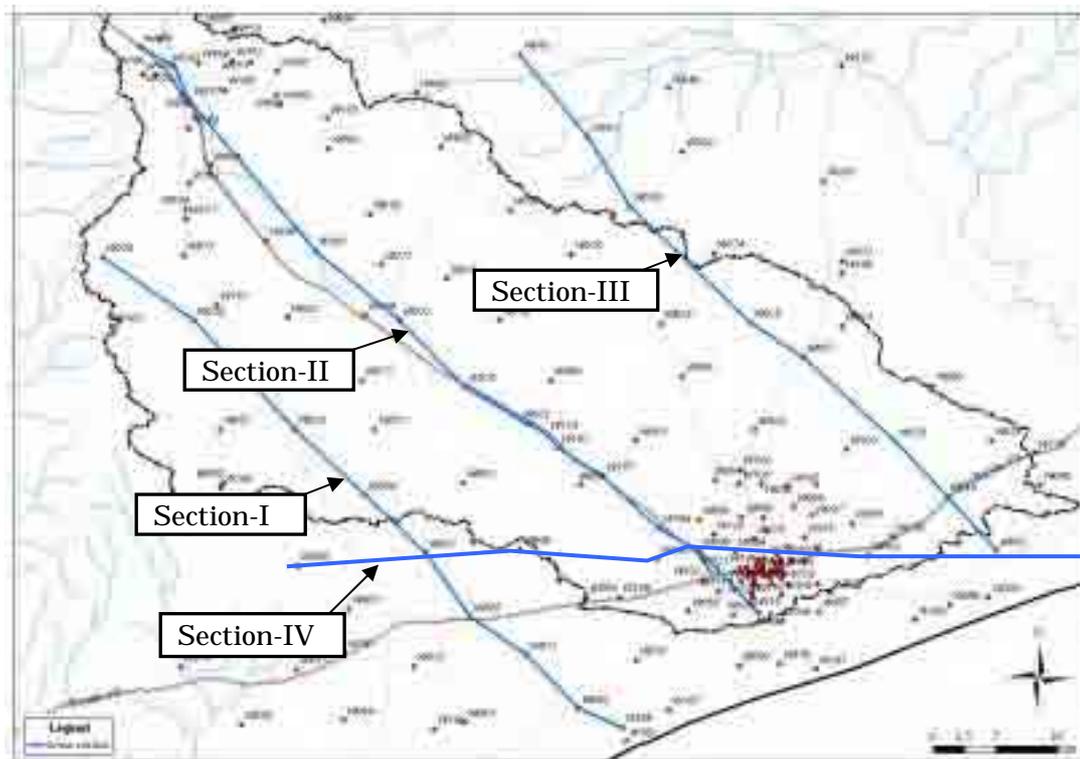


Figure DP2.2.6-1 Localisation de la coupe transversale

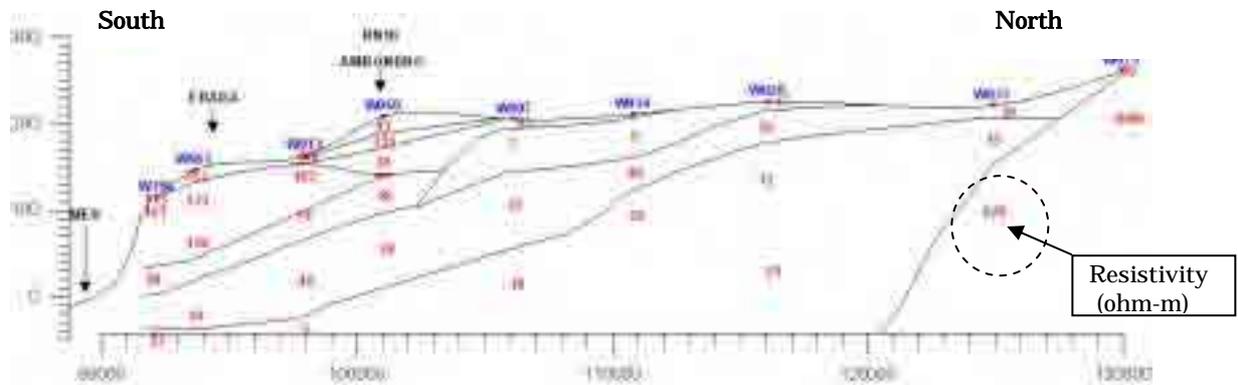


Figure DP2.2.6-2 (a) Coupe transversale

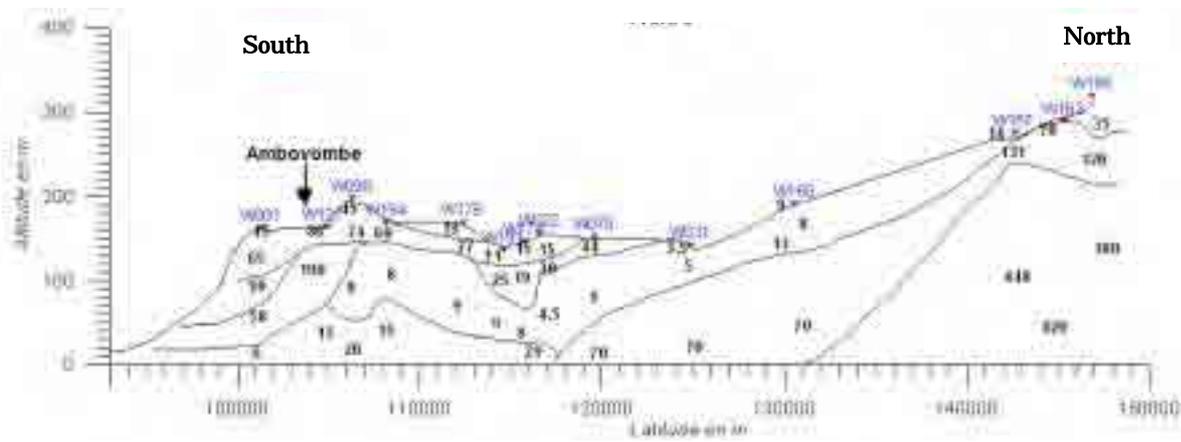


Figure DP2.2.6-2 (b) Coupe transversale II

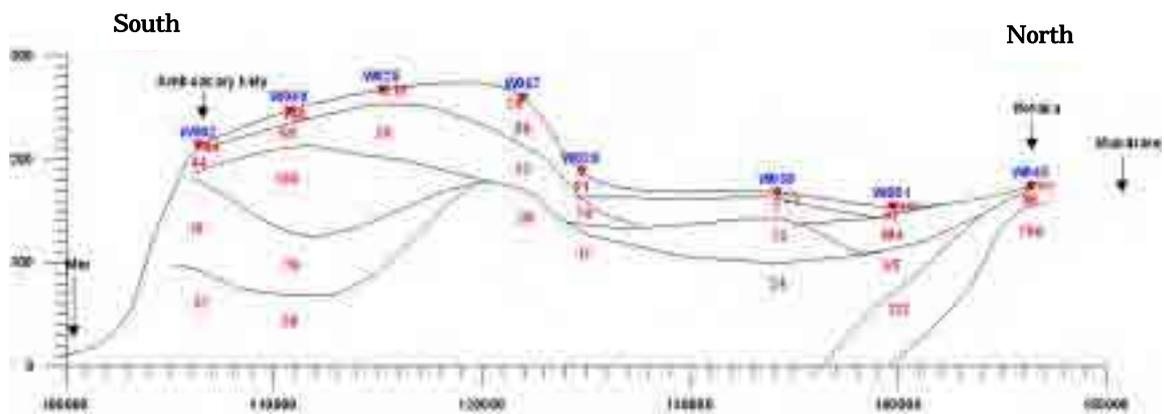


Figure DP2.2.6-2 (c) Coupe transversale III

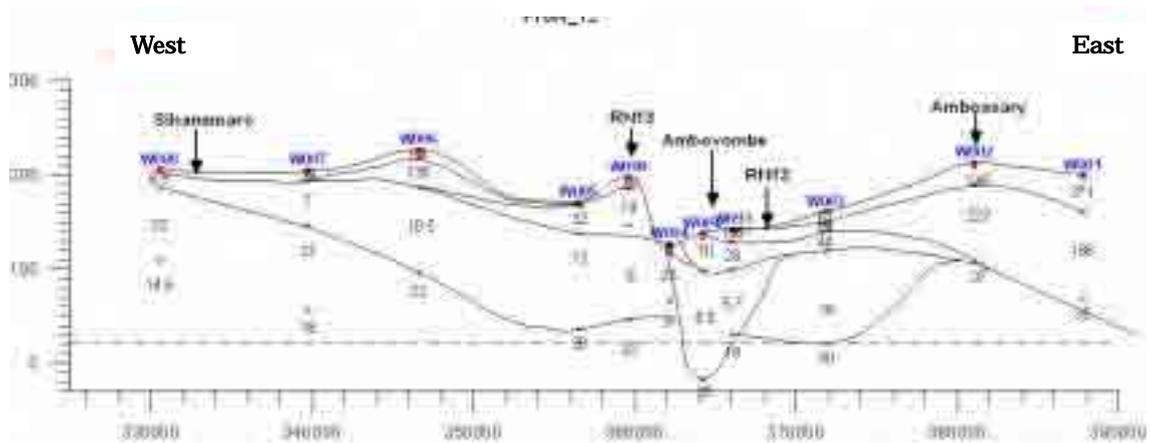


Figure DP2.2.6-2 (d) Coupe transversale IV

Généralement les couches qui ont une haute résistivité, par exemple plus de 200 (ohm-m), représentent le socle hydrogéologique. Par contre, les couches de basse résistivité représentent la formation sédimentaire. Toutefois, c'est plutôt difficile de distinguer exactement la couche d'argile et la couche de sable dans la formation sédimentaire à cause de l'intrusion marine.

DP2.3 Suivi des niveau des eaux souterraines

DP2.3.1 Objectif

Le suivi des niveaux des eaux souterraines est essentiel pour caractériser la distribution de l'eau souterraine dans la zone d'étude. En général, le suivi doit être effectué périodiquement et surtout de confirmer la corrélation entre le mouvements des eaux souterraines et la quantité de précipitation.

Dans cette étude, des suivis mensuels et saisonniers ont été exécutés sur des puits existant reconnus lors de l'étude d'inventaires des points d'eau. De plus, les données obtenues de ces suivis peuvent être utilisé pour évaluer la réalimentation de l'eau souterraine.

En plus de ces puits existants sus mentionné, les forages d'essais font parti aussi des suivis mensuels. Et des appareils de mesure automatique de niveau d'eaux souterraines sont installés dans certains puits et forages d'essais.

DP2.3.2 Puits d'observation

(1) Puits d'observation saisonnière

Les puits d'observation saisonnière sont choisis parmi les puits existant dans la zone d'étude. Au début soixante (60) puits ont été sélectionnés pour observer les mouvements des eaux souterraines dans le bassin en général. On considère aussi que les données des suivis peuvent décrire une distribution tri dimensionnelle de l'eau souterraine dans le bassin. En plus de ces (60) puits, dix (10) puits ont été élus comme additionnels pour un abandon probable de ceux sélectionnés premièrement. Finalement soixante dix (70) puits ont été sectionnés pour les suivis saisonniers. Le tableau DP2.3.2-1 montre la liste des puits d'observation saisonnière. La figure DP2.3.2-1 et DP2.3.2-2 montre la carte de localisation des puits d'observation.

(2) Puits d'observation mensuelle

Seize (16) puits d'observation mensuel ont été sélectionnés parmi ceux d'observation saisonnière. Fondamentalement, les puits sont sélectionnés également de l'amont jusqu'en aval du bassin d'Ambovombe afin de tracer chronologiquement la fluctuation des eaux souterraines par rapport à la précipitation. Le tableau DP2.3.2-1 montre aussi la liste des puits d'observation mensuel. La localisation de ces puits est montrée dans la figure DP2.3.2-1 et DP2.3.2-2.

(3) Suivi des essais de forage

En plus des puits existant sus mentionné, le niveau statique des puits et forages d'essais, hormis les puits et forage secs ont été observé. Finalement 16 puits sont sélectionnés pour le suivi mensuel et 5 appareils de mesure automatique de niveau d'eau sont installés dans 5 puits parmi les 16. En plus de ces 5 puits, le forage existant No.604 est aussi sélectionné et équipé d'un appareil de mesure automatique de niveau d'eau pour comparer les caractéristiques de la fluctuation des eaux souterraines par rapport à ceux des essais de forage. Le tableau DP2.3.2-2 montre la liste des puits d'observation. La localisation de ces puits est montrée dans la figure DP2.3.2-3.

DP2.3.3 Résultats des suivis mensuels

(1) Généralités

Le suivi avait été exécuté mensuellement à partir du mois de mai 2005 à juillet 2006. Le suivi a été effectué par un expert local de l'AES Ambovombe et c'est la bonne opportunité pour le transfert de technologie par l'Equipe d'étude de la JICA.

Tableau DP2.3.2-1 Liste des puits d'observation

Puits No.	Altitude (m)	profondeur (GL-m)	Niveau statique (GL-m)	CE (mS/m)	Consommation d'eau (Lit/jour)	Puits No.	Altitude (m)	Profondeur (GL-m)	Niveau statique (GL-m)	CE (mS/m)	Consommation d'eau (Lit/jour)
Zone Ambovombe (29 Puits)						Zone Antanimora (25 Puits)					
1	143,7	19,4	17,9	580	pas de données	15	174,4	20,5	14,3	394	200
2	136,1	21,0	19,2	172	24.000	16	198,6	67,9	22,4	170	1.000
3	135,9	28,2	16,9	1.010	pas de données	17	267,1	36,7	2,7	180	1.000
7	130,1	13,5	12,6	255	900	20	286,5	77,1	4,8	140	13.000
8	134,1	12,8	11,1	199	2.000	22	296,8	23,3	6,6	340	300
10	140,8	14,2	13,8	137	800	26	250,4	41,9	8,6	60	1.300
122	132,5	23,1	17,6	1.420	800	29	262,9	24,8	2,3	333	2.000
123	133,8	14,7	13,2	159	2.000	34	227,7	15,8	2,8	49	800
124	134,5	14,4	13,4	189	2.000	42	285,3	29,8	17,4	102	2.300
134	136,2	26,0	22,3	197	pas utilisé	86	158,5	17,0	4,6	678	pas de données
168	135,8	10,9	10,5	161	1.200	88	293,5	12,2	1,0	262	300
272	140,0	11,1	10,5	142	1.600	97	297	14,1	3,5	306	300
273	137,9	12,6	12,4	563	pas de données	98	325	17,6	5,3	58	1.300
275	136,7	14,4	14,2	229	800	102	235,3	35,9	13,0	15	pas de données
276	139,8	16,9	15,7	440	800	103	255,4	34,6	9,7	114	400
277	154,9	25,2	24,8	362	1.000	125	248,4	53,2	15,8	200	1.000
278	138,6	12,8	11,8	183	400	128	208,5	47,8	23,4	556	2.000
283	132,9	7,8	7,4	641	1.000	131	212,3	45,4	28,3	697	800
284	129,8	8,3	7,9	219	600	140	305	15,7	4,3	64	800
285	133,0	11,7	11,7	152	2.000	143	297,5	24,2	8,1	164	2.000
292	137,9	13,0	12,3	394	1.000	148	242	20,3	5,3	235	600
500	135,1	18,6	18,5	107	800	151	195,5	29,5	4,6	803	1.300
505	137,5	13,7	12,8	669	600	152	173	41,9	25,2	487	pas utilise
510	135,8	14,7	14,4	61	300	161	216,3	38,6	14,7	171	2.000
514	130,8	13,9	12,9	66	500	606	141,2	14,3		394	pas de données
518	132,9	10,8	10,1	318	2.000	Littoral (3 Puits)					
547	142,3	13,0	12,9	1.019	800	165	12,7	-	6,0	997	
604	150,5	129,8	76,2	730	pas utilisé	231	52,6	13,0		-	200
605	150,5	18,4	17,6	171	pas utilisé	237	52,6	7,3	5,8	1.340	1.000
Zone Ambondro (13 Puits)											
202	221,0	12,1	10,1	439	150						
203	215,2	9,3	3,1	161	4.000						
206	218,0	9,2	2,2	207	pas de données						
222	210,3	5,6	3,5	312	très peu						
227	201,2	8,3	1,6	173	2.000						
228	205,8	5,2	1,5	146	400						
246	217,5	5,0	1,3	131	100						
249	222,1	4,2	2,7	61	100						
253	206,7	11,0	7,5	108	pas utilisé						
301	218,9	4,3	1,1	2.020	50						
302	220,8	10,7	2,5	326	150						
600	222,7	4,4	1,1	238	pas utilisé						
602	210,8	5,1	3,1	71	100						

*Puits d'observation mensuelle

*les données dans ce tableau étaient mesurées en avril -05 sauf les données sur la consommation (mesurée en Octobre)

Tableau DP2.3.2-2 Liste des essais de forage

No	Puits No.	Commune	Profondeur (m)	Mesure de NS automatique	No	Puits No.	Commune	Profondeur (m)	Automatic GWL gauge
1	FM001	Marofo	100	-	9	F 022	Anjira	126	-
2	F 001	Fianrenantsoa-Ampozy	80	installé	10	F 030	Ekonka	205	installé
3	F 006	Bemamba-Antsatra	78	-	11	P003	Sihanamaro	20	-
4	F 006B	Bemamba-Antsatra	63	installé	12	P009	Ambovombe	19	-
5	F 009	Lefonjavy	82	-	13	NW-1	Sihanamaro	31	-
6	F 014	Ankoba-Mikazy	124	-	14	NE-1	Beabo	19	-
7	F 015	Mangarivotra Tananbao	153	installé	15	SW-1	Mitsangana	33	-
8	F 018	Ambanisarika	202	installé	16	SW-2	Ambaro	24	-

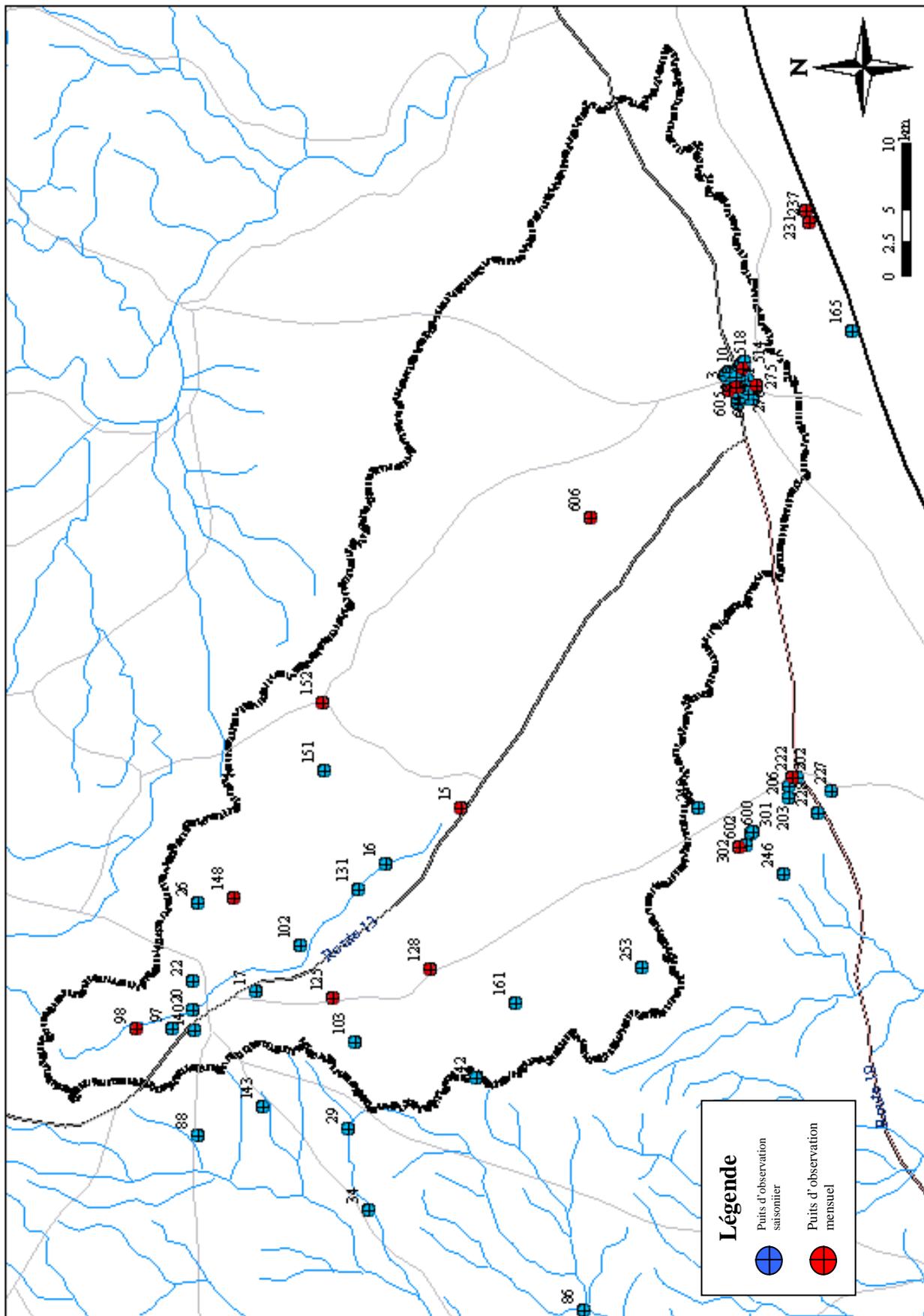


Figure 2.3.2-1 Carte de localisation des puits d'observation

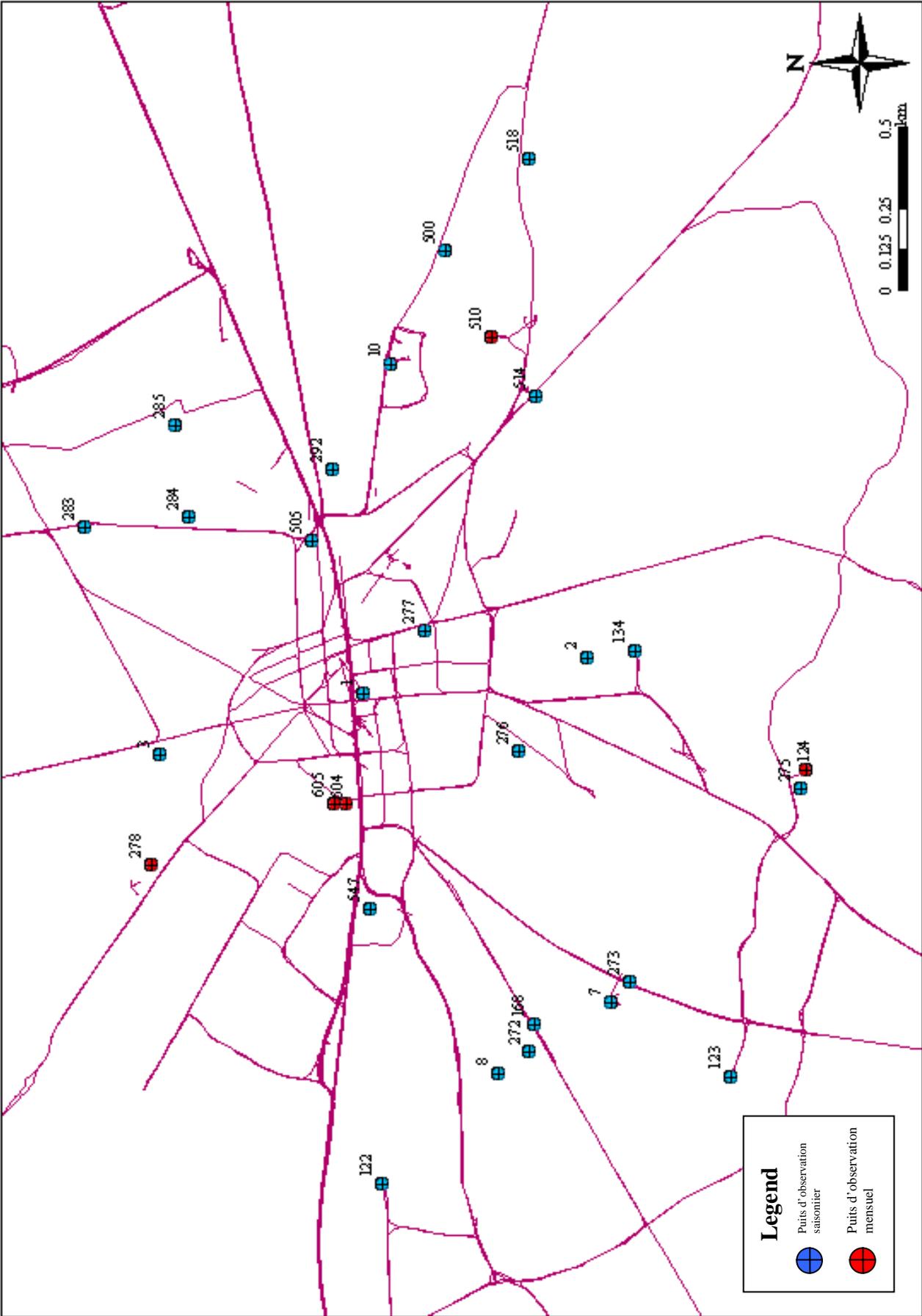


Figure 2.3.2-2 carte de localisation des puits d'observation (Ambovombe)

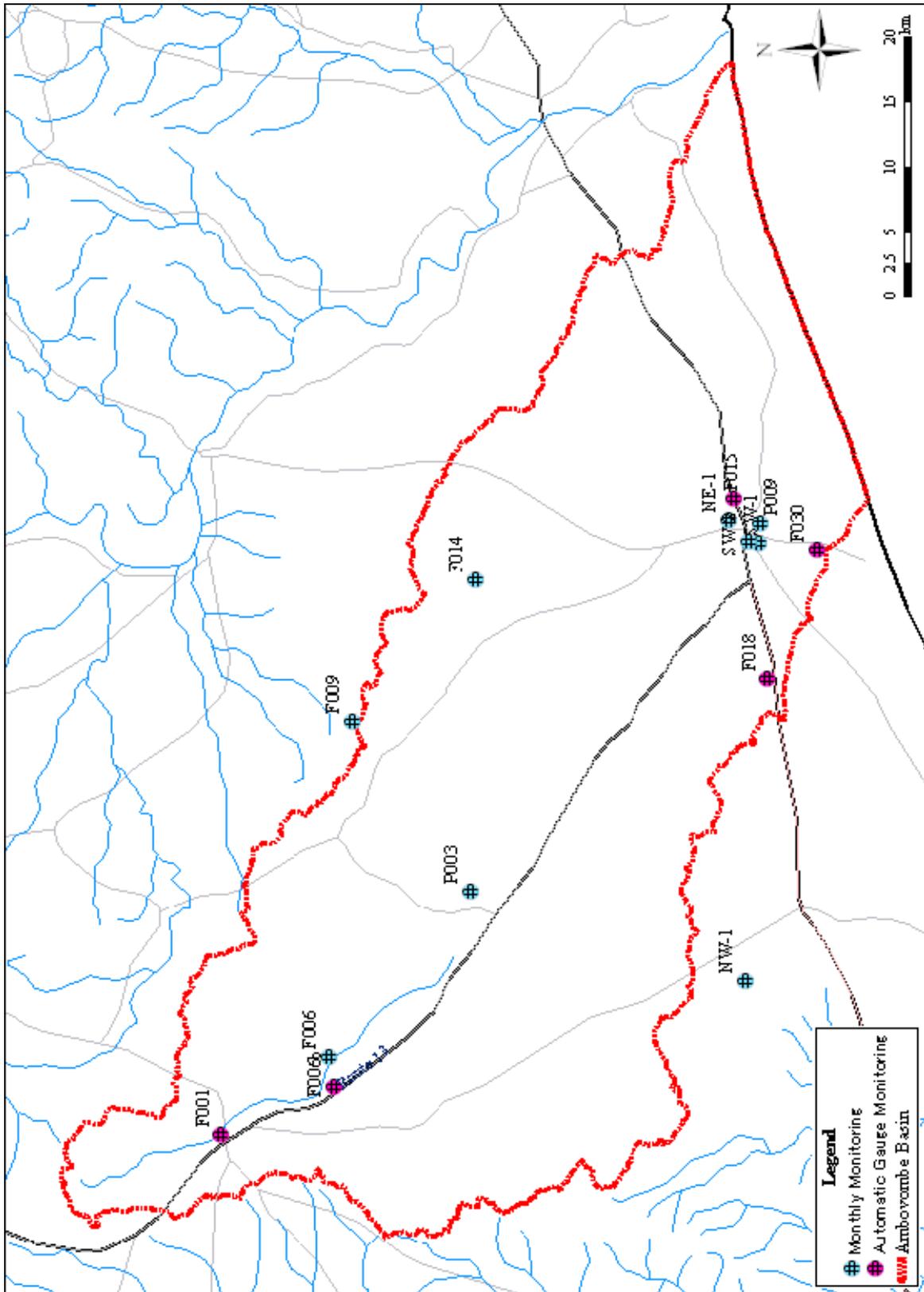


Figure 2.3.2-3 carte de localisation des puits d'observation (essais de forage)

(2) Résultats du suivi mensuel

La figure DP2.3.3-1 montre la fluctuation de l'eau souterraine en contraste avec la précipitation mensuelle.

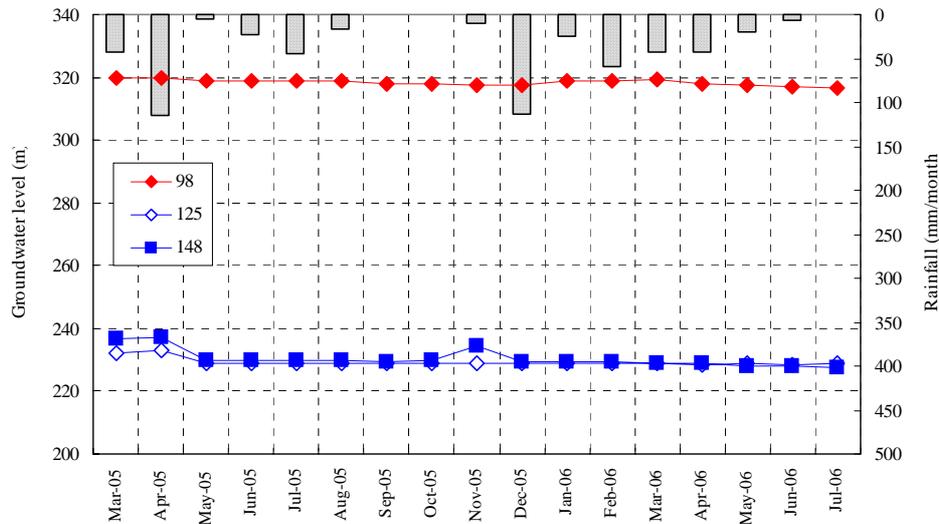


Figure DP2.3.3-1 (a) fluctuation du niveau des eaux souterraines (Zone Antanimora)

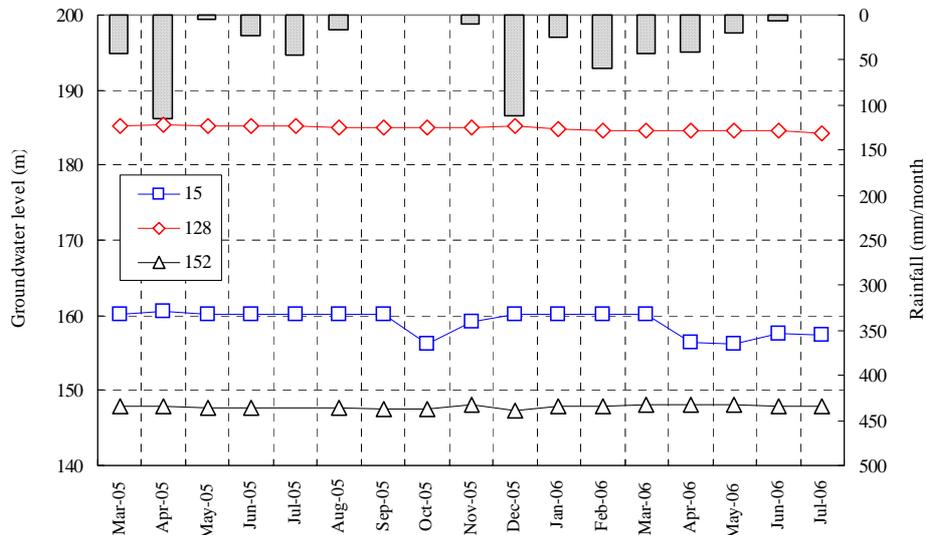


Figure DP2.3.3-1 (b) fluctuation du niveau des eaux souterraines (Zone Antanimora)

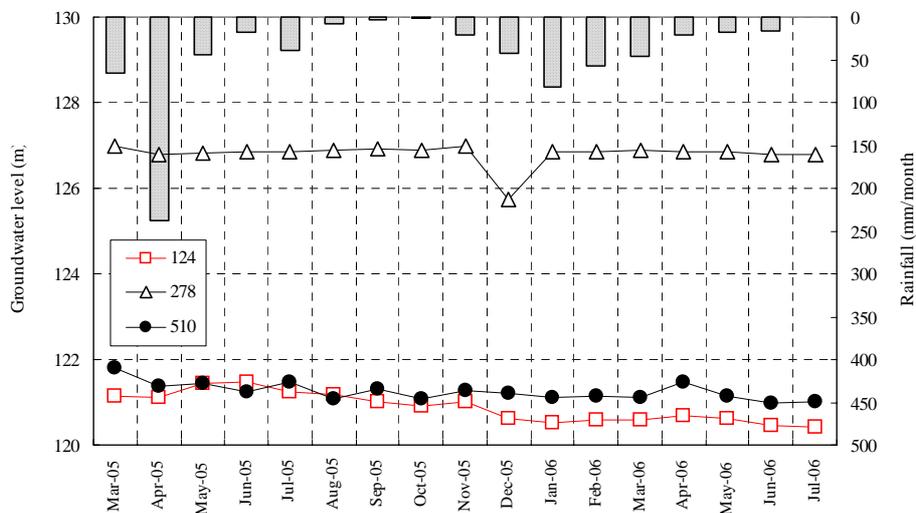


Figure DP2.3.3-1 (c) fluctuation du niveau des eaux souterraines (zone Ambvombe)

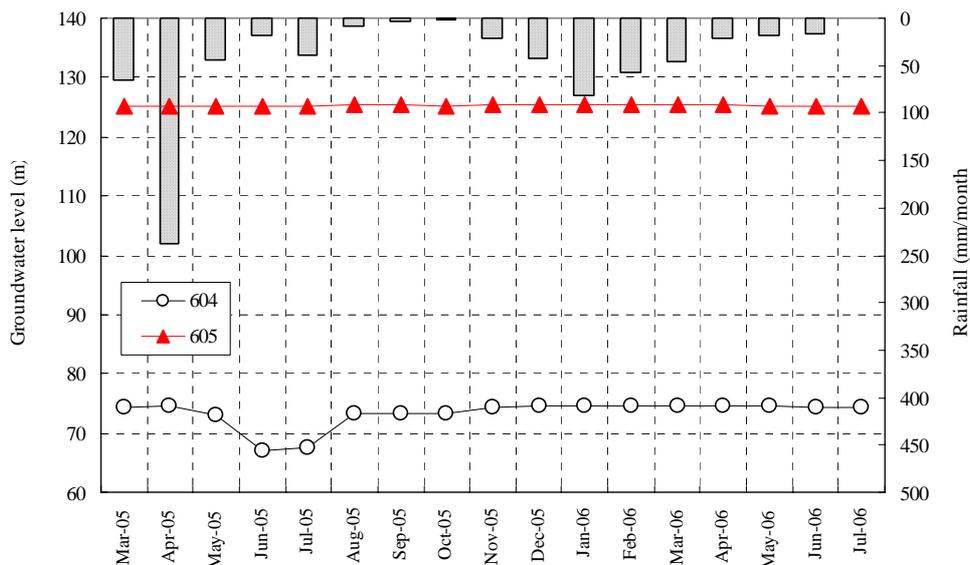


Figure DP2.3.3-1 (d) fluctuation du niveau des eaux souterraines (Zone Ambovombe)

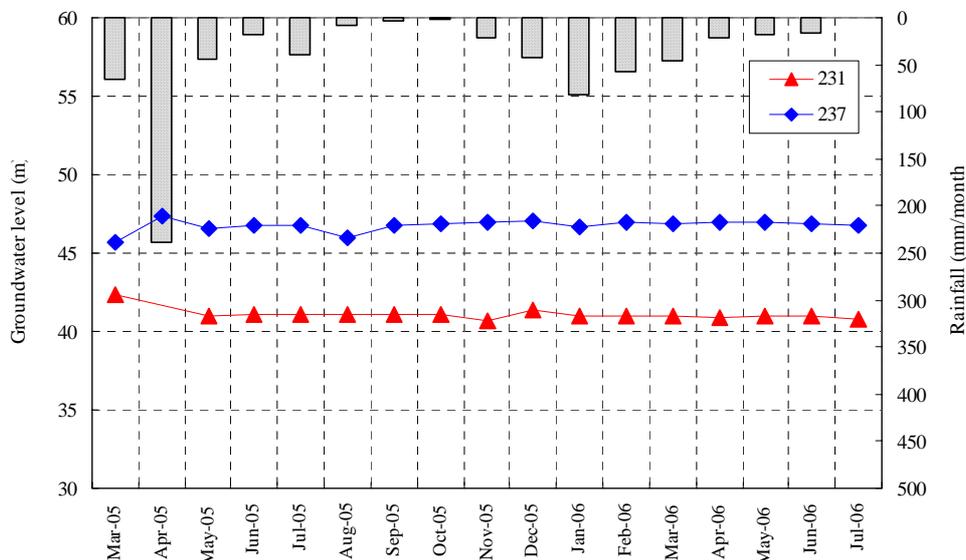


Figure DP2.3.3-1 (e) fluctuation du niveau des eaux souterraines (Zone Côtière)

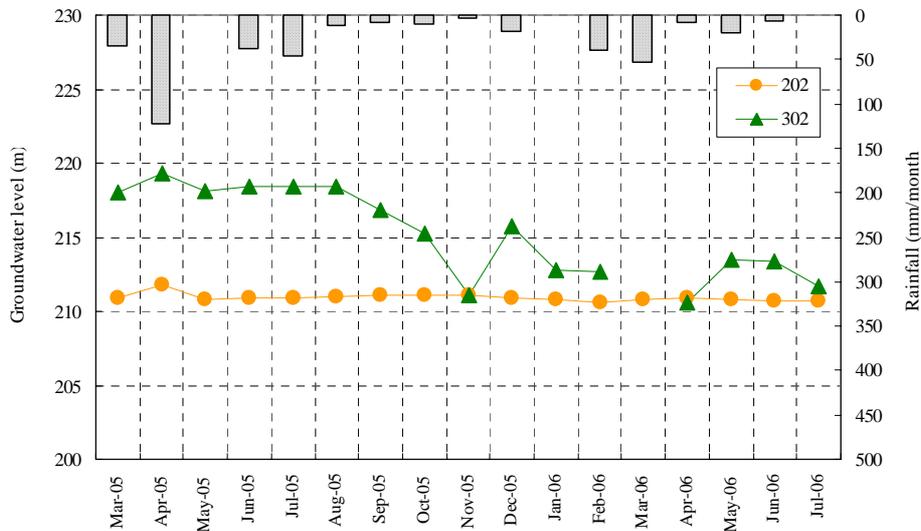


Figure DP2.3.3-1 (f) fluctuation du niveau des eaux souterraines (Zone Ambondro)

Tableau 2.3.3-1 Summary of Monthly Monitoring

No.		Mar-05	Apr-05	May-05	Jun-05	Jul-05	Aug-05	Sep-05	Oct-05	Nov-05	Dec-05	Jan-06	Feb-06	Mar-06	Apr-06	May-06	Jun-06	Jul-06
	Rainfall Ambov	64.95	237.9	44.7	18.3	39.35	7.75	3.1	1.6	21.25	42.85	81.8	56.6	45.5	21.25	18.6	16.25	
	Rainfall Anta	42.8	114.55	4.7	22.6	44.5	16	0	0	9.55	112.35	25.05	59.05	43.4	41.85	19	5.8	
	Rainfall Ambon	35.4	122.4	0	38.5	47	11.05	7.55	9.6	2.75	17.95	38.9	38.9	53.25	7.85	20.55	6.45	
1	15	160.12	160.57	160.1	160.12	160.12	160.14	160.08	156.1	159.21	160.14	160.16	160.15	160.11	156.42	156.09	157.51	157.29
2	98	319.69	319.9	318.93	318.66	318.66	318.9	317.77	317.92	317.7	317.55	318.71	319.1	319.37	317.85	317.32	317	316.8
3	121				236.28	236.3	235.99	236.04			236	235.88	235.75	235.68	235.64	235.56	235.58	
4	124	121.15	121.1	121.45	121.48	121.25	121.19	121.03	120.92	121.03	120.63	120.54	120.6	120.6	120.68	120.62	120.45	120.42
5	125	232.17	233.09	229.11	229	229.02	228.99	229.08	228.94	229.01	228.99	229.01	228.88	228.76	228.67	228.73	228.63	228.72
6	128	185.14	185.33	185.18	185.22	185.18	185.05	185.07	184.96	184.98	185.19	184.73	184.62	184.55	184.54	184.67	184.57	184.14
7	148	236.7	237.22	230.01	229.97	229.98	229.78	229.15	229.66	234.22	229.49	229.4	229.27	228.88	228.69	228.11	227.9	227.67
8	152	147.8	147.95	147.73	147.72		147.76	147.59	147.41	148.05	147.38	147.98	147.97	148	148	148.01	147.92	147.91
9	202	210.9	211.74	210.77	210.9	210.94	210.96	211.05	211.08	211.07	210.9	210.8	210.61	210.82	210.87	210.76	210.7	210.66
10	231	42.4		41	41.03	41.04	41.07	41.05	41.03	40.73	41.4	40.97	41.01	40.96	40.89	40.96	40.94	40.81
11	237	45.7	47.33	46.57	46.76	46.75	46.02	46.73	46.83	46.95	47.05	46.7	46.95	46.9	46.92	46.94	46.9	46.8
12	262																	
13	278	126.98	126.79	126.83	126.85	126.84	126.9	126.91	126.9	126.97	125.75	126.85	126.84	126.88	126.84	126.84	126.79	126.78
14	302	218.03	219.28	218.16	218.38	218.4	218.43	216.83	215.22	211.12	215.76	212.82	212.66		210.57	213.5	213.32	211.73
15	510	121.8	121.39	121.45	121.26	121.49	121.07	121.31	121.07	121.28	121.2	121.13	121.15	121.13	121.47	121.15	121	121.03
16	514						117.83	117.55	117.61	118.05								
17	603							129.99		115.48								
18	604	74.3	74.55	72.92	67.12	67.66	73.2	73.19	73.2	74.22	74.61	74.62	74.51	74.51	74.47	74.54	74.4	74.4
19	605	125.23	125.23	125.25	125.25	125.25	125.3	125.31	125.25	125.34	125.35	125.38	125.4	125.35	125.33	125.27	125.2	125.26
20	606											137.16	124.77	121.7	121.56	121.5		
21	P003										155.35	155.35	155.2	155.2	155.2	155.17	155.25	154.53
22	P009												100.4				100.9	
23	F001												216.3	217.2	217.2	217.1		216.8
24	F006												216.9	216.7	216.9	216.9	216.1	216.1
25	F006B												218.7	218.8	218.7	218.7	218.6	218.4
26	F009												130.6	129.4	117.2	117.6	117.7	117.4
27	F014												79.7	79.9	79.9	79.9	79.9	79.6
28	F015										6.3	6.3	6.2				6.2	
29	F018										62.0	62.1	62.1	61.6	61.6	61.7	61.7	61.5
30	FM001												10.4	10.4	10.4	10.3	10.1	
31	F022												19.3	19.2	19.1	19.0	18.7	
32	F030										4.6	4.7	4.6	4.6	4.6	4.7	2.4	
33	SW-1												98.4	98.6	98.6	98.6	98.3	
34	SW-2													111.1	111.1	111.0	111.0	110.7
35	NE-1													101.4	102.7	104.7	106.1	106.0
36	NW-1													188.7	188.6	188.5	188.5	188.3

La figure DP2.3.3-1 (a) montre la tendance du niveau de l'eau souterraine du puits No.98 indiquant une baisse progressive de avril jusqu'en octobre, 2005. Cependant, le niveau de l'eau souterraine s'est accru à la différence de celui du mois d'avril. Il y a eu une diminution significative du niveau de l'eau souterraine en mai 2005 pour le puits No.125 et 148. Cela pourrait être engendré par une faible quantité de précipitation. La figure DP2.3.3-1 (b) montre la tendance du niveau de l'eau souterraine qui est presque stable. Néanmoins, la tendance du puits No.15 indique une décroissance significative en Octobre, 2005. La figure DP2.3.3-1 (c) montre que la tendance du niveau de l'eau souterraine est de différente caractéristique. Le puits No.278 montre une tendance croissante et graduelle de avril jusqu'en novembre 2005. Pour ceux des puits restant (No.124 et 510), ils montrent une réponse directe par rapport à la quantité de la précipitation. La figure DP2.3.3-1 (d) montre les différentes tendances des niveaux des eaux souterraines entre le forage No.604 et le puits No.605. Le No.604 est un forage (130m de profondeur) et l'aquifère est considéré comme un aquifère captif. D'autre part, le No.605 est un puits (17.7m de profondeur), qui est localisé près du forage No.604, et l'aquifère est considéré comme aquifère libre. La variation du niveau de l'eau souterraine du puits (No.605) ne change pas. D'autre part, le forage (No.604) indique un baisse du niveau d'eau souterraine en Juin et Juillet 2005. Aucune relation apparente n'existe entre le niveau de l'eau souterraine et la précipitation. La figure DP2.3.3-1 (e) montre que la variation du niveau de l'eau souterraine est presque stable pour le puits No.231. Il existe une relation insignifiante entre la précipitation et le niveau de l'eau souterraine du puits No.237. La figure DP2.3.3-1 (f) montre que la variation de l'eau souterraine est de différente caractéristique. Il existe une diminution importante du niveau de l'eau souterraine pour ces deux puits en mai 2005. Et le mois de Mai jusqu'en Août 2005 une légère hausse du niveau de l'eau souterraine a eu lieu. Pourtant, depuis Août jusqu'en Octobre, 2005, le niveau de l'eau du puits No.202 ne cesse de s'augmenter puis il se décroît. D'autre part, le niveau de l'eau du puits No.302 décroît soudainement et s'augmente en Décembre, 2005.

(3) Discussion détaillé

a) Zone Antanimora

La figure DP2.3.3-2 montre une carte détaillée des puits d'observation dans la zone d'Antanimora ainsi que la classification géologique. La figure DP2.3.3-3 montre la fluctuation du niveau de l'eau souterraine pour chaque puits d'observation.

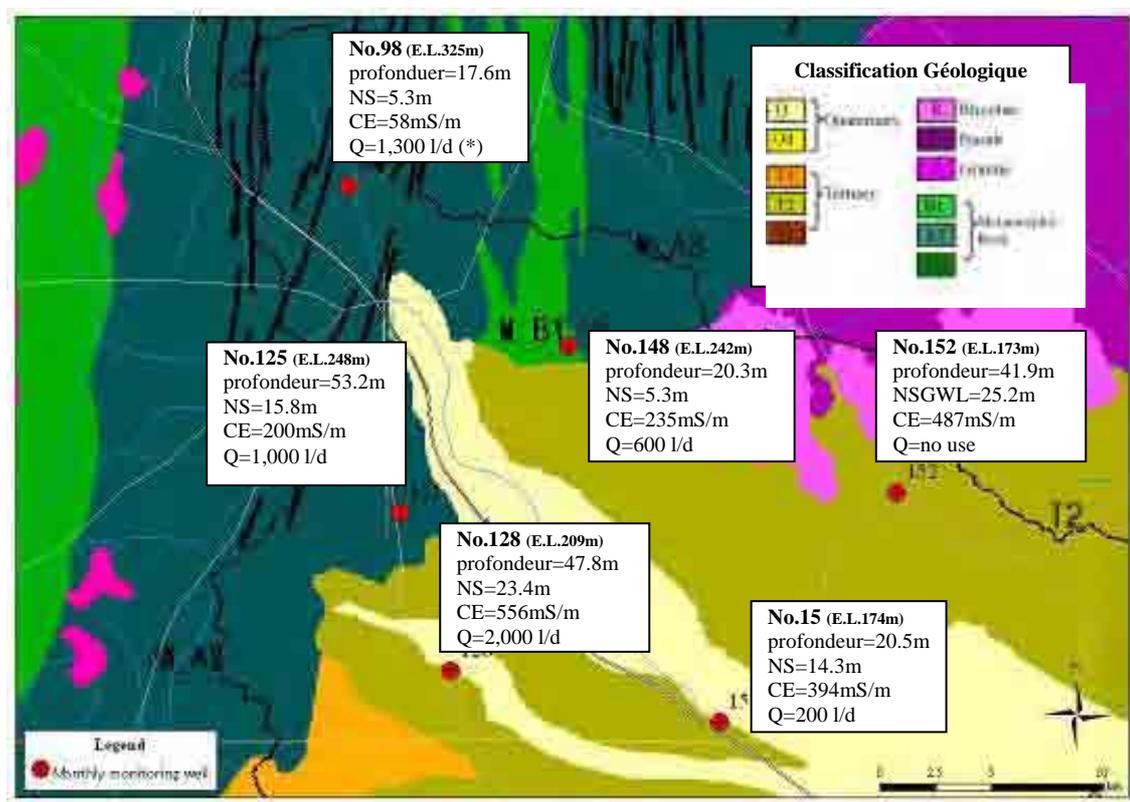


Figure DP2.3.3-2 carte détaillée des puits d'observation dans la zone d'Antanimora

(*) Q: Quantité d'eau puisée

Dans cette zone, trois puits, No.98, 125 et 148, sont localisés dans la zone des roches métamorphiques. Les trois puits restant, No.15, 128 et 152, sont localisés dans la zone de formation sédimentaire.

Pour la zone cristalline, selon la figure DP2.3.3-3, du mois d'avril au mois de mai 2005, il y a eu une baisse importante du niveau d'eau des puits No.125 et 148. Cette baisse pourrait être causée par des facteurs externes (augmentation de la consommation de l'eau, etc.). Si la baisse est causée par une faible quantité de précipitation, il doit y avoir une réponse directe en rapport avec la quantité de précipitation pour une période continue.

Par conséquent, en excluant ces facteurs externes, la fluctuation du niveau des eaux souterraines des puits d'observation montre des caractéristiques similaires.

En particulier, la fluctuation du niveau de l'eau du puits No.98 est la plus drastique. Et on suppose que cette variation est causée par la quantité de précipitation.

A cause de la faible profondeur et la réponse directe par la quantité de précipitation, le puits No.98 est considéré comme localisé dans un aquifère non confiné. Et les deux puits restant dans la zone rocheuse sont aussi considérés comme localisés dans un aquifère similaire parce que la fluctuation du niveau de l'eau souterraine se ressemble. Cependant certains puits sont considérés comme localisés dans un aquifère semi captif à cause d'une fluctuation peu importante.

Pour la zone sédimentaire, la fluctuation de l'eau souterraine est presque pareille. La variation de la fluctuation des puits No.15, 128, et 152 est similaire. Par conséquent, la condition hydrogéologique de ces puits est la même.

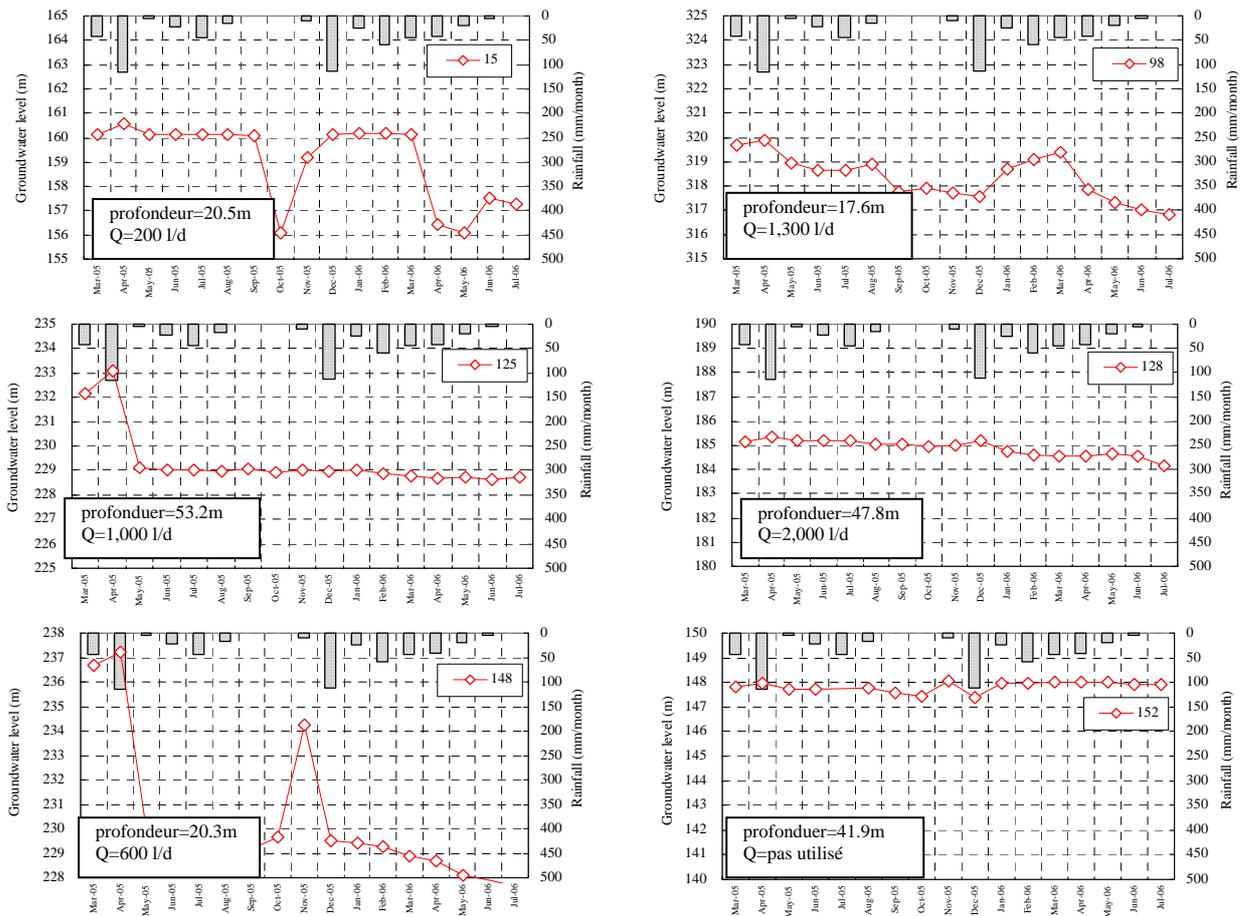


Figure DP2.3.3-3 Niveau statique des puits d'observation dans la zone d'Antanimora

b) Zone Ambovombe

La figure DP2.3.3-4 montre une carte détaillée des puits d'observation ainsi que la classification géologique d'Ambovombe. La figure DP2.3.3-5 montre la fluctuation de l'eau souterraine pour chaque puits d'observer

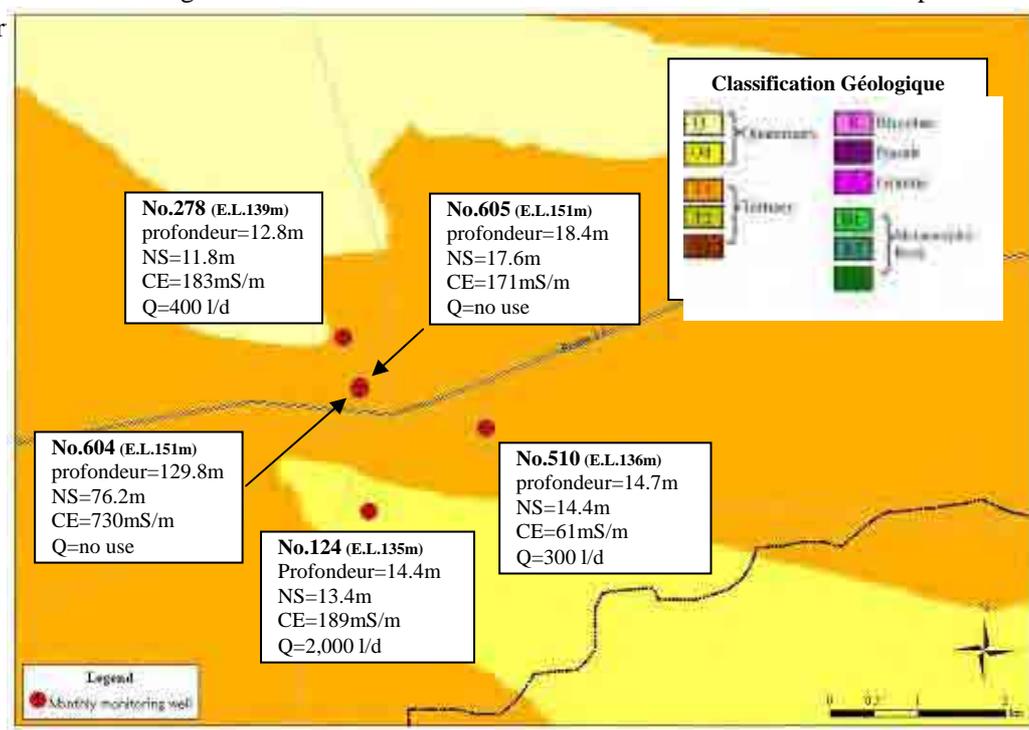


Figure DP2.3.3-4 Carte de localisation détaillée des puits d'observation dans la zone d'Ambovombe

Tous les puits d'observation sont localisés au centre ou au alentours de la ville d'Ambovombe. Hormis le puits No.604, tous les puits sont peu profonds. Ces puits peu profond sont localisés dans un aquifère libre et le forage est localisé dans un aquifère confiné.

Dans la figure 3.6.3-5, la tendance de la fluctuation de l'eau souterraine indique des caractéristiques différentes.

La fluctuation du niveau de l'eau du puits No.278 et 510 indique une hausse à partir du mois d'Août jusqu'en octobre.

Aucune relation n'existe entre la fluctuation du niveau de l'eau souterraine des puits No.604 (forage) et 605 (puits).

La raison de la baisse du niveau de l'eau du forage No.604 n'est pas claire.

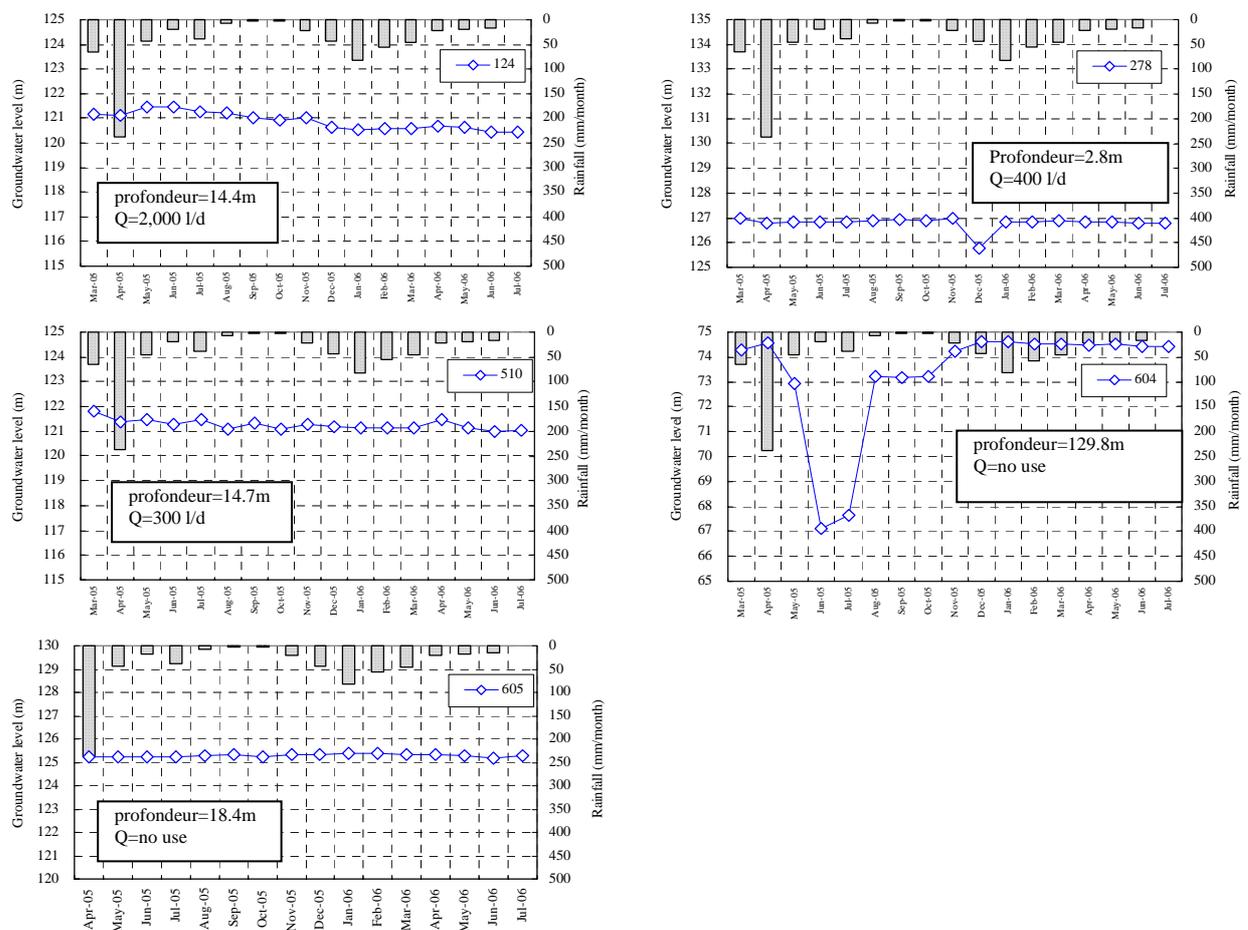


Figure DP2.3.3-5 Niveau statique de chaque puits d'observation dans la zone d'Ambovombe

c) Le Littoral

La figure DP2.3.DP2.3 montre la carte détaillée des puits d'observation dans la zone côtière ainsi que la classification géologique. La figure DP2.3.3-7 montre la fluctuation de l'eau souterraine de chaque puits d'observation.

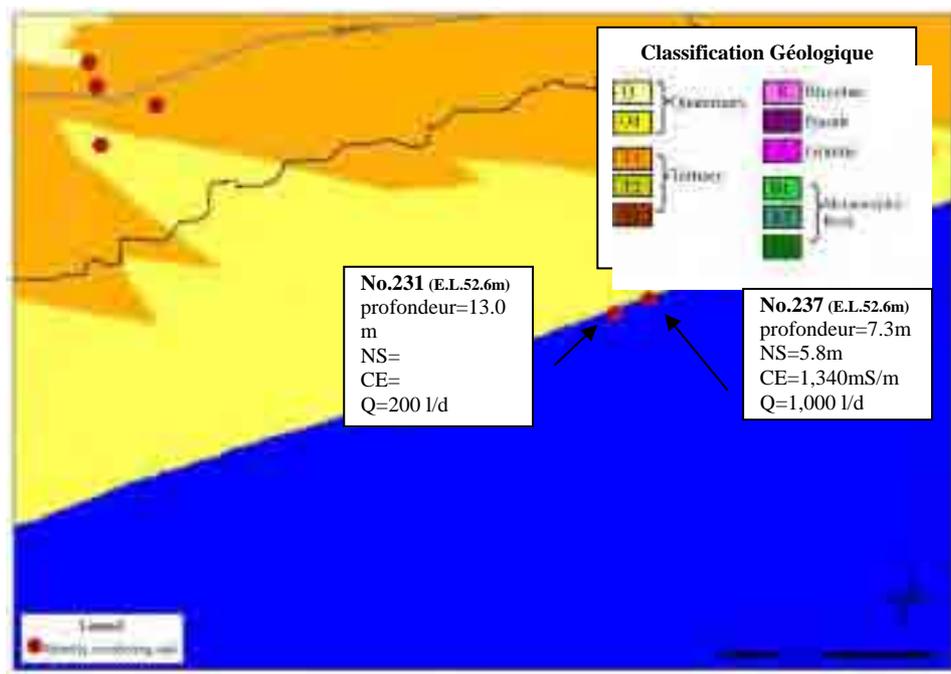


Figure DP2.3.3-6 Carte de localisation détaillée des puits d'observation dans la zone côtière.

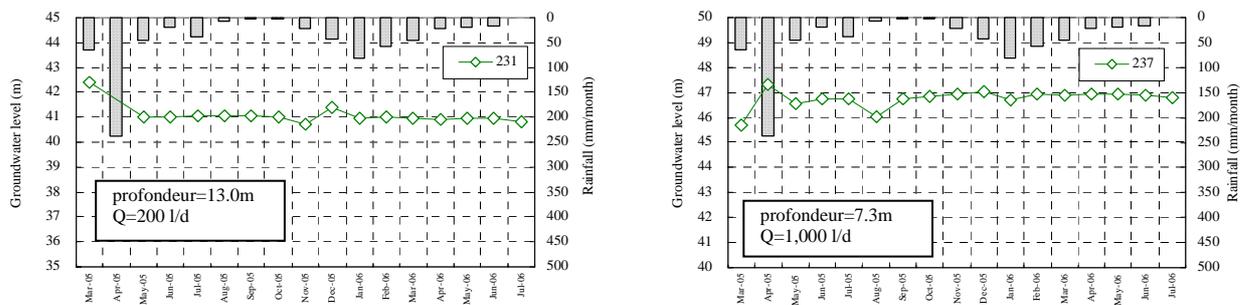


Figure DP2.3.3-7 Niveau d'eau statique des puits d'observation dans la zone côtière

Deux puits d'observation sont localisés au bord de la mer. Ces puits sont localisés dans un aquifère libre. La fluctuation du niveau d'eau du puits No.231 ne change pas. D'autre part, celui du puits No.237 indique un changement drastique.

d) Zone Ambondro

La figure DP2.3.3-8 montre une carte détaillée des puits d'observation ainsi que la classification géologique dans la zone. La figure DP2.3.3-9 montre la fluctuation du niveau d'eau de chaque puits d'observation.

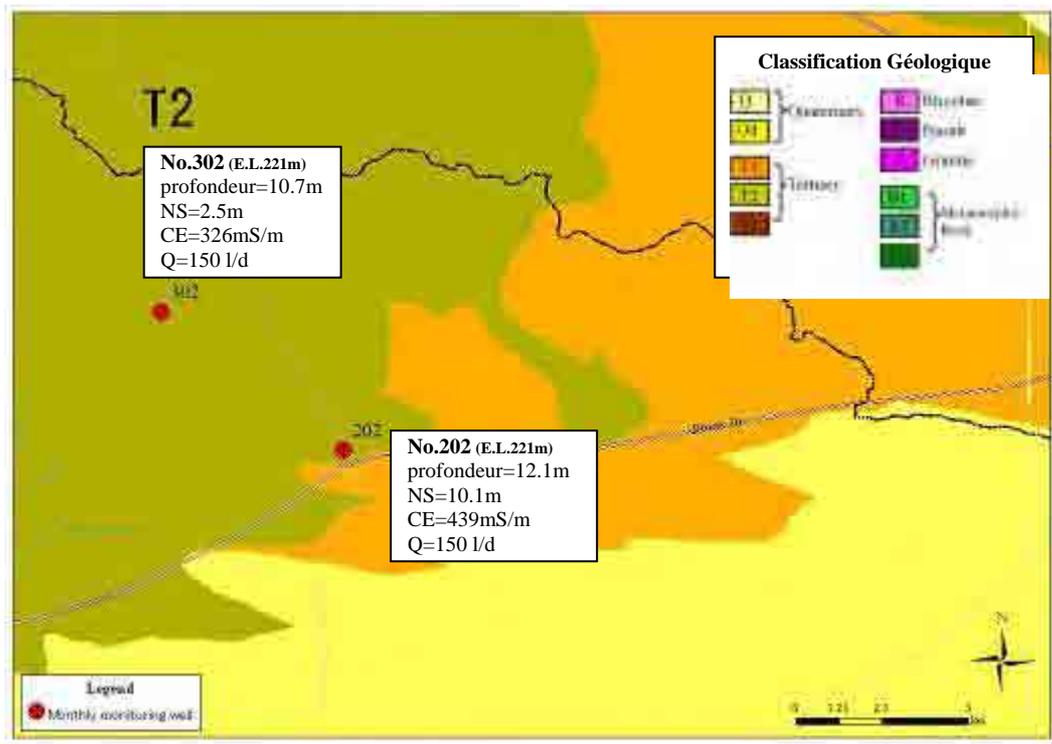


Figure DP2.3.3-8 Carte de localisation détaillée des puits d'observation dans la zone d'Ambondro

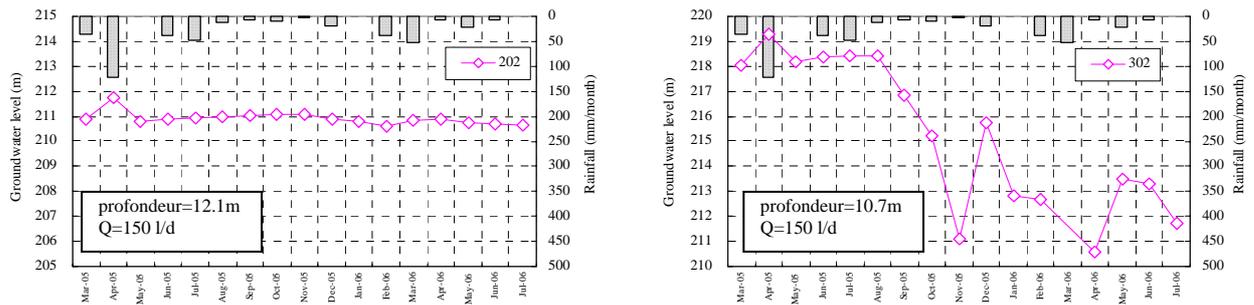


Figure DP2.3.3-9 Niveau d'eau statique de chaque puits d'observation dans la zone d'Ambondro

Deux puits d'observation se trouvent dans la zone d'Ambondro et ils sont localisés dans les formations sédimentaires. L'aquifère est classé comme aquifère non confiné.

DP2.3.4 Résultats des suivis saisonniers

(1) Généralités

Le suivi saisonnier avait été exécuté trois fois dans cette étude. Le premier en avril et le second en juillet 2005, et le dernier en octobre 2005.

Le tableau 2.3.4-1 montre le résumé des résultats du suivi saisonnier.

(2) Comparaison entre les données

Le tableau DP2.3.4-1 résume la comparaison des données enregistrées entre le mois d'avril, juillet et décembre 2005. Figure 2.3.4-1 shows histogram of fluctuation of groundwater level between each measured period.

Tableau DP2.3.4-1 Résumé de la comparaison des données enregistrées

Paramètre	Niveau statique d'eau (m)		
	Avr.-Jul.	Jul.-Oct.	Avr.-Oct.
Nombre d'échantillons	56	56	64
Minimum	-12.62	-4.92	-7.59
Maximum	2.19	5.76	1.86
Moyenne	-0.98232	-0.04054	-1.13328

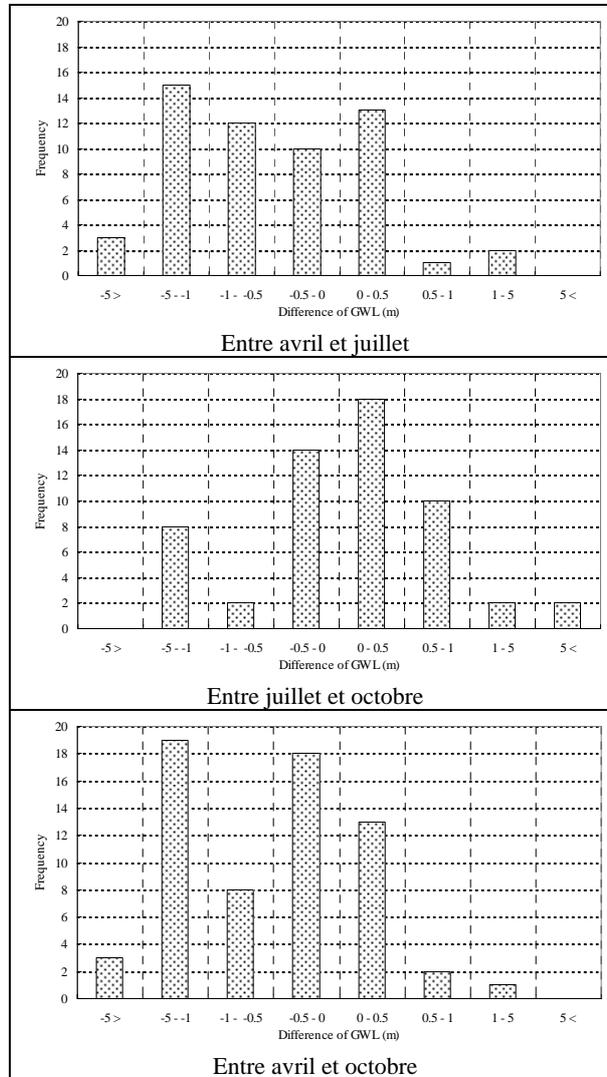


Figure 2.3.4-1 Histogramme de la fluctuation du niveau des eaux souterraines

Tableau 2.3.4-2 Résultats du suivi saisonnier (niveau d'eaux souterraines)

(Unit : GL-m)

Puits No.	Altitude (m)	Profondeur (GL-m)	Mesuré en Avril	Mesuré en juillet	Mesuré en Octobre	Puits No.	Altitude (m)	Profondeur (GL-m)	Mesuré en Avril	Mesuré en juillet	Mesuré en Octobre
Zone Ambovombe (29 puits)						Zone Antanimora (25 puits)					
1	143,7	19,4	17,9	17,6	17,7	15	174,4	20,5	14,3	14,3	18,3
2	136,1	21,0	19,2	19,2	19,6	16	198,6	67,9	22,4	24,2	24,4
3	135,9	28,2	16,9	17,8	17,9	17	267,1	36,7	2,7	4,0	3,9
7	130,1	13,5	12,6	13,0	13,0	20	286,5	77,1	4,8	4,9	5,7
8	134,1	12,8	11,1	11,8	11,9	22	296,8	23,3	6,6	18,5	14,2
10	140,8	14,2	13,8	13,5	13,7	26	250,4	41,9	8,6	9,8	12,9
122	132,5	23,1	17,6	17,6	17,8	29	262,9	24,8	2,3		3,7
123	133,8	14,7	13,2	13,0	13,3	34	227,7	15,8	2,8		7,4
124	134,5	14,4	13,4	13,3	13,6	42	285,3	29,8	17,4		20,2
134	136,2	26,0	22,3	22,1	22,2	86	158,5	17,0	4,6		
168	135,8	10,9	10,5	8,4	8,6	88	293,5	12,2	1,0	1,5	1,7
272	140,0	11,1	10,5		10,7	97	297	14,1	3,5	4,3	4,8
273	137,9	12,6	12,4	12,0		98	325	17,6	5,3	6,3	7,1
275	136,7	14,4	14,2	13,9	14,2	102	235,3	35,9	13,0	10,3	14,7
276	139,8	16,9	15,7	15,6	15,7	103	255,4	34,6	9,7	0,0	10,2
277	154,9	25,2	24,8	24,0	23,8	125	248,4	53,2	15,8	19,4	19,5
278	138,6	12,8	11,8	11,8	11,7	128	208,5	47,8	23,4	23,3	23,5
283	132,9	7,8	7,4	7,3	7,6	131	212,3	45,4	28,3	28,4	28,4
284	129,8	8,3	7,9	7,7	7,8	140	305	15,7	4,3	4,5	5,0
285	133,0	11,7	11,7	11,2	11,6	143	297,5	24,2	8,1	8,0	8,2
292	137,9	13,0	12,3	12,3	12,3	148	242	20,3	5,3	12,0	12,3
500	135,1	18,6	18,5	18,0	18,1	151	195,5	29,5	4,6		
505	137,5	13,7	12,8	12,6	13,2	152	173	41,9	25,2		25,6
510	135,8	14,7	14,4	14,3	13,7	161	216,3	38,6	14,7		14,6
514	130,8	13,9	12,9	13,0	13,2	606	141,2	14,3			
518	132,9	10,8	10,1	9,4	10,0	Zone Côtière (3 puits)					
547	142,3	13,0	12,9	12,6	12,6	165	12,7	-	6,0		
604	150,5	129,8	76,2	82,8	77,3	231	52,6	13,0		11,6	11,6
605	150,5	18,4	17,6	17,6	17,6	237	52,6	7,3	5,8	5,9	5,8
Zone Ambondro (13 puits)											
202	221,0	12,1	10,1	10,1	9,9						
203	215,2	9,3	3,1	3,5	7,0						
206	218,0	9,2	2,2	2,4	8,2						
222	210,3	5,6	3,5	4,0	5,9						
227	201,2	8,3	1,6	1,9	3,0						
228	205,8	5,2	1,5	2,0	2,2						
246	217,5	5,0	1,3		4,8						
249	222,1	4,2	2,7	2,9	3,0						
253	206,7	11,0	7,5		8,1						
301	218,9	4,3	1,1	1,7	2,4						
302	220,8	10,7	2,5	2,4	5,6						
600	222,7	4,4	1,1	1,5	1,8						
602	210,8	5,1	3,1	2,3	4,4						

*Puits de suivi mensuel

Selon le tableau 2.3.4-2 et la figure 2.3.4-1, depuis avril à juillet, 2005, le niveau d'eau souterraine de la plupart des puits diminue. D'autre part, depuis juillet à octobre, 2005, le niveau d'eau de certains puits d'observation.

Pourtant le niveau d'eau souterraine de la plupart des puits d'observation diminue entre avril et octobre, 2005.

La figure 2.3.4-2 montre la fluctuation du niveau d'eau souterraine entre chaque période de mesure dans la zone d'Antanimora et d'Ambovombe.

Selon la figure 2.3.4-2, la comparaison des caractéristiques entre la fluctuation de niveau d'eaux souterraines observée dans Antanimora et Ambovombe, montre que la gamme de la fluctuation du niveau d'eaux souterraines est plus large pour les puits de surveillance d'Antanimora et les niveaux d'eaux souterraines de la plupart des puits de surveillance diminuent entre avril et octobre, 2005 dans cette zone.

D'autre part, à Ambovombe, pour seulement la moitié des puits d'observation, les niveaux d'eaux souterraines diminuent entre avril et octobre, 2005 et celui est des puits restants montent.

La figure 2.3.4-3 montre la distribution de la fluctuation de niveau d'eaux souterraines dans la zone d'étude à partir d'avril à octobre.

Selon la figure 2.3.4-3 (c), à Ambovombe, les puits d'observation dont le niveau d'eau à un caractéristique montant semble principalement situé dans la partie orientale, et les puits à caractéristiques décroissant semble principalement situé dans la partie occidentale entre avril et octobre, 2005.

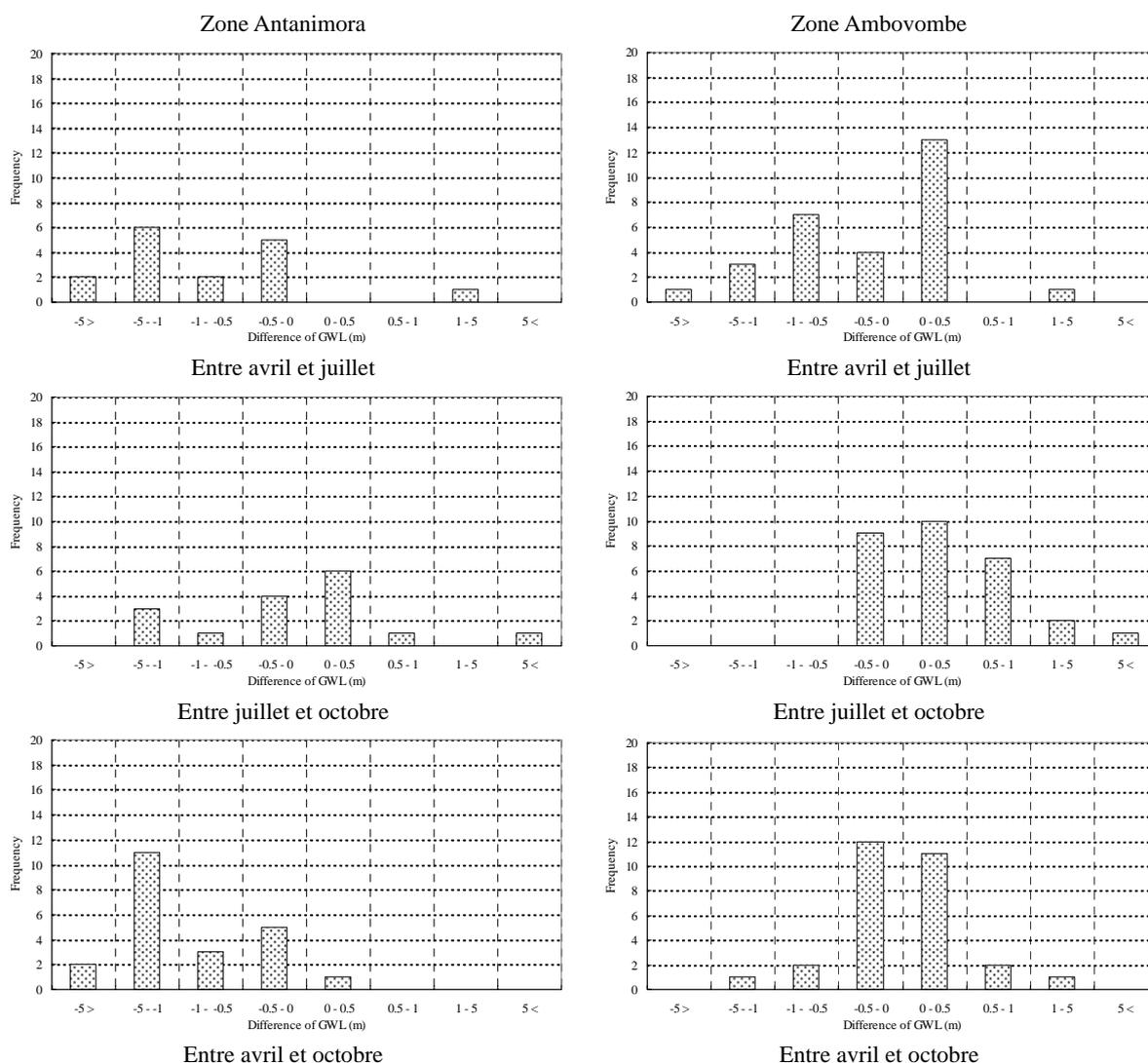


Figure 2.3.4-2

Histogramme de la fluctuation du niveau des eaux souterraines de la zone d'Antanimora et d'Ambovombe

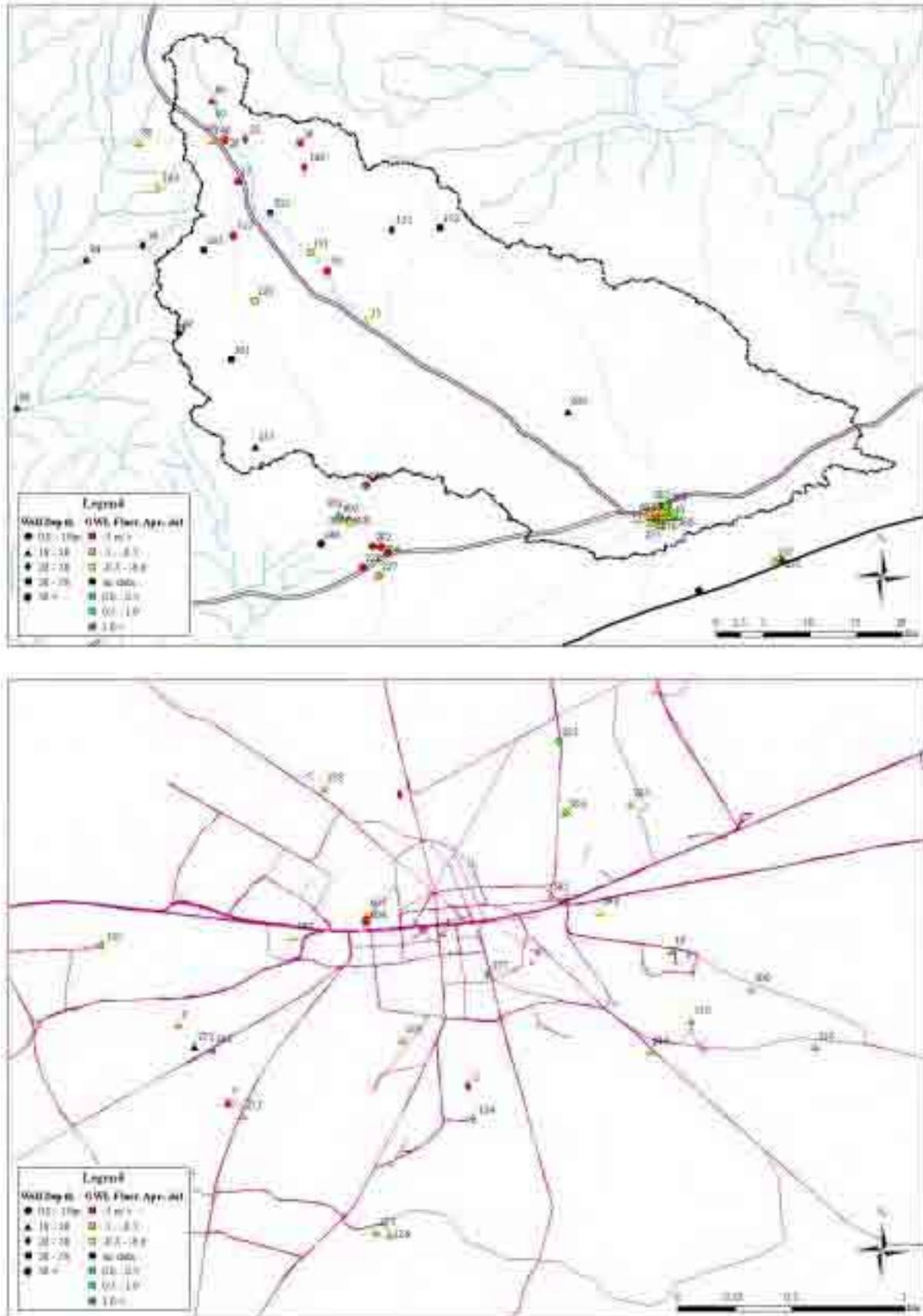


Figure 2.3.4-3 (a)

Carte de distribution de la fluctuation du niveau d'eau souterraine (de avril à juillet)

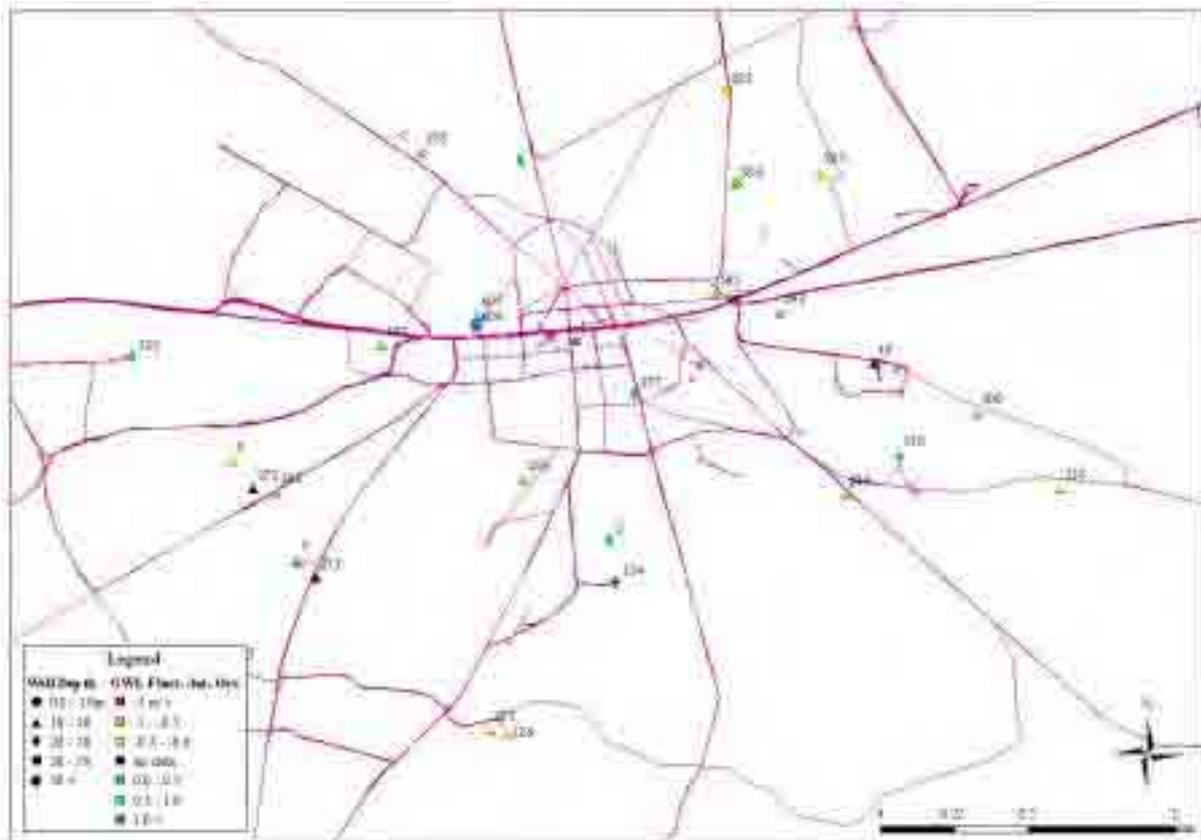
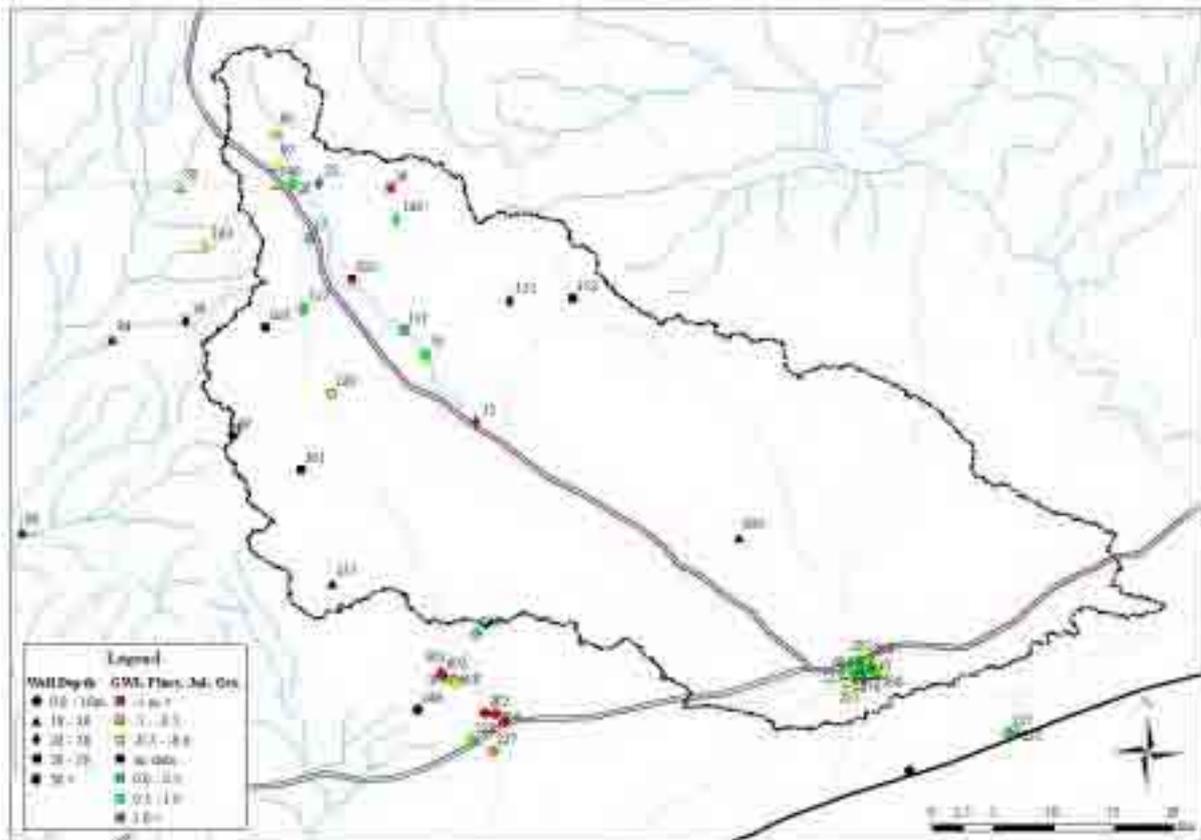


Figure 2.3.4-3 (b)

Carte de distribution de la fluctuation du niveau d'eau souterraine (de juillet à octobre)

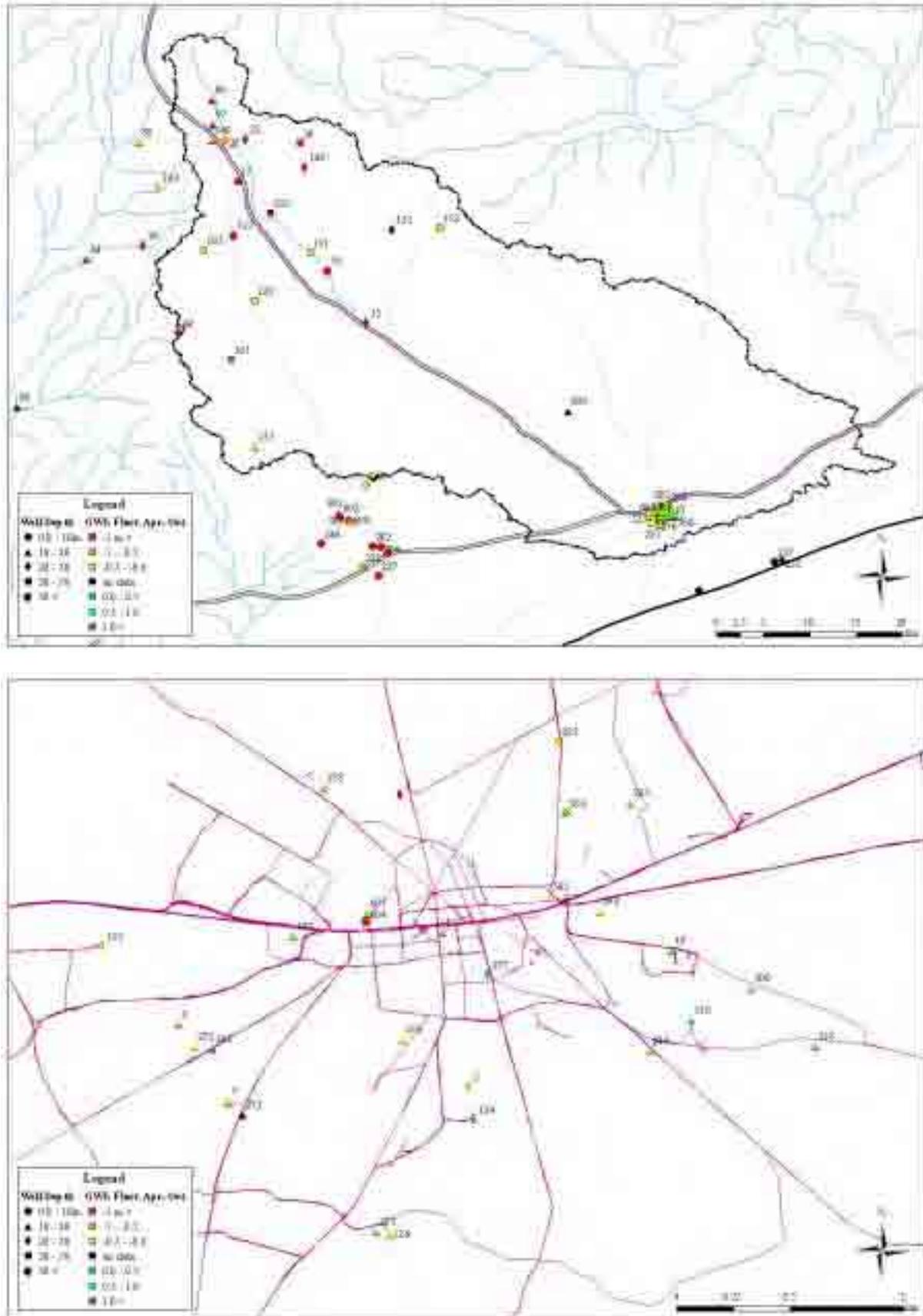


Figure 2.3.4-3 (c)

Carte de distribution de la fluctuation du niveau d'eau souterraine (de avril à octobre)

(3) Courbe de niveau du niveau d'eau souterraine

La figure 2.3.4-4 et 2.3.4-5 montre les courbes de niveau d'eaux souterraines pour la zone d'Ambovombe et la zone d'Antanimora à partir du mois d'avril au mois d'octobre, 2005 respectivement. Pour la région d'Antanimora, en raison du nombre insuffisant des données, la distribution en juillet est exclue

La figure 2.3.4-4, fondamentalement il n'y a pas de changement aussi crucial sur la distribution de niveau d'eaux souterraines entre chaque période de surveillance. Un niveau plus élevé d'eaux souterraines est situé au centre de la carte toute au long de la période d'observation. Et dans la partie du sud-ouest, il y a abaissement du niveau d'eaux souterraines particulièrement en octobre, 2005.

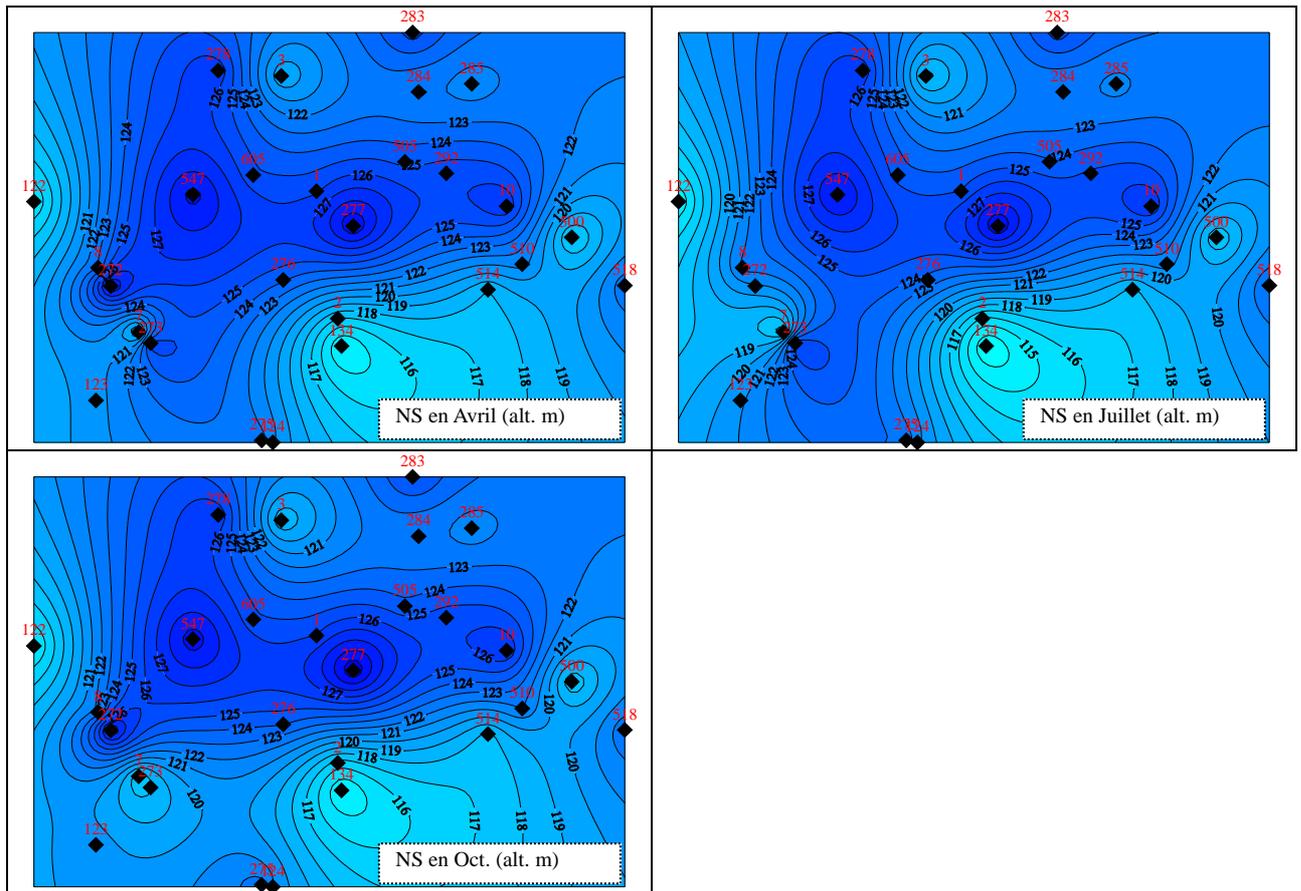


Figure 2.3.4-4 Courbe de niveau d'eau souterraine dans la zone d' Ambovombe

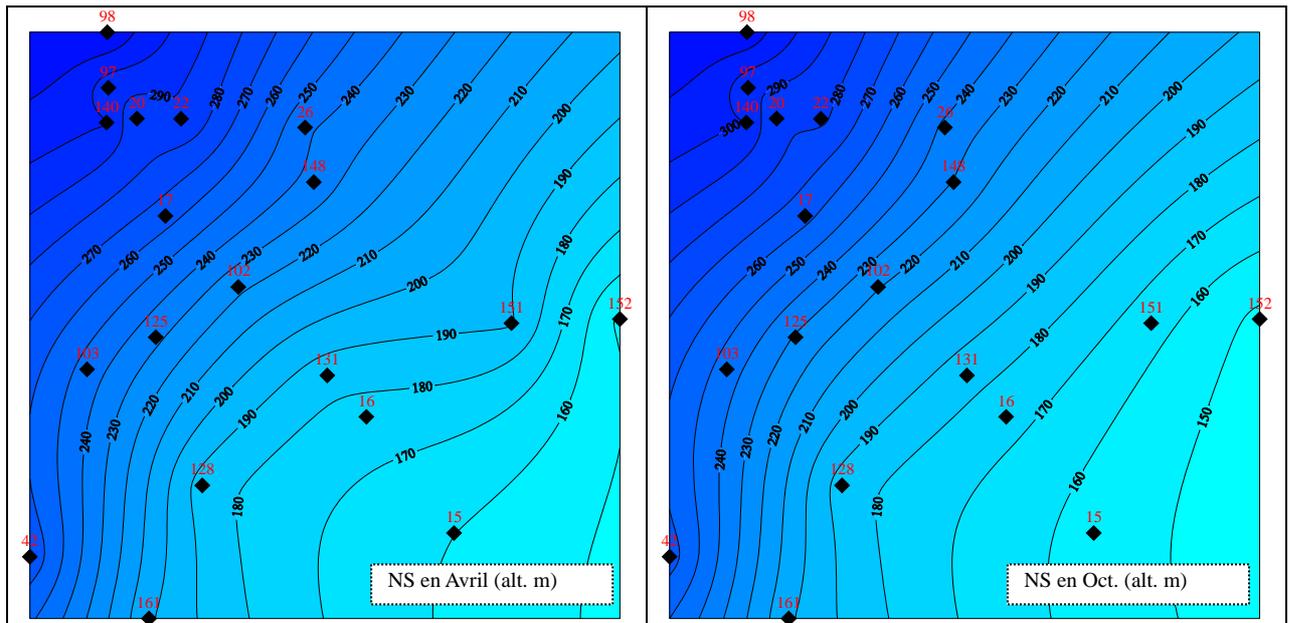


Figure 2.3.4-5 Courbe de niveau d'eau souterraine dans la zone d'Antanimora

DP2.3.5 Résultats des suivis des forages d'essais

(1) Résultats du suivi mensuel

La figure DP2.3.5-1 montre la fluctuation du niveau d'eau souterraine par rapport à la précipitation mensuelle.

a) Zone Antanimora

Le niveau d'eau souterraine des trois puits a été suivi. Le résultat montre une baisse graduelle du niveau à partir mois d'avril au mois de juillet 2006. Cela peut être causé par la moindre quantité de précipitation.

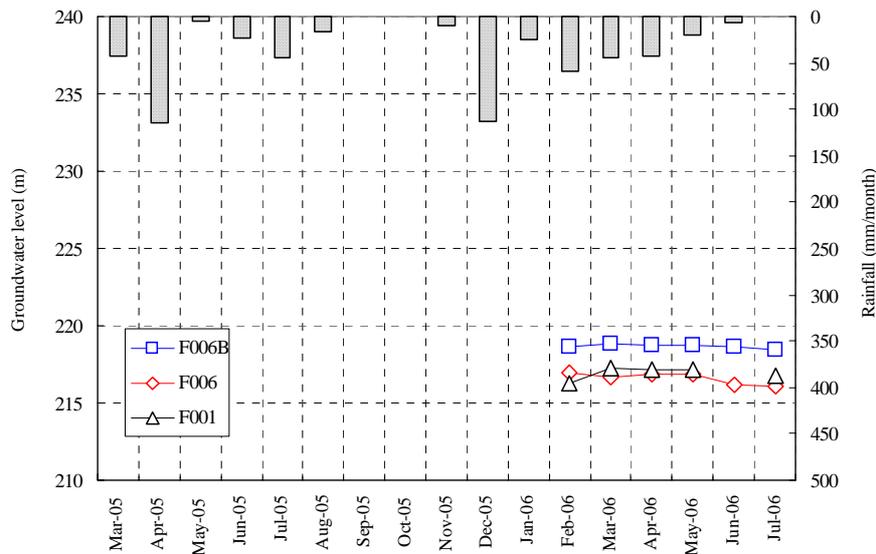


Figure DP2.3.5-1 (a)

Fluctuation du niveau d'eau souterraine (Puits d'observation dans la zone d'Antanimora)

b) Le milieu du bassin d'Ambvombe

Le niveau d'eau souterraine des trois puits d'essais a été suivi. Hormis le No.F009, le résultat montre une fluctuation stable du niveau d'eau. Une diminution soudaine du niveau d'eau du NoF009 pourrait être cause par un pompage.

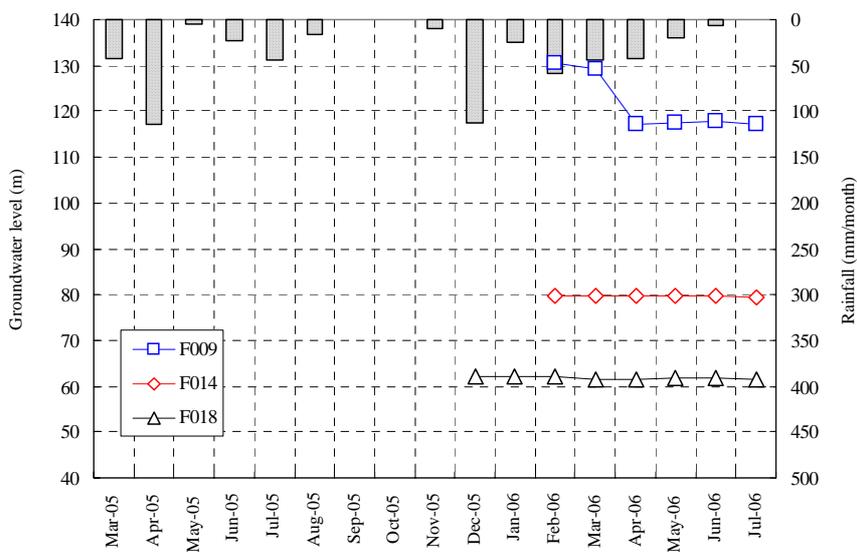


Figure DP2.3.5-1 (b)

Fluctuation du niveau d'eau souterraine (Essais de forage dans la zone d'Ambvombe)

c) Le littoral

Le suivi du niveau d'eau souterraine des quatre essais de forage a été exécuté. Le résultat montre une décroissance graduelle du niveau d'eau à partir du mois d'avril jusqu'au mois de juillet 2006 pour les puits FM001 et F022. Cela peut être causée par une faible précipitation.

D'autre part le niveau d'eau du forage F015 et F030 semble être stable (sauf la diminution soudaine en juillet 2006 du forage F030).

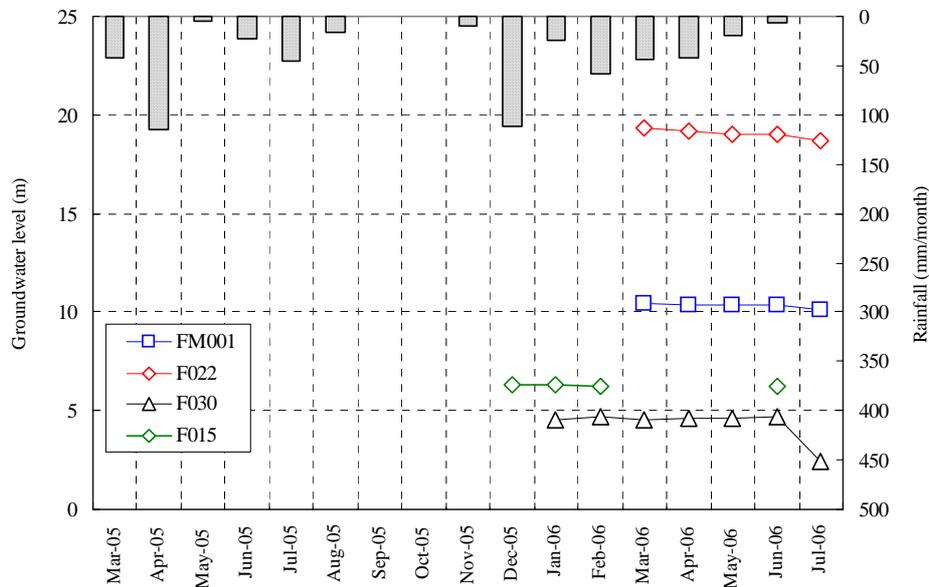


Figure DP2.3.5-1 (c) Fluctuation du niveau d'eau souterraine (forage d'essais au littoral)

d) Puits peu profond dans la ville d'Ambovombe

Le suivi du niveau d'eau des six essais de forage a été exécuté. Sauf le forage NE-1, les résultats montre une fluctuation stable du niveau d'eau souterraine. La montée du niveau d'eau du forage NE-1 pourrait être cause par une infiltration d'eau.

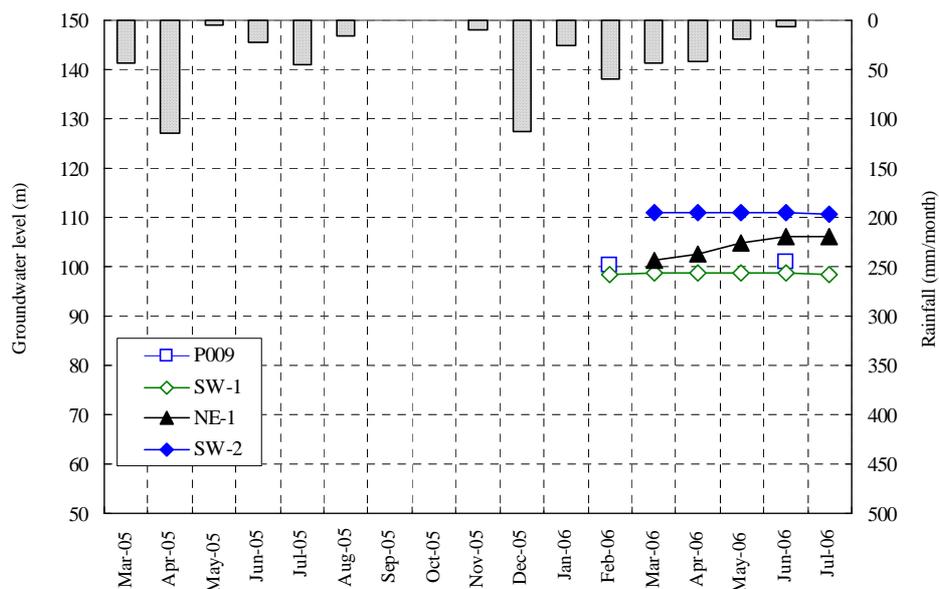


Figure DP2.3.5-1 (d)

Fluctuation du niveau d'eau souterraine (puits et essais de forage dans la ville d'Ambovombe)

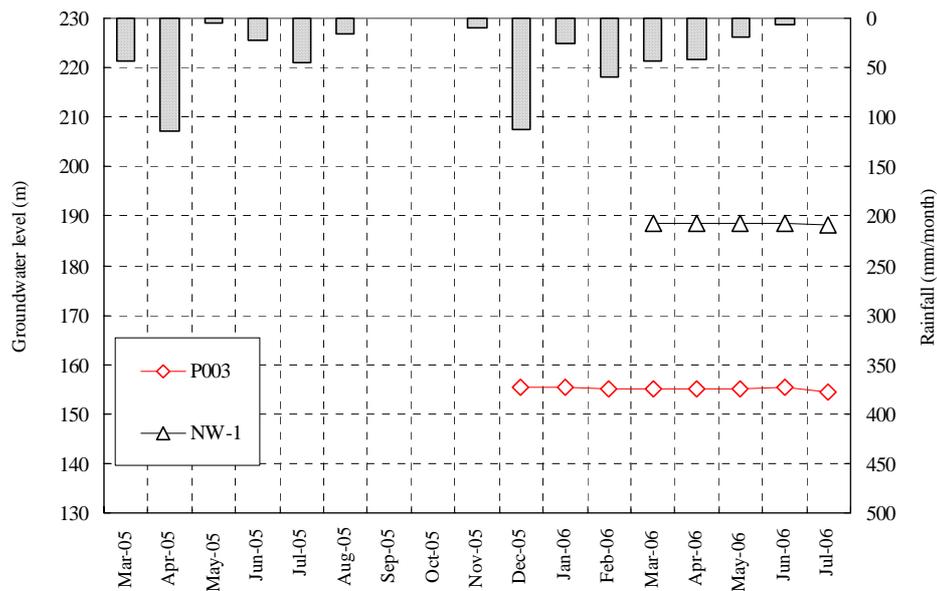


Figure DP2.3.5-1 (e)

Fluctuation du niveau d'eau souterraine (puits et essais de forage dans la ville d'Antanimora)

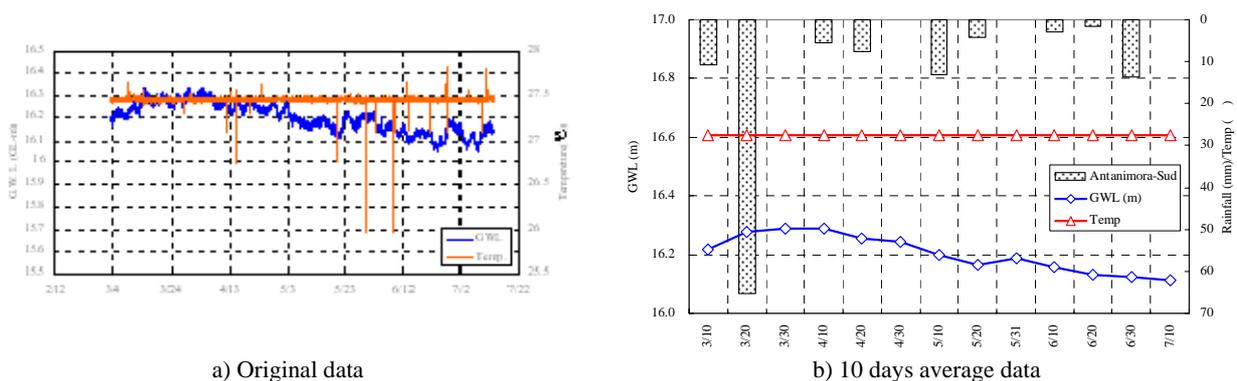
(2) Résultats des mesures automatiques de niveau d'eau

La figure DP2.3.5-2 montre les résultats des suivis automatiques des niveaux d'eaux souterraines. A cause d'une installation inappropriée, les données suffisantes n'ont pas été obtenues du forage No.F018.

Comme les données pluviométriques sont obtenues seulement tous les 10 jours, un montant total, et une moyenne de 10 jours de fluctuation de niveau d'eau est préparé pour être comparé à la fluctuation de la précipitation.

Selon la figure DP2.3.5-2, le niveau d'eau souterraine semble décroître graduellement à partir du mois de mars jusqu'au mois de juillet 2006 en rapport avec la quantité de précipitation.

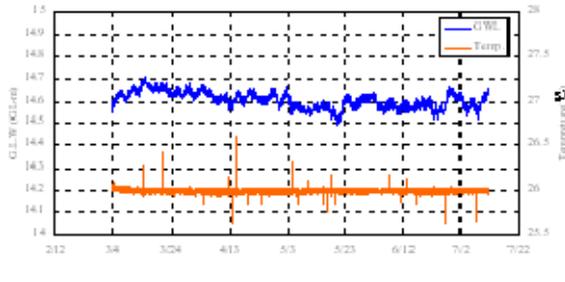
La fluctuation du niveau d'eau du forage No.F015 semble plutôt stable par rapport aux autres puits.



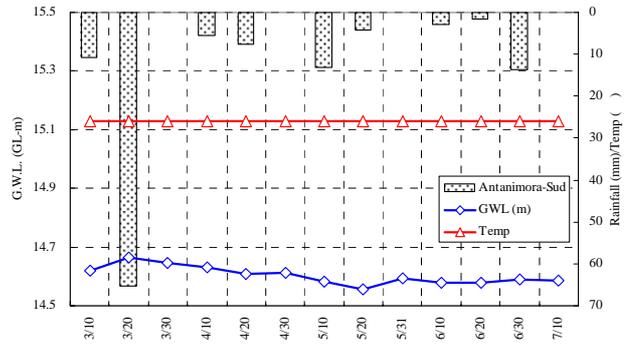
a) Original data

b) 10 days average data

Figure DP2.3.5-2 (a) Résultat du suivi du niveau d'eau souterraine (Essais de forage No.F001)

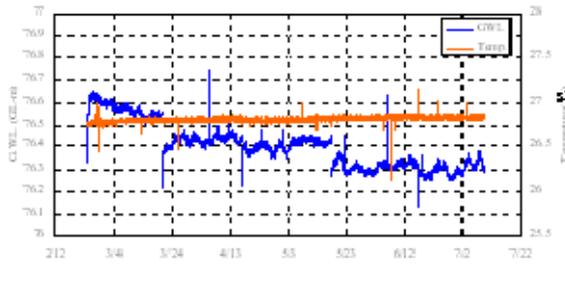


a) données initiales

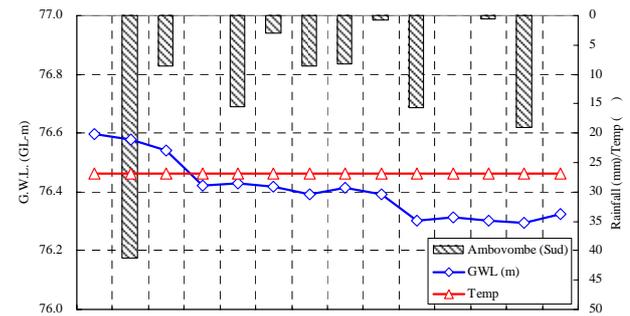


b) données en moyenne de 10 jours

Figure DP2.3.5-2 (b) Résultat du suivi du niveau d'eau souterraine (Essais de forage No.F006b)

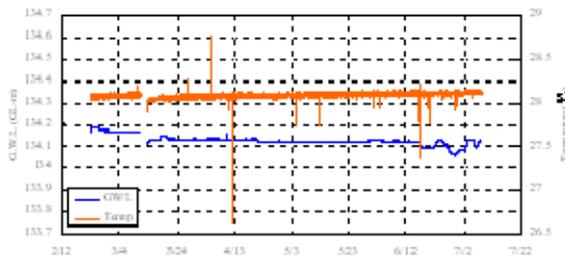


a) données initiales

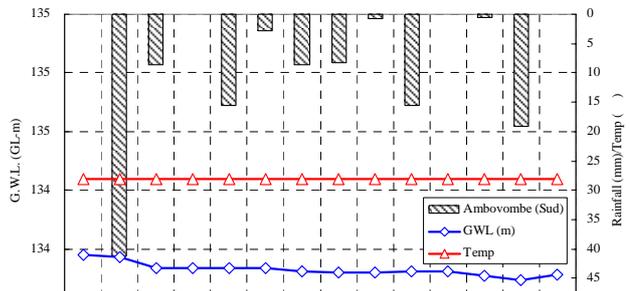


b) données en moyenne de 10 jours

Figure DP2.3.5-2 (c) Résultat du suivi du niveau d'eau souterraine (puits existant No.604)

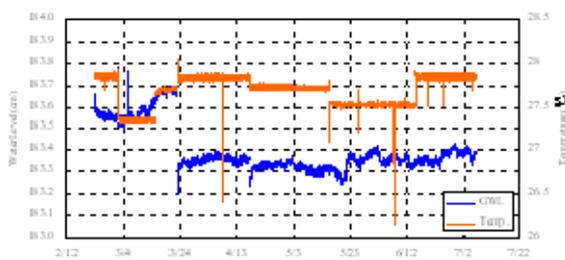


a) données initiales

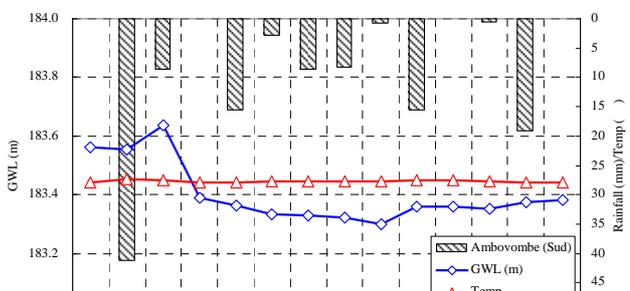


b) données en moyenne de 10 jours

Figure DP2.3.5-2 (d) Résultat du suivi du niveau d'eau souterraine (Essais de forage No.F015)



a) données initiales



b) données en moyenne de 10 jours

Figure DP2.3.5-2 (e) Résultat du suivi du niveau d'eau souterraine (Essais de forage No.F030)

DP2.4 Analyse de la qualité de l'eau

DP2.4.1 la qualité de l'eau aux saisons pluie

(1) Points de prélèvement

Tableau 2.4.1-1 (1)

Caractéristiques des points de prélèvement pour l'analyse de la qualité de l'eau – Puits et forages

Type	Lieu	Sub-Lieu	Commune	ID	Lat.	Long	date	Profondeur	NSI
Puit	Ambovombe	Centre	Ambovombe	001	25°10'43.8'	46°5'17.4'	25/4/2005	20,4	18,44
Forage	Ambovombe	Centre	Ambovombe	604	-	-	3/5/2005	130	76,5
vovo	Ambovombe	Sud Est	Ambovombe	010	25°10'46.3'	46°5'49.9'	2/5/2005	14,15	14,5
Puit	Ambovombe	Sud Est	Ambovombe	277	25°10'49.3'	46°5'23.6'	2/5/2005	25,8	25,5
vovo	Ambovombe	Est Sud Est	Ambovombe	500	25°10'50.9'	46°6'1.1'	2/5/2005	18,6	18,25
vovo	Ambovombe	Est Sud Est	Ambovombe	510	25°10'56.1'	46°5'52.9'	2/5/2005	14,7	14
vovo	Ambovombe	Est Sud Est	Ambovombe	514	25°11'00.7'	46°5'47.3'	2/5/2005	12,9	12,8
Puit	Ambovombe	Sud	Ambovombe	276	25°10'55.5'	46°5'13.2'	2/5/2005	16,4	16,2
Puit	Ambovombe	Sud	Ambovombe	132	25°11'10.5'	46°5'20.2'	2/5/2005	26,93	23,5
Puit	Ambovombe	Sud	Ambovombe	124	25°11'27.3'	46°5'10.0'	2/5/2005	13,35	13,35
Puit	Ambovombe	Sud Sud Ouest	Ambovombe	007	25°11'7.9'	46°4'47'	25/4/2005	13,51	13,36
vovo	Ambovombe	Sud Sud Ouest	Ambovombe	123	25°11'20.3'	46°4'39.4'	25/4/2005	12,8	13,15
vovo	Ambovombe	Sud-Ouest	Ambovombe	008	25°10'56.9'	46°4'39.9'	25/4/2005	11,8	11,6
Puit	Ambovombe	Ouest	Ambovombe	122	25°10'45.6'	46°4'28.8'	25/4/2005	2,4	18,43
vovo	Ambovombe	Nord Ouest	Ambovombe	005	25°10'21.0'	46°4'58.0'	2/5/2005	13,1	13,15
Forage	Ambovombe	Nord	Ambovombe	003	25°10'25.6'	46°5'12.5'	2/5/2005	22,6	17,46
vovo	Ambovombe	Nord Est	Ambovombe	283	25°10'16.7'	46°5'34.3'	2/5/2005	7,8	7,36
vovo	Ambovombe	Nord Est	Ambovombe	284	25°10'26.7'	46°5'33.9'	2/5/2005	8,2	7,92
Forage	Antanimora	Centre	Antanimora	020	24°48'47.5"	45°39'45.1"	5/5/2005	78	5,63
Forage	Antanimora	Centre	Antanimora	022	24°48'38.4"	45°40'50.3"	4/5/2005	13,5	7,1
Forage	Antanimora	Centre	Antanimora	140	24°48'52.5"	45°39'5.2"	5/5/2005	15,65	4,33
Forage	Antanimora	Centre	Antanimora	097	24°42'58.4"	45°39'8.4"	5/5/2005	14,33	3,66
Forage	Antanimora	ESt Sud Est	Antanimora	148	24°50'25.3"	45°44'26.11"	4/5/2005	20,85	5,82
Forage	Antanimora	ESt Sud Est	Antanimora	026	24°49'0.5"	45°44'13.2"	4/5/2005	42,39	9,16
Forage	Antanimora	ESt Sud Est	Ambohimalaza	152	24°53'59"	45°52'21"	4/5/2005	42	25,35
Forage	Antanimora	Sud Est	Antanimora	016	24°56'31.6"	45°45'48.8"	4/5/2005	29,4	7,23
Forage	Antanimora	Sud Est	Antanimora	015	24°59'31"	45°48'00"	4/5/2005	26,5	7,85
Forage	Antanimora	Sud	Antanimora	121	24°53'55.0"	45°40'29.5"	4/5/2005	imp	imp
Forage	Antanimora	Sud	Antanimora	128	24°58'18.9"	45°41'33.7"	5/5/2005	48	23,55
Forage	Antanimora	Ouest	Jafaro	088	24°48'58.7"	45°34'49.4"	5/5/2005	12,68	5,6
Forage	Antanimora	Ouest	Antanimora	143	24°51'36.2"	45°33'56.2"	5/5/2005	24,3	8,16
Puit	Ambondro		Ambondro	203	24°12'46.1"	45°48'37.7"	6/5/2005	10,21	5,42
Puit	Ambondro		Ambondro	301	24°11'15.7"	45°47'3.11"	6/5/2005	imp	imp
Puit	Ambondro		Sihanamaro	228	24°13'59.3"	45°47'52.1"	6/5/2005	5,67	2,41
vovo	Coastal		Maloalomainty	237	25°13'29.2'	46°11'49.2'	3/5/2005	0	0
Puit	Coastal		Ambazoa	224	25°20'39.3'	45°54'56.6'	3/5/2005	4,94	4,77
Puit	Coastal		Antaritarika	216	25°26'39.4'	45°42'36.4'	3/5/2005	8,18	5,34
Puit	Ifotaka		Ifotaka	266	24°48'4.1"	45°8'10.6"	7/5/2005	9,36	7,23
Puit	Tsihombe		Tsihombe	JIRAMA T	24°19'8.1"	45°29'2.0"	6/5/2005	n.d	n.d
Puit	Amboasary		Amboasary	JIRAMA A	25°1'58.3"	46°22'40.8"	7/5/2005	n.d	n.d

Tableau 2.4.1-1 (2)

Caractéristiques des points de prélèvement pour l'analyse de la qualité de l'eau –Autour

Type	Lieu	Sub-Lieu	Commune	ID	Lat.	Long	Date
Rainwater tank	Ambovombe	Sud	Ambovombe	Imp. X	25°10'57.1'	46°5'22.5'	2/5/2005
Impluvium	Coastal		Maloalomainty	Imp. Y	25°11'29.0'	46°11'31.6'	3/5/2005
Impluvium	Coastal		Ambovombe	Imp. Z	25°13'52.7'	46°6'57.6'	3/5/2005
Lake	Ambovombe		Ambovombe	luc	25°5'35.3"	46°00'13.7"	4/5/2005
Damp	Ambovombe	Ouest-Nord Ouest	Ambovombe	Pond A	25°10'26.4'	46°4'44.7'	2/5/2005
Damp	Antanimora		Antanimora	Pond B	25°0'73.6"	45°49'25.7"	4/5/2005
River	Antanimora		Antanimora	Riv. M	24°48'55.2"	45°40'27.7"	5/5/2005
River	Antanimora		Antanimora	Riv. N	24°44'28.4"	45°44'5.2"	5/5/2005
River	Tsihombe		Tsihombe	Riv. O	24°19'0.3"	45°28'42.2"	6/5/2005
River	Amboasary		Amboasary	Riv. P	25°2'5.8"	46°22'14.0"	7/5/2005



Photo 2.4.1-1 Well 121 (Namolora, Antanimora)



Photo 2.4.1-2 Well 122 (Ambovombe)



Photo 2.4.1-3 Implivium Y (Maroalimainty)



Photo 2.4.1-4 Manambovo River (Tsihombe)

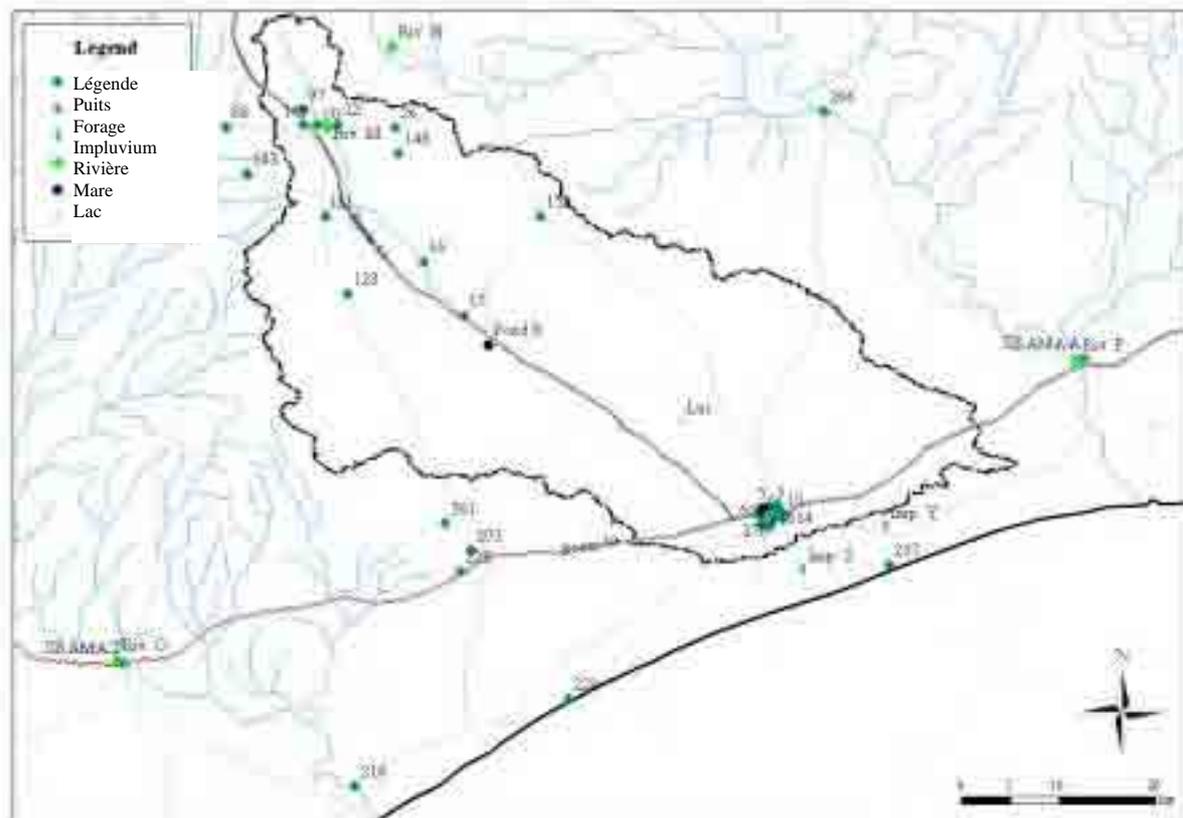


Figure 2.4.2-1 (1) Points de prélèvement

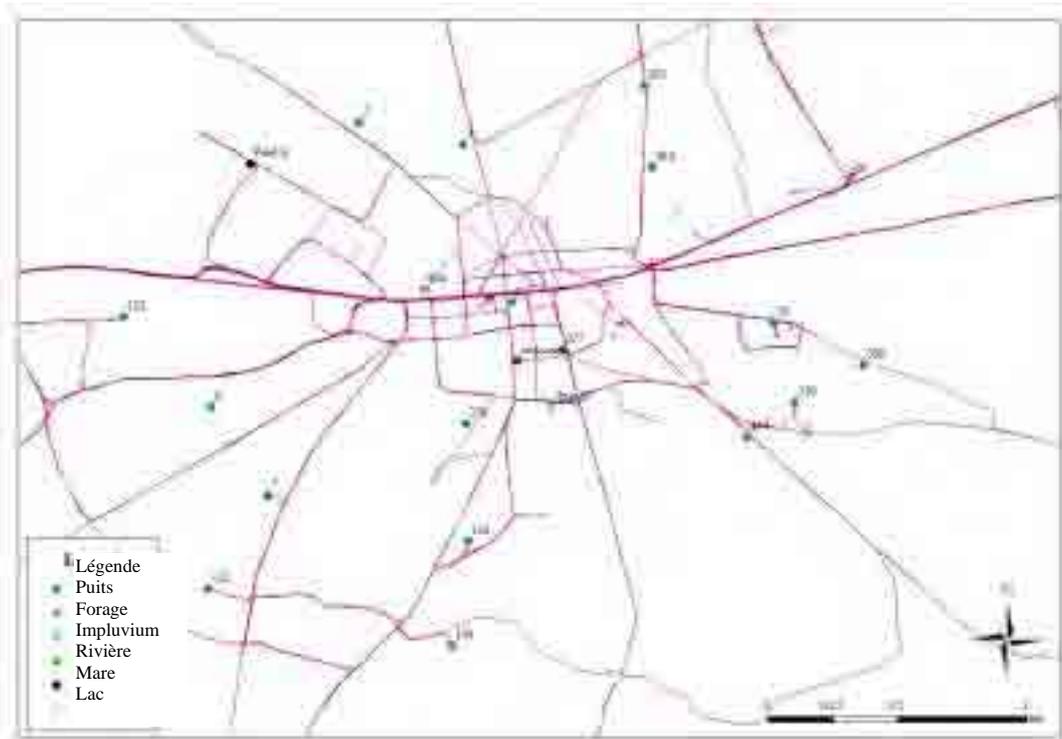


Figure 2.4.2-1 (2) Points de prélèvement dans la zone d'Ambovombe

(2) Les résultats de saison pluie

Les résultats d'analyse de la qualité de l'eau sont indiqués dans les Tableaux 2.4.3-1 (1-1), (1-2), (2-1), (2-2), (3-1) et (3-2).

(1) Evaluation comme eau potable

1) Facteurs de base (pH, CE, odeur, goût, couleur, turbidité)

Les échantillons provenant des puits et forages ont montré un pH se rangeant de 7 à 8,5, allant du neutre au légèrement alcalin. Les échantillons des impluvia (réservoirs d'eau de pluie), mares et rivières ont présenté un pH un peu plus élevé, bien que tous sauf un (mare B d'Antanimora) respectait la norme Malagasy.

Concernant la Conductivité Électrique comme indiqué dans la section 5.1 Dans les inventaire des sources d'eau, ainsi que dans les rapports antérieurs, la zone d'Ambovombe est marquée par une CE extrêmement élevée des eaux souterraines. L'analyse de la qualité de l'eau a montré le même résultats, avec 11 échantillons des 18 puits indiquant une CE dépassant la norme Malagasy qui est de 300 mS/m (= 3.000 μ S/cm). Mais dans la zone Sud-est, les puits (vovos) ont une CE relativement basse. Dans la région d'Antanimora, La CE a été la plus basse. Mais pour les puits plus proches de la zone d'Ambovombe, la CE augmente, et les puits 015 et 128, les plus proches d'Ambovombe, ont dépassé la norme Malagasy. La CE dans les autres régions a généralement été élevée, dépassant pour la plupart du temps la norme Malagasy, en particulier dans les zones côtières où les puits subissent directement l'effet de l'eau de mer. Les autres types d'eau ont montré une faible conductivité.

Une légère odeur a été détectée dans la plupart des échantillons d'eau souterraine, pourtant le point 122 d' Ambovombe et 152 d' Antanimora avait une odeur infecte Ces puits ne sont pas utilisés Les autres échantillons ont peu d'odeur, sauf les mares, qui sentait l'argile.

Onze puits parmi les 18 de la zone d'Ambovombe avaient un goût saumâtre, reflétant la forte salinité dans la région. L'eau de la plupart des puits de la région d'Antanimora n'avait pas de goût, mais un goût de sel a été détecté sur les puits surtout dans le Sud. L'eau des puits des autres zones avait un goût saumâtre, reflétant la forte salinité dans la région. Les échantillons d'eau de surface n'avaient généralement aucun goût.

La plupart des échantillons étaient incolore, bien que certains aient été légèrement jaunâtres, indiquant l'existence possible de matières organiques, en particulier dans les vovos de la région d'Ambovombe.

La turbidité de l'eau est principalement due à l'argile, au silt, aux particules colloïdales, au plancton etc. La consommation d'eau turbide mauvaise pour la santé, parce qu'une turbidité excessive peut protéger les microorganismes pathogènes à des effets des désinfectants et stimuler la croissance des bactéries dans les systèmes de distribution. L'OMS recommande 5NTU comme turbidité maximale. L'analyse a montré une forte turbidité dans les eaux de surface, surtout les mares et lacs. Les puits dans la zone d'Ambovombe aussi étaient très turbides, la plupart dépassant les exigences de l'OMS. C'étaient des vovos creusés à la main ou des puits non utilisés.

2) Bactéries

Le problème de santé le plus ordinaire et le plus répandu est la contamination de l'eau potable par les excréments humains ou animaux. *Escherichia coli* a été utilisé ici comme indicateur de contamination. Des matières fécales humaines et animales abondantes sont trouvées dans toutes les eaux naturelles et les sols qui par la suite sont soumises à une contamination fécale récente, à la fois humaine et animale. Les exigences de l'OMS et la norme Malagasy demandent l'absence de traces d'Esch. coli dans l'eau potable.

La plupart des échantillons ont montré la présence des bactéries (bactéries comptées sur plaque standard), ainsi que d'Esch. coli. Aussi l'eau recueillie (à la fois de surface et souterraine) n'est pas potable, et devrait au moins être bouillie avant toute consommation.

3) Composés d'azote (nitrate, nitrite, ammoniac)

L'azote dans l'eau est fréquemment fourni via le cycle biologique, et dans les eaux souterraines, il est ordinairement causé par la décomposition de la biomasse par les bactéries. Les activités humaines affectent aussi le cycle de l'azote, principalement par des engrais et également la combustion des fossiles combustibles.

Les ions de nitrate (NO_3^-) sont une forme d'azote stable. Leur toxicité pour l'homme est considérée seulement comme la conséquence de sa réduction au nitrite. Les ions de nitrite (NO_2^-) sont relativement instables dans l'environnement, et en présence d'oxygène, s'oxydent facilement en nitrate. Le nitrite cause l'oxydation de l'hémoglobine en méthémoglobine, qui est incapable de transporter l'oxygène aux tissus. Une forte concentration de méthémoglobine provoque la méthémoglobinémie, qui, quand elle est grave, est fatale, surtout pour les enfants.

L'analyse des ions de nitrate a montré une concentration considérable de nitrates dans la plupart des échantillons, mais un seul puits, dans le Nord d'Ambovombe, a dépassé les normes des valeurs standard.

L'analyse des ions de nitrite a montré une faible concentration, ce qui indique que les puits sont en aérobie. Mais quelques-uns ont dépassé la norme Malagasy, surtout dans le Nord d'Ambovombe, où un puits a dépassé la valeur des normes standard de l'OMS, qui est 30 fois supérieur à la norme Malagasy.

L'ammoniac (NH_4^+) est produit par la décomposition des protéines, et dans l'environnement il est oxydé en nitrite et finalement en nitrate. Il n'est pas nuisible pour la santé, sauf si l'absorption devient très importante.

Les résultats de l'analyse ont montré que des ions d'ammoniac ont été détectés sur très peu d'échantillons, et même dans ce cas, n'ont pas dépassé la norme.

4) Métaux lourds (fer, manganèse, arsenic), boron et fluorure

Le fer (Fe) est un métal abondant sur la croûte terrestre. En état aérobie, il existe des ions Fe^{2+} qui s'oxydent en ions Fe^{3+} en réaction avec l'oxygène. C'est un élément essentiel pour la nutrition humaine, bien qu'une absorption importante causera des problèmes. Les résultats de l'analyse ont montré que les puits de la zone d'Ambovombe avaient une certaine teneur en fer, dont certains dépassent la norme de l'OMS, et sont principalement dissous dans l'eau de la partie Sud-Ouest. Les puits de la zone d'Antanimora ont généralement une faible teneur en fer, sauf le puits n°152 de Sakave, qui dépasse largement la valeur communément acceptée et la norme Malagasy. Aucun teneur en fer n'a été trouvé dans d'autres zones, ni dans les impluvia ni dans les rivières, mais dans les mares et lacs près d'Ambovombe, la concentration de fer dépassait la norme.

Le manganèse (Mn) est aussi largement éparpillé dans la croûte terrestre. Il peut être dissous dans le sol dont la mesure dépend du contenu organique et de la capacité d'échange cationique. Par voie orale, le manganèse est souvent considéré comme un des éléments les moins toxiques, bien que certains rapports sur des épidémies indiquent certains effets en cas d'absorption abondante en buvant de l'eau. Les résultats d'analyse ne montrent aucun contenu de manganèse dans les échantillons.

L'arsenic (As) se trouve parfois dans les eaux souterraines volcaniques. Il est considéré très toxique si inhalé, et il existe beaucoup de rapports d'intoxication d'eaux contaminées. Les résultats d'analyse ne montrent aucun contenu d'arsenic dans les échantillons.

Le boron (B) se trouve dans plusieurs types de roches. En cas de lourde absorption il empoisonne le corps, avec le boron, qui se manifeste avec des symptômes de troubles gastro-intestinaux, éruptions cutanées etc. Les résultats d'analyse ne montrent aucun teneur en boron dans les échantillons.

Le fluorure (F) provient principalement des formations géologiques, et en cas d'absorption importante il affectera les tissus osseuses. Les résultats d'analyse montrent des traces de fluorure, principalement dans les puits d'Antanimora, mais au-dessous de la valeur standard.

5) Autres ions (sodium, potassium, calcium, magnésium, chlorure, sulfate, bicarbonate)

Le sodium (Na) se trouve dans les roches, dans l'eau de pluie et est particulièrement abondant dans l'eau de mer. C'est un élément essentiel pour la nutrition humaine; mais des doses excessives de chlorure de sodium peuvent avoir des effets graves et le décès. La concentration maximale définie par l'OMS est de 200 mg/L pour l'eau potable, mais Madagascar n'a pas de norme pour le sodium. Les résultats d'analyse des puits dans la zone concernée ont révélé un taux de concentration extrêmement élevé de sodium, en particulier dans la zone d'Ambovombe; tous les échantillons, sauf ceux des zones Est et Sud-est, ont dépassé la norme de l'OMS. Des valeurs élevées ont aussi été observées sur les puits d'Antanimora, d'Ambondro et des zones côtières, et la plupart étaient au-dessus de la norme. Les valeurs des impluvia et eaux de surface étaient basses, sauf pour la rivière Manambovo.

Le potassium (K) existe dans la croûte terrestre surtout sous forme de sel de silice (roche) et dans l'eau de mer. Il n'y a pas de rapports concernant sa toxicité, et pas de normes ni dans les exigences de l'OMS ni à Madagascar. La concentration de potassium dans les échantillons recueillies dans les puits d'Ambovombe, dans le sud d'Antanimora, à Ambondro et dans les régions côtières, dans les mares et lacs, étaient relativement élevée

Le calcium (Ca) est largement présent dans la croûte terrestre sous forme de sel de silice, de carbonate de sel et sulfate de sel. Il est essentiel pour la nutrition humaine, mais des fortes consommations peuvent provoquer des problèmes de santé. Actuellement, l'OMS n'a pas fixé une norme, mais Madagascar a fixé la concentration maximale à 200 mg/l pour l'eau potable. La concentration de calcium dans les échantillons d'eau des puits a été généralement basse, bien que certains échantillons, surtout dans la zone d'Ambovombe, aient dépassé la norme nationale, le plus élevé étant celui du forage du centre d'Ambovombe (puits n° 604).

Le magnésium (Mg) se trouve aussi dans la croûte terrestre sous forme de sel de silice, et également dans l'eau de mer. C'est aussi un élément essentiel pour la nutrition humaine; l'OMS n'a pas fixé une norme, mais Madagascar a fixé la concentration maximale à 50 mg/l. pour l'eau potable. Les résultats d'analyse ont montré une forte concentration de magnésium dans les puits et forages du centre au Nord d'Ambovombe, dans le Sud d'Antanimora, à Ambondro, dans les zones côtières, ainsi que dans la rivière Manambovo, qui dépasse la norme Malagasy.

Le chlorure (Cl) est une substance abondante dans l'eau, qui est surtout d'origine océanique. C'est un élément essentiel pour la nutrition humaine, mais des fortes consommations peuvent parfois causer un métabolisme du chlorure de sodium. L'OMS recommande une concentration maximale de 250 mg/l pour l'eau potable, pareillement à la norme Malagasy. Les résultats de l'analyse ont montré que l'eau des puits dans la zone concernée avait une très forte concentration de chlorure, surtout à Ambovombe (sauf la zone Est Sud-est), le Sud d'Antanimora, Ambondro, les zones côtières et la rivière Manambovo, la plupart dépassant les grandes lignes de l'OMS et la valeur standard de Madagascar.

Le sulfate (SO_4^{2-}) qu'on peut trouver dans l'eau a diverses origines comme les roches, l'eau de mer et la pluie. Sa toxicité est faible, mais la valeur de 250 mg/l a été fixée par l'OMS comme exigence. Les résultats d'analyse montrent que la concentration de sulfate est élevée dans les puits de l'Ouest d'Ambovombe, du Sud à l'Ouest d'Antanimora et dans les deux puits propriétés de la JIRAMA à Tsihombe et Amboasarry, ainsi que la rivière Manambovo.

Le bicarbonate est une forme ionique du dioxyde de carbone, et intoxicante pour l'homme. L'eau des puits dans la région est riche en bicarbonate, surtout dans la région d'Antanimora.

Tableau 2.4.1-2 (1-1) Résultats d'analyse de la qualité de l'eau – Etude sur le terrain, puits et forages

Type	Lieu	Sous-Lieu	Commune	echant	Résultat																					
					Temp.	Odeur	Goût	Couleur	pH	EC mS/m	DO mg/L	M-Alkalinity mg/L	CO2 mg/L	Boron mg/L	E. Coli numb/mL	Bacteria numb/mL										
																	WHO Std.								0.3	0
																	Madag. Std				6,5-9	300				
Puit	Ambovombe	Centre	Ambovombe	001		27	Aucun	Aucun	Aucune	7,2	580	4,4	165	20	0	6	5									
Forage	Ambovombe	Centre	Ambovombe	604		24	Aucun	Salé	Aucune	7,35	730	6,5	21	2	0	4	5									
vovo	Ambovombe	Sud Est	Ambovombe	010		25	Aucun	Aucun	Légèrement jaunâtre	7,8	148	4,3	140	4	0	36	60									
Puit	Ambovombe	Sud Est	Ambovombe	277		26	Aucun	Légèrement salé	Aucune	7,7	353	2,3	105	4	0	24	39									
vovo	Ambovombe	Est Sud Est	Ambovombe	500		26	Aucun	Légèrement salé	Blanchâtre	8,1	105	4,3	150	2	0	1	1									
vovo	Ambovombe	Est Sud Est	Ambovombe	510		25	Aucun	Aucun	Légèrement jaunâtre	8,5	54	5,2	95	1	0	13	128									
vovo	Ambovombe	Est Sud Est	Ambovombe	514		24	Aucun	Aucun	Légèrement jaunâtre	7,8	74	3,5	70	2	0	200	100									
Puit	Ambovombe	Sud	Ambovombe	276		26	Aucun	Légèrement salé	Aucune	7,7	450	5,4	200	8	0	75	80									
Puit	Ambovombe	Sud	Ambovombe	132		25	Aucun	Légèrement salé	Aucune	7,8	328	5,3	295	9	0	1	56									
Puit	Ambovombe	Sud	Ambovombe	124		26	Aucun	Aucun	Légèrement jaunâtre	7,9	174	4	330	8	0	56	22									
Puit	Ambovombe	Sud Sud Ouest	Ambovombe	007		26	Aucun	Légèrement salé	Marron	7,4	269	3,8	355	27	0	64	200									
vovo	Ambovombe	Sud Sud Ouest	Ambovombe	123		26	Argileux	Légèrement salé	Marron rougeâtre	8	1572	4,4	25	0	0	9	10									
vovo	Ambovombe	Sud-Ouest	Ambovombe	008		25	Aucun	Aucun	Grisâtre	8,3	225	6,8	420	4	0	60	21									
Puit	Ambovombe	Ouest	Ambovombe	122		27	Infecte	Salé	Marron	7,6	1412	2,2	720	35	0	200	15									
vovo	Ambovombe	Nord Ouest	Ambovombe	005		24	Argileux	Aucun	Blanc Marron	7,4	399	3,7	75	6	0	1	3									
Forage	Ambovombe	Nord	Ambovombe	003		26	Aucun	Salé	Blanchâtre	7,3	941	5,5	330	32	0	36	40									
vovo	Ambovombe	Nord Est	Ambovombe	283		26	Aucun	Légèrement salé	Aucune	8	483	3,4	240	5	0	4	12									
vovo	Ambovombe	Nord Est	Ambovombe	284		25	Aucun	Légèrement salé	Aucune	8,2	218	7,5	380	5	0	200	4									
Forage	Antanimora	Centre	Antanimora	020		24	Aucun	Aucun	Aucune	7,6	142	2,4	575	28	0	15	0									
Forage	Antanimora	Centre	Antanimora	022		26	Aucun	Aucun	Aucune	7,3	176	6	588	57	0	0	150									
Forage	Antanimora	Centrehh	Antanimora	140		27	Aucun	Aucun	Aucune	7,9	67	4,7	281	7	0	34	0									
Forage	Antanimora	Centre	Antanimora	097		25	Aucun	Légèrement salé	Aucune	7,9	139	3,2	578	14	0	12	3									
Forage	Antanimora	Est Sud Est	Antanimora	148		27	Aucun	Aucun	Aucune	7,3	189	4,2	243	24	0	15	10									
Forage	Antanimora	Est Sud Est	Antanimora	026		27	Aucun	Aucun	Aucune	7	70	3,1	206	40	0	30	31									
Forage	Antanimora	Est Sud Est	Ambohimalaza	152		28	Infecte	Légèrement salé	Légèrement jaunâtre	7,4	242	2,3	287	22	0	31	33									
Forage	Antanimora	Sud Est	Antanimora	016		27	Aucun	Aucun	Aucune	7,3	167	4	551	54	0	7	80									
Forage	Antanimora	Sud Est	Antanimora	015		26	Aucun	Légèrement salé	Aucune	7,6	388	2,8	262	13	0	0	16									
Forage	Antanimora	Sud	Antanimora	121		28	Aucun	Bitter	Aucune	7,8	150	4,9	448	14	0	20	12									
Forage	Antanimora	Sud	Antanimora	128		27	Aucun	Salé	Aucune	7,1	609	2,4	661	102	0	1	9									
Forage	Antanimora	Ouest	Jafaro	088		26	Aucun	Aucun	Aucune	8,1	184	2,9	825	13	0	98	9									
Forage	Antanimora	Ouest	Antanimora	143		27	Aucun	Légèrement salé	Aucune	8,1	144	4,1	580	9	0	72	3									
Puit	Ambondro	-	Ambondro	203		26	Aucun	Légèrement salé	Aucune	7,5	211	5,3	109	7	0	26	10									
Puit	Ambondro	-	Ambondro	301		24	Aucun	Salé	Jaune	7,9	2400	4,1	645	16	0	141	12									
Puit	Ambondro	-	Sihanamaro	228		25	Aucun	Aucun	Aucune	7,6	168	2,3	201	10	0	15	18									
vovo	Coastal	-	Maroalimainty	237		25	Aucun	Salé	Aucune	7,5	1199	4,5	342	21	0	44	5									
Puit	Coastal	-	Ambazoa	224		24	Aucun	Légèrement salé	Aucune	8	393	4,1	226	4	0	200	5									
Puit	Coastal	-	Antaritarika	216		25	Aucun	Légèrement salé	Aucune	7,7	256	3,9	586	23	0	1	8									
Puit	Ifotaka	-	Ifotaka	266		28	Aucun	Aucun	Aucune	8,1	37	5,6	183	3	0	200	200									
Puit	Tsihombe	-	Tsihombe	JIRAMA T		27	Aucun	Salé	Aucune	7,2	541	2,4	541	66	0	68	2									
Puit	Amboasary	-	Amboasary	JIRAMA A		27	Aucun	Légèrement salé	Aucune	7,9	231	7,1	90	2	0	200	9									

Tableau 2.4.1-2 (1-2) Résultats d'analyse de la qualité de l'eau – Etude sur le terrain, autres

Type	Lieu	Sub-Lieu	Commune	Echantillon	Résultats												
					Temp.	Odeur	Goût	Couleur	pH	EC mS/m	DO mg/L	M-Alkalinity mg/L	CO2 mg/L	Boron mg/L	E. Coli numb/mL	Bactérie numb/mL	
					WHO Std.									0,3	0		
					Madag. Std				6,5-9	300					0		
Rainwater tank	Ambovombe	Sud	Ambovombe	Imp. X	26	Aucun	Aucun	Aucun	7,7	11	5	18	1	0	0	10	
Impluvium	Coastal	-	Maloalomainty	Imp. Y	22	Aucun	Aucun	Aucun	8,7	29	5	84	0	0	64	4	
Impluvium	Coastal	-	Ambovombe	Imp. Z	24	Aucun	Aucun	Aucun	7,8	17	4,4	48	1	0	4	3	
Lake	Ambovombe	-	Ambovombe	luc	21	Argileuse	Argileuse	Grisâtre	7,7	30	6,5	76	3	0	200	200	
Damp	Ambovombe	Ouest-Nord Ouest	Ambovombe	Pond A	23	Argileuse	Argileuse	Grisâtre	7,5	34	2,3	50	3	0	9	8	
Damp	Antanimora	-	Antanimora	Pond B	23	Argileuse	Aucun	Légèrement jaunâtre	9,1	13	7,7	67	0	0	42	5	
River	Antanimora	Bemamba Riv.	Antanimora	Riv. M	26	Aucun	Aucun	Légèrement jaunâtre	7,8	47	1,9	278	9	0	200	200	
River	Antanimora	Ikonda Riv.	Antanimora	Riv. N	29	Aucun	Aucun	Aucun	8,5	64	7,8	298	2	0	2	0	
River	Tsihombe	Manavovo Riv.	Tsihombe	Riv. O	30	Aucun	Salé	Aucun	8,6	0,44	9	202	1	0	119	17	
River	Amboasary	Mandorare Riv.	Amboasary	Riv. P	25	Aucun	Aucun	Légèrement jaunâtre	8,2	24	7,8	324	4	0	200	200	

Note: Les chiffres **en caractère gras** sont les concentrations au classes de la norme standard Madagascar et OMS

Tableau 2.4.1-2 (2)

Résultats d'analyse de la qualité de l'eau– Résultats de laboratoire (ions métalliques)

Type	Lieu	Sub-Lieu	Commune	Echantillon	Résultat	Potassium	Sodium	Calcium	Magnésium	Fer	Manganèse	Arsenic
						K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	As
						mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
						WHO.	200			0,3	0,5	0,01
					Madag.			200	50	0,5	0,05	0,05
Puit	Ambovombe	Centre	Ambovombe	001		180,90	483,00	244,00	324,41	0,00	0,00	0,00
Forage	Ambovombe	Centre	Ambovombe	604		156,20	785,42	793,60	635,69	0,45	0,00	0,00
vovo	Ambovombe	Sud Est	Ambovombe	010		21,25	187,11	10,40	20,90	0,25	0,00	0,00
Puit	Ambovombe	Sud Est	Ambovombe	277		33,05	258,74	99,20	38,88	0,25	0,00	0,00
vovo	Ambovombe	Est Sud Est	Ambovombe	500		18,20	77,10	14,40	15,07	44,22	0,00	0,00
vovo	Ambovombe	Est Sud Est	Ambovombe	510		11,94	79,18	7,20	9,96	0,15	0,00	0,00
vovo	Ambovombe	Est Sud Est	Ambovombe	514		13,55	78,35	9,20	11,18	0,35	0,00	0,00
Puit	Ambovombe	Sud	Ambovombe	276		30,83	604,66	67,20	70,47	0,15	0,00	0,00
Puit	Ambovombe	Sud	Ambovombe	132		22,85	512,55	97,60	51,03	0,01	0,00	0,00
Puit	Ambovombe	Sud	Ambovombe	124		7,83	121,36	7,20	122,96	0,81	0,00	0,00
Puit	Ambovombe	S-Sud Ouest	Ambovombe	007		22,50	512,96	24,00	14,58	2,80	0,00	0,00
vovo	Ambovombe	S-Sud Ouest	Ambovombe	123		11,34	233,47	17,60	20,90	1,50	0,00	0,00
vovo	Ambovombe	Sud-Ouest	Ambovombe	008		44,90	435,70	15,20	14,09	10,00	0,00	0,00
Puit	Ambovombe	Ouest	Ambovombe	122		191,30	2727,57	636,00	459,27	traces	0,00	0,00
vovo	Ambovombe	Nord Ouest	Ambovombe	005		43,00	355,52	64,00	61,72	0,55	0,00	0,00
Forage	Ambovombe	Nord	Ambovombe	003		67,85	983,32	320,00	243,97	0,15	0,00	0,00
vovo	Ambovombe	Nord Est	Ambovombe	283		100,45	269,54	160,80	116,64	0,04	0,00	0,00
vovo	Ambovombe	Nord Est	Ambovombe	284		32,25	305,58	36,80	31,10	0,45	0,00	0,00
Forage	Antanimora	Centre	Antanimora	020		9,50	202,97	43,20	40,34	0,00	0,00	0,00
Forage	Antanimora	Centre	Antanimora	022		2,28	87,54	44,80	127,33	0,04	0,00	0,00
Forage	Antanimora	Centre	Antanimora	140		1,09	103,01	21,20	14,34	0,01	0,00	0,00
Forage	Antanimora	Centre	Antanimora	097		3,62	238,16	24,00	30,13	0,01	0,00	0,00
Forage	Antanimora	Est Sud Est	Antanimora	148		10,92	292,14	36,00	46,17	0,15	0,00	0,00
Forage	Antanimora	Est Sud Est	Antanimora	026		18,69	58,65	13,20	8,51	0,15	0,00	0,00
Forage	Antanimora	Est Sud Est	Ambohimalaza	152		46,90	946,24	56,00	97,00	28,00	0,00	0,00
Forage	Antanimora	Sud Est	Antanimora	016		43,00	216,23	60,80	76,30	0,55	0,00	0,00
Forage	Antanimora	Sud Est	Antanimora	015		67,85	492,59	56,80	148,23	0,15	0,00	0,00
Forage	Antanimora	Sud	Antanimora	121		100,45	244,38	18,40	47,14	0,04	0,00	0,00
Forage	Antanimora	Sud	Antanimora	128		17,48	868,05	60,00	272,16	0,08	0,00	0,00
Forage	Antanimora	Ouest	Jafaro	088		0,90	345,13	20,00	39,37	0,04	0,00	0,00
Forage	Antanimora	Ouest	Antanimora	143		0,45	204,99	22,40	35,48	0,02	0,00	0,00
Puit	Ambondro	-	Ambondro	203		16,08	98,29	44,00	69,01	0,00	0,00	0,00
Puit	Ambondro	-	Ambondro	301		2376,00	1460,50	720,00	1069,20	0,01	0,00	0,00
Puit	Ambondro	-	Sihanamaro	228		22,60	206,47	61,60	25,76	0,00	0,00	0,00
vovo	Coastal	-	Maloalomainty	237		78,45	2705,00	313,60	3,89	0,00	0,00	0,00
Puit	Coastal	-	Ambazoa	224		76,70	363,87	85,60	121,99	0,01	0,00	0,00
Puit	Coastal	-	Antaritarika	216		12,88	348,39	52,00	81,16	0,03	0,00	0,00
Puit	Ifotaka	-	Ifotaka	266		1,49	39,71	36,00	11,66	0,00	0,00	0,00
Puit	Tsihombe	-	Tsihombe	JIRAMA T		67,10	1496,88	209,60	164,03	0,00	0,00	0,00
Puit	Amboasary	-	Amboasary	JIRAMA A		7,32	336,74	76,00	60,75	0,01	0,00	0,00
Rainwater tank	Ambovombe	Sud	Ambovombe	Imp. X		1,00	1,98	6,00	1,22	0,00	0,00	0,00
Impluvium	Coastal	-	Maloalomainty	Imp. Y		9,66	4,60	28,00	2,67	0,00	0,00	0,00
Impluvium	Coastal	-	Ambovombe	Imp. Z		3,86	7,26	16,80	0,97	0,01	0,00	0,00
Lake	Ambovombe	-	Ambovombe	luc		21,50	10,34	19,20	6,08	3,20	0,00	0,00
Damp	Ambovombe	Ouest-Nord Ouest	Ambovombe	Pond A		46,90	20,70	12,00	12,15	28,00	0,00	0,00
Damp	Antanimora	-	Antanimora	Pond B		13,09	5,33	14,00	3,65	0,25	0,00	0,00
River	Antanimora	Bemamba Riv.	Antanimora	Riv. M		8,50	18,19	29,20	24,79	0,25	0,00	0,00
River	Antanimora	Ikonda Riv.	Antanimora	Riv. N		4,41	55,06	29,20	34,61	0,01	0,00	0,00
River	Tsihombe	Manavovo Riv.	Tsihombe	Riv. O		11,48	441,59	175,20	138,51	0,01	0,00	0,00
River	Amboasary	Mandorare Riv.	Amboasary	Riv. P		2,21	22,40	24,00	6,80	0,08	0,00	0,00

Note: Les chiffres en caractère gras sont les concentrations au classeshde la norme standard à Madagascar et OMS

Tableau 2.4.1-2 (3-1) Résultats d'analyse de la qualité de l'eau – Résultats de laboratoire (autres): puits et forages

Type	Lieu	Sous-Lieu	Commune	Echant	Chlorure	Sulfate	Bicarbonate	Nitrite	Nitrate	Ammonium	Floride	Turbidité	DuréeT	
					Cl	SO4	HCO3	NO2	NO3	NH4	F	NTU	F	
					mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
					250	250		3	50	1,5	1,5	5		
	250		0,1	50	0,5	1,5		50						
Puit	Ambovombe	Centre	Ambovombe	001	745,50	413,00	146,40	0,00	8,77	0,02	0,00	2,70	194,50	
Forage	Ambovombe	Centre	Ambovombe	604	4288,40	297,70	214,72	0,16	2,21	0,06	0,52	49,40	460,00	
vovo	Ambovombe	Sud Est	Ambovombe	010	287,55	27,43	141,52	0,16	7,35	0,00	0,42	7,27	11,20	
Puit	Ambovombe	Sud Est	Ambovombe	277	429,55	265,94	192,76	2,27	13,74	0,02	0,00	2,91	40,80	
vovo	Ambovombe	Est Sud Est	Ambovombe	500	209,45	0,25	165,92	0,06	1,36	0,00	0,00	15,50	9,80	
vovo	Ambovombe	Est Sud Est	Ambovombe	510	92,30	31,52	95,16	0,09	1,14	0,00	0,60	13,30	5,90	
vovo	Ambovombe	Est Sud Est	Ambovombe	514	129,57	24,59	87,84	0,15	2,94	0,00	0,00	21,60	6,90	
Puit	Ambovombe	Sud	Ambovombe	276	972,70	182,44	283,04	0,09	44,34	0,00	0,59	6,13	445,80	
Puit	Ambovombe	Sud	Ambovombe	132	820,05	185,20	341,60	0,09	1,91	0,00	0,26	1,00	45,40	
Puit	Ambovombe	Sud	Ambovombe	124	291,10	158,40	309,88	0,08	7,35	0,00	0,00	148,00	52,40	
Puit	Ambovombe	Sud Sud Ouest	Ambovombe	007	541,35	263,88	305,00	0,01	1,51	0,00	0,00	67,60	12,00	
vovo	Ambovombe	Sud Sud Ouest	Ambovombe	123	280,45	75,18	241,56	0,09	1,15	0,02	0,00	256,00	13,00	
vovo	Ambovombe	Sud-Ouest	Ambovombe	008	443,74	125,70	431,88	0,08	0,39	0,04	0,00	2784,00	9,60	
Puit	Ambovombe	Ouest	Ambovombe	122	4295,50	2761,50	644,16	0,01	0,18	0,04	0,00	3,90	348,00	
vovo	Ambovombe	Nord Ouest	Ambovombe	005	624,80	256,60	145,18	2,79	23,75	0,00	0,00	14,30	41,40	
Forage	Ambovombe	Nord	Ambovombe	003	1846,00	1020,45	409,92	0,49	55,89	0,00	0,59	3,85	180,40	
vovo	Ambovombe	Nord Est	Ambovombe	283	898,15	86,78	295,24	3,68	22,94	0,02	0,44	4,33	88,20	
vovo	Ambovombe	Nord Est	Ambovombe	284	340,80	115,32	414,80	0,66	4,99	0,00	0,34	15,90	22,00	
Forage	Antanimora	Centre	Antanimora	020	139,16	123,15	519,72	0,00	0,04	0,02	0,00	44,30	27,40	
Forage	Antanimora	Centre	Antanimora	022	173,95	4,65	734,44	0,00	0,39	0,04	0,19	1,80	63,60	
Forage	Antanimora	Centre	Antanimora	140	40,82	15,02	328,18	0,03	0,85	0,00	0,39	0,82	11,20	
Forage	Antanimora	Centre	Antanimora	097	117,15	56,72	585,60	0,03	3,53	0,02	0,59	0,78	18,40	
Forage	Antanimora	EST Sud Est	Antanimora	148	347,90	164,02	326,96	0,06	2,21	0,08	0,68	1,29	28,00	
Forage	Antanimora	EST Sud Est	Antanimora	026	90,52	73,96	307,44	0,10	2,90	0,00	0,39	1,55	6,80	
Forage	Antanimora	EST Sud Est	Ambohimalaza	152	972,70	589,61	756,40	0,43	0,02	0,02	0,63	52,80	50,20	
Forage	Antanimora	Sud Est	Antanimora	016	234,30	257,89	444,08	0,13	0,43	0,02	0,49	13,70	46,60	
Forage	Antanimora	Sud Est	Antanimora	015	1086,30	40,47	378,20	0,06	0,07	0,04	0,24	5,15	75,20	
Forage	Antanimora	Sud	Antanimora	121	166,85	73,35	575,84	0,06	0,21	0,02	0,53	2,09	24,00	
Forage	Antanimora	Sud	Antanimora	128	1391,60	686,35	668,56	0,06	2,06	0,00	0,00	3,18	127,00	
Forage	Antanimora	Ouest	Jafaro	088	149,10	54,01	858,88	1,35	4,12	0,00	0,57	0,84	21,20	
Forage	Antanimora	Ouest	Antanimora	143	177,50	64,20	517,28	0,06	5,12	0,00	0,00	2,77	20,20	
Puit	Ambondro	-	Ambondro	203	383,40	2,26	131,76	0,06	12,65	0,06	0,00	2,04	39,40	
Puit	Ambondro	-	Ambondro	301	2254,25	1196,00	849,12	1,78	42,64	0,06	0,71	2,98	620,00	
Puit	Ambondro	-	Sihanamaro	228	294,65	127,55	253,76	2,43	1,76	0,04	0,26	2,05	26,00	
vovo	Coastal	-	Maloalomainity	237	4174,80	1972,00	366,00	0,09	3,82	0,08	0,63	3,41	80,00	
Puit	Coastal	-	Ambazoa	224	983,35	47,24	222,04	0,33	4,18	0,02	0,61	1,28	71,60	
Puit	Coastal	-	Antaritarika	216	433,10	162,72	580,72	1,45	3,02	0,02	0,47	2,25	46,40	
Puit	Ifotaka	-	Ifotaka	266	17,75	13,66	239,12	0,01	3,17	0,02	0,27	1,33	13,80	
Puit	Tsihombe	-	Tsihombe	JIRAMA T	1956,05	1146,60	712,48	1,48	46,11	0,02	0,24	1,83	119,90	
Puit	Amboasary	-	Amboasary	JIRAMA A	493,45	133,70	444,08	0,00	0,36	0,04	0,46	1,83	44,00	

Tableau 2.4.1-2 (3-2) Résultats d'analyse de la qualité de l'eau – Résultats de laboratoire (autres): autres

Type	Lieu	Sous-Liex	Commune	Echant	Chlorure	Sulfate	Bicarbonate	Nitrite	Nitrate	Ammonium	Fluorure	Turbidité	DuréeT
					Cl	SO4	HCO3	NO2	NO3	NH4	F		
					mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NTU	F
					250	250		3	50	1,5	1,5	5	
					250	250		0,1	50	0,5	1,5		
Rainwater tank	Ambovombe	Sud	Ambovombe	Imp. X	7,10	0,53	24,40	0,00	0,05	0,00	0,00	1,79	2,00
Impluvium	Coastal	-	Maloalomainty	Imp. Y	7,10	3,37	95,16	0,02	0,07	0,00	0,64	2,04	8,10
Impluvium	Coastal	-	Ambovombe	Imp. Z	10,65	0,39	50,02	0,21	0,15	0,00	0,00	1,58	4,60
Lake	Ambovombe	-	Ambovombe	luc	17,75	0,00	101,26	0,00	0,21	0,02	0,67	774,00	7,30
Damp	Ambovombe	Ouest-Nord Ouest	Ambovombe	Pond A	31,95	125,19	65,88	0,18	0,12	0,06	0,10	3686,00	8,00
Damp	Antanimora	-	Antanimora	Pond B	5,32	0,57	71,98	0,00	0,00	0,02	0,04	33,50	5,00
River	Antanimora	Bemamba Riv.	Antanimora	Riv. M	28,40	11,78	239,12	1,84	1,03	0,00	0,00	4,75	17,50
River	Antanimora	Ikonda Riv.	Antanimora	Riv. N	53,25	16,10	296,45	0,01	0,12	0,00	0,61	10,30	21,50
River	Tsihombe	Manavovo Riv.	Tsihombe	Riv. O	947,85	406,42	236,88	0,06	6,24	0,08	0,61	10,20	100,80
River	Amboasary	Mandorare Riv.	Amboasary	Riv. P	23,08	5,55	126,88	0,00	0,02	0,02	0,15	62,00	8,80

Note: Les chiffres **en caractère gras** sont les concentrations aux classes de la norme standard à Madagascar et OMS

2.4.2 Etude de la qualité de l'eau aux sèche

(1) Points de prélèvement

Table 2.4.2-1 (1) Caractéristiques des points de prélèvement pour analyse de qualité de l'eau - Puits profonds et peu profonds -

Type	Zone	Sous-zone	Commune	Nom du prélèvement	Latitude	Longitude	Date de prélèvement	Profondeur de puit	Niveau d'eau de puit
Puit	Ambovombe	Centre	Ambovombe	001	25°10'43.8'	46°5'17.4'	21/9/2005	20,4	18,44
Forage	Ambovombe	Centre	Ambovombe	604	0	0	21/9/2005	130	76,5
Puit	Ambovombe	Sud Est	Ambovombe	010	25°10'46.3'	46°5'49.9'	21/9/2005	14,15	14,5
Puit	Ambovombe	Sud Est	Ambovombe	277	25°10'49.3'	46°5'23.6'	21/9/2005	25,8	25,5
Puit	Ambovombe	Est Sud Est	Ambovombe	500	25°10'50.9'	46°6'1.1'	21/9/2005	18,6	18,25
Puit	Ambovombe	Est Sud Est	Ambovombe	514	25°10'56.1'	46°5'52.9'	21/9/2005	14,7	14
Puit	Ambovombe	Est Sud Est	Ambovombe	514	25°11'00.7'	46°5'47.3'	21/9/2005	12,9	12,8
Puit	Ambovombe	Sud	Ambovombe	276	25°10'55.5'	46°5'13.2'	21/9/2005	16,4	16,2
Puit	Ambovombe	Sud	Ambovombe	134	25°11'10.5'	46°5'20.2'	21/9/2005	26,93	23,5
Puit	Ambovombe	Sud	Ambovombe	124	25°11'27.3'	46°5'10.0'	21/9/2005	13,35	13,35
Puit	Ambovombe	Sud	Ambovombe	002	25°11'06.0"	46°5'21.1"	21/9/2005	22	20,32
Puit	Ambovombe	Sud Sud Ouest	Ambovombe	007	25°11'7.9"	46°4'47"	21/9/2005	13,51	13,36
Puit	Ambovombe	Sud Sud Ouest	Ambovombe	123	25°11'20.3"	46°4'39.4"	21/9/2005	12,8	13,15
Puit	Ambovombe	Sud Ouest	Ambovombe	008	25°10'56.9"	46°4'39.9"	21/9/2005	11,8	11,6
Puit	Ambovombe	Ouest	Ambovombe	122	25°10'45.6"	46°4'28.8"	21/9/2005	2,4	18,43
Puit	Ambovombe	Nord Ouest	Ambovombe	005	25°10'21.0'	46°4'58.0'	21/9/2005	13,1	13,15
Vovo	Ambovombe	Nord Ouest	Ambovombe	282	25°10.268'	46°5.325'	21/9/2005	12	-
Puit	Ambovombe	Nord Est	Ambovombe	283	25°10'16.7"	46°5'34.3"	21/9/2005	7,8	7,36
Puit	Ambovombe	Nord Est	Ambovombe	284	25°10'26.7"	46°5'33.9"	21/9/2005	8,2	7,92
Puit	Antanimora	Centre	Antanimora	020	24°48'47.5"	45°39'45.1"	23/9/2005	78	5,63
Puit	Antanimora	Centre	Antanimora	022	24°48'38.4"	45°40'50.3"	23/9/2005	13,5	7,1
Puit	Antanimora	Centre	Antanimora	140	24°48'52.5"	45°39'5.2"	24/9/2005	15,65	4,33
Puit	Antanimora	Centre	Antanimora	097	24°42'58.4"	45°39'8.4"	23/9/2005	14,33	3,66
Puit	Antanimora	Est Sud Est	Antanimora	148	24°50'25.3"	45°44'26.11"	24/9/2005	20,85	5,82
Puit	Antanimora	Est Sud Est	Antanimora	026	24°49'0.5"	45°44'13.2"	24/9/2005	42,39	9,16
Puit	Antanimora	Est Sud Est	Ambanisarika	152	24°53'59"	45°52'21"	23/9/2005	42	25,35
Puit	Antanimora	Sud Est	Antanimora	016	24°56'31.6"	45°45'48.8"	23/9/2005	29,4	7,23
Puit	Antanimora	Sud Est	Antanimora	015	24°59'31"	45°48'00"	23/9/2005	26,5	7,85
Puit	Antanimora	Sud	Antanimora	121	24°53'55.0"	45°40'29.5"	24/9/2005	imp	imp
Puit	Antanimora	Sud	Antanimora	128	24°58'18.9"	45°41'33.7"	24/9/2005	48	23,55
Puit	Antanimora	Ouest	Antanimora	088	24°48'58.7"	45°34'49.4"	24/9/2005	12,68	5,6
Puit	Antanimora	Ouest	Antanimora	143	24°51'36.2"	45°33'56.2"	24/9/2005	24,3	8,16
Puit	Ambondro	-	Ambondro	203	24°12'46.1"	45°48'37.7"	24/9/2005	10,21	5,42
Puit	Ambondro	-	Ambondro	301	24°11'15.7"	45°47'3.11"	24/9/2005	imp	imp
Puit	Ambondro	-	Ambondro	228	24°13'59.3"	45°47'52.1"	27/9/3005	5,67	2,41
Puit	Côtière	-	Maloalomaity	237	25°13'39.2'	46°11'49.2'	22/9/2005	9,25	8,94
Puit	Côtière	-	Ambazoa	224	25°20'39.3"	45°54'56.6"	22/9/2005	4,94	4,77
Puit	Côtière	-	Antaritarika	216	25°26'39.4"	45°42'36.4"	22/9/2005	8,18	5,34
Vovo	Côtière	-	Maloalomaity	608	25°15'56.3'	46°05'33.7'	22/9/2005	-	-
Vovo	Côtière	-	Samponera	520	25°11'2.1'	46°20'41.3.'	26/9/2005	9,22	9,02
Puit	Ifotaka	-	Ifotaka	266	24°48'4.1"	46°8'10.6"	26/9/2005	9,36	7,23
Puit	Tsihombe	-	Tsihombe	JIRAMA T	24°19'8.1"	45°29'2.0"	27/9/3005	n.d	n.d
Puit	Amboasary	-	Amboasary	JIRAMA A	25°1'58.3"	46°22'40.8"	26/9/2005	n.d	n.d

Table 2.4.2-1 (2)

Caractéristiques des points de prélèvement pour analyse de qualité de l'eau - Autres types -

Type	Zone	Sous-zone	Commune	Nom du prélèvement	Latitude	Longitude	Date de prélèvement
Etang	Ambovombe	-	Ambovombe	Etang C	25°4'33.2"	45°59'32.2"	23/9/2005
Etang	Ambovombe	Ouest-Nord-Ouest	Ambovombe	Etang A	25°10.460	46°3.998	21/9/2005
Etang	Antanimora	-	Antanimora	Etang B	24°54'13.4"	45°56'49.9"	23/9/2005
Rivière	Antanimora	Riv. Bemamba	Antanimora	Riv. Bemamba	24°48'55.2"	45°40'27.7"	23/9/2005
Rivière	Antanimora	Rivière Ikonda	Antanimora	Riv. Ikondo	24°44'28.4"	45°44'5.2"	24/9/2005
Rivière	Tsiombe	Rivière O.	Tsiombe	Riv. Manavovo	24°19'0.3"	45°28'42.2"	27/9/3005
Rivière	Amboasary	Rivière P.	Amboasary	Riv. Mandrare	25°2'5.8"	46°22'14.0"	26/9/2005

Tableau 2.4.3 (1-1) Résultats d'analyse de qualité de l'eau - Etude sur terrain de puits profonds et peu profonds

Type	Zone	Sous-Zone	Commune	Prélèvement	Profondeur de puit	Résultats											
						Temp.	Odeur	Goût	Couleur	pH	EC	DO	M-Alcalinité	CO2	Boron	E. Coli	Bactérie
											mS/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	numb/mL	numb/mL
											Normes OMS						
Normes Madag							6,5-9		300		0						
Peu profond	Amvobombe	Ouest	Amvobombe	122	2,4	25	aucune	salé	aucune	7,4	1383	3,6	595	84	0,5	100	100
Peu profond	Amvobombe	Nord Est	Amvobombe	283	7,8	22	aucune	légèrement salé	aucune	7,65	574	4,2	450	88	0	80	0
Peu profond	Amvobombe	Nord Est	Amvobombe	284	8,2	25	aucune	légèrement salé	aucune	7,9	255	6,4	345	31	0,5	20	20
Peu profond	Amvobombe	Sud-Ouest	Amvobombe	008	11,8	21	aucune	aucun	jaunâtre clair	8	216	5,85	450	18	0,5	100	100
vovo	Amvobombe	Nord	Amvobombe	282	12	23	aucune	Salty	jaunâtre clair	8,2	228	5,5	350	18	0	0	40
Peu profond	Amvobombe	Sud Sud Ouest	Amvobombe	123	12,8	26	aucune	légèrement salé	aucune	8,1	109,6	3,9	180	9	0,5	100	100
Peu profond	Amvobombe	Est Sud Est	Amvobombe	514	12,9	25	aucune	aucun	jaunâtre clair	7,6	85	5,9	65	13	0	100	100
Peu profond	Amvobombe	Nord Ouest	Amvobombe	005	13,1	22	aucune	aucun	aucun	7,4	454	4,3	140	26	0	10	16
Peu profond	Amvobombe	Sud	Amvobombe	124	13,35	27	aucune	aucun	jaunâtre clair	7,9	147	4,3	220	18	0,5	100	0
Peu profond	Amvobombe	Sud Sud Ouest	Amvobombe	007	13,51	25	aucune	légèrement salé	aucune	7,3	246	3,4	260	40	0	0	40
Peu profond	Amvobombe	Sud Est	Amvobombe	010	14,15	27	aucune	aucun	jaunâtre clair	7,8	146	4,5	130	11	0	40	20
Peu profond	Amvobombe	Est Sud Est	Amvobombe	510	14,7	26	aucune	aucun	jaunâtre clair	8,1	81	6,3	120	9	0	80	80
Peu profond	Amvobombe	Sud	Amvobombe	276	16,4	26	aucune	légèrement salé	aucune	7,6	460	6,5	300	18	0	100	100
Peu profond	Amvobombe	Est Sud Est	Amvobombe	500	18,6	27	aucune	légèrement salé	aucune	8,1	95	5	150	13	0	100	100
Peu profond	Amvobombe	Center	Amvobombe	001	20,4	27	aucune	aucun	aucune	7,1	692	4,2	120	26,4	0	0	0
Peu profond	Amvobombe	Sud	Amvobombe	002	22	24	aucune	aucun	aucune	7,8	241	4,3	405	35	0	20	100
Peu profond	Amvobombe	Sud Est	Amvobombe	277	25,8	26	aucune	légèrement salé	aucune	8	369	4,4	210	22	0	10	100
Peu profond	Amvobombe	Sud	Amvobombe	134	26,93	25	aucune	légèrement salé	aucune	8	342	5,3	305	31	0,5	20	40
Profond	Amvobombe	Center	Amvobombe	604	130	26	aucune	salé	aucune	6,9	1540	6,5	270	57	0	0	10
Peu profond	Antanimora	Ouest	Antanimora	088	12,68	26	aucune	aucun	aucune	8,3	163,2	2,2	625	18	0	38	54
Peu profond	Antanimora	Center	Antanimora	022	13,5	28	aucune	aucun	aucune	7,7	156,6	6,8	680	9	0	24	90
Peu profond	Antanimora	Center	Antanimora	097	14,33	26	aucune	légèrement salé	aucune	7,9	131,2	3,8	525	22	0	13	16
Peu profond	Antanimora	Center	Antanimora	140	15,65	28	aucune	aucun	aucune	7,8	69,7	4,2	245	13	0	5	19
Peu profond	Antanimora	Est-Sud Est	Antanimora	148	20,85	26	aucune	bit-salty	aucune	7,4	209	5,6	265	35	0	100	20
Peu profond	Antanimora	Ouest	Antanimora	143	24,3	28	aucune	légèrement salé	aucune	8,1	187,5	4,5	475	13	0	30	42
Peu profond	Antanimora	Sud Est	Antanimora	015	26,5	27	aucune	légèrement salé	jaunâtre clair	7,5	414	2,6	395	44	0	100	100
Peu profond	Antanimora	Sud Est	Antanimora	016	29,4	28	aucune	aucun	aucune	7,3	166,5	3,8	385	66	0	42	26
Peu profond	Antanimora	Est-Sud Est	Ambanisarika	152	42	29	Rotten	légèrement salé	jaunâtre clair	7,6	245	2,3	735	44	0,1	100	100
Peu profond	Antanimora	Est-Sud Est	Antanimora	026	42,39	27	aucune	aucun	aucune	7,6	72	5,7	265	26	0	54	37
Peu profond	Antanimora	Sud	Antanimora	128	48	27	aucune	Salty	aucune	7	640	2,2	550	44	0	40	16
Peu profond	Antanimora	Center	Antanimora	020	78	30	aucune	aucun	aucune	7,7	141,6	2,7	455	22	0	28	45
Peu profond	Antanimora	Sud	Antanimora	121	imp	28	aucune	amer	aucune	7,8	152,3	4,1	460	26	0	17	25
Peu profond	Ambondro	-	Ambondro	228	5,67	24	aucune	Rotten	aucune	7,1	80,8	1,9	90	18	0	48	34
Peu profond	Ambondro	-	Ambondro	203	10,21	25	aucune	aucun	aucune	7,7	173,5	6,2	130	22	0	8	4
Peu profond	Ambondro	-	Ambondro	301	imp	24	aucune	salé	yellow	7,8	2430	3	715	128	0	13	29
Peu profond	Coastal	-	Ambazoa	224	4,94	25	aucune	Salty	aucune	7,7	666	5,5	235	35	0	100	100
Peu profond	Coastal	-	Antaritarika	216	8,18	24	aucune	Salty	aucune	7,6	230	2,8	455	35	0	64	100
vovo	Coastal	-	Samponera	520	9,22	29	aucune	Salty	aucune	7,1	734	5,5	180	26	0	100	10
Peu profond	Coastal	-	Maloalomainy	237	9,25	25	aucune	Salty	jaunâtre clair	7,3	1274	3,6	365	70	0,5	100	100
vovo	Coastal	-	Maloalomainy	608	-	24	aucune	Salty	jaunâtre clair	7,5	1487	7,2	160	31	0	100	100
Peu profond	Ifotaka	-	Ifotaka	266	9,36	29	aucune	aucun	aucune	8,1	35,4	5,3	155	13	0	13	35
Peu profond	Tsiombe	-	Tsiombe	JIRAMA T	n.d	27	aucune	Salty	aucune	7,2	430	0,8	390	35	0	7	9
Peu profond	Amboasarry	-	Amboasarry	JIRAMA A	n.d	26	aucune	bit-salty	aucune	7,6	270	3,2	395	31	0	13	17

Note: The data in **Bold** are data which is over the standard.

Tableau 2.4.3 (1-2) Résultats d'analyse de qualité de l'eau - Etude sur terrain de autres -

Type	Zone	Sous-Zone	Commune	Prélèvement	Résultats											
					Temp.	Odeur	Goût	Couleur	pH	EC	DO	M-Alcalinité	CO2	Boron	E. Coli	Bactérie
										mS/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	numb/mL	numb/mL
					Normes OMS									0,3	0	
Normes Madag					6,5-9	300					0					
Étang	Amvobombe	-	Amvobombe	Étang C	26	aucune	argileux	jaunâtre clair	8,3	38	4,8	165	2	0	44	60
Étang	Amvobombe	Ouest-Nord Ouest	Amvobombe	Étang A	28	aucune	argileux	brown	7,8	131,8	5	195	6	0	100	100
Étang	Antanimora	-	Antanimora	Étang B	32	aucune	aucun	jaunâtre clair	7,3	71,3	3,6	265	26	0	100	100
River	Antanimora	Bemamba Riv.	Antanimora	Rivière Bemamba	25	aucune	aucun	aucune	7,9	87,3	3,2	355	9	0	46	100
River	Antanimora	Ikonda Riv.	Antanimora	Rivière Ikonda	22	aucune	aucun	aucune	8,2	76,2	7,6	315	4	0	100	44
River	Tsiombe	Riv. O	Tsiombe	Rivière Manavovo	27	aucune	aucun	aucune	7,9	119	2,4	205	5	0	60	76
River	Amboasarry	Riv. P	Amboasarry	Rivière Mandorare	28	aucune	aucun	aucune	8,5	75,8	6,1	160	1	0	15	10

Tableau 2.4.3 (2-1) Résultats d'analyse de qualité de l'eau - Résultats de Laboratoire(Ion métallique) : Puits profonds et peu profonds

Type	Zone	Sous-Zone	Commune	Prélèvement	Profondeur de puit	Potassium	Sodium	Calcium	Magnésium	Fer	Manganèse	Arsenic
						K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	As
						mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
						Normes OM		200		0,3	0,5	0,01
Normes Madag			200	50	0,5	0,05	0,05					
Peu profond	Amvobombe	Ouest	Amvobombe	122	2,4	250,20	2413,86	473,60	263,90	0,04	0,18	0,00
Peu profond	Amvobombe	Nord Est	Amvobombe	283	7,8	65,90	480,73	188,00	171,56	0,01	0,23	0,00
Peu profond	Amvobombe	Nord Est	Amvobombe	284	8,2	30,00	275,11	54,40	58,98	0,00	0,09	0,00
Peu profond	Amvobombe	Sud-Ouest	Amvobombe	008	11,8	39,00	262,95	19,44	12,00	0,15	0,14	0,00
vovo	Amvobombe	Nord	Amvobombe	282	12	24,10	330,39	32,00	47,63	0,15	0,24	0,00
Peu profond	Amvobombe	Sud Sud Ouest	Amvobombe	123	12,8	7,18	202,76	14,40	22,84	0,15	0,00	0,00
Peu profond	Amvobombe	Est Sud Est	Amvobombe	514	12,9	15,65	96,60	32,00	12,15	0,25	0,18	0,00
Peu profond	Amvobombe	Nord Ouest	Amvobombe	005	13,1	55,30	113,67	132,80	91,85	0,01	0,14	0,00
Peu profond	Amvobombe	Sud	Amvobombe	124	13,35	13,63	241,67	4,80	19,44	0,30	0,02	0,00
Peu profond	Amvobombe	Sud Sud Ouest	Amvobombe	007	13,51	25,75	376,41	10,40	10,21	0,06	0,00	0,00
Peu profond	Amvobombe	Sud Est	Amvobombe	010	14,15	33,15	158,86	17,98	12,80	0,15	0,15	0,00
Peu profond	Amvobombe	Est Sud Est	Amvobombe	510	14,7	6,50	110,40	20,00	41,31	0,15	0,12	0,00
Peu profond	Amvobombe	Sud	Amvobombe	276	16,4	36,05	687,35	64,80	47,14	0,00	0,00	0,00
Peu profond	Amvobombe	Est Sud Est	Amvobombe	500	18,6	9,35	140,83	21,60	16,52	0,00	0,08	0,00
Peu profond	Amvobombe	Center	Amvobombe	001	20,40	247,40	570,40	330,40	216,76	0,00	0,00	0,00
Peu profond	Amvobombe	Sud	Amvobombe	002	22	19,90	157,55	88,80	31,10	0,00	0,06	0,00
Peu profond	Amvobombe	Sud Est	Amvobombe	277	25,8	38,00	241,60	146,40	15,07	0,00	0,00	0,00
Peu profond	Amvobombe	Sud	Amvobombe	134	26,93	32,75	464,26	113,60	54,92	0,00	0,12	0,00
Profond	Amvobombe	Center	Amvobombe	604	130	141,00	3298,20	1064,00	556,47	0,01	0,12	0,00
Peu profond	Antanimora	Ouest	Antanimora	088	12,68	1,79	300,53	13,60	26,73	0,00	0,01	0,00
Peu profond	Antanimora	Center	Antanimora	022	13,5	1,14	139,67	69,60	80,68	0,00	0,00	0,00
Peu profond	Antanimora	Center	Antanimora	097	14,33	3,36	160,35	19,20	32,56	0,00	0,09	0,00
Peu profond	Antanimora	Center	Antanimora	140	15,65	2,32	99,92	18,40	25,27	0,00	0,10	0,00
Peu profond	Antanimora	Est-Sud Est	Antanimora	148	20,85	7,65	243,30	57,60	47,14	0,00	0,13	0,00
Peu profond	Antanimora	Ouest	Antanimora	143	24,3	0,52	419,66	17,60	17,01	0,00	0,01	0,00
Peu profond	Antanimora	Sud Est	Antanimora	015	26,5	16,20	584,06	160,00	218,70	0,50	0,71	0,00
Peu profond	Antanimora	Sud Est	Antanimora	016	29,4	16,35	141,39	99,20	55,40	0,00	0,02	0,00
Peu profond	Antanimora	Est-Sud Est	Ambanisarika	152	42	17,95	950,81	57,60	83,13	0,03	0,71	0,00
Peu profond	Antanimora	Est-Sud Est	Antanimora	026	42,39	19,90	46,00	19,20	17,01	0,40	0,00	0,00
Peu profond	Antanimora	Sud	Antanimora	128	48	33,30	802,99	196,00	318,33	0,00	0,10	0,00
Peu profond	Antanimora	Center	Antanimora	020	78	3,60	208,76	56,00	33,53	0,00	0,01	0,00
Peu profond	Antanimora	Sud	Antanimora	121	imp	2,85	238,46	39,20	23,81	0,00	0,11	0,00
Peu profond	Ambondro	-	Ambondro	203	10,21	21,10	202,40	13,60	20,41	0,00	0,00	0,00
Peu profond	Ambondro	-	Ambondro	301	imp	2665,00	2921,00	800,00	1015,74	0,00	0,16	0,00
Peu profond	Ambondro	-	Ambondro	228	5,67	11,05	109,70	28,00	34,99	0,06	0,08	0,00
Peu profond	Coastal	-	Maloalomain	237	9,25	264,00	1946,00	372,00	291,60	0,00	0,08	0,00
vovo	Coastal	-	Maloalomain	608	-	58,80	3206,20	800,00	551,61	0,00	0,09	0,00
Peu profond	Coastal	-	Ambazoa	224	4,94	87,45	912,30	276,80	167,18	0,00	0,01	0,00
vovo	Coastal	-	Samponera	520	9,22	15,35	1403,00	384,00	191,48	0,00	0,11	0,00
Peu profond	Coastal	-	Antaritarika	216	8,18	9,70	395,27	60,80	57,83	0,00	0,00	0,00
Peu profond	Ifotaka	-	Ifotaka	266	9,36	1,36	25,30	46,00	28,55	0,00	0,12	0,00
Peu profond	Tsiombe	-	Tsiombe	JIRAMA T	n.d	31,20	588,80	85,60	122,96	0,00	0,10	0,00
Peu profond	Amboasarry	-	Amboasarry	JIRAMA A	n.d	8,90	386,40	72,00	134,14	0,00	0,46	0,00

Tableau 2.4.3 (2-2) Résultats d'analyse de qualité de l'eau - Résultats de Laboratoire(Ion métallique) : Autres

Type	Zone	Sous-Zone	Commune	Prélèvement	Résultas	Potassium	Sodium	Calcium	Magnésium	Fer	Manganèse	Arsenic
						K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	As
						mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
						Normes OMS		Normes Madag				
						200				0,3	0,5	0,01
							200		50	0,5	0,05	0,05
Etang	Amvobombe	-	Amvobombe	Etang C		52,30	57,50	76,00	43,74	2,50	1,34	0,00
Etang	Amvobombe	Ouest-Nord Ouest	Amvobombe	Etang A		281,60	138,00	43,20	129,28	12,50	1,31	0,00
Etang	Antanimora	-	Antanimora	Etang B		11,23	13,02	44,00	12,15	0,06	0,16	0,00
River	Antanimora	Bemamba Riv.	Antanimora	Rivière Bemamba		4,17	36,80	33,60	24,30	0,00	0,16	0,00
River	Antanimora	Ikonda Riv.	Antanimora	Rivière Ikonda		4,30	42,55	58,00	56,50	0,00	0,14	0,00
River	Tsiombe	Riv. O	Tsiombe	Rivière Manavovo		10,10	184,00	49,60	55,40	0,04	0,31	0,00
River	Amboasary	Riv. P	Amboasary	Rivière Mandorare		3,05	87,40	48,00	19,44	0,02	0,13	0,00

Tableau 2.4.3 (3-1) Résultats d'analyse de qualité de l'eau - Résultats de Laboratoire(autres) : Puits profonds et peu profonds

Type	Zone	Sous-Zone	Commune	Prélèvement	Chlore	Sulfate	Bicarbonate	Nitrite	Nitrate	Ammonium	Fluoride	Turbidité	T-Dureté
					Cl	SO4	HCO3	NO2	NO3	NH4	F		
					mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NTU	F
					250	250		3	50	1,5	1,5	5	
					250	250		0,1	50	0,5	1,5		50
Peu profond	Amvobombe	Ouest	Amvobombe	122	3862,40	1856,30	536,80	0,01	0,01	0,16	1,41	2,28	227,00
Peu profond	Amvobombe	Nord Est	Amvobombe	283	1086,30	360,12	444,08	9,37	71,54	0,00	0,28	7,33	117,60
Peu profond	Amvobombe	Nord Est	Amvobombe	284	497,00	70,70	341,60	0,18	1,44	0,04	0,01	10,40	37,87
Peu profond	Amvobombe	Sud-Ouest	Amvobombe	008	237,85	83,70	407,48	3,45	9,08	0,06	0,00	99,40	11,00
vovo	Amvobombe	Nord	Amvobombe	282	475,70	70,71	356,24	2,63	15,50	0,02	0,30	36,10	27,60
Peu profond	Amvobombe	Sud Sud Ouest	Amvobombe	123	234,30	91,65	214,72	0,04	0,48	0,00	0,17	10,10	13,00
Peu profond	Amvobombe	Est Sud Est	Amvobombe	514	149,10	40,26	63,44	0,23	2,28	0,00	0,00	2,94	13,00
Peu profond	Amvobombe	Nord Ouest	Amvobombe	005	351,45	269,30	151,28	5,09	85,94	0,08	0,36	9,29	71,00
Peu profond	Amvobombe	Sud	Amvobombe	124	276,90	168,05	122,00	0,13	0,81	0,06	0,00	81,40	9,20
Peu profond	Amvobombe	Sud Sud Ouest	Amvobombe	007	301,75	254,94	292,80	6,41	14,18	0,00	0,11	6,59	6,80
Peu profond	Amvobombe	Sud Est	Amvobombe	010	284,00	10,45	136,64	0,14	1,28	0,00	0,00	50,80	10,60
Peu profond	Amvobombe	Est Sud Est	Amvobombe	510	170,40	35,10	119,56	0,02	1,11	0,00	0,00	2,48	22,20
Peu profond	Amvobombe	Sud	Amvobombe	276	1050,80	185,36	283,04	5,26	38,09	0,02	0,00	1,94	35,06
Peu profond	Amvobombe	Est Sud Est	Amvobombe	500	220,10	8,82	163,48	0,13	2,41	0,00	0,20	1,50	12,20
Peu profond	Amvobombe	Center	Amvobombe	001	880,40	371,46	129,32	0,43	3,73	0,14	0,62	1,12	171,80
Peu profond	Amvobombe	Sud	Amvobombe	002	259,15	48,81	395,28	0,03	1,66	0,04	0,14	1,06	35,00
Peu profond	Amvobombe	Sud Est	Amvobombe	277	454,40	155,60	190,32	2,79	100,34	0,00	0,00	1,58	42,80
Peu profond	Amvobombe	Sud	Amvobombe	134	908,80	55,58	324,52	0,02	0,73	0,02	0,76	8,26	11,60
Profond	Amvobombe	Center	Amvobombe	604	5090,70	630,42	63,44	0,04	1,77	0,42	0,37	7,92	495,00
Peu profond	Antanimora	Ouest	Antanimora	088	78,10	90,36	722,24	6,25	3,98	0,00	0,57	1,05	14,40
Peu profond	Antanimora	Center	Antanimora	022	149,10	27,94	695,40	0,00	0,01	0,00	0,74	1,70	50,60
Peu profond	Antanimora	Center	Antanimora	097	113,60	152,60	549,00	3,78	3,54	0,02	1,08	0,85	18,20
Peu profond	Antanimora	Center	Antanimora	140	49,70	31,65	329,40	0,05	0,30	0,00	0,44	1,25	15,00
Peu profond	Antanimora	Est-Sud Est	Antanimora	148	319,64	181,82	319,64	0,09	0,66	0,04	0,00	1,23	33,80
Peu profond	Antanimora	Ouest	Antanimora	143	369,20	146,52	480,68	0,28	0,06	0,00	0,00	2,48	11,40
Peu profond	Antanimora	Sud Est	Antanimora	015	1178,60	30,81	446,52	0,00	0,19	0,08	0,36	12,40	76,00
Peu profond	Antanimora	Sud Est	Antanimora	016	227,20	128,94	439,20	0,00	0,19	0,04	0,50	1,10	0,50
Peu profond	Antanimora	Est-Sud Est	Ambanisarik	152	994,00	546,02	734,44	0,09	0,12	0,04	0,95	48,30	48,20
Peu profond	Antanimora	Est-Sud Est	Antanimora	026	71,00	60,49	324,52	0,00	0,07	0,00	0,47	4,27	11,80
Peu profond	Antanimora	Sud	Antanimora	128	276,90	1590,40	629,52	0,00	0,19	0,16	0,76	8,26	118,60
Peu profond	Antanimora	Center	Antanimora	020	142,00	62,29	546,56	0,00	0,09	0,00	1,17	0,92	27,80
Peu profond	Antanimora	Sud	Antanimora	121	163,30	151,06	573,40	0,04	0,49	0,02	0,54	0,74	19,60
Peu profond	Ambondro	-	Ambondro	203	312,40	145,35	146,40	0,02	194,00	0,00	0,60	9,61	11,80
Peu profond	Ambondro	-	Ambondro	301	4508,50	1671,70	851,56	19,74	614,88	0,34	0,25	4,96	618,00
Peu profond	Ambondro	-	Ambondro	228	191,70	116,12	102,48	0,04	0,04	0,02	0,34	1,80	21,40
Peu profond	Coastal	-	Maloalomain	237	3727,50	1081,40	368,44	2,96	5,32	0,24	1,19	29,60	213,00
vovo	Coastal	-	Maloalomain	608	4948,70	581,16	104,92	0,72	1,71	0,32	1,17	10,80	427,00
Peu profond	Coastal	-	Ambazoa	224	2101,60	321,80	224,48	0,99	1,87	0,14	0,78	1,80	138,00
vovo	Coastal	-	Samponera	520	2165,50	157,10	226,92	0,22	1,54	0,22	0,08	2,30	174,80
Peu profond	Coastal	-	Antaritarika	216	426,00	285,12	466,04	2,17	1,06	0,00	0,49	2,56	39,00
Peu profond	Ifotaka	-	Ifotaka	266	39,05	23,93	176,90	0,06	0,31	0,00	0,00	1,03	23,25
Peu profond	Tsiombe	-	Tsiombe	IRAMA T	908,80	303,34	366,00	2,72	7,51	0,08	0,20	1,47	72,00
Peu profond	Amboasarry	-	Amboasarry	IRAMA A	596,40	186,73	407,48	0,12	0,09	0,04	0,43	1,66	73,20

Tableau 2.4.3 (3-1) Résultats d'analyse de qualité de l'eau - Résultats de Laboratoire(autres) : Autres

Type	Zone	Sous-Zone	Commune	Prélèvement	Chlore	Sulfate	Bicarbonate	Nitrite	Nitrate	Ammonium	Fluoride	Turbidité	T-Dureté
					Cl	SO4	HCO3	NO2	NO3	NH4	F		
					mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NTU	F
					250	250		3	50	1,5	1,5	5	
					250	250		0,1	50	0,5	1,5		
Etang	Amvobombe	-	Amvobombe	Etang C	88,75	13,00	268,40	0,00	0,00	0,00	0,00	371,00	37,00
Etang	Amvobombe	Ouest-Nord Ouest	Amvobombe	Etang A	213,00	135,02	214,72	0,00	0,00	0,04	0,00	2970,00	64,00
Etang	Antanimora	-	Antanimora	Etang B	42,60	3,39	170,80	0,00	0,00	0,02	0,00	38,40	16,00
River	Antanimora	Bemamba Riv.	Antanimora	Bemamba	56,80	38,41	405,04	0,15	1,47	0,00	0,20	3,94	18,40
River	Antanimora	Ikonda Riv.	Antanimora	ère Ikonda	37,75	65,67	353,80	0,06	0,26	0,04	0,43	3,17	37,75
River	Tsiombe	Riv. O	Tsiombe	Manavovo	28,00	9,98	178,12	0,06	0,16	0,04	0,00	32,60	35,20
River	Amboasarry	Riv. P	Amboasarry	Mandorare	134,90	7,87	173,24	0,00	0,00	0,00	0,40	5,00	20,00

DP2.5 Détails de chaque emplacement de forages d'essais

L'endroit a été choisi en se basant sur les objectifs suivants :

- Niveau statique d'eau en tenant compte la profondeur de la couche aquifère.
- Qualité de l'eau (en particulier la salinité) pour la potabilité.
- La profondeur du socle s'associant aux couches aquifères potentielles.
- Emplacement des villages tout en considérant les équipements définitifs d'approvisionnement en eau.

Tout d'abord, les endroits ont été rudement décidés sur la carte, et puis, les points exacts ont été choisis après avoir visité chaque emplacement, tenant compte de l'existence du village voisin. Le choix de chaque emplacement a été mené avec la présence du personnel de MEM, AES Ambovombe, le District d'Ambovombe, maire de chaque commune et le chef du village intéressés, afin d'aboutir à un consensus et d'obtenir une approbation des propriétaires des sites d'emplacement.

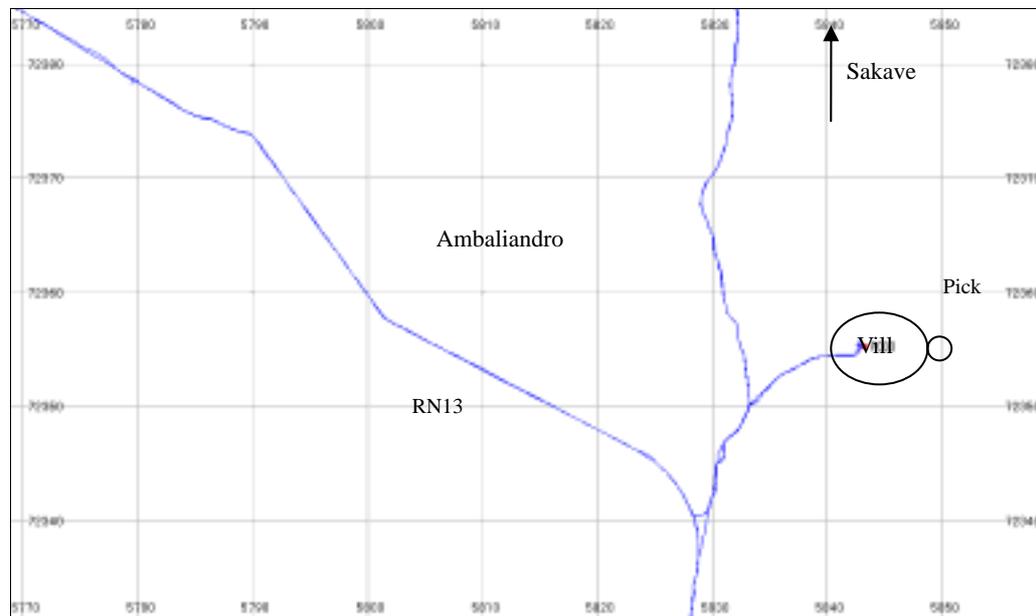
Ce qui suit sont les détails de chaque emplacement de forages d'essais, qui est composé :

- 1) Carte de localisation
- 2) Condition hydrogéologique
- 3) Information pour identifier le site
- 4) Points de contrôle importants pendant le forage

(1) P003 Ambalantsaraky

- 1) Carte de localisation

Le village le plus proche est localisé au sud à 1km du village de Sakave, et est environ à 2km de la RN13 près d'Ambaliandro. Le GPS est nécessaire pour trouver la position exacte du site, mais les villageois arrangeront la voie d'accès avant tout commencement de creusement.



Notes: la distance est de 1km

- 2) Condition hydrogéologique

L'emplacement est situé dans la plaine du côté du nord ouest du bassin d'Ambovombe. Ce secteur s'inonde pendant la saison de pluie. Le sable non consolidé pourrait couvrir la surface du point de vue hydrogéologiques et topographique.

- Plaine
- Arbuste
- Sable non consolidé

3) Information pour identifier les points

Il existe un puits peu profond à Ambaliandro. L'eau est d'une forte salinité est utilisée pour l'abreuvement des animaux.

4) Observation importante pendant le forage

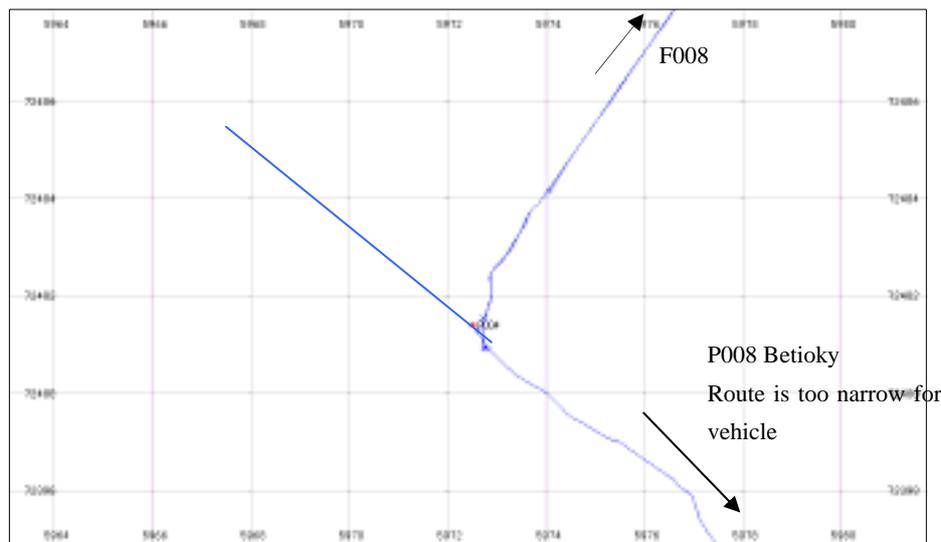
L'objectif de la construction du puits peu profond est d'obtenir des données, car il n'existe pas assez de données disponibles pour établir plusieurs gradients. En outre, l'information suivante aidera à comprendre l'hydrogéologie du bassin.

- L'information hydrogéologique fondamentale, particulièrement le mécanisme de recharge d'eaux souterraines
- Qualité d'eaux souterraines profilant par profondeur
- Teneur en salinité dans le bassin
- Comparaison géologique entre P004 et P008 dans la région d'Ambovombe

(2) P004 Ampanihy

1) Carte de localisation

L'endroit du site est environ à 7km du sud du Sakave le long de la route buissonnière. Le GPS est nécessaire pour trouver la position exacte de l'emplacement. Il est situé au centre de l'ancien village, à l'intersection de la route à F008, P008 à Betioky.



Notes: la distance est de 200m

2) Condition hydrogéologique

L'emplacement est situé au plan du centre nord du bassin d'Ambovombe. L'accès à ce secteur peut s'aggraver pendant la saison de pluie, mais il semble être pas trop marécageux pour que les véhicules atteignent l'emplacement. Du sable non consolidé pourrait couvrir la surface du point de vue topographique et hydrogéologique. L'eau non confinée est prévue dans ce secteur.

- Plaine
- Arbuste
- Sable non consolidé
- 5-10km de la zone du socle

3) Information pour identifier les points

- Situé au centre de l'ancien village
- Les villageois ne veulent pas que les personnes du village voisin y viennent chercher de l'eau

4) Observation importante pendant le forage

Il n'y a aucune donnée de forage autour de ce secteur. Le point d'eau le plus proche est Sakave qui est 5-8km de loin au nord-ouest. Cet emplacement est important pour décider de la direction du gradient d'eaux souterraines si on le dirige vers l'est ou vers le sud.

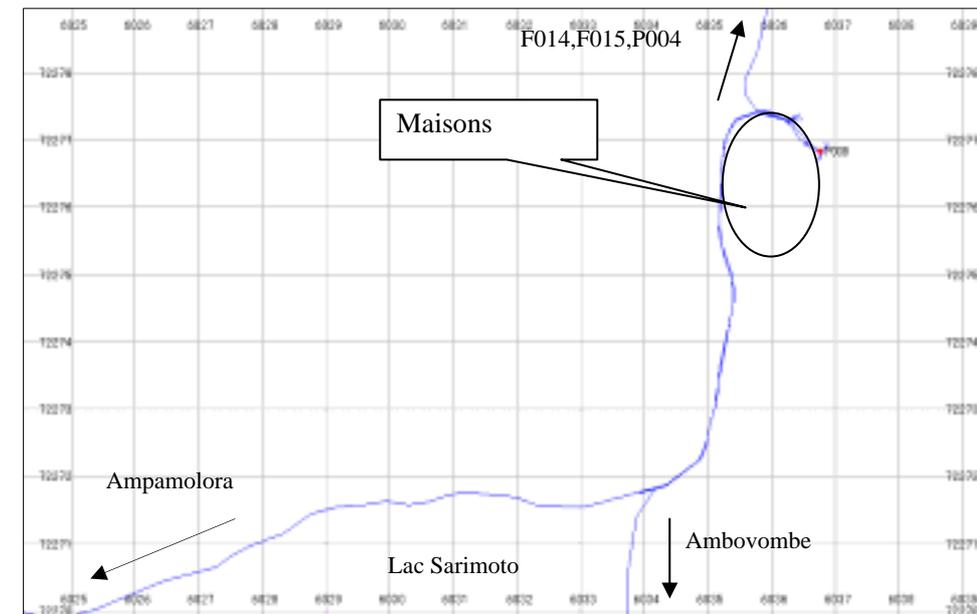
En outre, l'information suivante aidera à comprendre l'hydrogéologie du bassin.

- L'information hydrogéologique fondamentale, particulièrement le mécanisme de recharge d'eaux souterraines
- Qualité d'eaux souterraines profilant par profondeur
- Contenu de salinité dans le bassin
- Comparaison géologique entre la région de P003 et de P008, d'Ambvombe et la région de Sakave

(3) P008 Betioky

1) Carte de localisation

L'emplacement est au nord-est du lac Sarimoto, situé près de la bifurcation d'Ampamolora, d'Ambvombe, et de Sakave. Il est facile de le trouver parce que le village est parmi les fonkontany important ayant une école, etc... L'emplacement est près d'une maison en face d'une école. L'endroit est sur le chemin allant à P004, à F008 et à F014.



2) Condition hydrogéologique

L'emplacement est situé au bordure de la plaine inondé du lac Sarimoto, mais ce secteur est légèrement plus haut que le sable non consolidé ou le dépôt d'argile pourrait couvrir la surface du point de vue topographique et hydrogéologique.

- Plaine
- Arbuste
- Près du lac Sarimoto
- La sédimentation d'argile épaisse est prévue.

3) Information pour identifier les points

- à côté de l'école dans le village
- Des marais en abondance apparaissent en dehors du village pendant la saison des pluies

4) Observation importante pendant le forage

Il n'y a aucun puits peu profond creusé autour excepté Ampamolora. Ce point est important pour établir les gradients de plusieurs propriétés. En outre, l'information suivante aidera à comprendre l'hydrogéologie du bassin.

- L'information hydrogéologique fondamentale, particulièrement mécanisme de recharge d'eaux souterraines
- Qualité d'eaux souterraines profilant par profondeur
- Contenu de salinité dans le bassin
- Comparaison de géologie avec P003, P004, Ambovombe

(4) P009

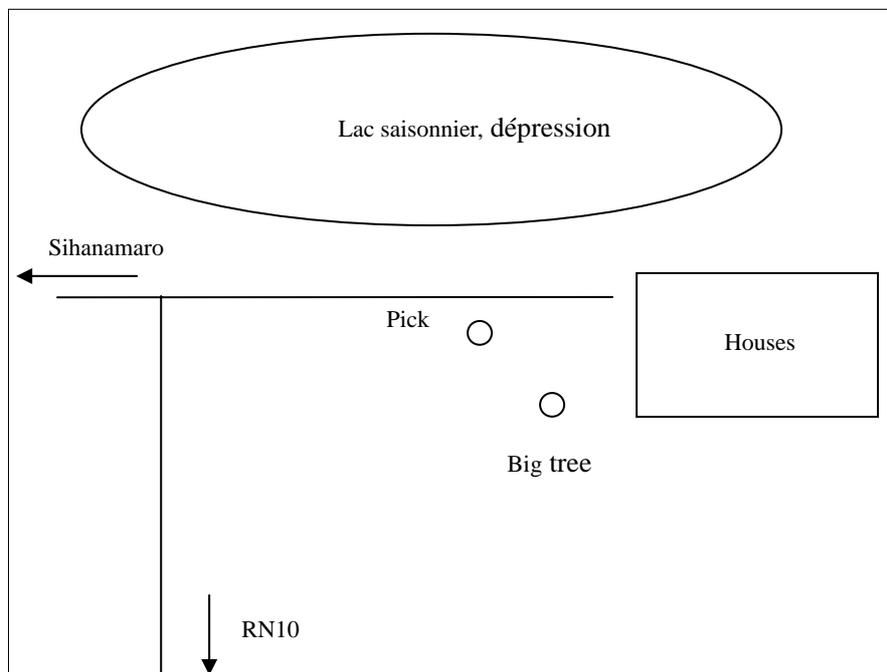
Le site d'original a été situé au centre du village longer de la RN13, qui a été recommandé par le maire de la commune. Cependant, basé sur les données surveillances collectées dans les forages entourages, l'eau souterraine au niveau de point original est beaucoup influencée par l'eau saline. Par conséquent, un nouveau point de forage creusé a été choisi dans l'intérieur du village, 2km du sud-est du point d'original.

(5) P010 Analajsoka

1) Carte de localisation

Il y a deux voies d'accès différentes. L'un via Sihanamaro. L'autre directement de la RN10 passant par une route asséchée. S'il pleut, l'accès de Sihanamaro devrait être beaucoup plus difficile. L'emplacement est dans le petit village qui fait face à la dépression énorme au nord.

- Marais saisonnier énorme au nord du village
- Près de à l'arbre
- à l'ouest des maisons



Notes: pas d'échelle

2) Condition Hydrogéologique du village

Le site est localisé dans un endroit où en saison de pluie des marais apparaissent en abondance. On s'attend à ce que des dépôts de sable consolidé ou non couvrent la surface du point de vue topographique.

La végétation rare indique l'existence du sable sur la surface jusqu'à une certaine profondeur qui peut à

peine garder l'humidité pour que la végétation puissent vivre.

- Plain
- Végétation rare
- Activité agraire rare
- Marais saisonnier situé au nord
- Du sable non consolidé est prévu.

3) Information pour identifier les points

- Près du dépression
- Grand arbre
- Il existe beaucoup de marais



(4) Observation importante pendant le forage

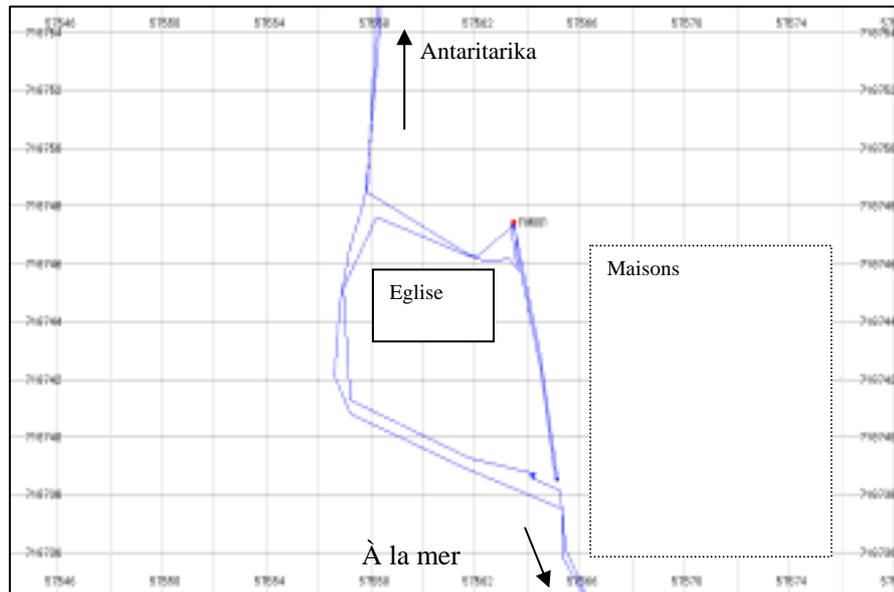
Il y a beaucoup de puits peu profond dans les environnements, mais de salinité élevée. L'objectif principal du forage d'essai est de découvrir s'il vaut la peine d'exploiter pour le projet pilote. Cela exige de l'information pour être justifié comme étant source d'eau.

- Caractéristiques du couche aquifère
- L'information hydrogéologique fondamentale pour le mouvement d'eaux souterraines
- Teneur en salinité dans le bassin
- Comparaison avec d'autres puits peu profonds

(6) FM001 Marfo

1) Carte de localisation

Le point de forage est situé à l'entrée du village. Le village est sur le chemin menant au bord de la mer d'Antaritarika. Plusieurs routes mènent à la mer, et il est important de demander aux villageois le long de la route. Une grande église se situe dans le village et le nombre d'habitants relativement grand.



Notes: la distance est de 20m

2) Condition hydrogéologique

L'emplacement est situé sur la pente de la dune côtière. Supposant que la dune est composée de le sable perméable ; l'eau douce se repose sur l'eau saline du niveau d'eau de la mer. Selon les spécifications du fabricant de la pompe manuel, la capacité de la pompe manuelle est autour de 100m. Par conséquent, l'altitude du point de forage devrait être placée plus bas que 85m pour garder un air pour l'installation de la pompe.

- Pente de dune
- sable de haute perméabilité est prévu
- On s'attend à ce que le niveau d'eau statique soit égal au niveau de la mer.
- L'altitude estimée est 84m (altitude du GPS 91.2m tandis que GPS SWL est 7.2m)

3) Information pour identifier les points

- Les villageois cherchent de l'eau au fleuve de Manambovo ou au puits creusé situé sur le rivage de mer
- une église existe
- les Villageois vivent de la pêche

(4) Observation importante pendant le forage

L'idée selon laquelle les caractéristiques hydrogéologiques de ce secteur sont du sable non consolidé hautement perméable pénétrant vers le bas au niveau de la mer. Ainsi la couche aquifère existe au niveau de la mer. Si cette supposition n'est pas correcte, alors le mécanisme de recharge n'est pas fait par des précipitations directement mais fait par le mouvement et la percolation latéraux au secteur limité. La supposition doit être vérifiée pour justifier le potentiel des eaux souterraines.

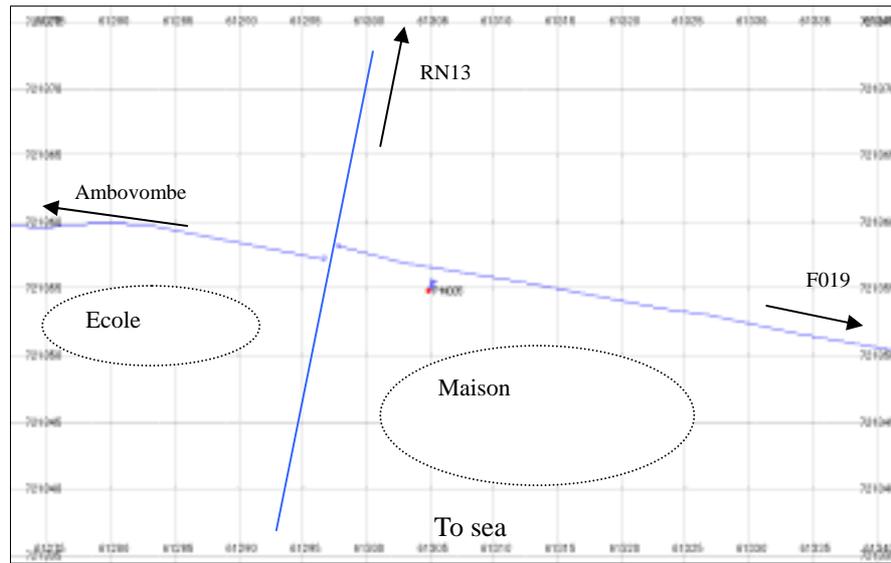
- La profondeur de forage est 100m
- formation Perméable
- La profondeur estimée de la couche aquifère est 84m (GPS 91.2m de GPS SWL 7.2m)

- Une couche aquifère plus profonde doit être eau de mer souillée
- 4m - l'espace pour l'installation de la pompe, installer un crépine seulement pour éviter la couche aquifère saline

(7) PM005 Lavaandrandra

1) Carte de localisation

Le village est situé sur la pente de la dune côtière, qui est le plus à l'intérieur (plus au nord) parmi les trois dunes de sables. Le village peut être accessible par Ambovombe passant au sud-est le long de l'itinéraire principal. Le village s'étend davantage en distance le long de l'itinéraire.



Notes: la distance est de 50m

2) Condition hydrogéologique

Le village est situé sur la pente de la dune côtière, qui est le plus à l'intérieur (plus au nord) parmi les trois dunes de sables. Les précipitations devraient recharger naturellement les eaux souterraines d'Ambovombe selon le point de vue topographique.

- On assume que la couche extérieure est du sable non consolidé.
- Partie supérieure de la pente de la dune côtière
- le sable Non consolidé est prévu
- une zone de recharge d'eaux souterraines pour la zone d'Ambovombe.

3) Information pour identifier les points

- Objectif Sud a un projet de système de collecte d'eau de pluie.
- Le Village est de large étendue.
- Fokontany Important

4) Observation Important pendant le forage

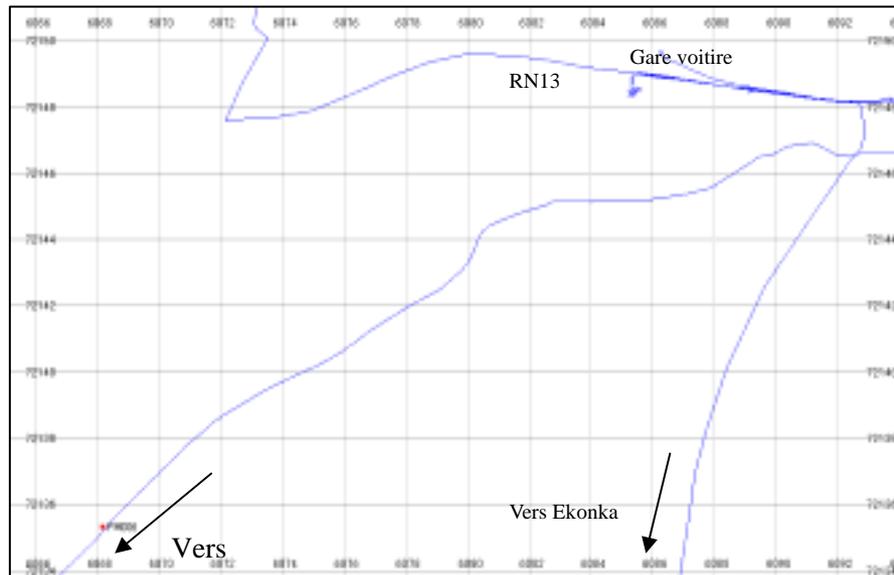
Ce secteur est prévu comme point de recharge pour les eaux souterraines d'Ambovombe. Autrement les précipitations filtrent juste à la couche imperméable qui est beaucoup plus profonde que le niveau d'eaux souterraines d'Ambovombe.

- Profondeur de couche aquifère comparant à celle d'Ambovombe
- Formation perméable
- Profilage de salinité
- la profondeur de 80m est égale à la profondeur de la source des puits peu profond à Ambovombe.

(8) PM006 Tsimihevo

1) Carte de localisation

Le forage est situé sur la pente de la dune côtière, qui est la plus intérieure parmi les trois dunes. Le point de forage n'est pas près des maisons, mais sur le chemin de Tsimananada à d'Ambovombe.



Notes: la distance est de 200m

2) Condition hydrogéologique du village

Le village est situé sur la pente de la dune côtière, qui est la plus intérieure parmi les trois dunes. Les précipitations devraient recharger naturellement les eaux souterraines de la région d'Ambovombe selon le point de vu topographique. On assume que la couche extérieure est du sable non consolidé.

- Une partie plus inférieure de la pente de la dune côtière
- Le sable non consolidé est prévu
- Secteur de recharge d'eaux souterraines pour les eaux souterraines d'Ambovombe
- l'étude de la résistivité par VES et 2D montre une résistivité élevée dans la formation moins de 50m.

3) Information pour identifier les points

- Pas de maison aux alentours, mais dans les champs
- Plus proche d'Ambovombe que Tsimananada
- Près d'une lignée d'arbre d'eucalyptus.
- La partie Ouest de la route est la possession des résidents de Tsimananada, mais la partie Est appartient à ceux d'Ambovombe.

4) Observation importante pendant le forage

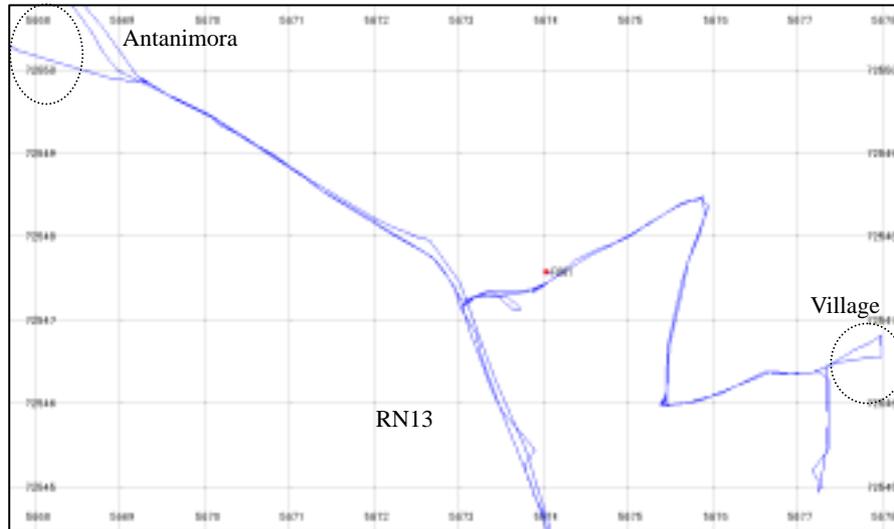
Ce secteur est prévu comme point de recharge pour les eaux souterraines d'Ambovombe. Autrement les précipitations filtrent juste à la formation imperméable qui est beaucoup plus profonde que le niveau d'eaux souterraines d'Ambovombe.

- Profondeur de couche aquifère comparant celui d'Ambovombe
- Formation perméable
- Profilage de salinité
- La profondeur de 50m est égale à la source d'eau peu profond à Ambovombe. Seulement une crépine de 6 m sera installée au fond.

(9) F001 Fiarenantsoa-Amposy

1) Carte de localisation

Le forage est situé le long de la RN13, mais à 100m plus loin à l'Est dans les buissons. La RN13 va au-dessus d'une colline à 300m loin de la ville, et puis change de direction. L'emplacement appartient aux villageois qui vivent 400m de loin.



Notes: la distance est de 100m

2) Condition hydrogéologique

La géologie est en fait composée de gneiss avec dépôt de quartz, du grès et du calcaire. L'affleurement est assez rompu. Ce point est localisé sur l'extension d'un linéament sur une photo aérienne même si c'est difficile de le reconnaître sur terrain. Ce linéament coïncide avec la RN13, et traverse les collines s'étendant de l'ouest à l'est.

Le sens d'écoulement du fleuve de Bemamba est influencé par la direction des linéaments basés sur l'observation de la photo aérienne. Les directions de ces linéaments sont 150-330 degrés à l'est et 120-300 degrés à l'est. Ce secteur est sur la prolongation de linéament de 120-300 degrés.

- Le long de la prolongation du linéament principal
- La RN13 traverse des collines à l'ouest à l'est
- Ce secteur est à la prolongation du linéament qui définit la direction le fleuve de Bemamba
- socle
- L'affleurement est fracturé.

3) Information pour identifier les points

L'utilisation du point a été convenue à la suite de l'apparition du propriétaire et de l'autorité d'Antanimora.

- Le terrain est la propriété privée de Mr. BIEN ETRE du village de Fiarenantsoa-Amposy
- M. Tsiandare Gabriel, 2em adjoint du Maire était présent.
- À 100m de la RN13

4) Observation importante pendant le forage

C'est un point source d'eau candidat pour de système GFS pour approvisionner Ambovombe en eau. La stabilité de l'eau ainsi que la qualité doit être confirmée.

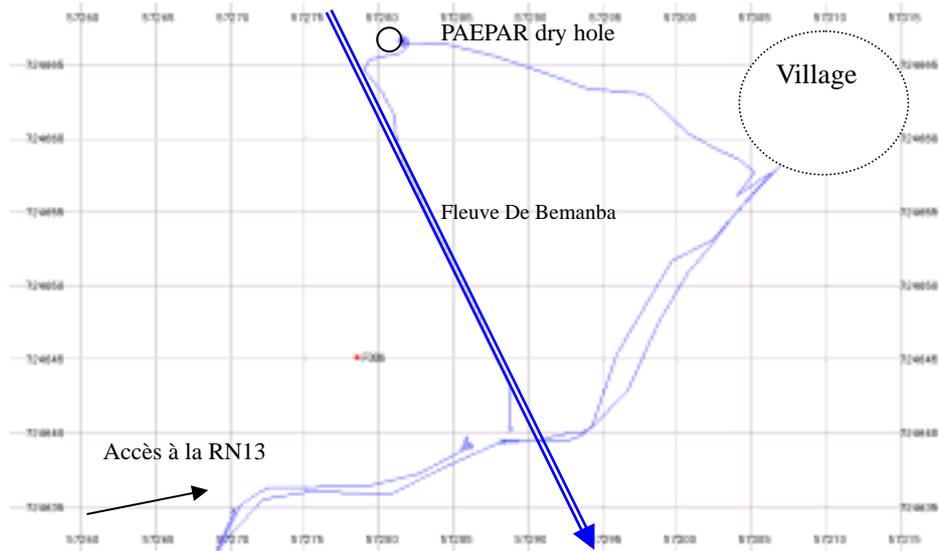
- Rendement de chaque couche aquifère
- Profilage de profondeur et conductivité

- Teneur en fer
- Qualité de la couche aquifère

(10) F006 Bemamba

1) Carte de localisation

Le forage est dans le village proche de Bemamba Antsatra, près du fleuve de Bemamba. Le point de forage proposé est du côté opposé du village et du forage sec de PAEPAR. Une route d'accès pour des camions au village a été préparée pendant le projet de PAEPAR qui demeure toujours. Il y a du sisal au tournant comme signe à l'entrée du RN13.



Notes: la distance est de 50m

2) Condition hydrogéologique du village

Le point se situe juste près de la ligne d'inondation du fleuve de Bemamba. On assume que la géologie prévue est couches de sable de grande profondeur selon la topographie.

- Près rivière Bemamba.
- Sable épais prévu.
- Plaine
- Forêt

3) Information pour identifier les points

- Aucune source d'eau dans le village
- Un puits sec de PAEPAR
- Il y a des forages équipés d'une pompe manuelle (Belona, vieille Vergnet, India MKII) dans les villages environnants.
- Beaucoup de village a un nom de Bemamba autour de ce secteur.
- L'emplacement est choisi pour parce que au cas où ce point serait employé comme source d'eau, on aura plus besoin de faire traverser le pipeline sur le fleuve puisqu'il sera du même côté du RN13, l'itinéraire principal où la canalisation principale allant à Ambovombe sera posée.

4) Observation importante pendant le forage

C'est un point de source d'eau candidat pour l'approvisionnement en eau d'Ambovombe. La stabilité et la qualité de l'eau doivent être confirmés pour rassembler des informations sur la profondeur, la structure du

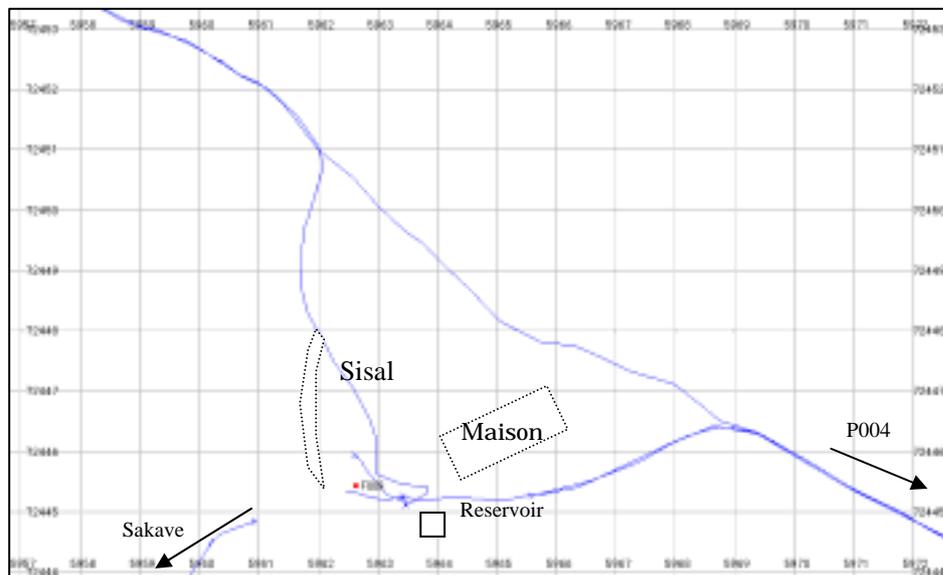
socle et de la couche aquifère.

- Justification comme source d'eau pour Ambovombe
- Rendement de chaque couches aquifères
- Profilage de profondeur et conductivité
- Teneur en fer
- Qualité de la couche aquifère
- Profondeur du socle
- Information hydrogéologique fondamentale

(11) F009 Lefonjavv

1) Carte de localisation

L'endroit du site est environ 5km à l'est de Sakave le long d'une route de buisson. Le GPS est un nécessaire pour trouver la position exacte du site qui est situé dans le village.



Notes: la distance est de 100m

2) Condition hydrogéologique

L'emplacement est situé dans la plaine du centre nord du bassin d'Ambovombe. L'accès à ce secteur peut s'aggraver pendant la saison de pluie, mais il semble n'être pas trop marécageux pour que les véhicules atteignent l'emplacement. Le sable non consolidé peut être prévu pour couvrir la surface selon le point de vu hydrogéologiques et topographique. Eau non confinée est prévu dans ce secteur.

- Plaine
- Arbuste
- Sable non consolidé
- Activité agraire rare
- Au secteur du socle de 5-10km

3) Information pour identifier les points

- Point derrière les maisons
- Le Sisal se développe naturellement près du point de forage
- La source d'eau courante est une mare saisonnière plusieurs kilomètres loin du village
- Réservoir et bassin existent dans le village



4) Observation importante pendant le forage

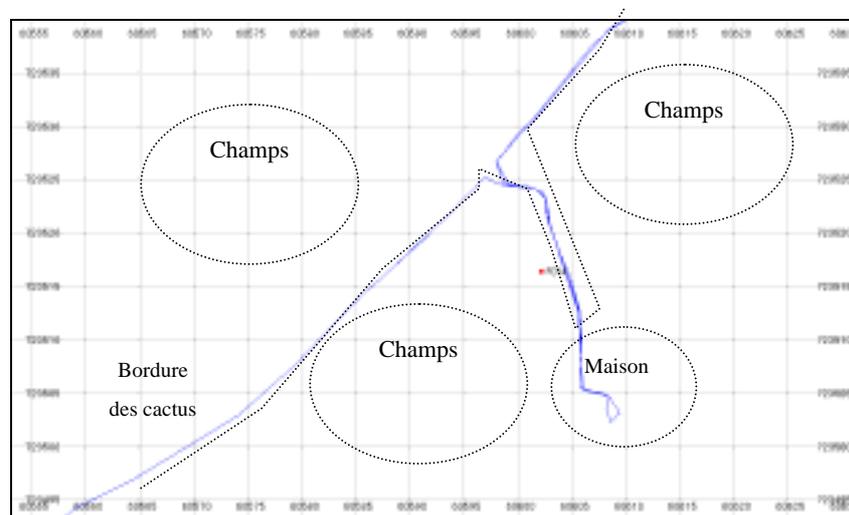
Ce secteur est zone passagère prévue entre les secteurs du socle et la zone sédimentaire. Il est important de rassembler des informations sur la profondeur et la structure du socle et de la couche aquifère en identifiant la direction de l'écoulement d'eaux souterraines qui affecte le système de recharge dans le bassin.

- Information hydrogéologique fondamentale
- Évaluation de l'écoulement d'eaux souterraines à cette direction
- Profilage de profondeur et conductivité
- Profondeur du socle

(12) F014 Ankoba-Mikazy

1) Carte de localisation

Le Site se trouve dans la partie centrale Est du bassin d'Ambovombe, a peu près au milieu de F009 et P008Betioky. L'accès peut être atteint d'Ambovombe et d'Ifotaka. C'est serait possible d'y accéder même pendant la saison de pluie.



Notes: la distance est de 100m

2) Condition hydrogéologique

L'emplacement est situé dans la zone passagère entre le bassin et le horst oriental. Le sable non consolidé est prévu en surface et peut changer en grès selon la topographie.

- Pente douce
- Le pied du horst qui se trouve entre le fleuve Mandrare et Ambovombe
- Sable non consolidé
- Activité agraire

3) Information pour identifier les points

- Le point est dans un domaine de jachère entre l'entrée au village et aux maisons
- La source d'eau courante est fleuve de Mandrare près d'Ifotaka.
- Le village est une base pour le pâturage.
- L'origine des personnes de village est Ambovombe

4) Observation importante pendant le forage

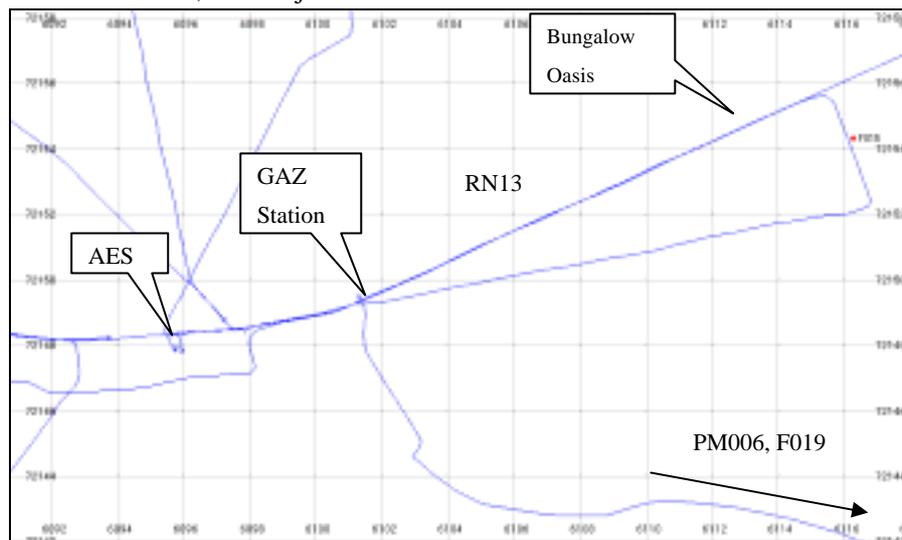
Ce secteur est prévu comme une zone passagère entre le grès de l'éogène et le sédiment. Il est important de rassembler des informations sur la profondeur du socle (ou de la formation imperméable) et de la structure de la couche aquifère ainsi que d'identifier l'écoulement des eaux souterraines qui affecte le système de recharge du bassin.

- information hydrogéologique fondamentale
- profondeur du socle
- Estimation de l'écoulement des eaux souterraines à cette direction
- Conductivité et profilage de profondeur

(13) F015 Mangarivitra Tananbao (Commune Ambovombe)

1) Carte de localisation

L'endroit est au bord de la route à l'est où les habitations d'Ambovombe commencent le long du RN13. Le terrain n'est pas encore cultivé, mais déjà clôturé de cactus.



Notes: la distance est de 200m

2) Condition hydrogéologique

L'emplacement est situé à l'extrémité orientale du plateau d'Ambovombe. Il y a une dépression au nord et au sud, alors que l'altitude est haute à l'est. Le sable non consolidé est prévu. Le résultat pourrait être semblable au résultat du "FERME AMBOVOMBE" rapporté par Jean AUROZE

- plateau pareil que celui d'Ambovombe
- sable non consolidé
- forage "FERME AMBOVOMBE"

3) Information pour identifier les points

- La terre est une propriété privée
- Terre inexploitée
- Divisé par le cactus

4) Observation importante pendant le forage

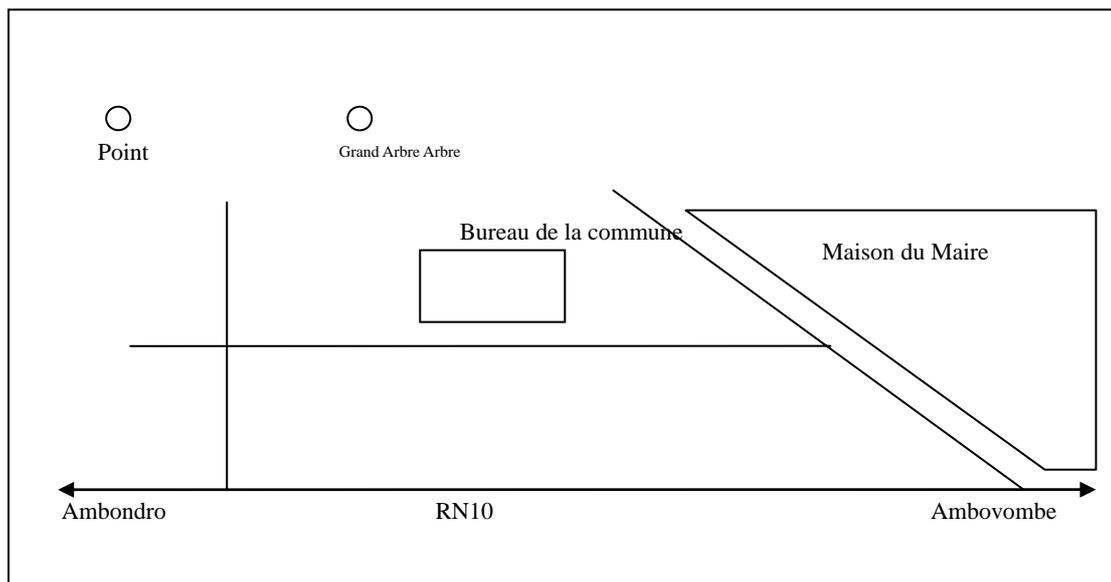
C'est un point de source d'eau candidat pour l'approvisionnement en eau d'Ambovombe si l'on se réfère aux données existantes du FERME d'AMBOVOME. La salinité est un critère important pour une source d'eau, ainsi on doit soigneusement observer le changement de la salinité avec l'identification de la couche aquifère.

- information hydrogéologique fondamentale
- Conductivité et profilage de profondeur
- Profondeur du socle

(14) F018 Ambanisarika

1) Carte de localisation

Le Site location est juste à 50m au nord du bureau de la commune d'Ambanisarika.



Notes: pas d'échelle

2) Condition hydrogéologique du village

L'emplacement est situé près de la frontière du bassin d'Ambovombe. Aucune source d'eau n'existe dans les environnants. Les résultats de VES indiquent une existence de la zone de résistivité élevée pas plus profonde que 50 m. Si l'eau existe, cette zone pourrait être eau douce. Le sable non consolidé est prévu.

- Zone de résistivité élevée peu profonde que 50m
- Le sable non consolidé est prévu
- Pas de puits peu profond

3) Information pour identifier les points

- A côté du bureau de la commune
- A côté de la maison du Maire

4) Observation importante pendant le forage

C'est un point de source d'eau candidat pour l'approvisionnement en eau d'Ambovombe selon la topographie. L'altitude est plus haute que le bassin, de sorte que l'eau ne pourrait pas être souillée de la salinité comme le fond du bassin si la couche aquifère existe. La salinité de l'eau est le critère pour être eau potable, ainsi on doit soigneusement observer le changement de la salinité avec l'identification de la couche aquifère.

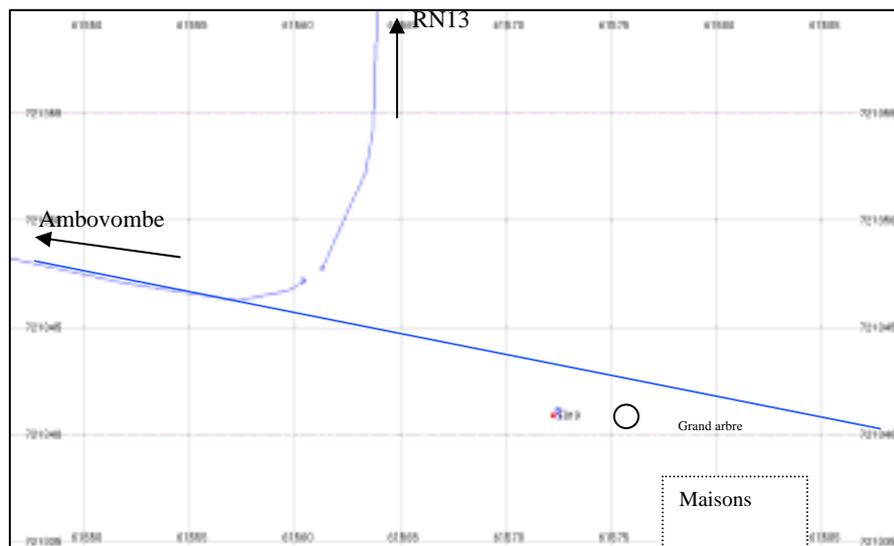
En plus, l'existence de la couche aquifère à la profondeur de 50m doit être confirmé.

- information hydrogéologique fondamentale
- Existence d'aquifère à 50m de profondeur
- Conductivité et profilage de profondeur
- Profondeur du socle

(15) F019 Ambazozmirafy

1) Carte de localisation

Le village est situé à l'arête de la dune côtière, qui est la plus intérieure parmi trois dunes. Le village est accessible depuis Ambovombe dans la direction du sud-est passant par PM006 le long de la route principale.



Notes: one section is 50m

2) Condition hydrogéologique

Le village est situé sur l'arête de la dune côtière, qui est la plus intérieure parmi trois dunes. La géologie pourrait être sable non consolidé. Ce secteur est l'oriental de la rupture.

- arête de la dune côtière
- le sable non consolidé est prévu
- la fissure orientale

3) Information pour identifier les points

- 6km du centre d'Ambovombe
- 5km de la source d'eau d'Ambovombe

4) Observation importante pendant le forage

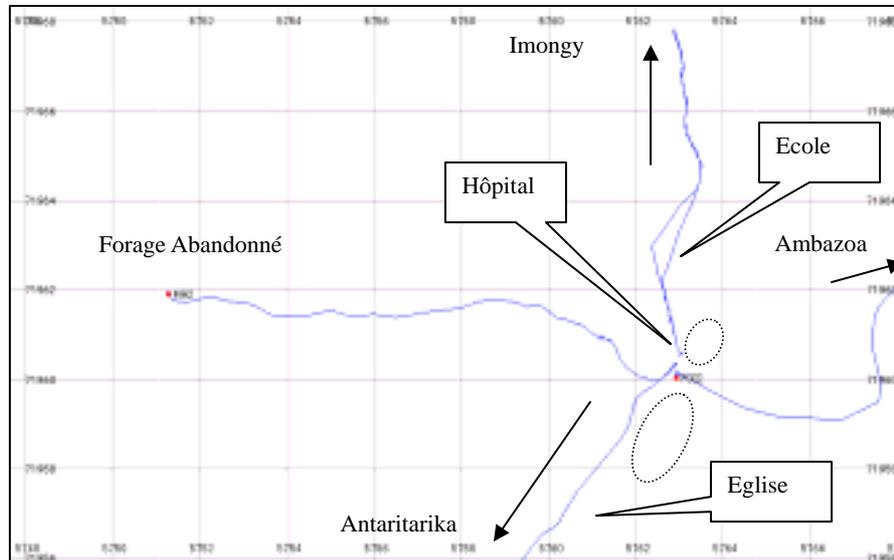
C'est un point de source d'eau candidat pour l'approvisionnement en eau d'Ambovombe selon la topographie. La chance y est au cas où la couche imperméable existerait dans la dune. L'autre intérêt est de savoir s'il y a écoulement d'eaux souterraines le long du bord de la rupture parce que le drainage des eaux souterraines du bassin est inconnu.

- Information hydrogéologique fondamentale
- Profondeur du socle.

(16) F022 Anjira

1) Carte de localisation

Le village est situé dans la vallée des premières et deuxième dunes côtières. Le point est choisi dans le village à la jonction des routes d'Imongy, d'Antaritarika et d'Ambazoa,



Notes: la distance est 200m

2) Condition hydrogéologique du village

Le village est situé dans la vallée des premières et deuxième dunes côtières. La géologie pourrait être sable non consolidés et calcaires argileux. On observe l'affleurement du calcaire argileux à la pente de la dune méridionale. Il y avait un forage construit en 1967 1.2km à l'ouest, et a été employé jusqu'en 1972. L'eau était un peu salée.

- Calcaire argileux ou sable non consolidé
- Un forage existe mais un peu salée.
- Le niveau statique est environ de 30m et la profondeur est de 75m
- Elévation GPS est 77-80m. c'est à dire: $78 - 7.2$ (niveau de la mer) = 70.8m. Le niveau de l'eau doit être plus élevé que ceci.
- La raison de l'abandon est l'inexistence des pièces de rechange pour la pompe.

3) Information pour identifier les points

- Les villageois cherchent de l'eau au fleuve de Manambovo.
- Les villageois ont utilisé l'eau assez salée du forage pendant 10 ans.
- Le point est dans le village sur une jonction d'Imongy, d'Ambazoa, Antaritarika
- Il existe un hôpital et une école.

4) Observation importante pendant le forage

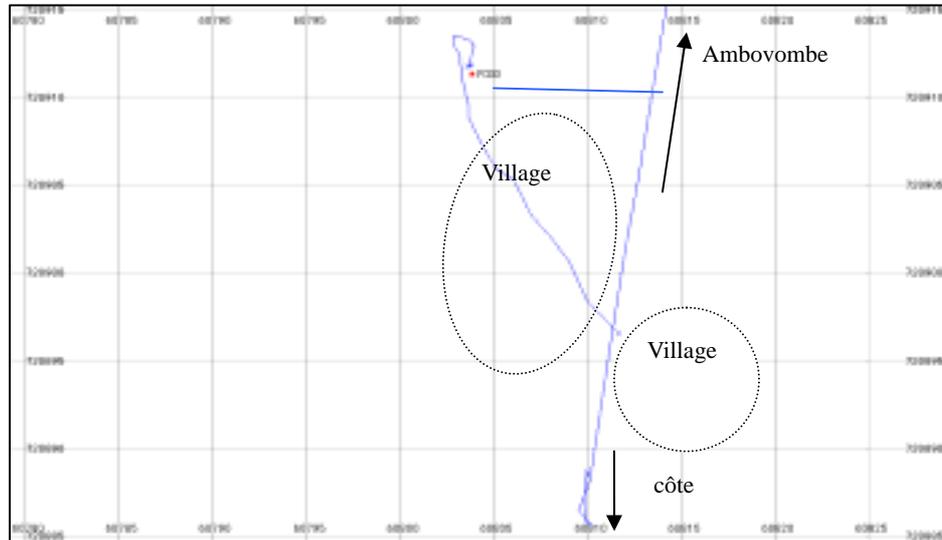
Ce point peut être un cas modèle comme source d'eau dans les dunes côtière occidentale. L'approvisionnement en eau avec pompe à main est à suggérer parce la demande en eau assez salée n'est pas claire.

- Information hydrogéologique fondamentale
- Profilage de salinité
- Profondeur du socle.

(17) F030 Ekonka

1) Carte de localisation

Le village est situé dans la vallée des premières et deuxième dunes côtières mais l'altitude n'est pas aussi faible.



Notes: la distance est de 200m

2) Condition hydrogéologique

Le village est situé dans la vallée des premières et deuxième dunes côtières. La géologie pourrait être sable et calcaire argileux non consolidés. Ce secteur est la dernière bordure de la fracture à l'ouest, et la profondeur du sous-sol est prévue le plus profond selon l'interprétation de VES. L'écoulement d'eaux souterraines qui est l'équivalent de la quantité de la recharge prévue n'est détecté. La supposition possible est la distribution excentrique le long du bord occidental de graven si la structure appropriée existe.

- Dune côtière
- Sable non consolidés et calcaire argileux.
- Le résultat de VES indique un socle plus profond

3) Information pour identifier les points

- Partie nord du village.
- Terrain dégagé
- Les villageois cherchent de l'eau à Ambovombe

4) Observation importante pendant le forage

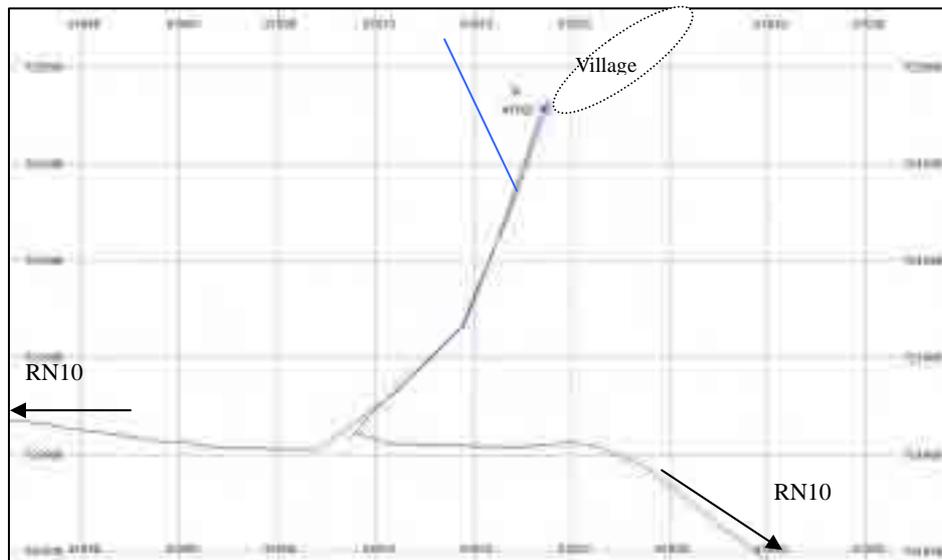
C'est un point d'eau candidat pour l'approvisionnement en eau du secteur côtier selon la topographie si la couche aquifère existe. La chance y est au cas où la couche imperméable existerait dans la dune. L'autre intérêt est de savoir s'il y a écoulement d'eaux souterraines au le long du bord de graven parce que le drainage des eaux souterraines du bassin est inconnu.

- Information hydrogéologique fondamentale.
- Profondeur du socle
- Détecté l'existence d'aquifère à 0m altitude

(18) F032 Behabobo

1) Carte de localisation

Le village est situé sur la pente de la colline entre Ambovombe et Ambossary.



Notes: la distance est de 50m

2) Condition hydrogéologique

Le corps de la colline pourrait être grès et schiste. On observe l'affleurement du grès dans les côtes de Maroalomainty. Les eaux souterraines pourraient couler le long de la direction des vallées qui sont parallèles à l'arête de la colline si la géologie n'est pas perméable.

- colline
- pente
- Grès

3) Information pour identifier les points

- Au village.
- Les villageois cherchent de l'eau à Ambovombe

4) Observation importante pendant le forage

C'est un point candidat pour l'approvisionnement en eau d'Ambovombe selon la topographie si la couche aquifère existe. La chance y est au cas où la couche imperméable existerait. L'autre intérêt est de savoir le gradient statique de l'eau pour créer un modèle d'écoulement d'eaux souterraines.

- Information hydrogéologique fondamentale
- Profondeur du socle
- Profondeur de l'aquifère
- Perméabilité de la formation

DP2.6 Analyses des forages d'essais

DP2.6.1 FM001

Le but de ce forage était d'identifier la couche aquifère se trouvant juste en dessus du niveau de la mer qui réduira la distance à parcourir pour aller chercher de l'eau au littoral. A 90m d'altitude, la profondeur finale de 100m correspond à une altitude de 10m. Les résultats indiquent une aquifère négative. L'aquifère existe proche du niveau de la mer, mais de très forte salinité, plus salée que celle au bord de la mer. Les villageois disent que l'eau n'est pas potable. De ce fait, le forage n'était pas sélectionné comme site pilote, pourtant un préleveur provisoire a été fourni aux villageois pour qu'ils puissent l'utiliser comme étant une source secondaire.

(1) Géologie

1) Observation des déblais

La géologie est plutôt uniforme et montre des dunes de sable assez consolidés avec du sable fin pareil à ceux au bord de la mer. Le long de la formation renferme des particules calcaires. Ce qui indique que le sable n'est pas transporté ni déposé par le vent. Une autre remarque pertinente est que l'ilménite se trouve entre 55m à 74m.

2) Diagraphie

En général la valeur de 64N est supérieure à 16N, qui prouve l'imperméabilité de la formation. Cela renforce les observations de la formation qui est bien consolidé. Le degré de consolidation pourrait être relié à la résistivité, plus particulièrement entre 30m-40m. de profondeur.

Profondeur (m)		résistivité	Estimation de l'état de la géologie	Comparé au SEV W188, le point est situé à plusieurs km au nord, 30m de différence en altitude. L'altitude n'est pas précise.	
0	30	50 à 70, croît graduellement	Sable Calcaire assez consolidé, le degré de consolidation s'accroît graduellement en fonction de la profondeur.	400-120	La haute résistivité près du surface était prévue, provoquant l'air dans les formation poreuses, mais, peut être interpréter comme degré de consolidation ou contenant du calcium depuis sa formation
30	40	200	Comme la teneur en calcium augmente, la dureté du sable calcaire consolidé avoisine celle de la roche.	120-310	
40	55	100	Le teneur en calcium décroît, le degré de consolidation diminue.	15	
55	65	100 à 40 diminue graduellement	Le teneur en calcium continue de décroître	15	
65	78	40	Le degré de consolidation diminue due à l'humidité de l'eau souterraine.	15	
78	TD	10	Le niveau d'eau statique est environ à 80m, l'aquifère cerné est saturé d'eaux souterraines.	15	

(2) Achèvement

Les crépines ont été installées dans les parties peu profondes, mais la venue d'eau se fait seulement à travers les crépines du fond du trou. Le développement était exécuté à intervalles de 30 mn du fait que l'eau se tarit après 30mn. A chaque fois, de l'eau était versée dans le forage pour faciliter le soufflage. La conductivité varie de 13,000 à 17,000 μ S/cm à la fin.

(3) Essai de pompage

- 5 paliers ont été exécutés, mais chaque palier s'arrêtait après 305minutes, 140minutes, 65minutes, 55minutes, 38minutes, respectivement car le niveau dynamique de l'eau était au même niveau que la

pompe.

- Le volume d'eau total pompé à chaque palier est environ 1,000L à 1,300L, tandis que le volume du forage est environ alors que le débit est très faible, la production d'eau de la formation est confirmé par ce test.
- L'épaisseur de la lame d'eau est moins de 10m.
- La conductivité s'est augmentée de 1,000 μ S/cm à la fin du pompage. L'aquifère pourrait avoir une pente dans un intervalle court.

(4) Evaluation

- La conductivité est aussi haute à 26,000 μ S/cm, mais pourrait ne pas être directement relié avec l'eau de mer à cause d'une faible perméabilité.
- La formation consiste à des dépôts sableux, mais la perméabilité n'est pas importante.
- La perte de boue n'avait pas été rencontrée. Cela prouve la faible perméabilité de la formation et que le sable est consolidé avec du calcium et du limon.
- L'existence d'un aquifère de même niveau que la mer était confirmée.
- Les écoulements d'eaux souterraines fraîches n'existent pas au littoral. L'eau de pluie en s'infiltrant dans le sol s'est bien minéralisé avant d'atteindre l'aquifère.

DP2.6.2 PM 005

L'objectif de ce site était d'identifier une aquifère perchée d'Ambovombe du point de vu prolongation. A une altitude de 186 m, la profondeur finale de 80 m correspond à une altitude de + 106 m. c'est à dire environ quinze mètre en dessous de la dimension moyenne de l'aquifère d'Ambovombe. En général, la couche argileuse de couleur grise existe au fond de l'aquifère dans les puits peu profond à proximité de ce site. Lors du forage, la formation argileuse apparente n'avait pas été observée. Même si nous n'avons pas foré jusqu'au fond de l'aquifère perchée, nous n'avons pas pu trouver de l'eau souterraine au même ou à une altitude plus élevé que celui d'Ambovombe. Cela montre que la recharge continue pour la zone de BEVOLY via les dunes du sud n'existe pas.

(1) Géologie

1) Observation des déblais

La géologie est plutôt uniforme et montre des sables dunaires de couleur beige fine. Deux couches légèrement argileuses de couleur rouge brun en surface jusqu'à 13 m et entre 50 et 65 m. Une couche de sable calcaire se trouve depuis la surface jusqu'à 48m de profondeur avec un certain intervalle plutôt calcaireuse. Très peu perméable à cause de la consolidation.

2) Diagraphies

On a rencontré certaines indications de couches fines résistives. Probablement le degré de cimentation du sable affecte le changement de la résistivité. Les couches poreuses avec de l'air sont prévues à partir de 18-40m, mais la formation est consolidée par du calcium et du socle. La faible résistivité de la formation indique le peu de teneur en calcium et la moindre consolidation.

profondeur		résistivité	Géologie	Comparaison avec le SEV, W014, 300m à l'Est, l'altitude est de 115m, peu de différence et pas de compensation pour la comparaison.	
0	17	En dessus de la boue	Sable calcaireux hautement altéré	40-145	SEV indique un état hautement altéré non consolidé. Ce qui correspond à l'état actuel.
17	22	70	Sable calcaire, Presque du calcaire	28	Les résultats indiquent une résistivité plus faible que la réalité. Le résultat caractéristique dont la résistivité est faible comparé aux couches d'en haut qui sont plus faible.
22	38	50	Sable calcaire, consolidé avec du calcium	28	
38	41	80	Sable calcaire, consolidé avec du calcium	28	
41	53	20	Teneur en calcium décroissant, degré de consolidation diminuant.	7	
53	57	40	Degré de consolidation et de calcium un peu haut.	7	Loin des caractères réels, l'analyse des données de profondeur incertaine était fausse.
57	80	15	Teneur en calcium décroissant, degré de consolidation diminuant	7	

(2) Achèvement

Le forage est équipé avec du crépine au fond et dans les zones de haute résistivité entre 74.4 et 80.0m et à partir de 29.4 à 40.7m.

Le développement était exécuté par intermittence avec un intervalle de 30mn pendant 06 heures parce que l'eau se tarit immédiatement. A chaque fois 2m³ d'eau était versé dans le forage pour faciliter le soufflage. Mais malgré les 6heures de développement, le forage ne donnait pas de l'eau. La conductivité ne changeait pas de 2,540 du début jusqu' à la fin.

(3) Essai de pompage

L'essai de pompage n'a pas eu lieu parce que le forage est sec.

(4) Evaluation

L'objectif de la foration était de trouver des couches de rétention pareille à celle d'Ambovombe sous l'altitude de 120m. La foration a été exécutée jusqu'à altitude de 106m (106m = 186m -80m) sans l'apparition d'une couche de rétention à 3 km de distance de la zone urbaine. Nous concluons qu'un aquifère de formation sableuse n'a pas une extension horizontale suffisante d'argile imperméable à partir d'Ambovombe. L'eau de pluie peu s'infiltrer jusqu'à l'aquifère profonde et ne recharge pas celui qui est peu profonde.

DP2.6.3 PM 006

L'objectif du forage PM 005 aussi bien que celui du PM 006 était d'identifier les nappes perchées dans les dunes au sud d'Ambovombe qui est prévu comme étant la prolongation de la zone urbaine ou qui recharge la ville d'Ambovombe.

La profondeur de 50 m, avec l'altitude de 178 m pourrait atteindre l'aquifère peu profonde à Ambovombe (+ 120 m).

Le résultat n'indique aucune eau souterraine, donc ni la prolongation ni la recharge existe.

(1) Géologie

1) Observation des déblais

Les déblais montrent et montrent du sable fin argileux de couleur rouge jusqu'à 19m de profondeur, puis en dessous du sable jaune marron peu argileux. Les sections de couleur rougeâtre indiquent la manifestation de l'oxydation. La partie jaune peut être bien consolidé supprimant les pores entre les grains. Le sable calcaire débute à 50m.

2) Diagraphies

Certaines couches de haute résistivité pourraient indiquer probablement un état de sable consolidé de degré supérieur incluant de l'air. Cet état est reflété car la perte de boue ne s'est pas produite pendant le forage bien que les déblais étaient justes du sable.

profondeur		résistivité	géologie	Comparaison avec le SEV, W101, 230m au nord Est, l'altitude est 146m, 10m différence et pas de compensation pour la comparaison.	
0	9	En dessus de la boue	Sable hautement altéré avec de l'argile/limon	160	Sable hautement altéré avec de l'argile/limon incluant de l'air entre les grains de sable.
9	12	30	Sable hautement altéré avec de l'argile/limon	64	Quelques mètres de couche fine superposée et consolidée. Le SEV ne résout pas les couches fines à cause de l'épaisseur et du contraste très faible. En général, le sable est consolidé à une certaine degré, et il était interprété comme étant à haute résistivité. La valeur elle même est affectée par la formation inférieure.
12	14	100	Sable peu argileux	64	
14	20	50	Sable hautement altéré avec de l'argile/limon	64	
20	24	100	Sable peu argileux, le degré de consolidation élevé car la valeur N16 est plus haute que N64	64	
24	39	50	Sable peu argileux, le degré de consolidation est faible	64	
39	40	100	Sable peu argileux, le degré de consolidation élevé car la valeur N16 est plus haute que N64	64	
40	51	50	Sable peu argileux, le degré de consolidation est faible	64	

(2) Achèvement

La crépine est installée au fond entre la profondeur 46.5 m et 49.3 m en s'attendant à l'aquifère, qui est la prolongation de celle d'Ambovombe.

Développement

Après vidange de la boue, aucune eau ne sortait du trou de forage.

Le développement était exécuté par intermittence de 20 minutes d'intervalle pendant 4heures parce que l'eau était presque tarit immédiatement après le soufflage. 2 à 3m³ de volume d'eau était versé dans le forage 5 fois pour faciliter le soufflage. Mais, malgré les 4heures de développement, le forage ne donnait pas de l'eau. La conductivité ne changeait pas de 1,580 µs/m du début jusqu'à la fin.

(3) Essai de pompage

L'essai de pompage n'a pas eu lieu parce que le forage est sec.

(4) Evaluation

La formation sableuse n'a pas une extension horizontale suffisante de la nappe perchée d'Ambovombe. En général, une couche d'argile grise existe au fond de l'aquifère dans les puits à proximité de ce site. Lors de la foration, une couche d'argile apparente n'avait pas été observée. Bien que nous n'avons pas foré jusqu'au fond de la nappe perchée, nous n'avons pas trouver de l'eau souterraine au même à une haute altitude que celle d'Ambovombe. Ce qui révèle qu'une recharge continue dans les quartiers d'Ambaro et Esingo via les dunes du sud n'existe pas. L'eau de pluie pourrait s'infiltrer dans l'aquifère profonde.

DP2.6.4 F 001

L'objectif de l'essai de forage F001 est d'évaluer la productivité en eau de qualité idéale prévu pour certains investissements tels qu'une construction de canalisation à Ambovombe. La raison du choix est que la qualité de l'eau aux environs de cette zone est relativement bonne. Les linéaments observés dans la photo aérienne sont intersectés à ce secteur.

Le débit est relativement grand parce c'est une type de socle fracturée, et peut s'adapter à un système d'approvisionnement en eau à échelle réduite (*habitants* entre 1000-2000), mais la conductivité électrique est un peu plus haute que prévu

(1) Géologie

1) Observation des déblais

La roche métamorphique est dominée par le quartzite, le grès et la migmatite. La géologie varie selon le type et le degré d'altération à des profondeurs différentes. La variabilité de la géologie révèle un processus tectonique complexe dans cette zone et cela engendre des fractures au niveau du socle.

2) Diagraphies

En général, l'interprétation de la notation de résistivité pour le socle est difficile, mais les résultats correspondent à l'état géologique en ce point.

Profondeur		Résistivité	Géologie	Comparaison avec le SEV, W040, 1000m au nord, l'altitude est 308m, 10m de différence et pas de compensation pour la comparaison.	
0	20	En dessus de la boue	fortement altéré, plusieurs type de roches intercalées.	256	Fortement altéré et argile transformée/ limon révélant une faible résistivité.
20	24	200	Plusieurs types de roches intercalées avec intervalle serrées. faible altération et fissure sur les roches.	660	La resistivite de la structure est interpretée comme la moyenne de la resistivite de masse de la structure parce que la fracture est discontinue. La fracture située a 65m-80m ne peut pas être détecter a cause d'une résistivité a faible contraste.
24	44	600	Du quartzite sous une zone altérée apparente. La fracture existe avec une certaines fréquence.	660	
44	45	800	Quartzite avec peu de fracture	660	
45	58	300	Du quartzite sous une zone altérée apparente. La fracture existe avec une certaines fréquence.	660	
58	68	300-1000, 500 couches fines à intervalle fracturées et de résistivité de large contraste	Migmatite avec plusieurs zone fracturée et intermittent.	660	
68	80	1000, 500 couche fines à intervalle fracturées et de résistivité de large contraste	Migmatite avec plusieurs zone fracturée et intermittent. La densité de la fracture est réduite.	660	

(2) Achèvement

La crépine est installée visant deux zones séparées et fortement altérées. Chaque intervalle dure environ 20m et la salinité augmente en fonction de la profondeur.

Le développement était exécuté pendant 5 heures, la qualité de l'eau et le débit se stabilisait après 90mn et 3 heures respectivement.

(3) Essai de pompage

La courbe de rabattement du pompage longue durée ne change pas pour autant. C'est à dire que l'aquifère est divisée en plusieurs compartiments ou relié à des tunnels. En se referant a l'information géologique et le changement de la qualité de l'eau, l'aquifère consiste en deux grande parties. Excédant 7m³/h du taux de pompage, le niveau dynamique de l'eau décroît rigoureusement de sorte que le coefficient hydrogéologique de la partie supérieure doit être utiliser pour évaluer ce forage avec une marge de sécurité.

(4) Evaluation

L'extension de l'eau souterraine de faible conductivité était confirmé à partir de la zone urbaine d'Antanimora jusqu'au sud comme la distribution de la conductivité de l'eau des puits existants la révèle. Malheureusement, la conductivité de l'eau de ce forage est plus élevée par rapport aux sources d'eau dans la zone urbaine. S'il faut une eau de bonne qualité, ce serait mieux de forer dans la partie nord de la zone urbaine. Comme la couche aquifère est dans le socle, le débit est plus haut. Cela peut être causé par plusieurs fractures qui étaient engendrées par les intersections au niveau de la zone de rupture. L'analyse des photos aériennes pourrait être efficace concernant la détection des linéaments

DP2.6.5 F 006

L'objectif du forage d'essai F006 est d'évaluer la productivité en eau de qualité idéale prévu pour certains investissements tels qu'une construction de canalisation à Ambovombe. Du point de vu paramètre comme quantité, qualité, et distance jusqu'à Ambovombe, les endroits favorables sont justifiés. Le site est localisé le long de la rivière Bemamba, qui change de direction d'écoulement à l'est à partir du sud-est dudit zone. Le résultat est préférable du point de vu quantité et qualité bien que le socle débute à 15m.

(1) Géologie

1) Observation des déblais

Du sable alluvionnaire d'épaisseur 15m recouvre le socle. L'aquifère se trouve dans les zones fortement altérées et fracturées du socle. Plusieurs types de roches ont été trouvées comme le leptynite, pegmatite, schistes. Ce secteur pourrait se trouver dans une zone de faille comme la topographie montre du linéament et une rivière.

2) Diagraphies

Profondeur		Résistivité	Géologie	Comparaison avec le SEV, W084, 3000m au nord, l'altitude est de 254m, 15m plus haut et pas de compensation pour la comparaison. W035 est situé au même distance qu'au sud-est mais pas convenable pour une comparaison car la résistivité est faible tout au long de la profondeur et le socle n'est pas détecté.	
0	22	En dessus de la boue	Sable sédimentaire.	330-120-29	Argile/limon fortement altéré et transformé et la résistivité relativement faible.
22	52	100	Schiste et leptynite altéré avec du mica. La fracture est bien développée.	29-260	La faible résistivité reflète relativement une haute densité des fractures. Certaines épaisseur de zone de haute résistivité existe dans les profondeurs de 52-58m, mais elle n'est pas considérée comme formation dépendante. Cette zone est interprétée comme une structure continue à faible résistivité.
52	58	300	Schiste, leptynite, mica avec peu de fracture et un seuil de quartz.	260	
58	66	200	Leptynite et amphibolite, de couleur bleu et verte. Peu de fracture.	260	
66	78	250	Leptynite et amphibolite, de couleur bleu et verte. La fréquence de la fracture est diminuée.	260	

(2) Achèvement

La crépine est installée le long du forage sauf les intervalles à haute résistivité.

Le forage était propre 2 heures après le pompage par air lift. La quantité de l'eau était suffisante pour nettoyer rapidement les débris dans le forage.

(3) Essai de pompage

La pente de la courbe de rabattement révèle que l'eau provient de différente aquifère transmissive. La rivière Bemamba recharge l'alluvion et la formation altérée dans sa longueur, donc l'eau souterraine est stockée à un certain niveau près de la surface. Cela montre une recharge caractéristique sur la courbe de rabattement.

(4) Evaluation

La production du forage est suffisante pour être une source de canalisation d'eau pour Ambovombe du point de vu qualité et quantité. L'incertitude règne sur le fait que de l'eau salée s'écoule dans les environs. Comparé à celui de F006B situé à l'Est, la salinité est réduite à moitié. La recharge prévue le long du fleuve Bemamba est assez énorme mais la balance à besoin d'être considérée car la conductivité de l'eau dans les environs est plus de 1,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Traits caractéristiques:

- Une aquifère de faible conductivité est confirmée comme les données existantes les confirment.
- La majorité de l'aquifère est de la roche altérée, tandis que Manave situé à plusieurs kilomètres au sud est une formation sableuse. Entre les deux la profondeur du socle diminue rapidement.
- De 20-30m³/h de débit est confirmés par un autre forage complémentaire situé à 2.3km à l'ouest

DP2.6.6 F006B

L'objectif du forage d'essais F006B est d'évaluer la productivité aux environs de F006 pour certains investissements tels qu'une construction d'une canalisation pour Ambovombe. L'emplacement est environ à 2300m à l'Ouest à proximité de la RN13.

Le débit est pareil à celui de F006, mais d'une transmissivité légèrement inférieure et de salinité forte.

(EC=1,250 μ S/cm).

(5) Géologie

1) Observation des déblais

Du sable alluvionnaire recouvre le socle à 5m de profondeur. Ce n'est pas épais comparé à F006. L'aquifère se trouve dans les socles fortement fracturés. Différents types de roches ont été rencontrés comme leptynite, pegmatite, schistes. Une zone faillée continue toujours dans ce secteur à partir du fleuve Bemamba.

2) Diagraphies

profondeur		Résistivité	Géologie	Comparaison avec le SEV, W084, 3000m au nord, l'altitude est 254m, 5m plus haut et pas de compensation pour la comparaison.	
0	14	Au dessus de la boue	Sable sédimentaire	330-120-29	Argile/limon fortement altéré et transformé, structure typique de la couche rocheuse altérée.
14	26	200-250	Leptynite bien altérée.	29	Comme l'emplacement est différent, la structure inférieure n'est pas détectée par la diagraphie.
26	43	250	Gneiss et quartz	260	Comme l'emplacement est différent, la séparation n'est pas détectée entre la zone de fracture de 43m et la zone non fracturée.
43	60	250 dont 50 quelques mètres de couches fines.	Du Gneiss bien fracturé	260	
60	62	150	Du Gneiss bien fracturé une fracture significative. Le débit change lors de la foration.	260	
62	64	200	La mesure n'est pas bien fait due à la configuration de la sonde.	260	

(6) Achèvement

La crépine est installée tout au long des sections fracturées.

Le forage était propre 2 heures après le soufflage. La quantité de l'eau était suffisante pour nettoyer rapidement les débris dans le forage

(7) Essai de pompage

La pente de la courbe de rabattement révèle que l'eau provient de différente aquifère transmissive. La rivière Bemamba recharge l'alluvion et la formation altérée dans sa longueur, donc l'eau souterraine est stockée à un certain niveau près de la surface. Cela montre une recharge caractéristique sur la courbe de rabattement.

La courbe de rabattement devient droite au fil du temps. L'eau souterraine peut être stockée dans les zones altérées et approvisionne l'aquifère profond fracturé.

Comparée à F006, la conductivité électrique est plus haute à 1, 250 μ S/cm. L'eau souterraine provenant des roches peut affecter et accroître la conductivité de l'eau.

(8) Evaluation

La production de ce forage est suffisante pour être une source de canalisation d'eau pour Ambovombe du

point de vue quantité. Pourtant, la conductivité électrique est un peu haute à 1,250µS/cm, de ce fait, il est possible que des eaux de haute conductivité y pénètrent.

Ce se serait mieux de développer les eaux souterraines près du fleuve Bemamba pour un projet de canalisation d'eau.

Traits caractéristiques:

- La conductivité de l'aquifère est plus haute que celle près du fleuve Bemamba.
- 20-30m³/h de débit est confirmés aux environs de cette zone.

DP2.6.7 F009

L'objectif de l'essai de forage F009 est de confirmer la profondeur du socle et la pente de l'eau souterraine à l'Est.

Le socle commence à 78m et couvert d'alluvion contenant des gravier de marbre et limon plutôt que du sable. La formation est imperméable, presque sec et le niveau d'eau statique est très profond à 61.6m en juin 2006 tandis que lors de l'essai de pompage il était à 48.4m.

L'eau souterraine ne s'écoule pas à l'Est en général et le niveau d'eau statique est presque pareil à celui d'Ambovombe et différent par rapport aux endroits du F006

(1) Géologie

1) Observation des déblais

La formation sableuse recouvre le socle, mais elle contient des limons et des grains de quartz. Dans les profondeurs plus de 63m, des graviers angulaires 10-20mm composés de plusieurs types géologiques sont déposés dans la formation sableuse. La formation est consolidé avec du limon, mais pas du calcium. Les matières réactives à l'acide chlorhydrique sont des marbres appelés CIPOLIN.

2) Diagraphies

profondeur		résistivité	Géologie	Comparaison avec SEV, W037, 4000m à l'Ouest, l'altitude est de 168m, 10m plus bas et pas de compensation pour la comparaison.	
0	12	Au dessus de la boue	Dépôt de sable oxydé	9-3-9	La résistivité est plus basse.
12	18	60	Dépôt de sable oxydé	9	Le SEV interprete une formation de faible resistivite mais en realite non. Mais le faible contraste des couches est bien interprete.
18	19	40	Dépôt de sable oxydé, mais la granulométrie pourrait s'agrandir. Aucun facteur n'augmente la résistivité parce que la résistivité de la boue est de 2Ω	9	
19	30	30	Sable, limon	9	
30	32	20	Sable, limon, le diamètre du trou peut s'agrandir a cause de la faible consolidation	9	
32	40	30	Sable, limon. Le sable est relativement majoritaire.	9	La valeur detectee n' est plus valide a cause de la faible resistivite.
40	80	10	Sable, limon. Le limon est relativement majoritaire.	34	

(2) Achèvement

Le tubage est installé jusqu'à 78m au dessus du socle. La crépine est installée à une certaine formation de résistivité inférieure. Mais aucune eau souterraine ne pourrait y exister.

Le développement était exécuté par intermittence de 40mn à 50mn d'intervalle avec 20mn d'arrêt pendant 06 heures parce que l'eau se tarissait immédiatement. Le débit est moins 0.1m³/heure et la conductivité

s'augmentait de 2,030 μ S/cm à 2,820 μ S/cm à la fin. Le niveau d'eau a continué de monter à 3 m pendant 4 heures après la fin de l'air lift.

(3) Essai de pompage

L'analyse du pompage par palier n'est pas possible parce que le débit est trop faible et le niveau d'eau égalise celui de la pompe très rapidement. La quantité pompée était 100-160L à chaque type de pompage. L'approvisionnement de l'aquifère pourrait être limité

Le rétablissement à pris 15 fois le temps, du temps de pompage. Cela indique un approvisionnement limité de l'aquifère.

(4) Evaluation

La formation consiste à des sédiments, mais bien consolidés avec du limon et son caractéristique et la faible perméabilité et résistivité. Le résultat des SEV est similaire aux alentours de cet endroit. Cela indique que l'écoulement souterrain est rare dans cette zone. La forte conductivité de l'eau souterraine résulte de la faible perméabilité.

DP2.6.8 F014

L'objectif du forage F014 est de tester la potentielle en eau souterraine dans les zones non explorées. Le niveau d'eau statique, la profondeur du socle et la potentielle en eau souterraine en tant que eau potable sont les objectifs dudit forage. Ce site permet l'approvisionnement en eau par gravité pour la zone urbaine d'Ambovombe.

Le résultat est négatif en ce qui concerne l'approvisionnement en eau. La conductivité est de 10,000 μ S/cm; le niveau d'eau statique est profond situé à 100m. La géologie ressemble a celle des dunes côtières.

(1) Géologie

1) Observation des déblais

Du sable/grès ou du grès calcaire se prolonge jusqu'au fond du trou de forage. Ni le socle ni le schiste ont été rencontré bien que cette zone était prévue comme du horst. On observe un changement apparent de la géologie car le calcaire n'existe pas jusqu'à 67m, tandis que le sable calcaire domine depuis 68m. La couche supérieure du sable calcaire est oxydée et de couleur rougeâtre, ce qui veut dire que, la sédimentation ait été par le passé stoppée à cette profondeur.(L'Ilménite qui est un grain très minuscule de couleur noir □ qui existe tout au long de la formation.

La granulométrie va en général du fin à très fin (>0.5mm), mais le sable relativement de gros grain (1mm) existe entre 101-103m

Lors de la foration, la résistivité de la boue décroît de 2,000 μ S/cm à 20-40 m ce pourrait être une indication d'une couche aquifère peu profonde.

2) Diagraphie

La résistivité de la structure coïncide avec les résultats de le SEV. Le sable et la formation sablo calcaireuse sont nettement séparés.

Profondeur		Résistivité	Géologie	Comparaison avec le SEV, W028, 3100m à l'Est, l'altitude est de 181m, est égal. Pas de compensation pour la comparaison.	
0	12	Au-dessus de la boue	Dépôt de sable oxydé	650-57	Le sable supérieur est très meuble et contient de l'air entre les grains, alors la résistivité est haute, mais la consolidation commence quelques mètres en dessous.
12	45	100 avec la fluctuation	Du sable, probablement, le degré de consolidation change partiellement, puis le diamètre du forage change et affecte la résistivité.	57	Existence des couches fines, la valeur absolue ne coïncide pas mais en général la résistivité coïncide.
45	50	150	Du sable, aucune raison particulière pour que la résistivité soit haute.	57	
50	65	100-30	Du sable, la réponse paraît comme une zone de transition inférieure et à faible résistivité, mais, géologiquement, le caractère de formation change soudainement à 67m vu l'existence du sable calcaire.	57-18	
65	120	30	Sable calcaire. Bien que fortement consolidé comme la roche, mais la résistivité est faible. La salinité pourrait être contenue.	18	

(2) Achèvement

Les déblais ne montraient aucune apparente rétention d'eau. La crépine est installée à partir de 41.32m à 49.75m et de 91.9m à 120m, où le sable grossier domine. Mais la partie supérieure de la crépine ne contribue pas parce que le niveau d'eau est beaucoup plus bas.

Le développement était exécuté par intermittence environ à 30 minutes d'intervalle avec un arrêt complet de 5 heures 15 minutes parce que l'eau était presque immédiatement tarit après le commencement. Le débit s'est stabilisé après que le forage ait été vidé de ses boues. Par la suite, le débit est de 2.18m³/heure dont la conductivité est de 5040 μ S/cm enfin.

(3) Essai de pompage

La courbe de rabattement montre une structure complexe de l'aquifère comme elle change sa pente deux fois. Cela peut être causé par l'existence des aquifères à caractère hydraulique différent ou la prolongation de ces caractères sont limitées.

(4) Evaluation

L'aquifère est confirmé mais elle n'a pas une bonne perméabilité, l'eau est de forte salinité et non potable. Le niveau d'eau statique est à + 81m. Ce niveau d'eau souterraine est plus haut que les vovo d'Ambovombe. Cette zone n'alimente pas les aquifères peu profonde d'Ambovombe, mais peut recharger l'aquifère profonde de son eau salée.

DP2.6.9 F015

L'objectif du forage F015 est d'identifier l'aquifère profonde à une altitude proche du niveau de la mer. Le potentielle en matière de quantité est confirmée mais l'eau est salée. Cependant cette eau satisfait le besoin de la population dans cette région parce que la qualité de l'eau courante n'est pas différente et l'offre ne suit pas la demande.

(2) Géologie

1) Observation des déblais

Les déblais indiquent un état argileux et renferme du sable calcaire ; la géologie est relativement uniforme jusqu'au fond. La caractéristique géologique ressemble à celle de forage au littoral.

2) Diagraphie

Des couches de sables grossiers étaient confirmées par la diagraphie de résistivité sauf au fond. Autrement la diagraphie montre du sable fin. La résistivité diminue à 10Ωm et l'aquifère montre un fort contraste avec la formation supérieure. L'interprétation par SEV dudit structure est similaire.

Profondeur		Résistivité	Géologie	Comparaison avec le SEV, W181, 200m au nord ouest, l'altitude est de 186m, même valeur. Pas de compensation pour la comparaison.	
0	25	Au-dessus de la boue	dépôt de sable oxydé	315-51	La couche supérieure est très meuble contenant de l'air entre les grains, puis la résistivité est haute mais la consolidation commence quelques mètres en dessous.
25	65	10 -70 augmente graduellement	Sable calcaire, consolidé	124	Les trois types de formations ne sont pas distingués. L'un change de résistivité graduellement à 40m d'épaisseur, l'autre une couche fine de 100Ωm d'épaisseur de 10m, le dernier de 70Ωm de 50m d'épaisseur
65	75	100	Sable calcaire, consolidé	124	
75	125	70	Le sable calcaire, sable calcaire consolidé mais pas significatif entre 80-97m	124	
125	132	90	Sable	24	La faible résistivité de la structure correspond aux résultats de la diagraphie
132	150	10	Sable, coloré grisâtre, affecté probablement par l'existence de l'eau	24	

(3) Achèvement

Les déblais n'indiquent pas des intervalles apparents de rétention d'eau. La crépine était installée entre 120.8 et 148.9 m et entre 73.1 et 78.7 m où du sable grossier existe en se référant aux déblais et la diagraphie.

Le développement durait dix heures; approximativement 1.5 m³/h d'eau claire sortait du début jusqu'à la fin. Le débit est faible parce que le niveau statique de l'eau est trop profond pour être pompé par un compresseur. La conductivité a atteint 4 600 μ S/cm à 25 ° C à la fin du nettoyage. Les habitants près du site ont bénéficiés de l'eau du forage en venant y chercher de l'eau.

(4) Essai de pompage

Un premier essai de pompage était exécuté le 15 novembre avec une pompe de capacité de 2.25 m³/h. Le rabattement s'est stabilisé à 0.13 m après 3h. Le pompage s'est arrêté parce qu'il fallait une pompe plus puissante pour tester ses caractéristiques.

Un second essai était exécuté le 20 et le 21 décembre pendant 24 heures avec une pompe de capacité de 7.6 m³/h. le rabattement est presque stabilisé à 0.38 m juste après quelques minutes. Le niveau d'eau n'est pas complètement stabilisé mais diminue petit à petit au fil du temps. A la fin du pompage de longue durée, le rabattement est à 0,43m et d'un débit spécifique de 7.17 m³/h/m. la capacité de la pompe est encore faible pour identifier les caractéristiques de l'aquifère à un taux de pompage plus élevé.

La conductivité est plus faible que prévu. Ceci est prévu à cause de la bonne perméabilité de l'aquifère comparée à une aquifère de forte salinité.

(5) Evaluation

1) Justification des caractéristiques

Qualité de l'eau

La conductivité de l'eau atteint 4 600 μ S/cm à 25° C lors du développement. Durant le premier essai de pompage à 2.25 m³/h la conductivité soudainement tombe à 3 000 μ S/cm qui est la limite de la norme de

potabilité dans le sud de Madagascar.

Pendant l'essai de pompage à un débit de 7.6 m³/h, la conductivité reste constante à 3,060 µ S/cm à 25° C. la température est de 28.7 °C, et le pH est de 7.65.

La minéralisation dépasse sensiblement la limite de la potabilité selon les normes de l'UE ou de l'OMS. Mais la qualité de l'eau du F015 peut être considérée comme relativement bonne pour le secteur, excepté quelques puits d'eau douce d'Ambovombe. Les eaux souterraines du secteur présentent une plus large minéralisation de la même grandeur ou souvent plus haut que celui du F015.

L'eau dont la conductivité est plus haute que 3 000 le µ S/cm est habituellement employée pour la consommation humaine. L'eau de plus haute conductivité peut être employé pour les besoins domestiques et l'alimentation des animaux (les zébus boivent l'eau plus de 16 000 µS/cm 25° C – au littoral en particulier).

Débit

Les résultats d'essais de forage sont spéciaux pour cette zone du point de vu débit, qui était à 18 m³/h/m. Ce résultat satisfera la demande en eau de la ville urbaine d' Ambovombe, qui est approximativement de 35-50 m³/h. Selon le premier résultat, le forage F015 pourrait en partie ou en entier couvrir ces besoins.

2) Hypothèses et Questions soulevées

- La qualité de l'eau ne change pas si elle est pompée sans interruption.
- Le taux de pompage exécuté est beaucoup faible que le taux visé. La qualité et le débit se stabiliseront-t-elles à un débit visé ?
- Ces résultats doivent être confirmer par un pompage de longue durée (au moins la quantité estimée par simulation) concernant l'équilibre de l'eau et l'intrusion du sel. Cet essai doit être effectué avec un débit plus significatif d'environ 30 m³ / h.

DP2.6.10 F 018

L'objectif de cette étude et de reconnaître la profondeur du socle et d'identifier l'aquifère. En cas de succès, un système d'approvisionnement en eau peut être proposé pour la commune d'Ambanisarika et un système d'alimentation en eau gravitaire pour Ambovombe à une distance relativement courte (11 km).

Le forage n'a pas atteint le socle à 200m de profondeur, mais le schiste très collant qui n'a pas été trouvé dans d'autres forages d'essai se trouve à 152m de profondeur. Le niveau d'eau statique est très profond à 152.95m et la conductivité est si forte à 15.680 µ S/cm.

(1) Géologie

1) Observation des déblais

Les échantillons des déblais montrent du sable fins avec un passage de sable grossier, argileux ou calcaire peu épais jusqu'à 140m. Des couches d'argile intercalaire, du sable cimenté avec du calcaire, du schiste et du limon commence à 140m jusqu'au fond. Du sable calcaire est prévu entre les profondeurs de 25 et 45 m. et entre 100 et 110 m. Les grains de sables sont ronds de couleur rouge jaunâtre ou marron.

Les traits caractéristiques de ce forage sont

- Existence du schiste très collant. La géologie change complètement à 148.92m après avoir rencontré le schiste.
- Des graviers d'origines volcaniques et des granites altérés de taille 3-5cm se trouvent dans le schiste. Ils existent non pas comme une couche épaisse mais fines ou apparaissent aléatoirement.

Ces caractéristiques n'ont pas été observées dans d'autres forages.

2) Diagraphie

La haute résistivité de la structure interprétée par SEV n'était pas confirmée par la diagraphie. En particulier, la formation est de faible résistivité en dessous de 54m.

La formation au delà de 145m de profondeur est définitivement de faible résistivité ce qui confirme la nature argileuse des déblais.

Profondeur		Résistivité	Géologie	Comparaison avec le SEV, W183, points presque égaux.	
0	12	Au dessus de la boue	Dépôt de sable oxydé	780-115	La couche supérieure est très meuble contenant de l'air entre les grains, puis la résistivité est haute mais la consolidation commence quelques mètres en dessous.
12	46	50-70 couches fines intercalées	Sable calcaireux, consolidé	285-150	Les couches fines intercalées ne sont pas interprétées.
46	54	100	Sable calcaireux, consolidé, Sable calcaireux diminue dans la partie inférieure	150	Interprété comme étant une structure de masse à haute résistivité jusqu'en haut.
54	80	100-10, décroît graduellement	Sable, consolidé	150	La structure ne correspond pas.
80	115	15	Sable calcaireux, consolidé	150	La faible résistivité de la structure n'est pas interprétée.
115	125	50	Sable	150	
125	140	50-10, décroît graduellement	Sable	150	
140	200	10	Du schiste et du sable/du grès intercalé	67	Ni la structure complexe ni la faible résistivité ne sont pas interprétés,

(2) Achèvement

Les crépines est installée et intercalés à partir de 36.55m à 196.15m où du sable grossier existe et la haute résistivité y est indiquée.

Le développement continuait approximativement pendant 53 heures. Cela a révélé un débit faible d'environ 100 to 300 l/h avec un taux de salinité croissant excédant 15 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ vers la fin. Des quantités d'eau ont été versées dans le forage à plusieurs reprises parce que le débit est trop faible pour pouvoir nettoyer la boue du forage. En outre, la même opération par intermittence avait été fait afin de pouvoir restaurer le niveau d'eau et de stocker de l'eau dans le forage. L'eau ne devenait pas propre malgré les tentatives exécutées, puis le développement pris fin quand la conductivité avant l'injection d'eau était retrouvée.

(3) Essai de pompage

L'analyse des données du pompage par palier est impossible parce que le niveau d'eau diminue immédiatement au delà du niveau de pompage. Le débit provenant de la formation est très faible, par exemple il fallait 390 minutes pour la remontée après 30 minutes de pompage à un débit de 0.96m³/h

La quantité totale pompée est à peu près de 450L à 500L à tous les tests par palier. Le coefficient hydraulique était calculé sur le taux le plus faible.

(4) Evaluation

La perméabilité est très peu même si la formation est presque du dépôt sableux qui est consolidé par du silt ou du calcium. Aucune perte de boue n'apparaît lors de la foration en dessus de 140m. Cette mobilité de l'eau est causée par sa haute conductivité.

Les résultats de la foration indiquent que le mouvement de l'eau dans le sable n'est pas homogène, elle peut s'écouler dans un passage limité.

Justification des caractéristiques

- Le niveau d'eau est à 50m d'altitude (le niveau statique est 153m tandis que l'altitude est de 203m.) plus haut que le forage F015 à Ambovombe

- L'eau n'existe pas ou de très faible débit pour être reconnu à plus de 140m de profondeur.
- Une aquifère avait été rencontrée en dessous du schiste où une perte de boue peu signifiant a eu lieu.
- Le socle ne se trouve pas à 200m de profondeur alors que des données anciennes montrent l'existence du socle près de cet endroit.
- Dans le schiste, des dépôts volcaniques ont été trouvés.

DP2.6.11 F 019

L'objectif de ce forage est de confirmer l'aquifère dans les dunes quaternaires au sud d'Ambovombe. A une profondeur de 200m en commençant par l'altitude de 215m, l'aquifère située en dessus du niveau de la mer doit être atteinte.

Les crépines ont été installées presque le long du forage mais ce dernier est complètement sec. La pente de l'aquifère près du niveau de la mer pourrait être très douce et le potentiel de la couche aquifère au-dessus du niveau de la mer aux dunes côtières pourrait être très faible.

(1) Géologie

1) Observation des déblais

Du sable de couleur rouge marron a été trouvé à partir du fond jusqu' à la surface. Le forage traverse des sables dunaires cimentés par du calcaire jusqu'à 203m de profondeur. La couleur du sable dunaire est jaune beige.

2) Diagraphie

Le rayon gamma indique trois intervalles d'anomalie entre 10 et 20 m, aux environs de 25 m et 60 m. mais aucune contre réponse ne se produit au niveau de la diagraphie de la résistivité ni de la géologie.

La structure de résistivité ressemble à la structure interprétée par SEV à grande échelle.

Profondeur	Résistivité	Géologie	Comparaison avec SEV, W111, 1500m au sud ouest, l'altitude est de 212m, à 08m plus bas. Pas de compensation pour la comparaison.		
0	5	Au dessus de la boue	Dépôt de sable oxydé	182	La couche supérieure est très meuble contenant de l'air entre les grains, puis la résistivité est haute mais la consolidation commence quelques mètres en dessous.
5	12	40	Sable calcaireux consolidé	51	La structure de la résistivité se coïncide
12	22	40-70 augmente graduellement	Sable calcaireux consolidé	175	La résistivité de la structure coïncides. Mais, le fond de cette couche est interprétée comme étant plus profond. La différence de valeur des boues de forage rend la formation humide,
22	30	60	Du sable avec peu de calcium et avec de l'ilménite	175	
30	60	60-10 décroît graduellement	Sable calcaireux consolidé	28	La résistivité de la structure coïncides.
60	130	10	Sable, de couleur blanche faible à cause du calcium. Une partie plus inférieure composée du sable calcaire, mais la concentration change	28-22	
130	172	10-30 augmente graduellement	Sable calcaireux consolidé, mais une diminution de la concentration en calcium de la partie supérieure	22	La résistivité de la structure coïncide, mais les couches fines ne sont pas séparées.
172	186	30-60 décroît graduellement	Sable, couleur oxydée	22	
186	200	60-40 décroît	Sable	22	

(2) Achèvement

Un décanteur était prévu pour être installé à 200m de profondeur, mais un éboulement s'est produit à 22m après l'exécution de la diagraphie et le décanteur est enterré à une certaine profondeur. De ce fait, la profondeur du décanteur est modifiée à 178 m.

Les crépines sont installées à 82.5m et 104.9 m, 119.0m et 135.85 m, 155.5m et 175.2 m. et 59 m.

Le développement était exécuté par intermittence à 10mn d'intervalle avec un arrêt complet de 06 heures parce que l'eau se tarissait immédiatement après le début du soufflage. Une quantité d'eau de 6 m³ provenant du forage F015 a été versée (l'injection d'eau a eu lieu 06 fois. A chaque fois environ 2 m³) dans le forage. Le soufflage était exécuté mais le forage ne contenait plus de l'eau entre 5 à 10mn.

(3) Essai de pompage

L'essai de pompage n'a pas eu lieu faute d'eau.

(4) Evaluation

F019 a été foré dans du sable calcaire composé du sable dunaire légèrement consolidé. Par conséquent, il était difficile d'arrêter l'éboulement quand cela se produit durant la foration. Des éboulements ont stoppé les forations et il fallait changer de site trois fois. Le troisième point est situé approximativement à 300m du premier dont l'altitude de 215m (par GPS), et à 08m plus bas que le premier point.

Le décanteur est placé approximativement à une altitude de +37m. Il est clair que le niveau statique est en dessous de cette altitude.

La pente de l'aquifère entre F015 et la mer est de +11 m (GPS)/9.500 m = 1.15m par mille mètre, tandis qu'il y a 2 km de distance entre F015 et F019 du nord au sud. Le niveau d'eau doit être à + 8.7 m = 11 m – (2 000 m X 1.15 m par mille = 2 .3m) d'altitude. Ceci indique que l'aquifère du F019 se trouve à 28 m plus profond de la profondeur visée. La profondeur de 200 m était probablement insuffisante pour atteindre l'aquifère même si l'éboulement ne se produisait pas.

DP2.6.12 F022

L'objectif du forage F022 est d'identifier l'aquifère au dessus du niveau de la mer avec une altitude de moins de 100m, pour voir la possibilité d'installer une pompe manuelle. Il y avait des différents systèmes de pompage qui fonctionnaient pendant plusieurs années dans cet endroit dans les années 1980.

Un débit suffisant de l'aquifère pour une pompe manuelle était confirmé mais la conductivité est trop forte à 10,000µS/cm. Cependant, les villageois sont ravis d'utiliser cette eau parce que aucune source n'est disponible dans les environs. La pompe manuelle a été installée pour vérifier l'efficacité de l'eau.

(1) Géologie

1) Observation des déblais

Du sable et du sable calcaire s'intercale avec un intervalle de 15-30m. La vitesse de pénétration diminue au niveau du sable calcaire, alors cela pourrait être bien consolidé ou cimenté comme une roche. La pénétration s'affaiblit pour modérer la vitesse dans certaines parties qui renferment du calcium qui lie les grains de sable.

2) Diagraphie

La résistivité à plus de 60m de profondeur (niveau statique de l'eau) est plus forte. Si la perméabilité de la formation est suffisamment haute; la diagraphie doit montrer une résistivité moindre parce que l'eau

souterraine a une conductivité élevée. Cela indique que l'aquifère n'est pas distribué dans la formation sableuse.

Profondeur		Résistivité	Géologie	Comparaison avec le SEV, W014, 235m au nord ouest, l'altitude est de 115m, environ 35m plus haut. Pas de compensation pour la comparaison.	
0	2	Au-dessus de la boue	Sable calcaire, cimenté	155	Le sable calcaire cimenté existe et montre une résistivité plus élevée
2	15	100-30 diminue	Sable calcaire, cimenté	40-135	Le sable calcaire cimenté existe et montre une résistivité plus élevée. 40ohm-m pourrait être dû à l'erreur d'analyse ou de bruitage
15	45	35	Sable, la partie inférieure est du sable calcaire	28	La structure de résistivité coïncide avec la notation.
45	75	25	La partie supérieure est du sable calcaire, la partie inférieure est du sable	7	La valeur absolue réelle n'est pas faible par rapport à la valeur interprétée, mais la structure de la de résistivité s'accorde.
75	90	25-45 augmente	sable	7	Différentes quatre couches sont observées, mais ne peuvent pas être distingué à cause du faible contraste.
90	110	45	Sable calcaire	7	
110	120	45-15 diminue	Sable consolidé	7	

(2) Achèvement

Les crépines ont été installées dans les zones à haute résistivité parce que la position de l'aquifère n'est pas bien précise.

Le développement s'est déroulé sans interruption pendant 8 heures avec un débit de 2-3m³/h. Le niveau statique de l'eau au début est de 42.2m, il est devenu 60 m à l'arrêt. Le débit diminuait graduellement suivant le changement naturel du niveau statique de l'eau. Ce changement progressif reflète le faible débit mais l'eau était suffisante pour nettoyer le forage.

(3) Essai de pompage

- Le potentiel est moindre parce que le rabattement de chaque palier continuait de décroître.
- Le forage n'est pas bien propre parce que le débit spécifique s'améliore en continuant l'essai de pompage.
- La qualité s'améliore suivant la durée de l'essai, la conductivité varie de 8820µS/cm à 5760µS/cm. De l'eau souterraine provenant des proximités se déplace au forage et l'eau pourrait avoir une faible conductivité.

(4) Evaluation

L'aquifère est confirmé mais la conductivité est supérieure à la norme de potabilité et les villageois ne peuvent pas cuire leur alimentation de base qui n'est autre que le manioc avec cette eau. Malgré ces caractéristiques négatives, le forage a un impact positif aux villageois.

Le sable dunaire semble être une formation homogène perméable, mais la partie perméable est mal distribuée. Ce fait est soutenu par l'absence d'une perte de boue lors de la foration.

La conductivité diminuait lors du pompage, elle redevenait forte après l'installation de la pompe. Présentement la consommation est environ à quelque m³ par jour. Cela prouve que l'eau qui se déplace est de faible conductivité que celle qui stagne.

Traits caractéristiques:

Le niveau statique de l'eau est à +18m au dessus du niveau de la mer.

- Le socle ne se trouve pas à 120m de profondeur, alors qu'un affleurement du socle apparaît dans la région occidentale nord.

DP2.6.13 F 030

Le forage F030 était exécuté dans le village d'Ekonka situé à 10 km au sud d'Ambovombe. L'objectif initial était de confirmer l'aquifère dans les dunes quaternaires au sud d'Ambovombe. La profondeur visée était de

200 m en partant d'une altitude de 180 m qui pourrait atteindre l'aquifère se trouvant au dessus du niveau de la mer.

L'aquifère existe, mais le débit est trop faible pour être détecté lors du développement. Le suivi mensuel des niveaux statiques d'eau montrait que son niveau s'est accru de 175 à 181.4m.

(1) Géologie

1) Observation des déblais

Les déblais sont du sable calcaire/grès composés de sable grossier de couleur beige jusqu'à 205 m de profondeur. Un léger passage d'argile rouge roussâtre se trouve de 4m à 8m, et de 21m à 25m.

Plusieurs passages contiennent des éléments noirs qui pourraient être de l'ilménite.

2) Diagraphie

La sonde de rayon gamma ne fonctionnait pas bien. La diagraphie de la résistivité montre une formation plus résistive. La résistivité de la formation est relativement haute bien que le sable soit cimenté avec de la chaux et que ladite résistivité décroît au dessous du niveau d'eau statique.

Profondeur		Résistivité	Géologie	Comparaison avec le SEV, W009, 158m au sud, l'altitude est de 158m, environ 18m plus bas. Pas de compensation pour la comparaison.	
0	6	au-dessus de la boue	Sable fortement altéré et des particules de chaux.	175-130	Le sable est meuble et contient de l'air entre les grains et la résistivité est haute. La différence peut être causé par l'intrusion de la boue dans la formation.
6	12	70-120 augmente	Sable légèrement altéré et des particules de limon.	500	La résistivité élevée est provoquée par la connexion avec d'autres couches. Cela a causé une erreur d'analyse.
12	16	120	Sable et particule de chaux	500	
16	30	70	Sable et particule de chaux	210	La valeur ne s'accorde pas avec la diagraphie, mais la structure reflète l'état réel.
30	98	80	Sable calcaire	210-98	
98	104	130	Sable calcaire	98	
104	144	60	Sable calcaire	98	
144	148	80	Sable calcaire	98	
148	168	60	Sable	11	La profondeur ne s'accorde pas avec la diagraphie, mais la structure reflète l'état réel.
168	172	80	Sable	11	
172	200	10	Sable calcaire	11	

(2) Achèvement

La crépine est installée dans les endroits où il devrait y avoir de l'aquifère, dans le sable ou calcaire. Le trou s'est à plusieurs reprises effondré et s'est enterré 16m au-dessus de la profondeur visé à 200m malgré les efforts de nettoyage de plusieurs heures avant installation. Par la suite, la profondeur du forage a été modifiée.

Le développement était exécuté par intermittence de 15mn d'intervalle avec un arrêt de 30 mn pendant 08 heures parce que l'eau se tarissait immédiatement après le début du soufflage. Une quantité d'eau de 08m³ provenant du forage F015 a été versée (l'eau était versée 4 fois. 2m³ à chaque fois) dans le trou. Le soufflage étant fait, le forage était sec dans les 5 à 10mn.

Le niveau d'eau statique mesuré est de 173.8 m le 04 janvier 2006 (2 jours après le développement) et 174.95 m le 06 janvier 2006 (4 jours après le développement).

(3) Essai de pompage

La pompe immergée était installée à 182 m de profondeur, un mètre au dessus du fond du forage et 07m au dessus du niveau de la mer. Le forage s'assèche immédiatement après le développement. C'était impossible de continuer le pompage.

(4) Evaluation

Il n'est pas évident si le forage était sec jusqu'au prochain suivi mensuel de niveau d'eau statique parce que le forage était presque sec et la conductivité de l'eau était pareille à celle de l'eau versée dans le forage lors du développement. Il a été confirmé que le niveau statique de l'eau était de 177.55m qui est plus haut que le fond de la crépine et la conductivité est de 7000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Traits caractéristiques

- Aucune nappe perchée effective dans les dunes
- Des niveaux d'eaux existent au dessus du niveau de la mer mais de très faible débit et de forte conductivité.

DP2.6.14 F 032

L'objectif est d'identifier la profondeur du socle et le potentiel de l'aquifère dans les reliefs d'Ambovombe. C'est possible dans le cas où une ressource en eau est confirmée d'alimenter par un système gravitaire la ville d'Ambovombe à une distance relativement courte (11 km).

Ni le socle ni l'aquifère a été trouvé jusqu'à 205m de profondeur. L'altitude est de 229m, le niveau d'eau est à 24m plus bas.

(1) Géologie

1) Observation des déblais

Les déblais montrent du sable calcaire altéré/du grès de taille fine composée, grain de taille moyenne, généralement cimenté avec du calcaire (tous les échantillons réagissent avec l'acide chlorhydrique). Certaines couches sont composées de passages d'argile de couleur rouge ferriques qui reflètent le degré d'oxydation ou l'interruption de la sédimentation. Ces profondeurs sont: 91m, 97m, 123m, 158m, 168m, 185m, 192m.

2) Diagraphie

Les données de la SEV montrent des couches de forte résistivité au dessus d'une structure de faible résistivité. Mais, le contraste apparent de la géologie ou du caractère n'était pas confirmé.

Même si le changement de la coloration montre le degré d'oxydation et de consolidation, la diagraphie ne montre aucune différence à partir de la partie supérieure jusqu'à la partie inférieure.

Profondeur		Résistivité	Géologie	Comparaison avec le SEV, W049, 3700m à l'est, altitude est de 247m, environ 20m plus haut. Pas de compensation pour la comparaison.	
0	10	au-dessus de la boue	Sable calcaire oxydé	185-133	Oxydé et non consolidé
10	50	Fluctuation 70-100	Sable calcaire oxydé	67	Aucune raison claire pour cette réponse
50	70	Diminue 80-40	sable calcaire, calcium décroissant à une partie plus inférieure	132	La valeur est différente par rapport à la diagraphie de la résistivité. Cela peut être causé par l'invasion de la boue
70	116	40	sable calcaire	132	Formation de faible résistivité en dessous d'une forte résistivité. Cela s'accorde avec la structure réelle.
116	130	30	sable calcaire	132	
130	170	Augmente 40-80	sable calcaire	15	La structure ne s'accorde pas avec l'état réel, cela peut être causé par la mauvaise condition près de l'aire d'étude.
170	180	70	sable calcaire	15	
180	200	100	sable calcaire	15	

(2) Achèvement

La crépine est installée dans les aquifères profonds ou dans les passages des sables grossiers.

Le développement s'est déroulé par intermittence à un intervalle de 15mn et un arrêt de 15 à 30mn pendant 11 heures parce que le forage s'assèche immédiatement après le soufflage. Une quantité d'eau de 06m³ provenant du forage F015 a été versée (04 fois, à chaque fois 2m³) dans le forage.

Le niveau d'eau statique mesuré est de 191.77m le 22 Janvier 2006, qui est au même niveau que le fond de la crépine.

(3) Essai de pompage

L'essai de pompage n'a pas eu lieu faute d'eau.

(4) Evaluation

Ce site a été considéré comme une zone de potentielle en eau souterraine parce que la résistivité interprétée par SEV est plus haute bien que la plupart d'autres sites étaient de structure de faible résistivité. Selon le résultat du forage c'était du sable calcaire/grès.

Traits caractéristiques

- Aucune nappe perchée n'existe.
- Le forage n'atteint pas le socle. Le niveau d'eau est au dessus de +22m d'altitude = 227m -205m bien que la roche métamorphique affleure au sommet du bassin versant entre Ambovombe et Amboasary.
- Les sédiments se prolongent au moins jusqu'à 205 m.

DP2.6.15 SE1

L'objectif est d'évaluer le potentiel de l'aquifère peu profond près de la zone de concentration de "vovo" de Bevolv.

Le forage est de 44m de profondeur et complètement sec parce que aucune couche imperméable de rétention d'eau n'existe.

(1) Géologie

1) Observation des déblais

Une formation altérée et oxydée existe jusqu'à 16m, et puis du sable calcaire jusqu'à 44m.

2) Diagraphie

La structure générale entre la diagraphie et le SEV s'accorde. La diagraphie montre des couches fines.

Profondeur		Résistivité	Géologie	Comparaison avec le SEV, W130, 650m au sud ouest, l'altitude 144m, presque pareil. Pas de compensation pour la comparaison.	
0	3	au-dessus de la boue	Sable calcaire oxydé	332	Oxydé et non consolidé
3	8	120	Sable calcaire oxydé	172	Oxydé et non consolidé
8	9	80	Sable calcaire oxydé	172	
9	14	120	Sable calcaire oxydé	172	
14	20	20	sable calcaire	172	
20	26	40	sable calcaire	12	La formation pourrait être humide mais non saturée. La résistivité peut être plus forte si c'est humide
26	29	120	sable calcaire	12	
29	36	20	sable calcaire	12	
36	44	100	sable calcaire	12	

(2) Achèvement

Le forage n'est pas équipé parce que le trou ne pouvait pas retenir la boue et il a été conclu que la formation n'avait pas d'eau.

(3) Essai de pompage

L'essai de pompage n'a pas eu lieu faute d'eau.

(4) Evaluation

La formation au dessous de l'aquifère perché est perméable et par la suite devient une couche très fine de profondeur limitée.

DP2.6.16 SE2

Ce forage se trouve juste à coté du SE1. En considérant le résultat du SE1, il a été conclu que la profondeur dépassait l'aquifère, alors la foration s'arrêtait à 24m pourtant, il n'y avait pas d'eau. A partir de ce résultat aucun aquifère n'existe dans cette zone bien qu'elle soit localisée aux abords de la zone de concentration de vovo.

DP2.6.17 SW1

L'objectif est d'évaluer le potentiel de l'aquifère peu profond près de la zone des vovo principales de Mitsangana.

La profondeur du forage est de 33m atteignant la couche d'argile. L'eau souterraine existe.

(1) Géologie

1) Observation des déblais

Une formation altérée et oxydée existe jusqu'à 12m, et puis suivi par du sable et une formation argileuse. En général, une couche d'argile verte constitue le fond de l'aquifère.

2) Diagraphie

La structure générale entre la diagraphie et le SEV s'accorde. Le SEV détecte la formation d'argile mais la valeur de la diagraphie change peu à peu comparer au contraste apparent de la géologie.

Profondeur		Résistivité	Géologie	Comparaison avec le SEV, W135 a 130m au nord est, l'altitude est de 138m, presque pareil. Pas de compensation pour la comparaison.	
0	5	au-dessus de la boue	Sable calcaire oxydé	135	Oxydé et non consolidé
5	15	70-50	Sable calcaire oxydé	40	La résistivité de la structure plus faible que la formation supérieure
15	30	30-20	Sable comprenant peu d'argile	40-5	
30	33	20	Argile verte	5	Formation à très faible résistivité

(5) Achèvement

La crépine est installée en visant l'aquifère se trouvant au dessus de la couche d'argile et du sable oxydé du fond.

Le développement était exécuté par intermittence de 20-50minutes d'intervalle avec un arrêt de 10 à 30 minutes pendant environs 9 heures parce que le forage est sec immédiatement après le soufflage. Une quantité d'eau de 8m³ provenant du forage F015 a été injectée (04 fois. A chaque fois environ 2m³) dans le forage. La conductivité s'est accrue suivant le développement.

(6) Essais de pompage

La lame d'eau est insuffisante pour le développement même à un débit de 3.17L/min. Par conséquent le pompage par palier n'est pas efficace. Les données du premier palier étaient utilisées pour calculer le coefficient hydraulique. Finalement la conductivité remonte jusqu'à 7020µS/cm.

(7) Evaluation

Une association de couche d'argile verte imperméable et une petite quantité d'eau souterraine était confirmée. La couche d'argile est la condition d'existence de l'eau souterraine d'Ambovombe, plus particulièrement la zone sud. L'extension et la figure de la couche pourraient déterminer la capacité de

l'aquifère peu profond. Si la structure est simple, le SEV peut interpréter la profondeur de la formation argileuse.

DP2.6.18 SW2

L'objectif est d'évaluer le potentiel de l'aquifère peu profond près des principales vovo dans la zone d'Ambaro. La profondeur du forage est de 24m atteignant la couche d'argile. L'eau souterraine existe.

(1) Géologie

1) Observation des déblais

Une formation altérée et oxydée continue jusqu'à 11m, puis suivi par du sable avec une formation argileuse. En général, une couche d'argile verte constitue le fond de l'aquifère.

2) Diagraphie

La diagraphie n'est pas bien prise parce que le niveau de boue était trop proche de l'équipement. Le SEV à pour but de détecter la formation d'argile.

Profondeur		Résistivité	Géologie	Comparaison avec le SEV, W137, 137m a l'Est, l'altitude est de 140m, presque pareil. Pas de compensation pour comparaison.	
0	17	au-dessus de la boue	Sable oxydé	120-40-6	La résistivité de la structure plus faible que la formation supérieure
17	24	?	Sable comprenant de l'argile verte	6	Formation à très faible résistivité

(5) Achèvement

La crépine est installée en visant l'aquifère se trouvant au dessus de la couche d'argile et du sable oxydé du fond.

Le développement était exécuté par intermittence de 20-50minutes d'intervalle avec un arrêt de 20 à 30 minutes pendant environs 6 heures parce que le forage est sec immédiatement après le soufflage. Une quantité d'eau de 7m³ a été injectée (07 fois. A chaque fois environ 1m³) dans le forage.

(6) Essai de pompage

L'essai de pompage n'a pas eu lieu parce que la lame d'eau n'est pas suffisante.

(7) Evaluation

Une association de couche d'argile verte imperméable et une petite quantité d'eau souterraine était confirmée. La couche d'argile est une condition d'existence de l'eau souterraine d'Ambovombe, plus particulièrement la zone sud. L'extension et la figure de la couche pourraient déterminer la capacité de l'aquifère peu profond.

DP2.6.19 NW

L'objectif est d'évaluer le potentiel de l'aquifère peu profond près des principales vovo dans la zone de Beabo.

La profondeur du Forage est de 19m atteignant l'argile. L'eau souterraine existe.

(1) Géologie

1) Observation des déblais

Une formation altérée et oxydée continue jusqu'à 9m, puis suivi par du sable avec une formation d'argile. Le sable calcaire n'existe pas près de la surface. C'est différent par rapport au sud.

2) Diagraphie

La diagraphie n'est pas bien prise parce que le niveau de boue était trop proche de l'équipement. Le SEV à

pour but de détecter la formation d'argile.

Profondeur		Résistivité	Géologie	Comparaison avec le SEV, W147, 250m au sud est, l'altitude est de 131m, presque pareil. Pas de compensation pour la comparaison.	
0	?	au-dessus de la boue	Sable oxydé jusqu'à 9m	116-48	Oxydé et non consolidé
?	?	?	Sable comprenant un peu d'argile 19m	6	La résistivité de la structure plus faible que la formation supérieure

(1) Achèvement

La crépine est installée en visant l'aquifère se trouvant au dessus de la couche d'argile et du sable oxydé du fond.

Le développement était exécuté par intermittence de 20-30minutes d'intervalle avec un arrêt de 10 à 20 minutes pendant environs 5 heures parce que le forage est sec immédiatement après le soufflage. Une quantité d'eau de 14m³ a été injectée (07 fois. A chaque fois environ 2m³) dans le forage. La conductivité ne change pas tout au long du développement.

(2) Essais de pompage

L'essai de pompage n'a pas eu lieu parce que la lame d'eau n'est pas suffisante.

(3) Evaluation

Une association de couche d'argile verte imperméable et une petite quantité d'eau souterraine était confirmée. Mais la couleur de la couche d'argile est plutôt grise que verte comme au zone sud.

DP2.6.20 FP010

L'objectif est d'évaluer le potentiel de l'aquifère peu profond près du P010 pour confirmer l'existence de l'eau souterraine.

La profondeur du forage est de 31m mais ni une couche d'argile particulière ni l'eau souterraine existe. Sur ce résultat, P10 est considéré comme sec et la pompe est installée sur un puits ancien après la réhabilitation.

(1) Géologie

1) Observation des déblais

Une formation altérée et oxydée continue jusqu'à 31m,

2) Diagraphie

La diagraphie et le SEV ne s'accordent pas à la résistivité de la structure.

Profondeur		Résistivité	Géologie	Comparaison avec le SEV, W008, 1900m a l'ouest, l'altitude est de 206m, Presque pareil. Pas de compensation pour la comparaison.	
0	4	au-dessus de la boue	Sable rouge oxydé	9	La partie inférieure est interprétée comme a haute résistivité
4	18	50	Sable de couleur claire avec un peu d'argile	9	
18	31	25	Sable rouge oxydé	18	

(4) Achèvement

La crépine est installée en visant l'aquifère se trouvant au dessus de la couche d'argile et du sable oxydé du fond. Le développement était exécuté par intermittence de 120minutes d'intervalle avec un arrêt de 20 à 30 minutes pendant environs 10 heures parce que le forage est sec immédiatement après le soufflage. Une quantité d'eau de 14m³ a été injectée (07 fois. A chaque fois environ 2m³) dans le forage. La conductivité ne change pas tout au long du développement

(5) Essai de pompage

L'essai de pompage n'a pas eu lieu parce que la lame d'eau n'est pas suffisante.

(6) Evaluation

En tenant compte des mares saisonnières et le puits peu profond situé près de ce point, l'existence d'un aquifère était prévu. L'absence d'une couche imperméable engendre l'inexistence de l'eau souterraine. Ce qui explique que l'aquifère perché est discontinu et la précipitation s'infiltre à travers les ouvertures de l'aquifère.

DP2.6.21 P 003

L'objectif est de reconnaître la qualité de l'aquifère perché dans le Neocène Continentale à l'est d'Ambaliandro au centre du bassin. La réalimentation d'amont du bassin pourrait être prouvé si un aquifère superficiel existe.

L'eau souterraine est confirmée, mais très saline. Cet aquifère ne pourrait pas être relié à certain point de la pente de l'eau souterraine continue d'amont à l'aval du bassin en tenant compte le niveau d'eau statique du forage F006 et ceux d'Ambovombe.

Ce puits n'est pas équipé d'une pompe manuelle du à la forte salinité, mais les villageois l'utilise parce que la plus proche source d'eau se trouve à 8.5km.

(1) Géologie

La formation est cimentée avec de l'argile, du limon, du calcium caillouteux. La plupart des grains sont des graviers angulaires/ du sable provenant du quartz. Si les échantillons en block sont secs, ils sont durs. Mais si une fois trempés dans l'eau ils se fondent immédiatement. Cela explique que la matière de cimentation primaire est le limon. Le calcium existe dans toute la formation en petite particule. L'argile existe de 5 à 10m où la couleur de la formation est verte, mais autant de limon. L'existence du calcium est prouvée par le test avec de l'acide chlorhydrique.

La venue d'eau était à 19.6 m dans le grès breccias. L'eau est salée avec une conductivité de 10,350 μ S/cm, puis le creusement pris fin.



Figure 2.6-1 Echantillons de déblais du P003

(2) Essais de pompage

La lame d'eau est de 0.17m et le débit est trop faible même pour un pompage à 4L/min. En effet, le pompage par palier n'est pas efficace. Le coefficient hydraulique est calculé sur les données du premier palier.

(3) test auxiliaire

Les échantillons faisaient l'objet d'une expérimentation en les trempant dans de l'eau minérale ("Eau Vive" dont la conductivité est de 40 μ S/cm) et ensuite mesurer l'évolution de la conductivité de l'eau dans le temps. Juste après l'immersion, la plupart de la conductivité dépasse le 1000 μ S/cm. La minéralisation continues d'évoluer le jour suivant. La conductivité augmente légèrement.

Le résultat indique une contamination du sol par une forte salinité.

Tableau 2.6-1 Evolution de la conductivité des échantillons du P 003 trempés dans l'eau.

profondeur	5 m	6 m	7 m	11 m	13 m	15 m	17 m	19 m	20.2 m	Moyenne
1 jour	1,030	750	1,420	1,345	1,340	690	120	160	115	
3 jours	1,440	920	1,420	1,570	1,610	910	210	320	300	
5 jours	1,410	990	1,480	1,570	1,610	910	230	320	230	
15 jours	1,490	1,000	1,480							
3 mois	1,680	1,130	1,600	1830	1,850	1,150				

(4) Evaluation

Traits caractéristiques

- La venue d'eau est à 19.65m dans le grès composé avec du sable grossier et des graviers d'élément de quartz.
- L'aquifère pourrait avoir une relation avec celui du puit d'Ambaliandro (GPS ID 015) parce que le niveau statique de l'eau et la conductivité ressemble.
- La formation renferme certains minéraux solubles qui changent la conductivité de 40 à 1.000-2000 μ S/cm.

DP2.6.22 P004

Ce puits était construit dans partie nord est du bassin dans le but de reconnaître le potentiel de cette zone et de confirmer le niveau statique de l'eau à faible profondeur. Les villageois ne voulant pas être dérangé par d'autre personne qui viendront chercher de l'eau, voulaient que le puits soit construit à 1.5 km plus loin du village.

Les travaux n'avance pas beaucoup et a pris plus de un mois pour la profondeur de 3.7m parce que la formation est du grès graveleux. C'est trop dur pour être brisé avec des matériels simples et manuels, et le creusement s'arrêtait à cette profondeur. Aucune information n'est collectée sur ce point mais les résultats du F009 et F014 révèle une rareté de chance d'existence d'un aquifère.

(1) Géologie

A 3.5 m de profondeur se trouve du conglomérat de sable composé de breccias de gravier grossier, argileux de couleur rougeâtre. C'était trop dur à creuser.

(2) test auxiliaire

La teneur en sel de l'eau a été testée

La même expérimentation que P 003 a été fait: les échantillons sont trempés dans l'eau peu minéralisée et le changement de la conductivité a été suivi pendant plusieurs jours.

Contrairement aux échantillons du P 003 (dont la conductivité est environ de 2,000 μ S/cm). La conductivité restait environ à 200 μ S/cm.

Tableau2.6-2 : la conductivités des échantillons de déblais dans l'eau

Profondeur	2 m	3 m	Moyenne
1 jour	48	49	49
3 jours	87	135	111
5 jours	113	131	122
10 jours	170	240	205
15 jours	190	255	222
90 jours	200	300	250

(3) Evaluation

La formation est apparemment de type différent de celui du littoral même celui d'Ambaliandro. La formation semble être constituée par des sédiments fluviaux.

Traits caractéristiques.

- Cette zone est couverte de conglomérat de sable composé de breccias de gravier, grossier, argileux

de couleur rougeâtre bien qu'elle parait à une zone de dépôt de sable du Néogène. La dureté du sol n'est pas appropriée au creusement manuel.

- La teneur en sel n'est pas importante comme au littoral et à Ambaliandro.

DP2.6.23 Puits P008

Ce puits est construit dans le village de Betioky au pied des collines à l'Est entre Amboasary. L'objectif est de confirmer le potentiel dans le secteur Est d'Ampamolora et l'amont de la grande dépression de Lafidava (qui s'étend jusqu'à Ambovombe) et le lac temporaire de Sarimonto. L'existence d'une nappe perchée était prévue parce que les montagnes situées à l'est est capable de recharger selon le point de vue topographique.

(1) Géologie

Il y avait des grès calcaires dur avec du sable grossier jusqu'à 06m puis la géologie devient plus épaisse, pas très argileux de couleur rouge brun, peu consolidé jusqu'à 25m. Le puits restait sec et sans humidité jusqu'à 25 m de profondeur.

(2) Evaluation

Après avoir consulté les documents existants, en particulier la recherche hydrogéologique dans le bassin ferme d'Ambovombe page 10 et 11 (Henri Besairie March 1959), ce secteur n'est pas propice pour trouver de l'eau et a déjà été le théâtre des recherches négatives, soit l'eau n'existe pas soit elle est trop salée.

Traits caractéristiques

- Aucun aquifère perché n'est rencontré.
- A faible profondeur, cette zone est couverte du conglomérat composé de breccias de sable argileux rougeâtre et du sable grossier bien que cette zone ressemble au fond boueux des mares. Si le fond du lac Sarimonto avait la même structure, l'eau ne s'infiltrait pas en général.
- La dureté de la couche est plutôt insignifiant par rapport au puits P003 et facile à briser en petit bloc.

DP2.6.24 P009

Ce point est sélectionné afin de vérifier le potentiel en eau pour être une source d'une petite adduction en eau équipée d'un système de pompage solaire. La zone ne peut pas bénéficier des endroits de concentration de vovo à cause de la distance mais le potentiel est prévu parce que la zone n'est pas si éloignée de ces endroits là.

Même si l'aquifère existe, le débit n'est pas suffisant pour l'installation d'une pompe solaire. Une pompe à corde est installée à sa place. La conductivité est meilleure qu'ailleurs à 2200 μ S/cm.

(1) Géologie

La plupart de la formation est du sable, avec un passage peu épais du sable calcaire à 5.5m-6.4m. L'aquifère commence à 19.2m dans la formation sableuse, le creusement pris fin avant d'atteindre la couche d'argile parce que le puits tend à s'effondrer.

(2) Essais de pompage

Le niveau d'eau décroît immédiatement lors du pompage, alors le pompage par palier n'est pas efficace. Le niveau d'eau statique est de 19.31m et le niveau maximum de pompage est à 19.54m. La lame d'eau est seulement de 23cm. Le temps de pompage est de 20 minutes à un débit de 6L/min, mais il faut 110 minutes pour la remontée. La capacité du puits en matière de rendement est trop faible.

(3) Evaluation

L'eau est potable à Ambovombe parce que la conductivité électrique est de 2200 μ S/cm. Cependant le débit

est trop faible pour une pompe électrique alors une pompe à corde est installée. Comme le débit n'est pas suffisant dans la zone d'Ambovombe, établir un plan d'installation de pompe électrique exploitant les eaux souterraines des nappes perchées n'est pas faisable.

DP2.6.25 P010

Le point est choisi pour vérifier le potentiel pour une petite adduction d'eau équipée d'une pompe parce que les couches aquifères peu profondes sont fréquemment employées dans ce secteur.

Aucune eau souterraine n'est trouvée sur ce point bien qu'un autre puits en fonctionnement et une grande mare saisonnière existent à côté. L'absence de l'aquifère pourrait engendrer par l'inexistence d'une formation imperméable de rétention d'eau. Le niveau d'eau monte pendant une forte pluie mais redevient le même aussitôt la précipitation s'arrête.

(1) Géologie

La formation sableuse continue à partir de la surface, du sable blanc qui constitue en général un aquifère commence à 04m. Cette formation tend à s'effondrer faute de sable.

(2) Evaluation

L'aquifère n'est pas trouvé même si la formation est du sable blanc. En insistant à creuser, l'endroit a été testé par un forage à boue. Le résultat indique l'existence du sable rougeâtre en dessous du sable blanc et l'eau n'existe pas. Le creusement s'arrête.

La distribution du sable blanc pourrait être discontinue, puis la capacité de stockage est limitée. La précipitation n'est pas retenue si la couche de rétention n'existe pas. C'est peut être la raison pour laquelle l'aquifère est de faible débit et que les vovos sont mal distribués dans ce secteur.

DP2.7 Considérations environnementales et sociales

Etendue des travaux

L'étendue provisoire des travaux est indiquée dans le tableau suivant.

DP2.7.1 Approvisionnement rural en eau

(1) Etendue des travaux

Tableau DP2.7.1-1 Etendue provisoire des travaux – Approvisionnement rural en eau

Eléments environnementaux		Classe	Justification de l'étendue	
Environnement social	1	Repeuplement	D	De grandes installations d'approvisionnement en eau nécessitant un repeuplement ne sont pas prévues dans l'étendue du plan.
	2	Economie régionale y compris l'emploi et les moyens d'existence	C	Les vendeurs d'eau risquent de perdre leur travail
	3	Utilisation des terres et utilisation des ressources régionales	D	De petites installations d'approvisionnement en eau seront construites. Toutefois, le consentement des villageois locaux devra être obtenu durant la phase des forages pilotes.
	4	Capital social et institutions locales de décision	C	La communauté possède des traditions et des règles devant être prises en considération lors de la décision des emplacements de forage
	5	Infrastructures sociales et services sociaux existants	D	Les services publics d'approvisionnement en eau existants ne sont pas satisfaisants en termes de volume et de qualité. Le projet proposé a l'intention d'améliorer les services.
	6	Minorités pauvres, indigènes et ethniques	C	Elles risquent d'être affectées si la répartition des sources d'eau est située de manière excentrique.
	7	Répartition inégale des inconvénients et des avantages	C	Une répartition inégale parmi les participants n'est pas prévue. Toutefois, la disponibilité des eaux souterraines est définitive. Par conséquent, l'étude de développement suivante devra clarifier le problème de la répartition des bénéficiés.
	8	Conflits d'intérêt au sein des participants	C	Des conflits d'intérêt au sein des participants ne sont pas prévus. Toutefois, la disponibilité des eaux souterraines est définitive. Par conséquent, l'étude de développement suivante devra clarifier le problème de la répartition des bénéficiés.
	9	Questions problématiques hommes-femmes	C	Les femmes seront les principales bénéficiaires du projet proposé. Toutefois, la façon dont la participation des femmes aura lieu devra être élaborée dans l'étude de développement suivante.
	10	Droits des enfants	D	Les enfants, qui sont utilisés pour le puisage de l'eau destinée à la consommation de la famille, seront bénéficiaires du projet.
	11	Monuments historiques et culturels	D	Il n'existe pas de monuments historiques ou de patrimoine culturel désigné dans les communes concernées. Ou l'envergure du projet proposé est si petite qu'elle n'aura aucun impact significatif.
	12	Maladies infectieuses comme HIV ou le SIDA	D	La mise en œuvre du projet n'aura pas relation de cause à effet avec l'apparition de HIV et du SIDA.
	13	Droits de l'eau	C	Si la principale source d'eau est répartie dans la commune d'Antanimora, il peut y avoir conflit entre la commune de la source et la commune bénéficiaire.
	14	Hygiène publique	D	Un des bénéficiés attendus du projet proposé est de réduire les apparitions des maladies hydriques. L'hygiène publique sera améliorée.
	15	Déchets solides	D	Les volumes de déchets solides provenant des forages, des excavations et des travaux de construction seront tout à fait marginaux et entreront dans les capacités locales de traitement et de mise au rebut appropriée. (L'examen sélectif a éliminé cette rubrique.)
	16	Désastre naturel	D	Les risques de sécheresse seront réduits par l'exécution du présent projet.

		(risque)		
Environnement naturel	17	Topographie et géologie	D	L'envergure du présent projet n'aura aucune influence sur la topographie et la géologie locale.
	18	Erosion des sols	D	La mise en œuvre du projet n'aura aucune relation avec l'érosion des sols.
	19	Eaux souterraines	C	L'exploitation des eaux souterraines peut entraîner une baisse potentielle des nappes d'eau et de la qualité des eaux souterraines à proximité, selon les volumes d'eau extraits.
	20	Régime hydrologique des rivières, lacs et les eaux dans les terres	D	Aucun impact n'est prévu car les eaux de surface ne sont pas développées ni utilisées.
	21	Zone littorale du bord de mer	D	Le projet proposé sera exécuté à l'intérieur des terres.
	22	Biotope et écosystèmes	C	Aucune zone protégée ne se trouve dans la région de l'étude. Toutefois, la végétation endémique est répartie dans la région d'Antanimora.
	23	Climat	D	Aucune grande structure pouvant affecter le climat local n'entre dans l'étendue des travaux du plan du projet.
	24	Paysage	D	Aucune grande structure pouvant gêner le paysage n'entre dans l'étendue des travaux du plan du projet.
Pollution	25	Pollution atmosphérique	D	Les quantités estimées pour les émissions polluantes pendant les travaux sont minimes. Les émissions pouvant polluer l'atmosphère lorsque l'installation d'approvisionnement en eau sera en service sont négligeables.
	26	Pollution des eaux	C	Des précautions devront être prises pendant les forages.
	27	Contamination des sols	D	Le risque de contamination des sols par les eaux usées domestiques de décharge sera minimal.
	28	Bruit et vibrations	D	Les niveaux de bruit et de vibrations générées par les installations d'approvisionnement en eau devront être contrôlés par la supervision de la construction et la gestion en site des opérations des installations.
	29	Affaissement de terrain	D	Le pourcentage d'extraction de l'eau est substantiellement faible, et les risques d'affaissement de terrain sont extrêmement faibles.
	30	Mauvaises odeurs	D	Aucune source de mauvaise odeur n'est prévue ici.

Référence : "Directives environnementales pour les projets d'infrastructure". JICA, 1992 (avec certaines modifications)

Remarque : Classification de l'évaluation

A : Impact sérieux prévu

B : Impact prévu jusqu'à un certain point

C : Non précisé

D : EEP ou EIE n'est pas nécessaire (aucun impact prévu)

(3) Mesures atténuantes envisagées/ Eléments à considérer

Tableau DP2.7.1-2 Mesures atténuantes envisagées – Approvisionnement rural en eau

Rubrique	Classe	Mesures atténuantes/ Eléments à considérer
2 Economie régionale y compris l'emploi et les moyens d'existence	C	Mener une reconnaissance sur le terrain sur les vendeurs d'eau et évaluer le nombre de personnes pouvant potentiellement perdre leur travail en raison de l'amélioration de la situation de l'approvisionnement en eau dans les communes concernées. Un plan de secours pour ces personnes devra être formulé, intégrant un plan pour les placer en tant que surveillants sur les sites d'approvisionnement en eau des communautés.
4 Capital social et institutions locales de décision institutions	C	Une enquête sociale devra être menée dans la région de l'étude afin de déterminer les dispositions culturelles et traditionnelles. Un soin particulier devra être pris lors de la décision des emplacements de forage.
7 Répartition inégale des inconvénients et des avantages	C	Une enquête sociale devra être menée durant l'étude de développement afin de déterminer si une répartition inégale des inconvénients et des avantages risque de se produire en raison de l'exécution du projet d'approvisionnement en eau rurale. En outre, les causes naturelles, en raison desquelles la totalité des habitants ne peut être bénéficiaire, seront expliquées au Gouvernement de Madagascar en tant que mémorandum de la mise en œuvre du projet.
8 Conflits d'intérêt au sein des participants	C	Evaluer le potentiel des ressources en eaux souterraines. La coordination et la résolution des conflits produits par le plan de forage sont sous la juridiction du Gouvernement de Madagascar. Cette question fera l'objet d'une recommandation au Gouvernement de Madagascar.
9 Questions problématiques hommes-femmes	C	Le projet d'approvisionnement en eau rurale bénéficie essentiellement aux femmes. Toutefois, des mesures pour élargir la participation des femmes seront explorées lors de l'Etude de développement proposée.
13 Droits de l'eau	C	Communication avec la commune d'Antanimora.
19 Eaux souterraines	C	Le volume de seuil des eaux souterraines à exploiter de manière durable sera déterminé lors de l'étude sur les eaux souterraines.
22 Biotope et écosystèmes	C	La répartition de la flore et de la faune fera l'objet d'une étude. Un soin particulier sera apporté dans les endroits comportant des espèces importantes.

(3) Alternatives

Sans ce projet : les habitants du milieu rural devront dépendre des maigres ressources en eau disponibles : eaux de surfaces et eaux souterraines. Ils continueront à être affectés par les difficultés d'accès à l'eau potable et saine tout au long de l'année. Pendant la saison sèche, en particulier, ils devront acheter de l'eau très chère auprès des vendeurs d'eau.

Alternatives : L'augmentation de la capacité des systèmes d'approvisionnement en eau existants peut être considérée comme un plan alternatif. Les méthodes suivantes seront prises en considération :

- . améliorer le fonctionnement de l'installation de traitement des eaux existante et acheter un grand nombre de citernes d'eau pour transporter l'eau traitée (les calculs ont montré que des investissements plus importants et des coûts d'exploitation et de maintenance plus élevés seraient nécessaires.)
- . construire des canalisations et acheminer l'eau de rivière après traitement (difficulté technique et coûts d'exploitation et de maintenance plus élevés)

DP2.7.2 Approvisionnement en eau urbaine

(1) Détermination provisoire de l'étendue des travaux

Tableau DP2.7.2-1**Détermination provisoire de l'étendue des travaux - Approvisionnement en eau urbaine**

Eléments environnementaux		Classe	Justification de l'étendue	
Environnement social	1	Repeuplement	D	De grandes installations d'approvisionnement en eau nécessitant un repeuplement ne sont pas prévues dans l'étendue du plan.
	2	Economie régionale y compris l'emploi et les moyens d'existence	C	Les vendeurs d'eau risquent de perdre leur travail
	3	Utilisation des terres et utilisation des ressources régionales	D	De petites installations d'approvisionnement en eau seront construites. Toutefois, le consentement des villageois locaux devra être obtenu durant la phase des forages pilotes.
	4	Capital social et institutions locales de décision	D	Le capital social sera maintenu, en dépit du remplacement du système d'approvisionnement en eau dans la région.
	5	Infrastructures sociales et services sociaux existants	D	Les services publics d'approvisionnement en eau existants ne sont pas satisfaisants en termes de volume et de qualité. Le projet proposé a l'intention d'améliorer les services.
	6	Minorités pauvres, indigènes et ethniques	D	Le projet cible les habitants les plus pauvres comme bénéficiaires du projet proposé. Aucun conflit avec les indigènes et les minorités ethniques n'est reporté.
	7	Répartition inégale des inconvénients et des avantages	D	Les inégalités ressenties par les pauvres qui ne possèdent pas de puits, ni de chariot à bœuf, seront réduites.
	8	Conflits d'intérêt au sein des participants	D	La population urbaine d'Ambovombe sera généralement bénéficiaire.
	9	Questions problématiques hommes-femmes	D	Les femmes seront les principales bénéficiaires du projet proposé.
	10	Droits des enfants	D	La mise en œuvre du projet n'aura aucune relation de cause à effet avec les droits des enfants. Les enfants seront indirectement bénéficiaires du projet.
	11	Monuments historiques et culturels	D	Il n'existe pas de monuments historiques ou de patrimoine culturel désigné dans les communes concernées.
	12	Maladies infectieuses comme HIV ou le SIDA	D	La mise en œuvre du projet n'aura pas relation de cause à effet avec l'apparition de HIV et du SIDA.
	13	Droits de l'eau	C	La coordination avec les participants pour les eaux de surface sera nécessaire, si le plan proposé prévoit l'exploitation des eaux de surface.
	14	Hygiène publique	D	Un des bénéfices attendus du projet proposé est de réduire les apparitions des maladies hydriques. L'hygiène publique sera améliorée.
	15	Déchets solides	D	Les volumes de déchets solides provenant des forages, des excavations et des travaux de construction seront tout à fait marginaux et entreront dans les capacités locales de traitement et de mise au rebut appropriée.
	16	Désastre naturel (risque)	D	Les risques de sécheresse seront réduits par l'exécution du présent projet.

Environnement naturel	17	Topographie et géologie	D	L'envergure du présent projet n'aura aucune influence sur la topographie et la géologie locale.
	18	Erosion des sols	D	La mise en œuvre du projet n'aura aucune relation avec l'érosion des sols.
	19	Eaux souterraines	C	L'exploitation des eaux souterraines peut entraîner une baisse potentielle des nappes d'eau et de la qualité des eaux souterraines à proximité, selon les volumes d'eau extraits.
	20	Régime hydrologique des rivières, lacs et les eaux dans les terres	C	Le développement et l'utilisation des eaux de surface peuvent altérer le régime hydrologique des eaux de rivière.
	21	Zone littorale du bord de mer	D	Le projet proposé sera exécuté à l'intérieur des terres.
	22	Biotope et écosystèmes	C	Aucune zone protégée ne se trouve dans la région de l'étude. Toutefois, la végétation endémique est répartie dans la région d'Antanimora.
	23	Climat	D	Aucune grande structure pouvant affecter le climat local n'entre dans l'étendue des travaux du plan du projet.
	24	Paysage	D	Aucune grande structure pouvant gêner le paysage n'entre dans l'étendue des travaux du plan du projet.
	25	Pollution atmosphérique	D	Les quantités estimées pour les émissions polluantes pendant les travaux sont minimales. Les émissions pouvant polluer l'atmosphère lorsque l'installation d'approvisionnement en eau sera en service sont négligeables.
	26	Pollution des eaux	C	Des précautions devront être prises pendant les forages.
	27	Contamination des sols	D	Le risque de contamination des sols par les eaux usées domestiques de décharge sera minimal.
	28	Bruit et vibrations	D	Les niveaux de bruit et de vibrations générées par les installations d'approvisionnement en eau devront être contrôlés par la supervision de la construction et la gestion en site des opérations des installations.
	29	Affaissement de terrain	D	La quantité des eaux extraites sera substantiellement faible et les risques d'affaissement des terrains sont extrêmement faibles.
	30	Mauvaises odeurs	D	Aucune source de mauvaise odeur n'est prévue ici.

Référence : "Directives environnementales pour les projets d'infrastructure". JICA, 1992 (avec certaines modifications)

Remarque : Classification de l'évaluation

A : Impact sérieux prévu

B : Impact prévu jusqu'à un certain point

C : Non précisé

D : EEP ou EIE n'est pas nécessaire (aucun impact prévu)

(2) Mesures atténuantes envisagées/ Eléments à considérer

Tableau DP2.7.2-2 Mesures atténuantes envisagées - Approvisionnement en eau urbaine

Rubrique		Classe	Mesures atténuantes/ Eléments à considérer
2	Economie régionale y compris l'emploi et les moyens d'existence	C	Mener une reconnaissance sur le terrain sur les vendeurs d'eau et évaluer le nombre de personnes pouvant potentiellement perdre leur travail en raison de l'amélioration de la situation de l'approvisionnement en eau dans les communes concernées. Un plan de secours pour ces personnes devra être formulé, intégrant un plan pour les placer en tant que surveillants sur les sites d'approvisionnement en eau des communautés.
7	Répartition inégale des inconvénients et des avantages	C	Une enquête sociale devra être menée durant l'étude de développement afin de déterminer si une répartition inégale des inconvénients et des avantages risque de se produire en raison de l'exécution du projet d'approvisionnement en eau urbaine. En outre, les causes naturelles, en raison desquelles la totalité des habitants ne peut être bénéficiaire, seront expliquées au Gouvernement de Madagascar en tant que mémorandum de la mise en œuvre du projet.
8	Conflits d'intérêt au sein des participants	C	Evaluer le potentiel des ressources en eaux souterraines. La coordination et la résolution des conflits produits par le plan de forage sont sous la juridiction du Gouvernement de Madagascar. Cette question fera l'objet d'une recommandation au Gouvernement de Madagascar.
9	Questions problématiques hommes-femmes	C	Le projet d'approvisionnement en eau rurale bénéficie essentiellement aux femmes. Toutefois, des mesures pour élargir la participation des femmes seront explorées lors de l'Etude de développement proposée.
13	Droits de l'eau	C	La coordination des droits de l'eau avec les Autorités des Ressources en eau devra être effectuée lorsque le développement et l'utilisation des eaux de surface sont planifiés.
19	Eaux souterraines	C	Le volume de seuil des eaux souterraines à exploiter de manière durable sera déterminé lors de l'étude sur les eaux souterraines.
20	Régime hydrologique des rivières, lacs et les eaux dans les terres	C	Des entretiens devront avoir lieu avec les Autorités des Ressources en eau lorsque le développement et l'utilisation des eaux de surface sont planifiés, de façon à ce que leur régime hydrologique ne soit pas considérablement altéré.
22	Biotope et écosystèmes	C	La répartition de la flore et de la faune fera l'objet d'une étude. Un soin particulier sera apporté dans les endroits comportant des espèces importantes.

(3) Alternatives

Sans le projet : les habitants du milieu rural devront dépendre des maigres ressources en eau disponibles : eaux de surfaces et eaux souterraines. Ils continueront à être affectés par les difficultés d'accès à l'eau potable et saine tout au long de l'année.

Alternatives : L'augmentation de la capacité des systèmes d'approvisionnement en eau existants peut être considérée comme un plan alternatif. Les méthodes suivantes seront prises en considération. Toutefois, en cas d'augmentation de la population dans la région, les ressources en eau existantes ne seront pas suffisantes pour la sécurité humaine de la population.

. améliorer le fonctionnement de l'installation de traitement des eaux existante et acheter un grand nombre de citernes d'eau pour transporter l'eau traitée (les calculs ont montré que des investissements plus importants et des coûts d'exploitation et de maintenance plus élevés seraient nécessaires.)

. construire des canalisations et acheminer l'eau de rivière après traitement (difficulté technique et coûts d'exploitation et de maintenance plus élevés)
