

## **CHAPITRE 7 ETUDE DU POTENTIEL DES EAUX SOUTERRAINES**

### **7.1 Analyse du potentiel hydrogéologique**

Cette étude a été préparée en ciblant le développement des eaux souterraines parce que l'utilisation des eaux souterraines était la plus adaptée pour réduire les coûts de maintenance. L'objectif de l'identification du potentiel se résume comme suit:

- Connectivité entre l'aquifère et l'eau de mer
- Aquifère dans le calcaire
- Distribution du niveau d'eau statique dans le bassin
- Profondeur du socle
- Flux des eaux souterraines aux environs des limites du bassin
- Perméabilité de l'aquifère
- Haute résistivité dans la formation
- Géologique calcaire
- Salinité dans la formation

#### **7.1.1 Analyse**

##### **(1) Connectivité entre l'aquifère et l'eau de mer**

Un grand intérêt a été donné à la sortie des eaux souterraines à la mer dans cette étude parce qu'elle clarifie la possibilité de l'existence d'eau douce dans les dunes côtières. Les informations corrigées indiquent que les eaux souterraines s'écoulent directement vers la mer à travers une formation très perméable. Les preuves de soutien sont comme suit.

- Le niveau d'eau statique est pratiquement égal au niveau de la mer.
- Le gradient du niveau d'eau statique est faiblement incliné vers la mer. Le niveau d'eau statique a été confirmé respectivement à 1 km (FM001), 3 km (F030) et 6 km (F015).
- Le débit aux forages d'essai est très faible sauf F015, mais seule l'existence d'une formation perméable peut expliquer le faible gradient du niveau d'eau statique.

Cette existence d'une formation perméable s'étend au centre du bassin comme on estime par le gradient du niveau d'eau statique. Cette formation perméable deviendra un canal perméable comme une autre possibilité.

##### **(2) Aquifère dans le calcaire**

###### **1) Aquifère**

Le calcaire sablonneux affleure dans toute la zone, y compris sur les dunes côtières. Comme le calcaire forme un aquifère majeur dans la partie sud-ouest de Madagascar, l'existence de l'aquifère est prévue en tant que nappe captive dans le calcaire qui est sablonneux avec une formation boueuse, et les eaux souterraines devraient se recharger dans une zone transitoire entre des roches dures et des sédiments.

Les résultats de forage indiquent que le calcaire ou le grès sablonneux sont distribués non seulement dans des aires limitées, mais sur toute la zone et jusqu'à une profondeur allant au moins jusqu'au fond des forages d'essai.

Mais le calcaire a une épaisseur de plusieurs mètres et son extension horizontale n'est pas identifiée. Cela permet de conclure que les eaux souterraines peuvent s'écouler par une fissure dans le calcaire, mais ne peuvent pas stocker des volumes d'eau utilisables. La recharge de l'amont est aussi impossible parce que le niveau d'eau statique a été confirmé proche du niveau de l'eau de mer.

Vu les points ci-dessus, on peut conclure qu'il n'existe pas de nappe d'eau douce perchée dans les dunes côtières.

		
Près d'Antaritarika Calcaire sablonneux, cassé au marteau	Maroalomainty Fine couche de sable calcaire une des indications des couches calcaires.	Près de Maroafo Affleurement de grès calcaire le long de la cote. Le sable est consolidé et difficile de briser par la main

Note: Reconnaissance pendant l'étude

**Figure 7.1.1-1 Photo de grès calcaire et calcaire sableux**

## 2) Géologie calcaire

Il a été observé que des grains et matériaux calcaires sont distribués dans la formation sédimentaire. Le calcium composé parfois du sable cimenté. Sur la photo, le sable est durement cimenté, mais une fois que le calcium est dissous, la roche devient meuble et granuleux.

		
Echantillon de FM001 L'échantillon est un bloc comme une pierre	Echantillon de FM001 L'échantillon réagit avec l'acide chlorhydrique	Echantillon de FM001 L'échantillon se sépare complètement en grain

Note: Echantillon de forage d'essai

**Figure 7.1.1-2 Photo, Réaction à l'acide chlorhydrique**

Dans certains cas, l'origine des grains de calcium peut être des particules de coquillage parce que la formation dans le sable proche de la mer (au-dessus) contient beaucoup de fragments de coquillages.

## (3) Distribution du niveau d'eau statique dans le bassin

Les niveaux statiques d'eau de F018, F015, F014 et F032 révèlent que le gradient du niveau d'eau statique continue jusqu'à la mer sans grand changement. Cette fois-ci, aucun forage d'essai n'a été construit au centre du bassin, mais les anciens résultats obtenus près d'Ampamolora au nord de Sarimonto soutiennent cette conclusion.

## (4) Profondeur du socle

Les données géophysiques ont permis d'interpréter la profondeur du socle de moins de 200 m, mais les forages d'essai n'atteignent pas le socle, sauf F009 dans la zone de roches dures. Peu de forages d'essai ont atteint le socle dans le passé. Par exemple, le forage de la Ferme d'Ambovombe a atteint du marbre à 172 m de profondeur, ce qui équivaut à une hauteur de -50 m. Mais d'autres informations de soutien sont requises pour conclure parce que la nature géologique prévue du socle est du quartzite ou des roches ignées colorées. La profondeur du socle a donc été ajustée pour la modélisation.

		
Basalt , échantillon du F009	Roche éruptive typique de cette zone, échantillon du F006,55m	Variation des roches eruptives de cette zone, échantillon F006,
		
Formation argileuse Echantillon F018, 180m	Gravier dans le sable ou argile Echantillon F018, 182m	Roche altérées dans la formation d'argile Echantillon F018, 194m

Note: Echantillon de forage d'essai

**Figure 7.1.1-3 Photo concernant l'utilisation de l'eau de pluie**

(5) Flux des eaux souterraines aux environs des limites du bassin

Le niveau d'eau statique suit la topographie en direction N-S sur la bordure ouest, mais il n'est pas clair sur la bordure Est. Par exemple, le forage d'essai F030 n'atteint pas l'aquifère, qui est à plus de 24 m (229 m), alors que le niveau d'eau statique à F018 est 50,45 (203 m). Une possibilité est qu'une différence de profondeur du socle. Le socle descend vers l'est.

(6) Conductivité hydraulique de l'aquifère

La plupart des forages d'essai ont une production et une conductivité hydraulique faibles, même dans la formation sédimentaire d'après les essais de pompage. Mais la conductivité électrique doit avoir une valeur pareille telle que F015 pour obtenir un faible gradient de niveau d'eau statique. La conductivité hydraulique dans les sédiments a donc été définie en référence à la valeur de F015. Il est à noter qu'elle ne correspond à aucun des autres forages construits.

La conductivité hydraulique est spécifiquement définie au Chapitre 7.3.2 Modélisation des eaux souterraines et au Chapitre 7.3.3 Calibrage, géologie dépendante.

(7) Haute résistivité dans la formation

La résistivité dans la formation est généralement faible d'après les résultats de l'étude géophysique, et il a été considéré que la formation consistait ou était consolidée avec du silt ou de l'argile. La sélection des positions F032, F018 et PM006 a été considérée concernant l'existence d'une zone à haute résistivité à environ 50 m. Si des eaux souterraines existent, elles seront adaptées au système d'approvisionnement en eau au niveau d'un village.

Il n'y a pas eu de perte de boue considérable pendant les travaux malgré la formation sableuse de haute résistivité, de sorte qu'on peut dire que la formation est bien consolidée avec du silt ou un composé calcaire. Le niveau d'eau statique est beaucoup plus profond que cette profondeur, et la haute résistivité peut être la réponse d'un certain degré d'air dans la formation ou de la consolidation.

(8) Salinité dans la formation

La résistivité de la boue pendant les travaux des forages a varié drastiquement indiquant la salinité dans la formation. Le changement a eu lieu même à une faible profondeur de moins de 10 m. Des échantillons ont

été trempées et mélangées à l'eau minérale et des changements de conductivité ont été observés. La conductivité change immédiatement et monte graduellement. La caractéristique d'évolution est différente selon la profondeur.

### 7.1.2 Classification du potentiel

Suite aux considérations ci-dessus, le potentiel de développement des eaux souterraines a été classé comme le montre la carte suivante.

- Zone A Zone du socle. Un aquifère à plus faible profondeur est ciblé. L'aquifère cible est une zone altérée ou fracturée.
- Zone B Partie nord du bassin d'Ambovombe. L'aquifère cible à une variation de profondeur de 10 à 70 m.
- Zone C Zone d'Ambondro. Seulement une nappe libre.
- Zone D Ville d'Ambovombe. Principalement des nappes libres ciblées ou des eaux souterraines relativement peu salées près du niveau de la mer
- Zone E Bordure de la ligne côtière et de la zone des dunes côtières. Il faut cibler l'aquifère près du niveau de la mer, mais les nappes sont très salées.
- Zone F Des nappes perchées très salées existent parfois au centre du bassin. Il faut cibler près du niveau de la mer, mais très salées. Pendant la saison des pluies, beaucoup d'étangs saisonniers apparaissent.

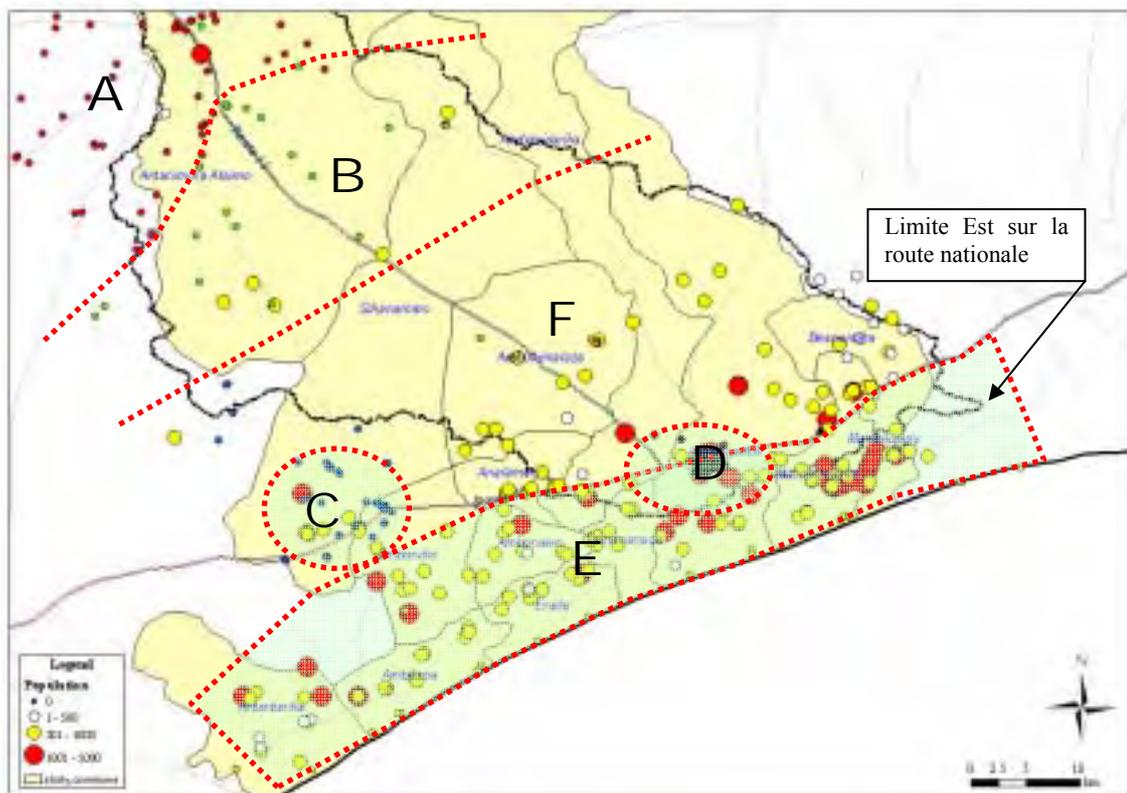


Figure 7.1.2-1 Zone classée selon le potentiel des eaux souterraines

## 7.2 Equilibre et réalimentation de l'eau souterraine

### (1) Objectif

Pour gérer l'eau souterraine d'un bassin, la connaissance de la quantité de l'eau exploitable est une condition sine qua non. La détermination de la disponibilité de l'eau dans un bassin exige l'évaluation des éléments constituant le cycle<sup>1</sup> hydrologique.

En fait, la finalité de cette étude est d'estimer la quantité des éléments du cycle hydrologique et d'évaluer la disponibilité de l'eau souterraine dans le bassin.

### (2) Zone d'Etude

La figure 7.2-1 montre l'équilibre d'eau dans le la zone d'Etude dans le bassin d'Ambovombe. Selon les calculs par le logiciel SIG, le bassin d'Ambovombe est de 1.923km<sup>2</sup>. Dans cette étude cette superficie est employée.

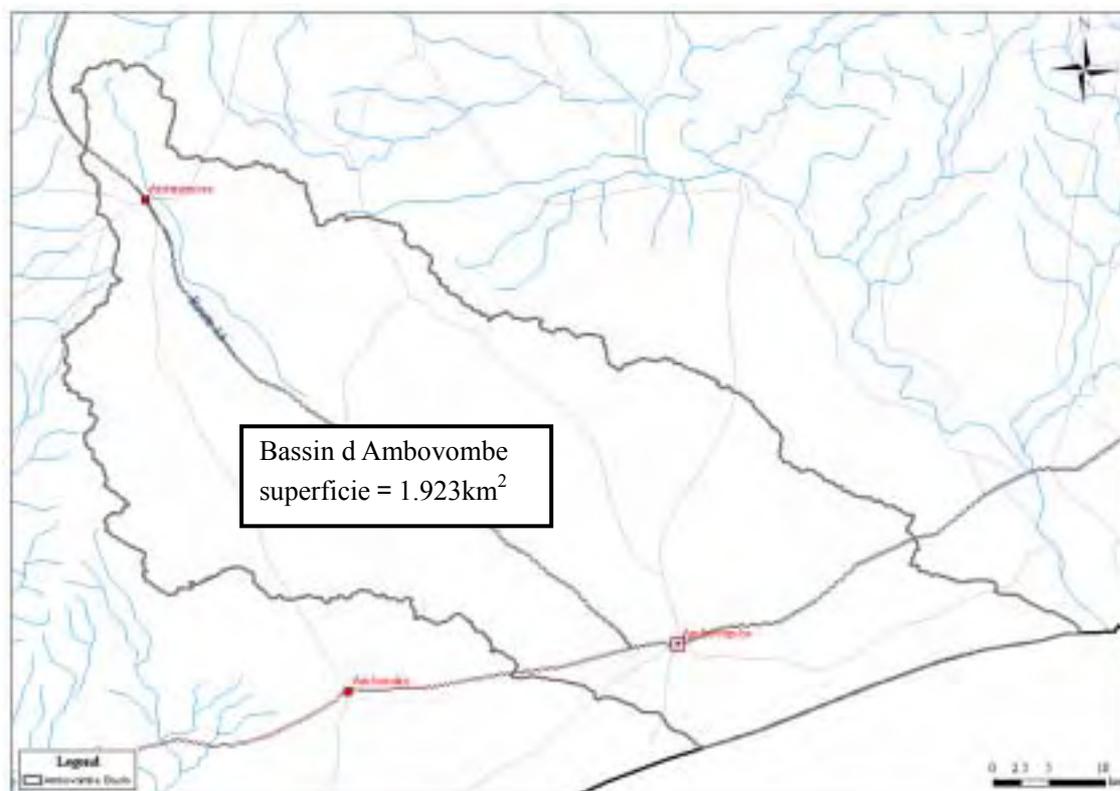


Figure 7.2-1 Equilibre d'eau dans la zone d'étude

### (3) Cycle Hydrologique

La figure 7.2-2 montre le cycle hydrologique présumé du bassin d'Ambovombe. Aux termes du cycle hydrologique, comme la figure 7.2-2 la montre, la partie nord du bassin est une formation rocheuse et réalimente la zone. L'eau souterraine s'écoule à travers les couches altérées et fissurée de la formation rocheuse. Et par la suite, elle s'écoule jusqu'en aval du bassin à travers l'aquifère de formation sédimentaire, et finalement se déverse dans la mer.

Avant cette étude, c'était possible qu'une couche imperméable existe près du bassin d'Ambovombe. Cependant, selon les résultats des essais de forage, aucune couche imperméable n'existe au fond des dunes situées au littoral. Par conséquent, il a été confirmé que l'eau souterraine se déverse à la mer sous les dunes.

<sup>1</sup> Groundwater Hydrology; Second Edition, D.K.Todd, 1980

D'autre part, aucun autre cycle hydrologique mineur et superficiel n'existe dans l'aval du bassin d'Ambovombe. Tout au long de l'étude, des puits peu profond existent dans la ville d'Ambovombe. Selon les résultats du suivi du niveau d'eau des puits sélectionnés dans la ville d'Ambovombe, l'eau souterraine existe tout au long de l'année et est stable même si le propriétaire y puise de l'eau continuellement. Si l'eau souterraine de ces puits provient seulement de l'infiltration d'eau de pluie, certains doivent être tarit pendant la saison sèche dû à l'insuffisance de réalimentation. Pourtant une recharge continue pendant une année est possible dans cette zone.

On présume que les marais de Sarimonto font partie des sources d'eau qui alimentent l'eau souterraine de la ville d'Ambovombe. Les marais de Sarimonto sont situés dans l'aval du fleuve Bemamba qui s'écoule dans le bassin d'Ambovombe. Le bassin devient un réservoir de stockage des flux d'eau surtout pendant la saison de pluie.

On présume aussi que l'eau stockée s'infiltré dans le sol et se dirige vers la ville d'Ambovombe.

L'existence des puits dans les environs de Sarimonto ont été confirmés par l'Equipe d'Etude en novembre, au moment où l'eau stockée s'infiltrait et que le marais était complètement asséché. Par conséquent les marais de Sarimonto sont considérés comme une des sources de réalimentation de la ville d'Ambovombe. En plus, il pourrait y avoir une autre source de recharge dans la partie nord des pentes de dunes jusqu'à Ambovombe. En fait, selon les résultats des suivis du niveau d'eau saisonnier, il existe une zone, dans la partie méridionale de la ville d'Ambovombe où le niveau d'eau souterraine s'augmente.

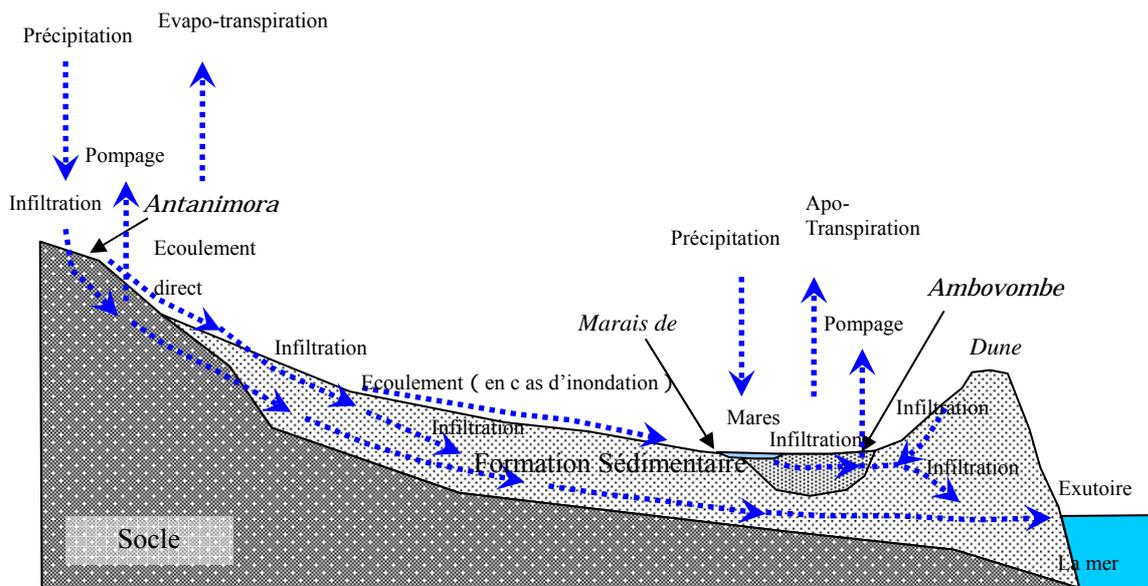


Figure 7.2-2 Cycle Hydrologique du bassin d'Ambovombe

(4) Equation de l'équilibre hydrologique

L'équation de l'équilibre hydrologiques est montré dans la figure 7.2-2 et décrit comme suit; Figure 7.2-3 montre les éléments de l'équation.

$$P = E + R \dots\dots\dots (1)$$

$$R = Q + GWout \dots\dots\dots (2)$$

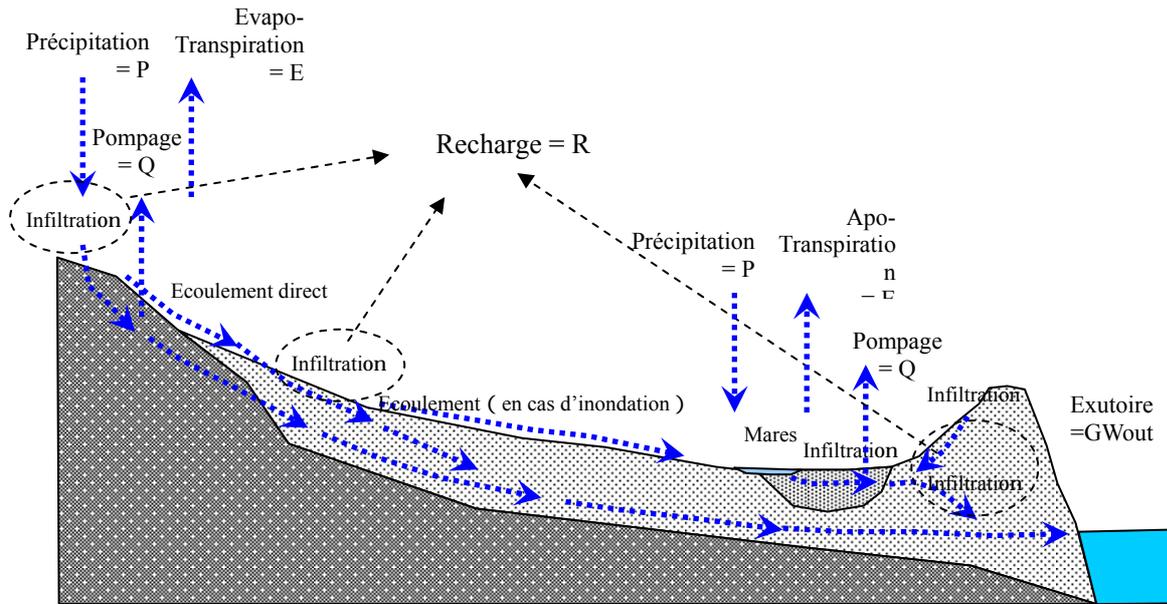


Figure 7.2-3 Eléments du Cycle Hydrologique

(5) Calcul des éléments de l'équation

1) Précipitation

Le Thiessen Polygon<sup>2</sup> est produit pour les stations de mesure de précipitation dans la zone d'étude (Figure 7.2-4).

Les calculs des surfaces de chaque Polygon sont montrés dans la figure 7.2-4.

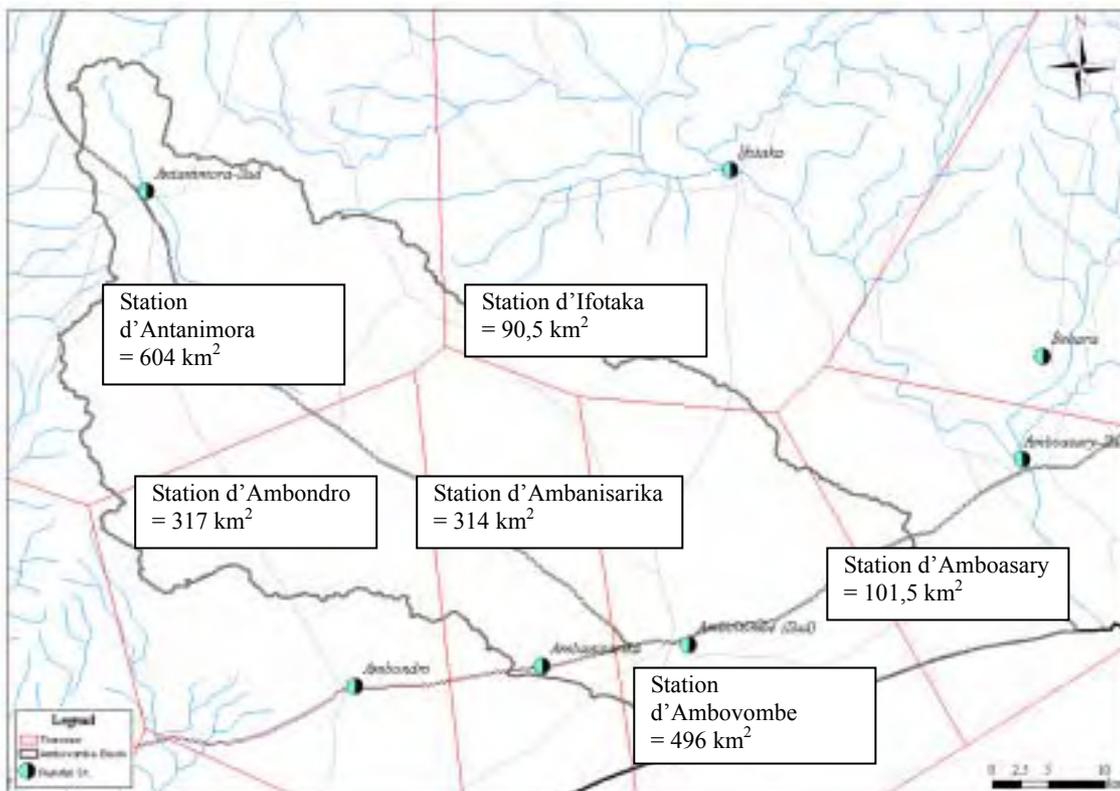


Figure 7.2-4 Le Thiessen Polygon produit pour les stations de mesure

<sup>2</sup> Le Thiessen Polygon est produit par l'intersection des deux secteurs perpendiculaires des deux stations voisines.

Les données pluviométriques collectées sur une année sont utilisées pour le calcul. Une moyenne de cinq ans (du 2001 à 2005) des données observées sur six stations sont appliquées. Puis les données pluviométriques sont multipliées par le pourcentage de la zone du Thiessen Polygon comme étant une partie de la surface totale du bassin d'Ambovombe.

Le tableau 7.2-1 montre les données pluviométriques utilisées et le tableau 7.2-2 montre le calcul de la précipitation pour l'évaluation. Comme montré dans le tableau 7.2-2, 543mm/an est obtenu comme quantité de précipitation pour l'évaluation

**Tableau 7.2-1 Précipitation Annuelle (mm/an)**

Station	2001	2002	2003	2004	2005	Moyenne
Antanimora	767	589	582	753	911	720
Ambondro	485	299	414	471	326	399
Ifotaka	357	432	411	528	805	507
Ambanisarika	369	425	311	555	745	481
Ambovombe	427	414	307	404	911	493
Amboasary	303	256	353	523	636	414

**Tableau 7.2-2 Précipitation Calculée (mm/an)**

Station	(A); Surface du Thiessen Polygon	(B); (A)/Total surface (%)	(C); Moyenne de la précipitation ( mm/an )	(B)×(C)	(D); précipitation calculée (mm/an)
Antanimora	604	31%	720	226	(D)=Σ (B) ×(C) = 543  (D)×1.923km <sup>2</sup> = 1.044.189.000 m <sup>3</sup> /an
Ambondro	317	16%	399	66	
Ifotaka	90,5	5%	507	24	
Ambanisarika	314	16%	481	79	
Ambovombe	496	26%	493	127	
Amboasary	101,5	5%	414	22	

## 2) Sortie d'eau souterraine

La sortie d'eau souterraine au bout du bassin est évaluée en utilisant l'équation de Darcy. La Figure 7.2-5 et 7.2-6 montre les éléments de calcul de la sortie d'eau souterraine.

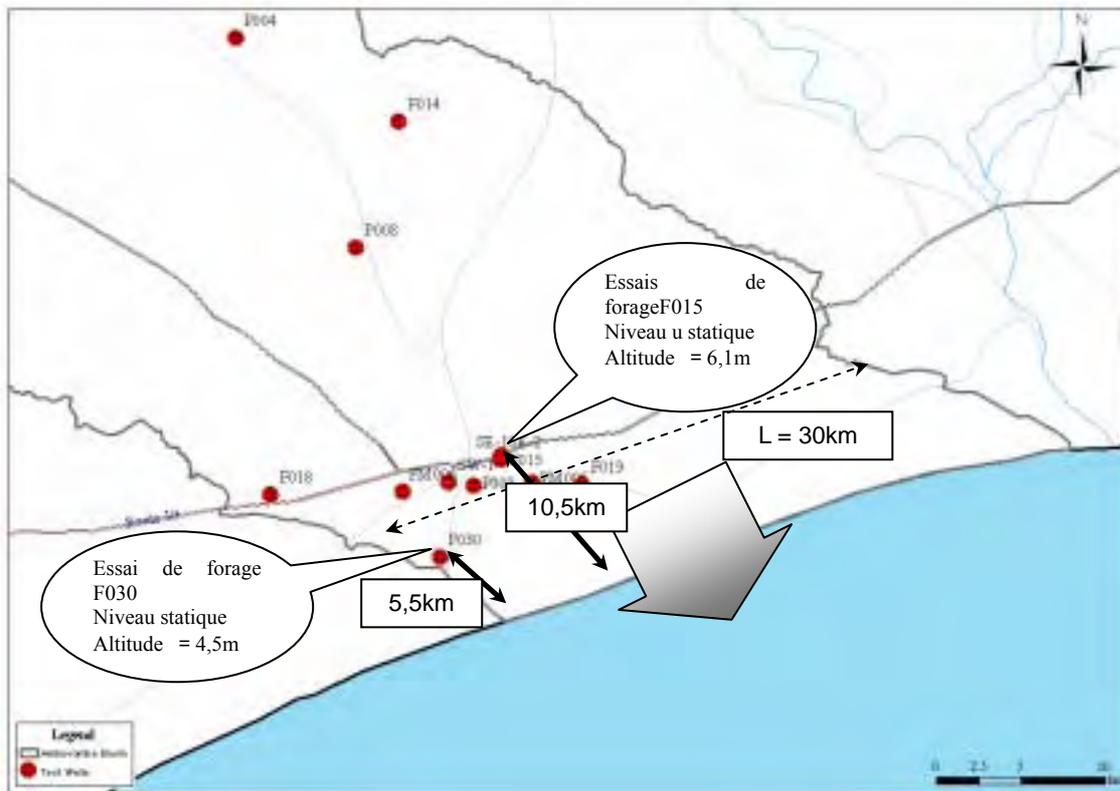


Figure 7.2-5 Eléments pour le calcul de la sortie d'eau souterraine (1)

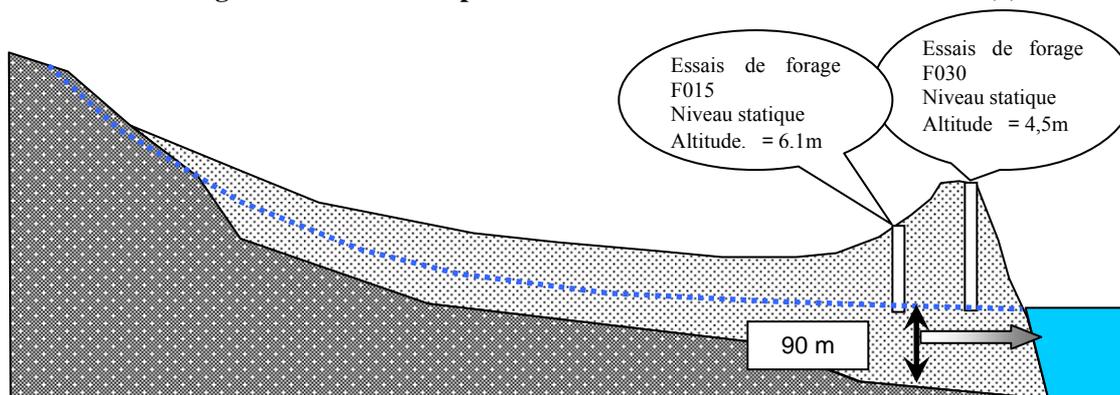


Figure 7.2-6 Eléments pour le calcul de la sortie d'eau souterraine (2)

Le gradient Hydraulique est évalué comme montré dans le tableau 7.2-3 en utilisant l'altitude du niveau d'eau souterraine et la distance jusqu'à la mer pour les essais de forages F015 et F030.

Tableau 7.2-3 Calcul du gradient hydraulique

Essais de forage No.	(A); Altitude du niveau d'eau (m)	(B); Distance jusqu'à la mer (km)	(C); gradient Hydraulique = (A)/ (B)
F015	6,1	10,5	0,00058
F030	4,5	5,5	0,00082
			0,00070

Selon les résultats des essais de pompage (essai de récupération) pour le forage d'essai No.F015, l'obtention de la conductivité hydraulique est comme suit :  $9,2 \times 10^{-2}$  cm/s et  $6,8 \times 10^{-2}$  cm/s (la moyenne de ces valeurs est  $8.0 \times 10^{-2}$  cm/s).

La largeur de l'écoulement est évaluée à 30km et l'épaisseur de l'aquifère est évaluée à 90m.

Finalement la sortie d'eau souterraine Q est calculée comme suit:

$$Gout = T \times i \times L \times h = 0,08 \times 10^{-2} \times 0,0007 \times 30.000 \times 90 = 1,512(m3/s) = 47.682.432 (m^3/an)$$

Gout : Sortie d'eau souterraine ( $m^3 / s$ )

K: conductivité hydraulique ( $cm / s$ )

i: Gradient hydraulique

L : Largeur(m)

h : Epaisseur( m)

La valeur obtenue Q est divisée par la valeur de la surface du bassin ( $1.923km^2$ ), puis la profondeur de l'eau souterraine sortante est de 24,8mm/an.

### 3) Pompage

C'est difficile de confirmer la quantité réelle de l'eau souterraine utilisée dans le bassin d'Ambovombe. Donc le pompage est évalué en utilisant les résultats d'inventaire des points d'eau existants effectué lors de la Phase I de l'Etude.

#### (a) Zone Antanimora

Selon les résultats d'étude d'inventaire, il y a 47 puits équipés d'une pompe manuelle et 19 puits non équipés. Et en plus, on ajoute deux puits, un pompage solaire et l'autre moteur thermique appartenant à l'AES.

Le tableau 7.2-4 montre le calcul de la totalité d'eau pompée dans la zone d'Antanimora.

**Tableau 7.2-4 Evaluation du débit de production dans la zone d'Antanimora**

Type de puits	Taux de pompage ( $m^3/jour$ )	Nombre	Total ( $m^3/an$ )
Puits avec pompe manuelle	2,00	47	34.310
Sans pompe	0,50	19	3.468
Pompe solaire A	18,2	1	6.643
Pompe solaire B	20,7	1	7.556
		Total	51.977

#### (b) Zone Ambovombe

Selon les résultats d'étude d'inventaire, il y a 75 puits sans pompe et 2 puits équipé d'une pompe solaire Et en plus il existe une pompe électrique de l'AES.

Le tableau 7.2-5 montre le calcul du débit pompé dans la zone d'Ambovombe.

**Tableau 7.2-5 Evaluation du débit de production dans la zone d'Ambovombe**

Type de puits	Taux de pompage ( $m^3/jours$ )	Nombre	Total ( $m^3/an$ )
Vovo (puits traditionnel)	0,50	75	13.688
Puits à pompe solaire	5,00	2	3.650
Puits à pompe électrique	30,0	1	10.950
		Total	28.288

#### (c) Total du débit pompé

Le total du débit pompé se calcul comme suit :

$$51.977m^3/an + 28.288m^3/an = 80.265 m^3/an$$

4) La recharge

La recharge est calculée comme suit :

$$R = Q + GW_{out} = 80.265 + 47.682.432 = 47.762.697 \text{ m}^3/\text{an}$$

La recharge R est divisée par la surface du bassin (1,923km<sup>2</sup>), et la profondeur de l'eau souterraine sortante est calculée comme 24,8mm/an. Le montant est de 4.6 % du total de la précipitation

5) Evapotranspiration

Le calcul de l'évapotranspiration se fait comme suit :

$$E = P - R = 1.044.189.000 - 47.682.432 = 996.506.568 \text{ m}^3/\text{an}$$

La valeur E obtenu est divisée par la surface du bassin (1.923km<sup>2</sup>), donc la profondeur de l'évapotranspiration est calculée comme 518,2mm/an.

Comme montré dans la figure 7.2-2, il y a des éléments de l'évapotranspiration à partir des mares dans le cycle hydrologique. De tel élément doit être strictement séparé de la totalité des éléments de l'évapotranspiration. Pourtant dû à l'insuffisance d'information, c'est difficile d'évaluer la quantité exacte.

(6) Débit de production durable<sup>3</sup>

1) Définition du débit de production durable

La production durable d'eau souterraine d'un bassin est la quantité de l'eau qu'on peut puiser durablement dans des conditions d'opération spécifique sans causer des résultats indésirables.

En général la quantité de la "Recharge" assurera la durabilité du débit, et elle est comme un facteur limitatif parce que excéder ce facteur introduira des résultats indésirables.

Néanmoins, un examen plus approfondis est nécessaire pour confirmer la possibilité de production des résultats non désirables, par exemple la baisse du niveau d'eau souterraine et la salinité etc.

La figure 7.2.3-1 illustre la relation entre le débit de production durable et la gestion de l'eau souterraine. Comme montré dans la figure 7.2.3-1, l'eau souterraine d'un bassin est géré en terme de micro et macro.

---

<sup>3</sup> Groundwater Hydrology; Second Edition, D.K.Todd, 1980

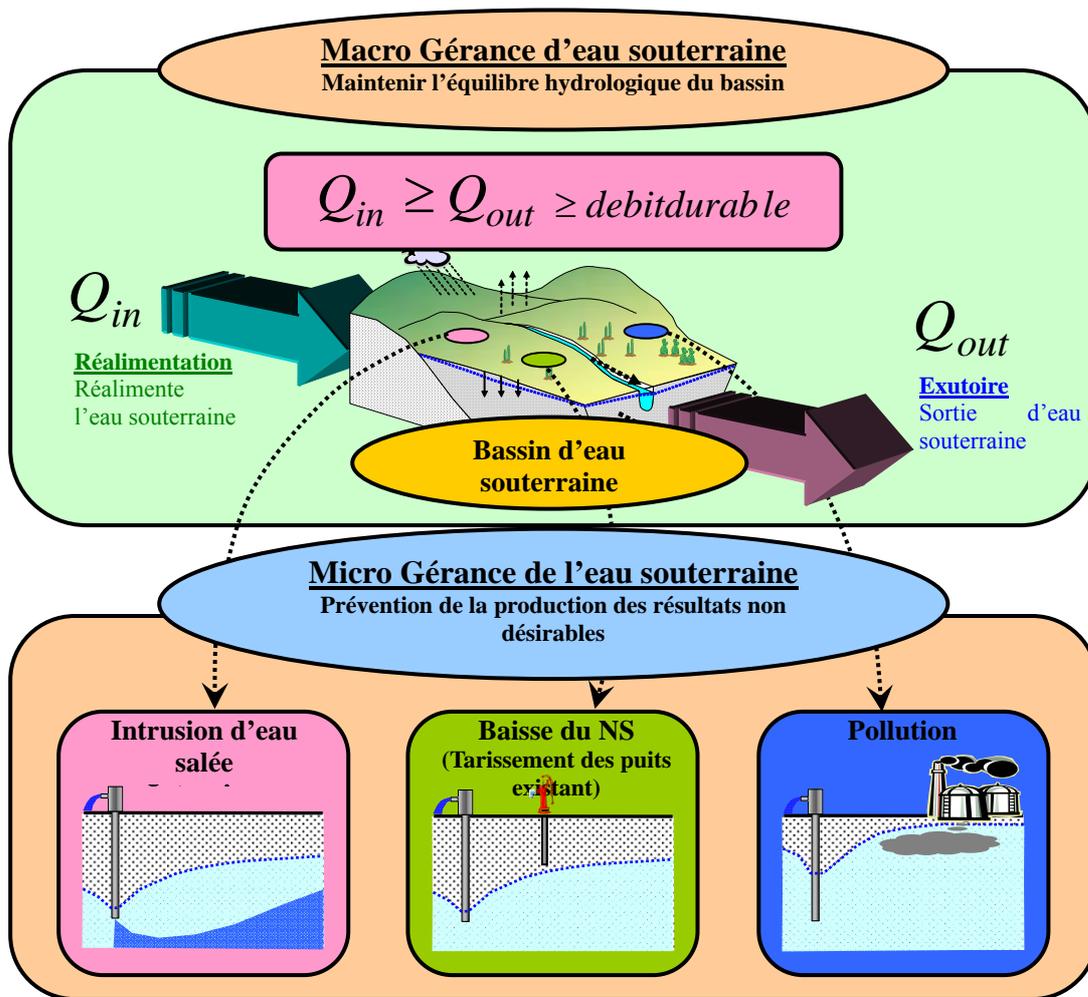


Figure 7.2-7 Relation entre débit durable et gestion d'eau souterraine

2) Evaluation du débit de production durable

Il est important de reconnaître que le débit de production durable du bassin tend à se varier au fil du temps. Evaluer le débit de production future d'un bassin pour un grand développement qu'au temps présent exige une évaluation minutieuse de tous les paramètres dans l'équation de l'équilibre hydrologique. Il existe plusieurs méthodes pour évaluer le débit de production durable. La modélisation numérique en est une de ces techniques.

## 7.3 Modélisation et simulation des eaux souterraines

### 7.3.1 Objectif

Les objectifs de la simulation des eaux souterraines sont comme suit:

- Evaluer l'impact du niveau et de la qualité des eaux souterraines en cas d'introduction d'un plan de développement des eaux souterraines dans le Bassin d'Ambovombe
- Proposer un plan de développement des eaux souterraines optimisé/modifié si un impact négatif sur l'environnement des eaux souterraines est possible par évaluation du plan existant.
- Estimer le potentiel de développement des eaux souterraines sans aucun impact négatif sur l'environnement des eaux souterraines

### 7.3.2 Modélisation des eaux souterraines

#### (1) Zone de modélisation

La Figure 7.3.2-1 indique la zone de modélisation des eaux souterraines incluant les sites de développement des eaux souterraines proposés (sites des forages d'essai F006 et F015).

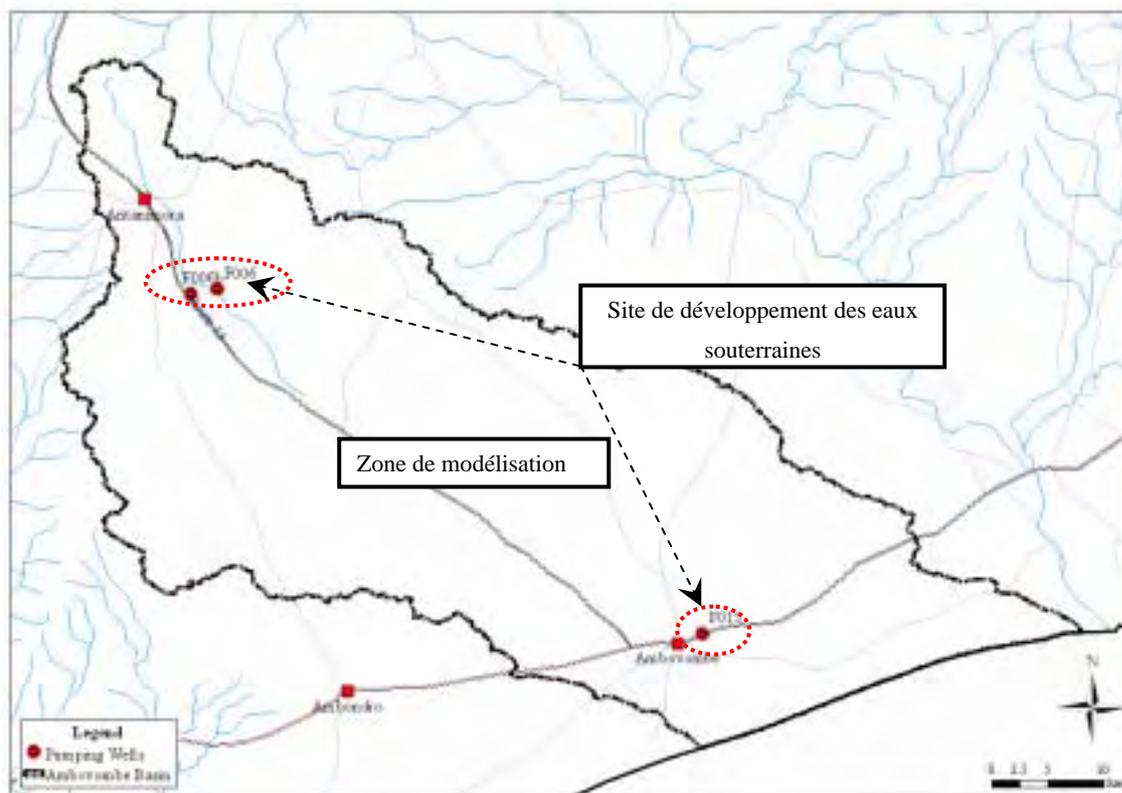


Figure 7.3.2-1 Zone de modélisation des eaux souterraines

#### (2) Modèle de débit

SEAWAT (SEAWAT: Programme informatique pour la simulation du débit tridimensionnel d'eau souterraine à densité variable) est utilisé pour la modélisation. Ce modèle peut aussi bien simuler le débit tridimensionnel des eaux souterraines que le débit à densité variable. Il a été développé en combinant MODFLOW (modèle de débit des eaux souterraines tridimensionnel de différence finie) et MT3D (Modèle de transport tridimensionnel multi espèces) pour résoudre les équations couplées de débit et de transport de matières dissoutes.

(3) Modélisation

1) Zone de distribution de l'aquifère

La Figure 7.3.2-2 indique la carte de localisation des forages existant dans le Bassin d'Ambovombe. Comme le montre la figure, des forages existants ont été confirmés, sauf au centre du Bassin. Cela dérive du fait que l'aquifère est distribué dans toute la région du Bassin.

La zone de distribution de l'aquifère a été définie comme toute la région du Bassin d'Ambovombe.

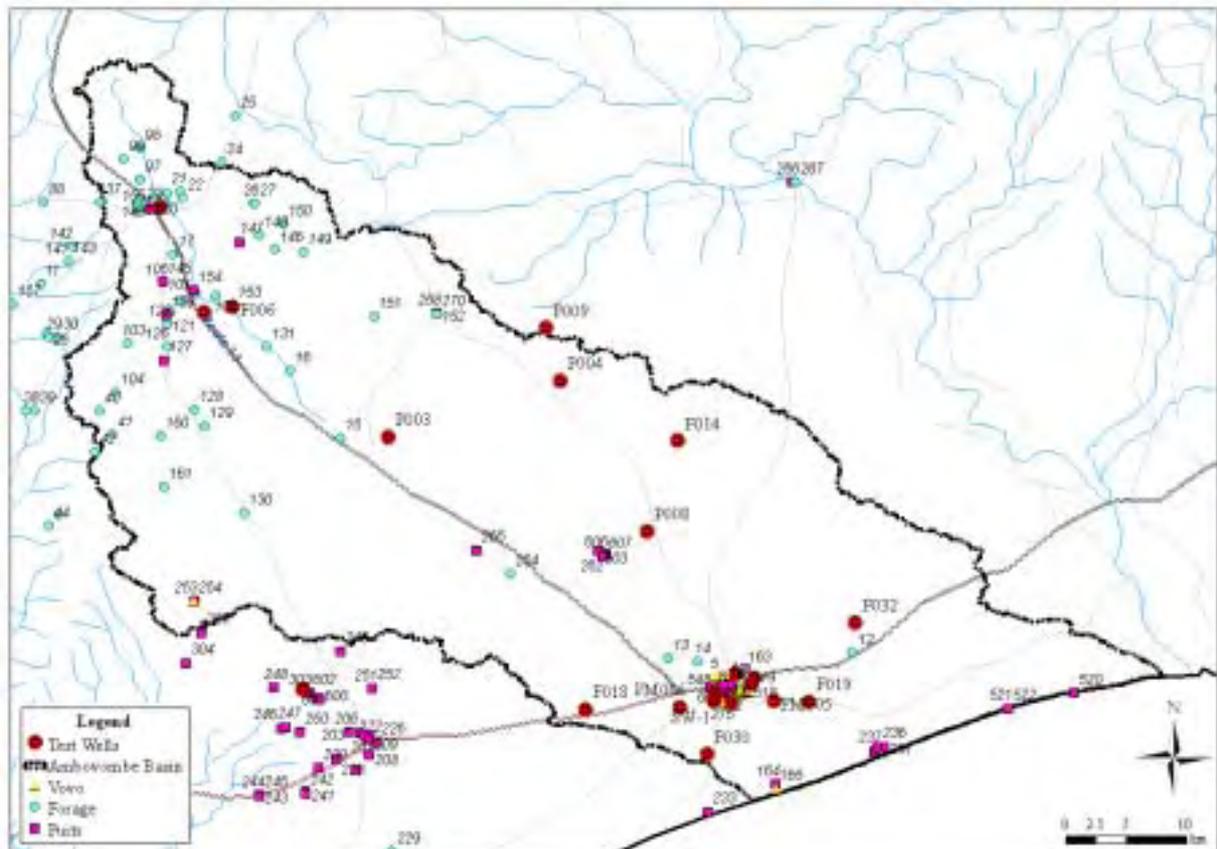
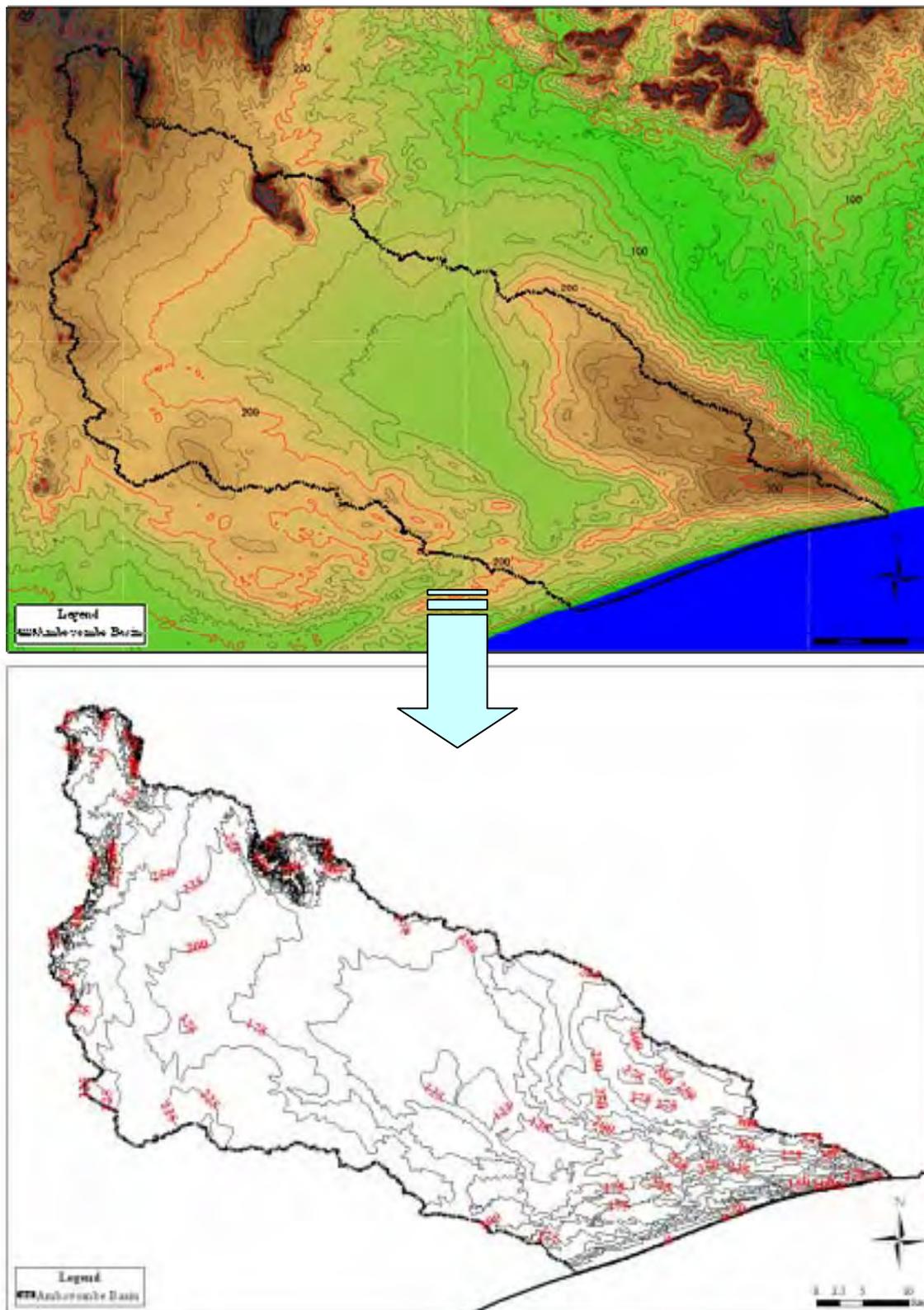


Figure 7.3.2-2 Carte de localisation des forages existant dans le Bassin d'Ambovombe

2) Altitude de la surface du sol

La Figure 7.3.2-3 indique la carte en courbes de niveau de l'altitude de la surface du sol. L'altitude de la surface du sol a été obtenue des données DEM (Digital Elevation Model) de la zone d'étude.



**Figure 7.3.2-3 Carte en courbes de niveau de l'altitude de la surface du sol**

3) Elévation du socle

La Figure 7.3.2-4 montre la carte des courbes de niveau de l'altitude du socle. L'altitude du socle a été obtenue de la carte des courbes de niveau de l'altitude du socle établie par l'équipe d'étude JICA en compilant les résultats de l'étude géophysique et l'étude des forages d'essai.

Mais pour la région de la zone de formation de distribution rocheuse, l'altitude du socle a été définie en déduisant la profondeur des forages d'essai F001 (80 m) de l'altitude de la surface du sol.

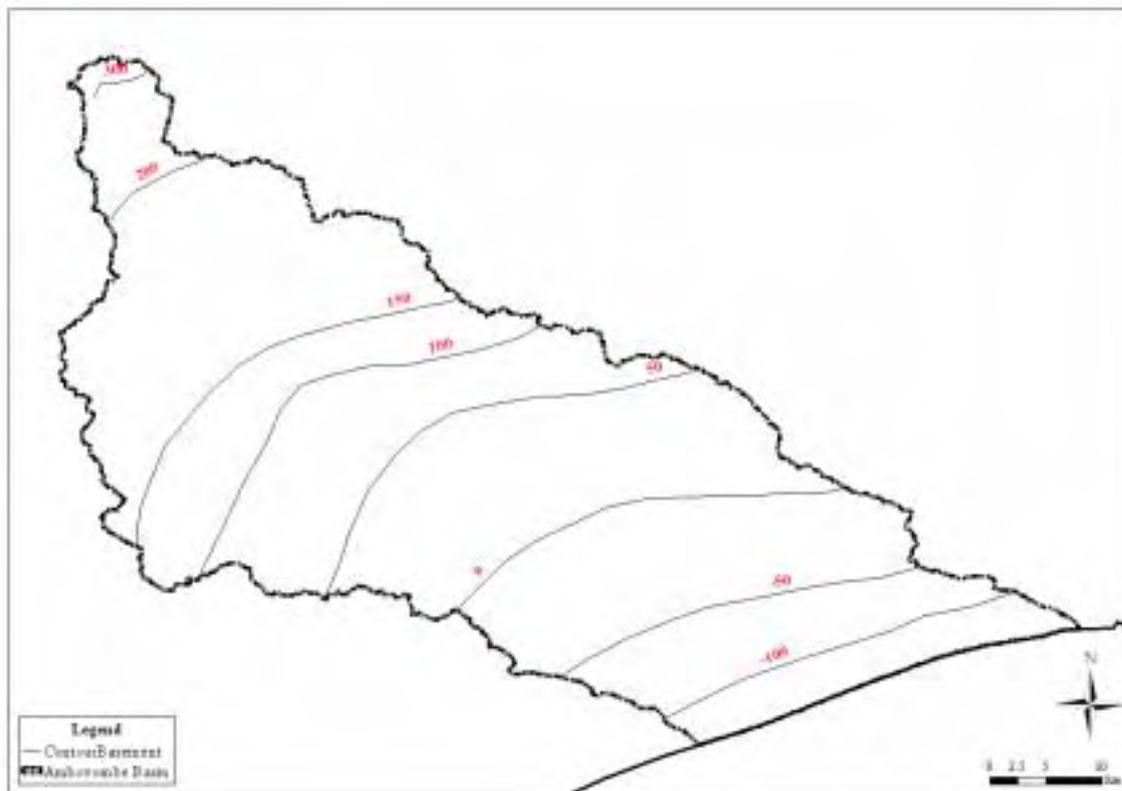


Figure 7.3.2-4 Carte en courbes de niveau de l'altitude du socle

4) Grille de différence finie

La Figure 7.3.2-5 indique la grille de différence finie utilisée pour la simulation. Comme la montre la figure, la zone de modélisation (94,5 km x 40,0 km) est divisée en grilles de 500 m x 500 m.

En section, la couche aquifère est divisée en 6 couches pour évaluer en détail la pénétration d'eau salée.

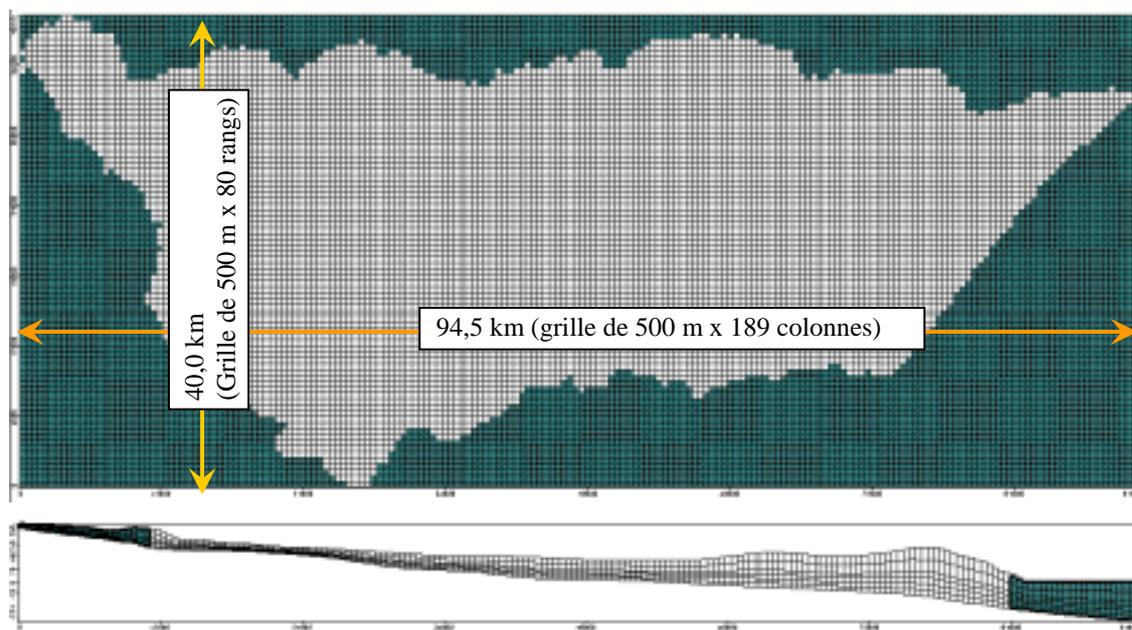
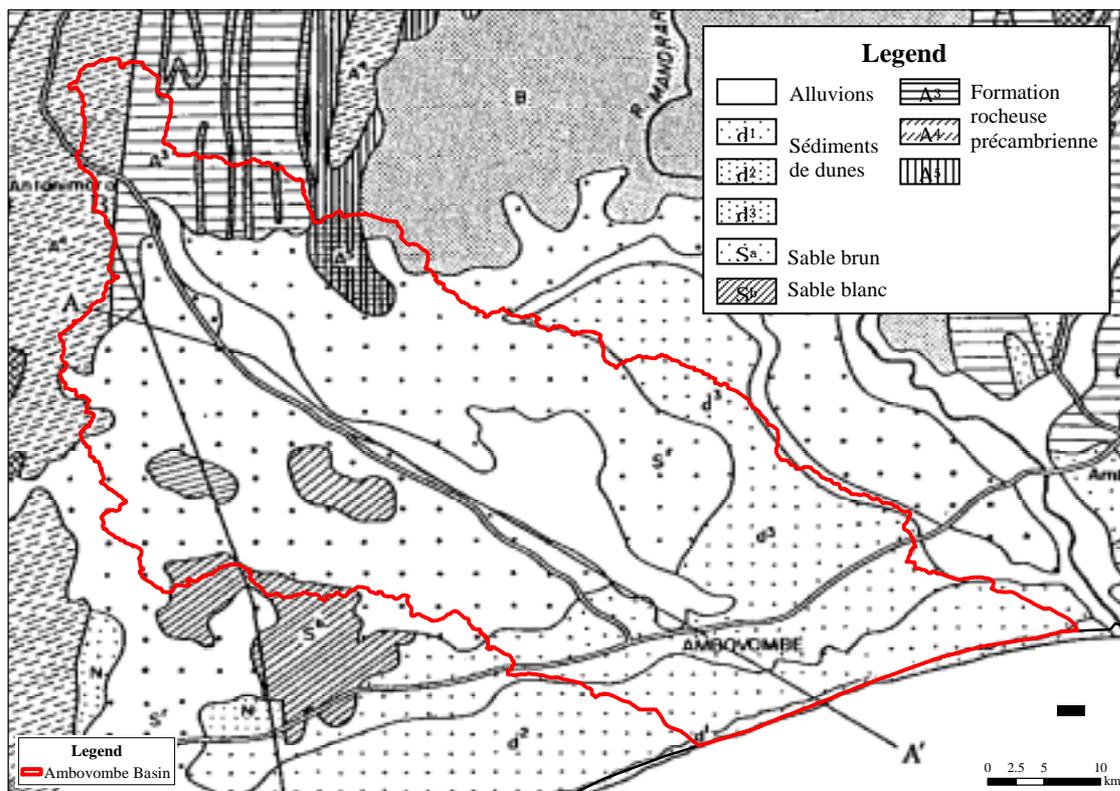


Figure 7.3.2-5 Grille de différence finie utilisée pour la simulation

5) Limites hydrogéologiques

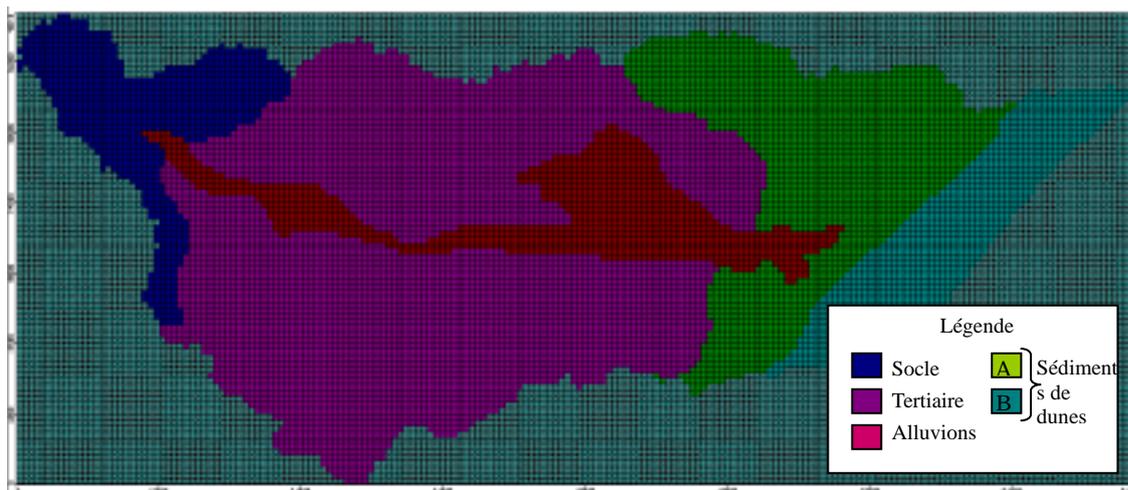
La Figure 7.3.2-6 indique les limites hydrogéologiques pour la zone de modélisation. Les limites hydrogéologiques sont rapportées d'une carte hydrogéologique existante.

Les limites hydrogéologiques sont résumées en quatre types d'unités typiques, à savoir la formation rocheuse précambrienne, les sables brun et blanc (dépôts tertiaires), les sédiments dunaires (dépôts quaternaires) et les dépôts alluvionnaires.



**Figure 7.3.2-6 Limites hydrogéologiques**

La Figure 7.3.2-7 indique les limites hydrogéologiques utilisées pour le modèle.



**Figure 7.3.2-7 Limites hydrogéologiques utilisées pour le modèle**

### 7.3.3 Calibrage

#### (1) Procédure de calibrage

Le calibrage du modèle a été exécuté en changeant les paramètres hydrogéologiques (coefficient hydraulique) jusqu'à ce qu'une distribution des niveaux des eaux souterraines pratiquement identique à la

distribution réelle des niveaux des eaux souterraines soit obtenue par le biais de l'étude de suivi des eaux souterraines dans cette Etude.

Le calcul a été réitéré jusqu'à ce que les différences entre le niveau initial et le niveau final des eaux souterraines soient minimales.

(2) Conditions de limites de débit et condition initiale

1) Limite constante de charge

L'altitude 0 m a été appliquée à la ligne côtière comme limite constante de charge de la mer.

L'altitude 380 m a aussi été appliquée à la partie supérieure du bassin comme limite de charge constante.

Cette condition se base sur le fait qu'il y a une décharge constante dans la zone supérieure même pendant la saison sèche.

2) Limite de concentration constante

La concentration de sel de 35.000 mg/l a été appliquée à la ligne côtière comme limite de concentration constante de l'eau de mer.

3) Propriété de concentration initiale

La Figure 7.3.3-1 montre la distribution de la conductivité électrique mesurée pour les forages existants en novembre 2005.

La Figure 7.3.3-2 indique le profil vertical de la conductivité électrique pour deux forages d'essai dans le bassin d'Ambovombe.

Ces deux figures permettent la division en deux régions pour la qualité de l'eau. La première est la région en amont de la zone de distribution rocheuse dont la conductivité électrique est inférieure à 200 mS/m. La seconde est en aval dans la zone à formations sédimentaires dont la conductivité électrique est supérieure à 200 mS/m.

Vu la situation dans la zone, la concentration initiale a été simplement définie en suivant la situation actuelle ci-dessus. Pour la modélisation, la concentration initiale en sel a été obtenue en remplaçant la valeur de la conductivité électrique et en utilisant la relation entre ces valeurs (Figure 7.3.3-3).

La Figure 7.3.3-4 indique la limite de concentration initiale pour la modélisation. Comme le montre la figure, la conductivité électrique de la Région 1 a été définie à 200 mS/m (1.000 mg/l de concentration de sel) et celle de la Région 2 à 500 mS/m (2.500 mg/l de concentration de sel).

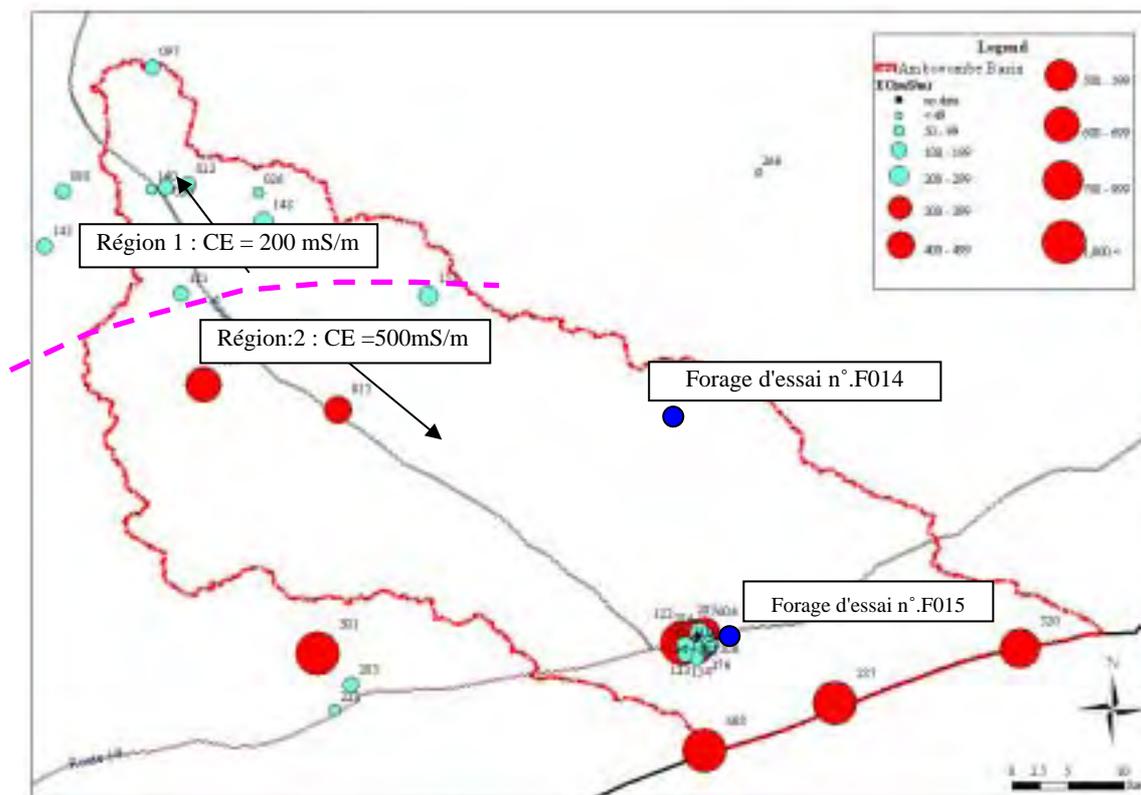


Figure 7.3.3-1 Distribution de la conductivité électrique des forages existants (novembre 2005)

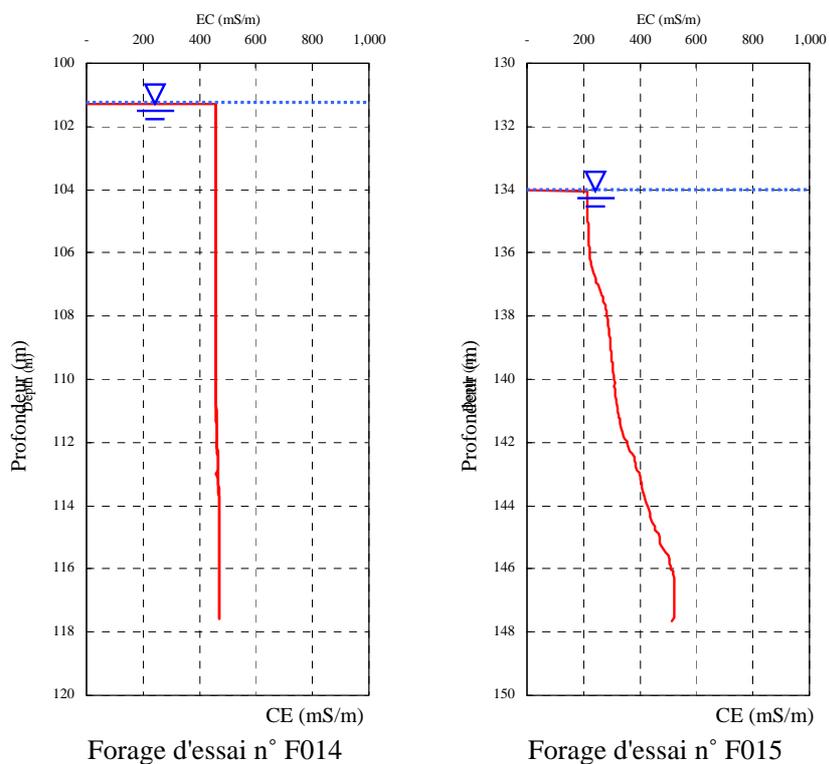
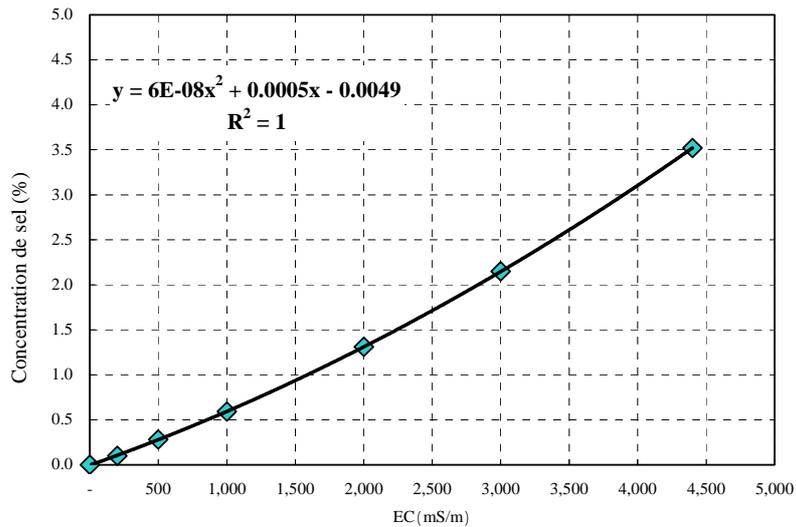


Figure 7.3.3-2 Profil vertical de conductivité électrique des forages d'essai



EC (mS/m)	0	200	500	1,000	2,000	3,000	4,400
Salt Concentration (%)	0.00	0.10	0.28	0.59	1.31	2.15	3.52

Figure 7.3.3-3 Relation entre CE et la concentration de sel

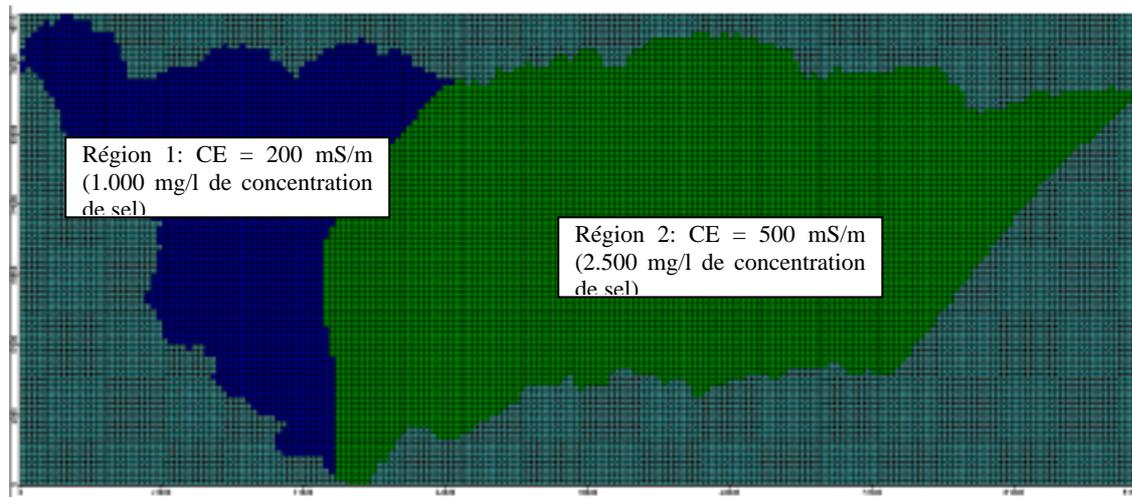


Figure 7.3.3-4 Limite de la concentration initiale

4) Recharge

La valeur de recharge, 25 mm/an, a été obtenue à partir des résultats de l'étude d'équilibre hydrique (chapitre 7.2). La valeur de concentration de la recharge est utilisée comme propriété de concentration initiale parce que la concentration de sel des eaux souterraines augmente après infiltration des nouvelles pluies par effet de dissolution du sel.

5) Propriété de dispersion

La valeur de dispersion horizontale a été définie à 0,1 m et celle de dispersion verticale à 1 m.

6) Conductivité hydraulique

La conductivité hydraulique a été définie à partir des résultats des essais de pompage pour les forages d'essai.

Le Tableau 7.3.3-1 indique la conductivité hydraulique définie.

**Tableau 7.3.3-1 Valeur de conductivité hydraulique**

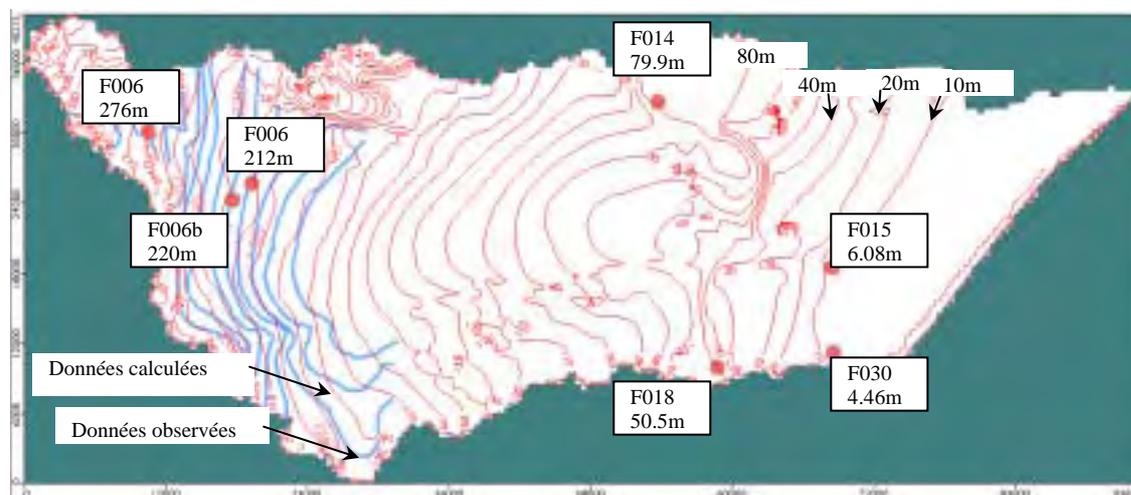
Limite hydrogéologique	Valeur appliquée	Données de référence
Formation rocheuse précambrienne	$7,0 \times 10^{-5}$ cm/sec	➤ Conductivité hydraulique de forage d'essai F001 = $3,5 \times 10^{-5} \sim 6,6 \times 10^{-5}$ (cm/sec)
Formation sédimentaire tertiaire	$3,0 \times 10^{-4}$ cm/sec	➤ Conductivité hydraulique de forage d'essai F014 = $1,0 \times 10^{-4} \sim 2,8 \times 10^{-4}$ (cm/sec) ➤ Conductivité hydraulique de forage d'essai F018 = $4,5 \times 10^{-6}$ (cm/sec) ➤ Conductivité hydraulique de forage d'essai F009 = $3,0 \times 10^{-6}$ (cm/sec)
Dunes de sable A	$7,0 \times 10^{-2}$ cm/sec	➤ Conductivité hydraulique de forage d'essai F015 = $6,8 \times 10^{-2} \sim 9,2 \times 10^{-2}$ (cm/sec)
Dunes de sable B	$7,0 \times 10^{-1}$ cm/sec	➤ Identifié à partir du calibrage
Alluvions	$1,0 \times 10^{-4}$ cm/sec	➤ Conductivité hydraulique de forage d'essai F006, F006b = $4,9 \times 10^{-5} \sim 9,3 \times 10^{-4}$ (cm/sec)

7) Porosité effective

La porosité effective 0,15 a été utilisée.

(3) Résultats du calibrage

La Figure 7.3.3-5 montre les résultats du calibrage en comparant la distribution des eaux souterraines calculée et le niveau des eaux souterraines observé aux forages d'essai.



**Figure 7.3.3-5 Résultats du calibrage**

La Figure 7.3.3-6 indique une coupe montrant le débit des eaux souterraines calculé dans la zone côtière. Comme le montre la figure, l'intrusion marine a été observée sur la ligne côtière à des points situés à 2 km du dernier.

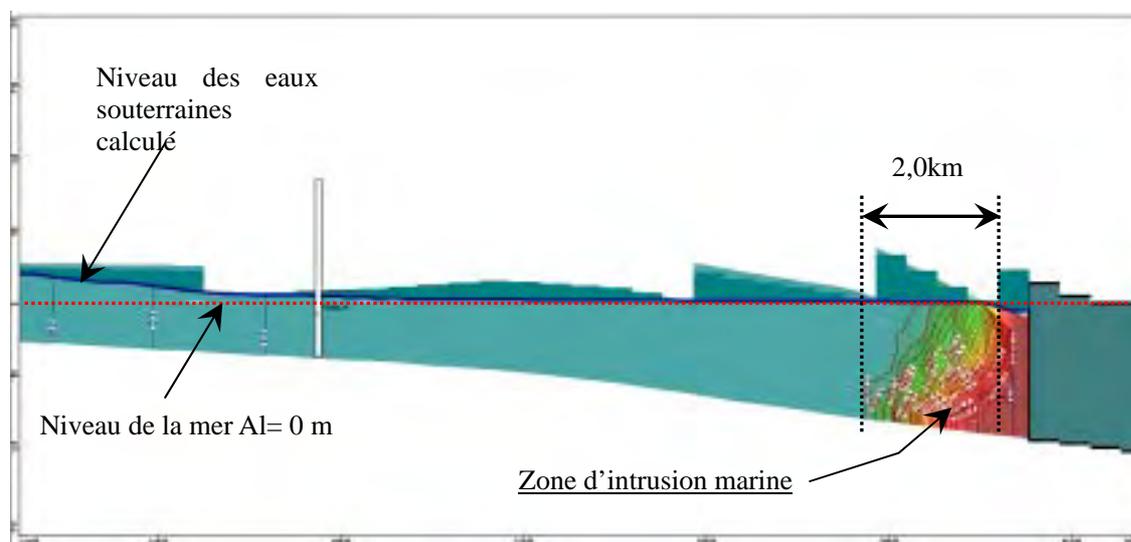


Figure 7.3.3-6 Etat d'intrusion marine obtenu à partir du calibrage

### 7.3.4 Simulation

(1) Plan de développement des eaux souterraines proposé

Le Tableau 7.3.4-1 résume le plan de développement des eaux souterraines proposé pour la zone d'étude.

Tableau 7.3.4-1 Plan de développement des eaux souterraines proposé

Cas	Description	Forages à développer	Volume du développement des eaux souterraines
Cas-1	Les eaux souterraines seront développées au forage F015 et fournies à la ville d'Ambovombe.	F015	230m <sup>3</sup> /jour (83.950m <sup>3</sup> /an)
Cas-2	Les eaux souterraines seront développées au forage F006 et fournies à la ville d'Ambovombe.	F006	275 m <sup>3</sup> /jour (100.375m <sup>3</sup> /an)
Cas-3	Les eaux souterraines seront développées au forage F015 et fournies à la ville d'Ambovombe et à la zone côtière.	F015	1,790 m <sup>3</sup> /jour (653.350m <sup>3</sup> /an)
Cas-4	Les eaux souterraines seront développées au forage F006 et fournies à la ville d'Ambovombe et à la zone côtière.	F006	2,065 m <sup>3</sup> /jour (753.725m <sup>3</sup> /an)

(2) Méthodologie de la simulation

Les études de cas suivantes ont été effectuées comme simulation pour évaluer l'impact du développement des eaux souterraines proposé.

Utilisation du modèle calibré comme état initial du débit des eaux souterraines sans aucun programme de développement

Introduction du pompage d'eaux souterraines au forage d'essai F015 en changeant la décharge de 1.000 à 5.000 m<sup>3</sup>/jour et observation du niveau des eaux souterraines et de la concentration de sel

Introduction du pompage d'eaux souterraines au forage d'essai F006 avec le pompage au forage d'essai F015, en changeant la décharge de 1.000 à 5.000 m<sup>3</sup>/jour et observation du niveau des eaux souterraines et de la concentration de sel

La durée pour la simulation est de 10 ans.

(3) Emplacement des forages

La Figure 7.3.4-1 indique l'emplacement des forages.

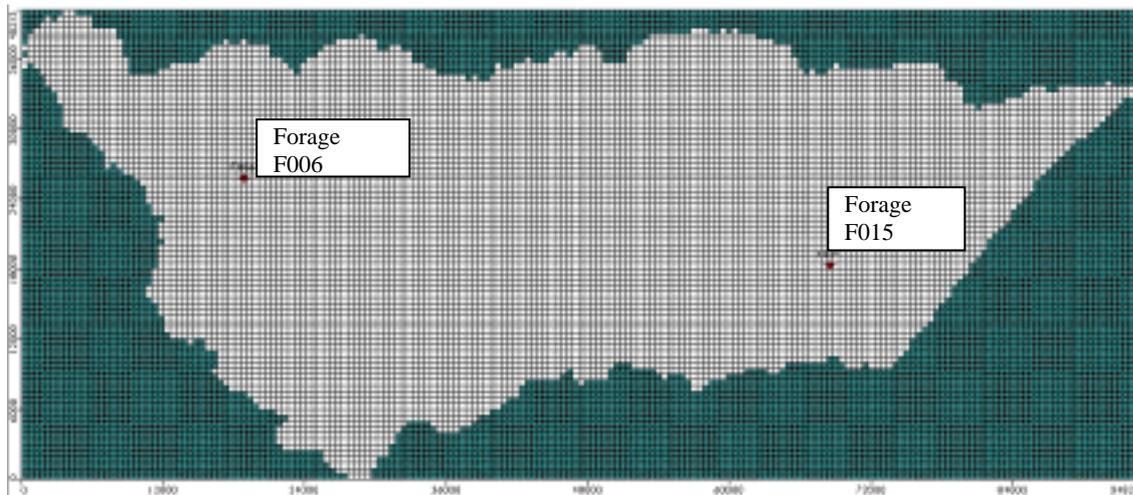


Figure 7.3.4-1 Emplacement des forages

(4) Emplacement des forages d'observation

Les forages d'observation sont situés entre le forage F015 et la zone côtière pour observer l'impact du développement des eaux souterraines sur le niveau et la qualité des eaux souterraines. Le niveau des forages d'observation est la base de la couche 4 sur les couches quadrillées. La Figure 7.3.4-2 indique l'emplacement des forages d'observation.

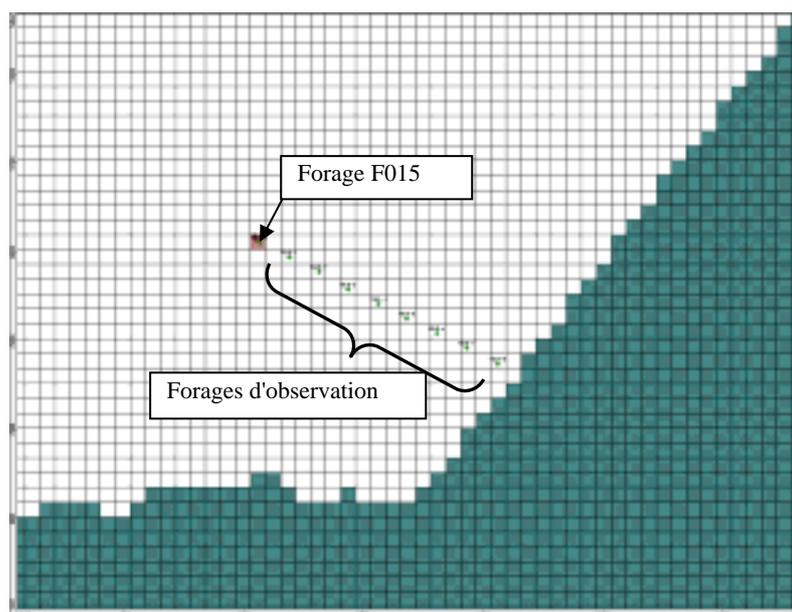


Figure 7.3.4-2 Emplacement des forages d'observation

(5) Résultats de la simulation

La Figure 7.3.4-3 donne les résultats de la simulation au cas où la décharge de pompage du forage F006 est maintenue à zéro et que la décharge de F015 est changée de 1.000 à 5.000 m<sup>3</sup>/jour. La Figure 7.3.4-3 (a) montre le changement intervenant au niveau des eaux souterraines pour chaque forage d'observation pour cinq étapes de décharge de pompage. La figure montre un abaissement assez important de la nappe phréatique pour les forages d'observation n°1 et 2. Mais l'abaissement n'est pas aussi important aux forages d'observation n°3 à 8, même si la décharge de pompages est de 5.000 m<sup>3</sup>/jour.

La Figure 7.3.4-3 (b) montre le changement intervenant dans la concentration de sel pour chaque forage

d'observation pour cinq étapes de décharge de pompage. La figure montre qu'une certaine augmentation de la concentration de sel est observée aux forages d'observation n°5 à 8. Mais il n'y a pas de changement apparent de la concentration de sel aux forages n°1 à 4, même si la décharge par pompage est de 5.000 m<sup>3</sup>/jour.

Ce résultat ne change pas quand la décharge par pompage du forage F006 est introduite.

Cela confirme donc qu'il n'y aura pas d'impact négatif sur l'environnement des eaux souterraines quand le plan de développement des eaux souterraines sera introduit dans le Bassin d'Ambovombe.

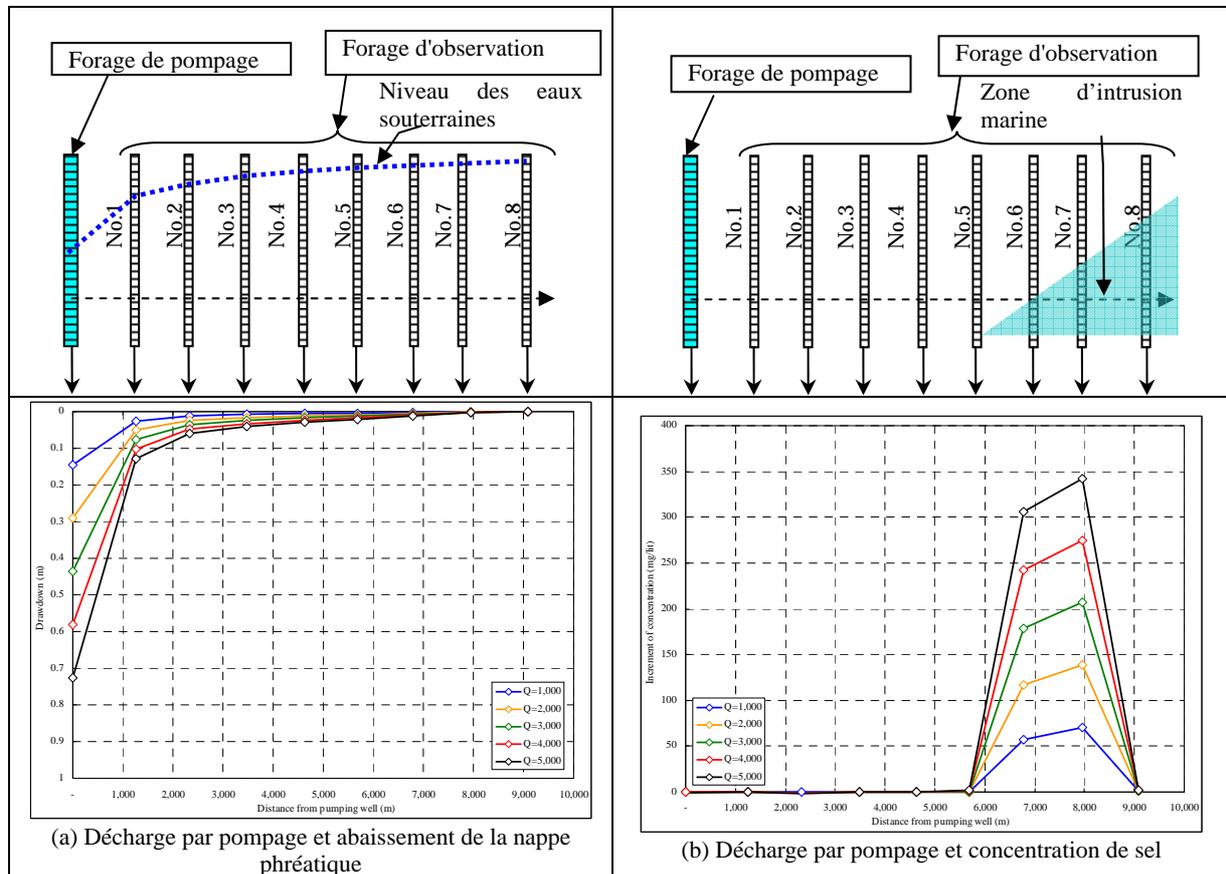


Figure 7.3.4-3 Résultats de la simulation

### 7.3.5 Evaluation du potentiel de développement du forage F015

#### (1) Objectif

La construction des forages d'essai a montré que la conductivité électrique est élevée, plus de 500 mS/m, dans pratiquement tous les forages exécutés. Mais au forage F105, la couche de faible conductivité électrique, un CE inférieur à 500 mS/m apparaît au-dessus de la couche à conductivité électrique élevée. Pendant les essais de pompage au forage F015, la conductivité de l'eau pompée a aussi été pratiquement stable, environ 300 mS/m, même durant le pompage de débit de 172 m<sup>3</sup>/jour.

Dans le plan d'approvisionnement en eau de l'Etude, le plan de développement des eaux souterraines est proposé au forage F015 à cause de la possibilité de pompage durable et la faible conductivité électrique.

L'évaluation du potentiel de développement des eaux souterraines du forage F015 a donc été tentée en utilisant le modèle de simulation des eaux souterraines créé.

#### (2) Conditions des limites

##### 1) Concentration initiale

La Figure 7.3.5-1 indique le profil vertical de la conductivité électrique des forages d'essai F015 et F030. Elle montre qu'une couche à faible conductivité électrique est visible dans la partie supérieure du forage F015.

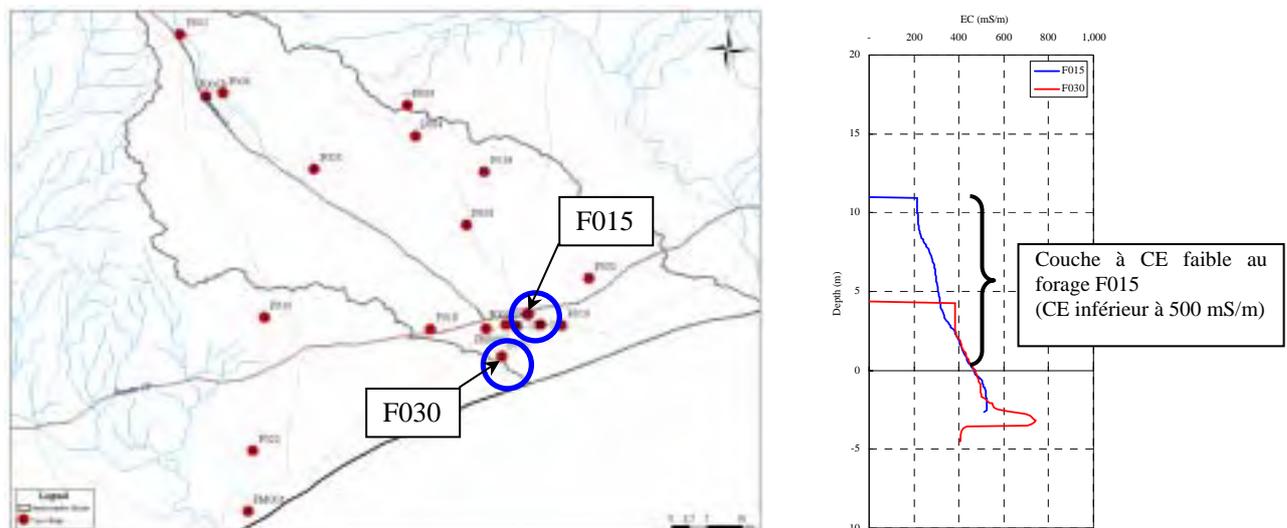


Figure 7.3.5-1 Profil vertical de conductivité électrique du forage F015

L'épaisseur de cette couche est estimée à 10 m environ; la présence d'une telle couche à faible conductivité électrique n'a pas été confirmée pour le forage F030. La zone de distribution de cette faible conductivité électrique a été définie à jusqu'à 5 km du forage F015.

La Figure 7.3.5-2 indique la concentration initiale définie du modèle. Elle montre que la concentration de sel de la zone à faible conductivité électrique est définie à 1.500 mg/l (CE = 300 mS/m). Cette conductivité électrique faible est appliquée seulement pour la couche 1 (couche supérieure) à la couche 4.

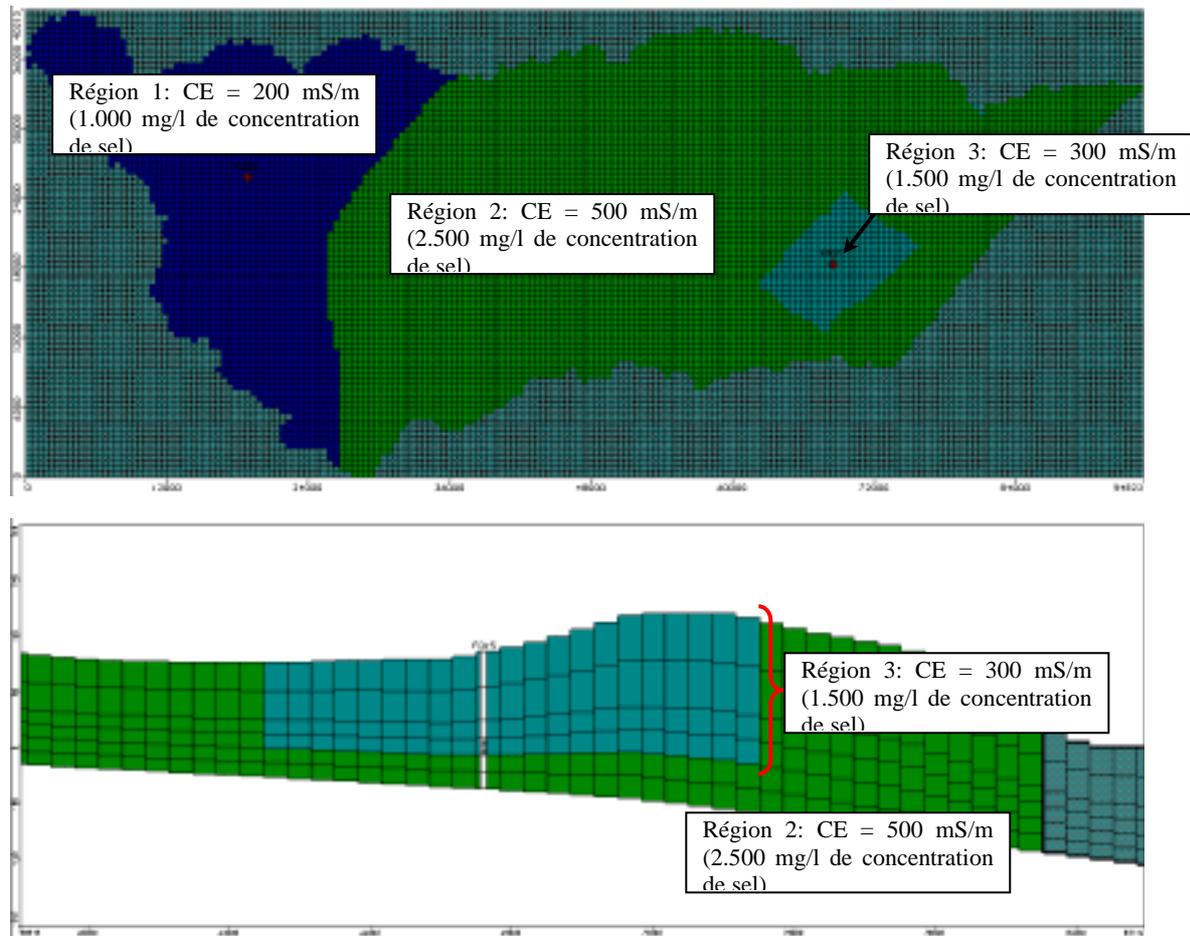


Figure 7.3.5-2 Limite de concentration initiale

2) Concentration de recharge

Sauf la zone à faible conductivité électrique, la valeur de concentration de recharge est utilisée comme propriété de concentration initiale parce que la concentration de sel des eaux souterraines augmente après infiltration des nouvelles pluies par effet de dissolution du sel.

Pour la zone à faible conductivité électrique, la concentration de recharge est définie à 500 mg/l (CE = 100 mS/m), compte tenu de la conductivité électrique la plus faible mesurée au puits dans la ville d'Ambovombe.

3) Point d'observation au forage de pompage

Un forage d'observation a été placé à côté du forage de pompage F015 comme indiqué sur la Figure 7.3.5-3 pour observer le changement de conductivité électrique de ce forage.

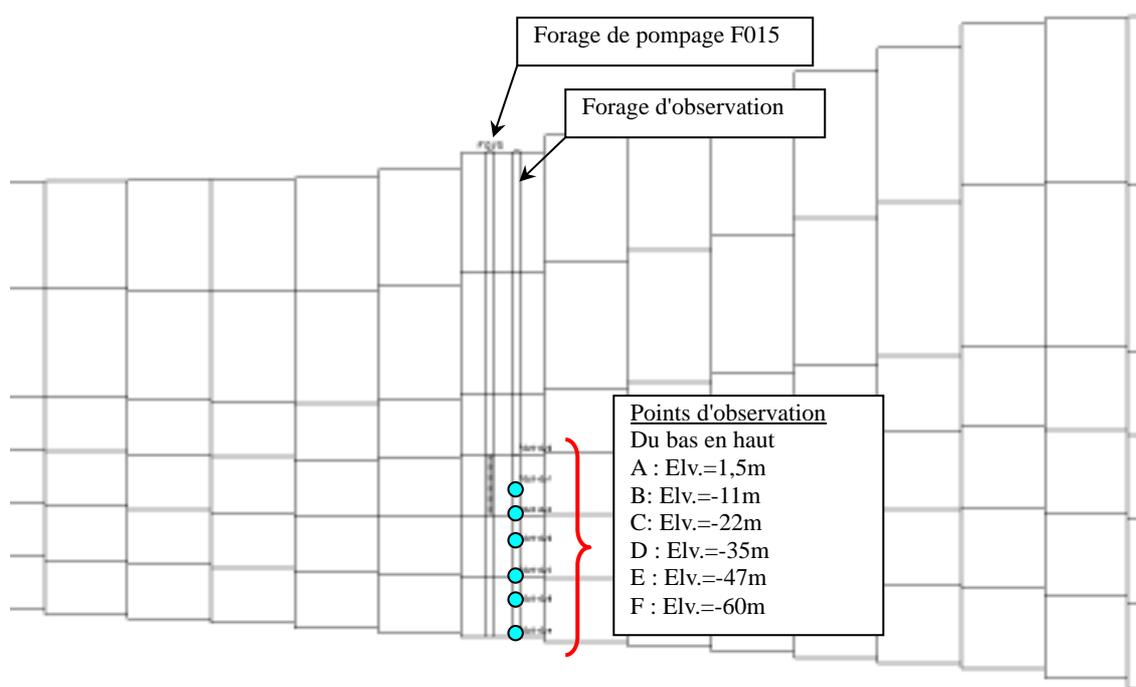


Figure 7.3.5-3 Points d'observation au forage d'observation

(3) Résultats

La simulation a été exécutée pour 10 ans en utilisant les conditions des limites précitées. La Figure 7.3.5-4 montre ses résultats.

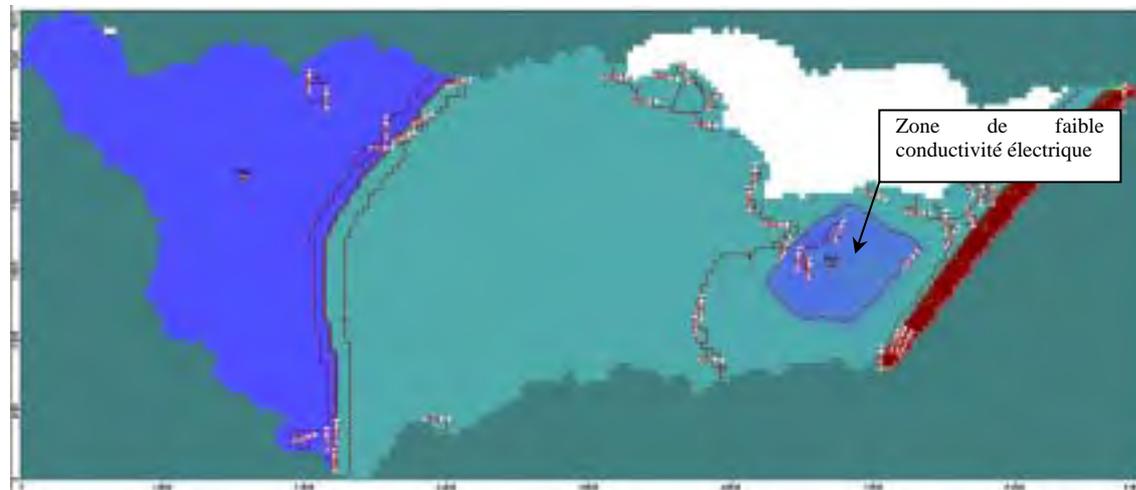
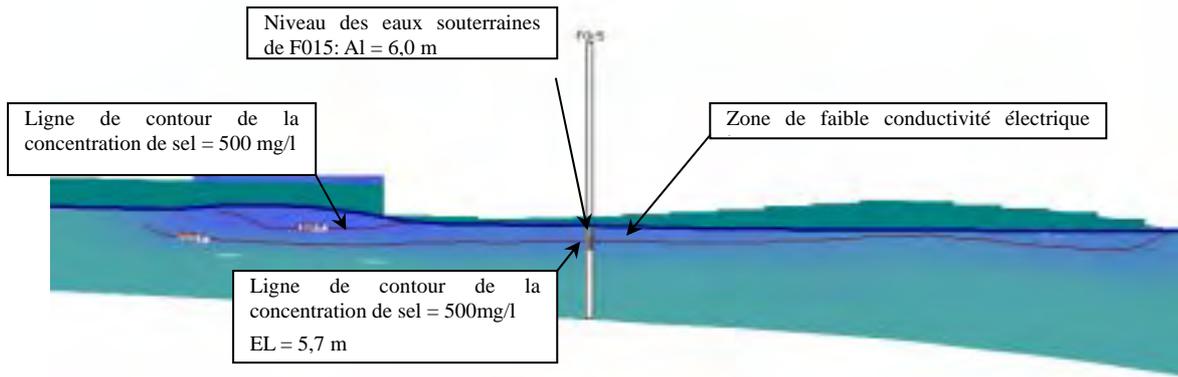
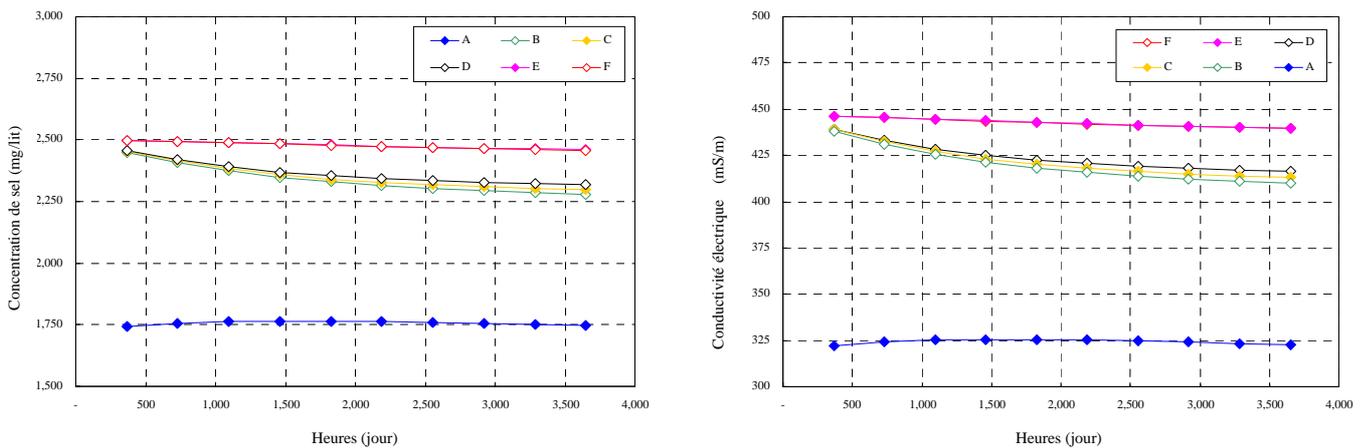


Figure 7.3.5-4 (a) Résultats de la simulation (couche 4)



**Figure 7.3.5-4 (b) Résultats de la simulation (coupe transversale)**

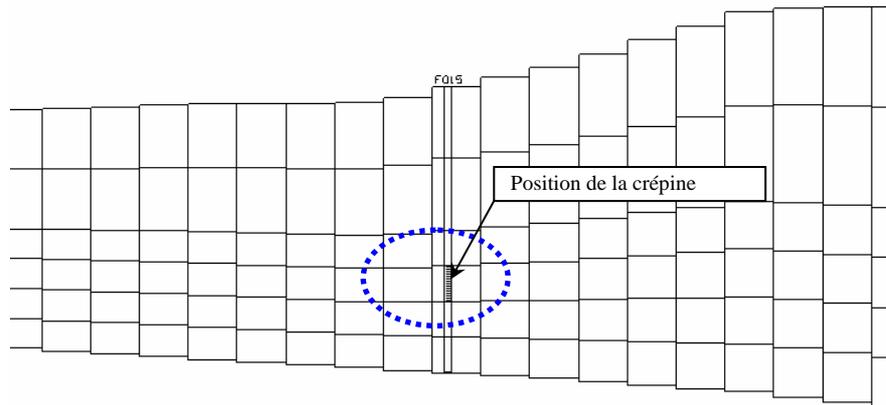
Comme la montre la figure, une zone de faible conductivité électrique de 12 m a été créée par simulation. La Figure 7.3.5-5 montre les changements par séries chronologiques de la concentration de sel aux points d'observation.



**Figure 7.3.5-5 Changements par séries chronologiques de la concentration de sel aux points d'observation**

- (4) Changement de la qualité de l'eau avec le pompage
- 1) Réglage au forage de pompage

Un changement de la qualité de l'eau a été observé au forage F015. La crépine du forage F015 a été placée seulement à la couche 4 pour obtenir de l'eau à faible conductivité électrique. La Figure 7.3.5-6 indique la position de la crépine au forage F015.



**Figure 7.3.5-6 Position de la crépine au forage**

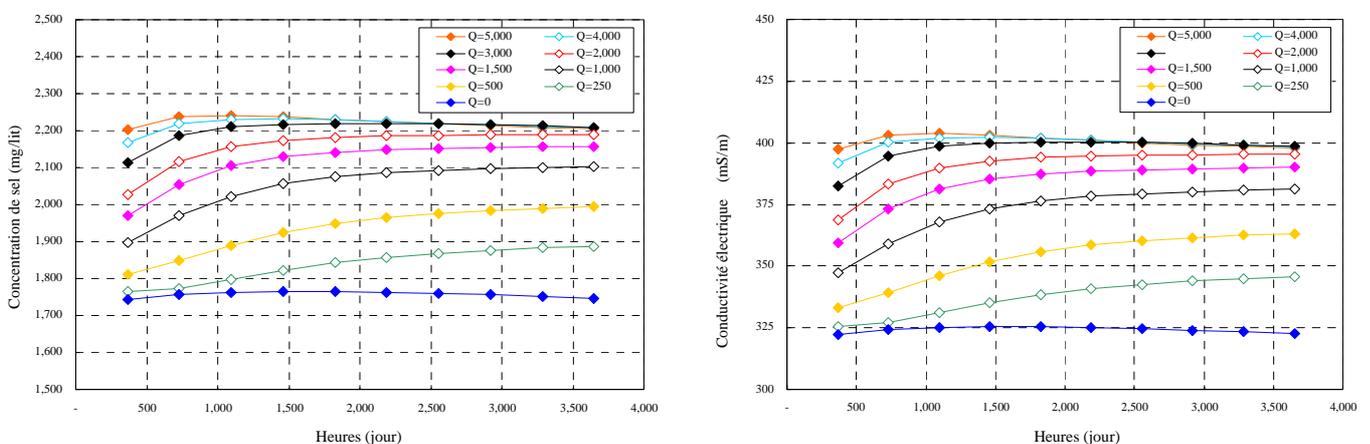
2) Débit par pompage

Le débit par pompage a été changé en huit étapes, à savoir 250, 500, 1.000, 1.500, 2.000, 3.000, 4.000 et 5.000 m<sup>3</sup>/jour.

3) Résultats

La Figure 7.3.5-7 indique les résultats des observations de concentration de sel au point d'observation A du forage F015.

Elle montre que la concentration de sel augmente avec l'accroissement débit par pompage. Mais la concentration de sel converge vers la valeur spécifique de concentration de sel 2.200 mg/l (400 mS/m de conductivité électrique) quand le débit par pompage est supérieure à 3.000 m<sup>3</sup>/jour.



**Figure 7.3.5-7 Résultats des observations de concentration de sel et de conductivité électrique au point d'observation A**

(5) Etude de cas I (réduction de la zone à conductivité électrique basse)

Plusieurs études de cas ont été faites en utilisant le même modèle de débit des eaux souterraines en changeant les conditions limites.

Pour l'étude de cas I, la zone de faible conductivité électrique a été réduite de moitié. La Figure 7.3.5-8 indique la limite de concentration initiale appliquée pour l'étude de cas I.

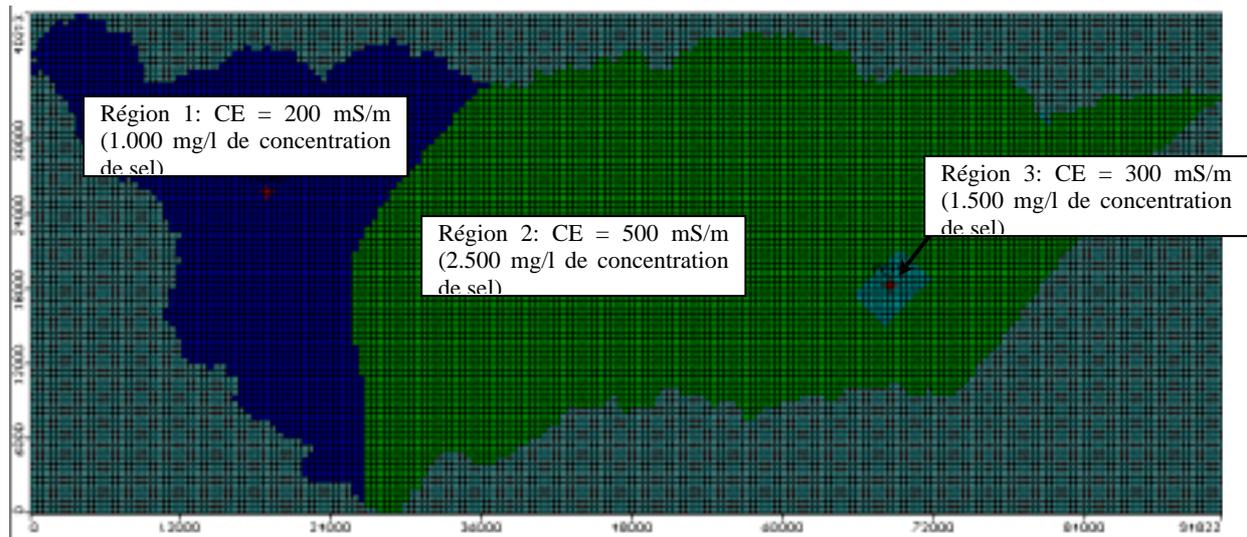


Figure 7.3.5-8 Limite de concentration initiale appliquée pour l'étude de cas I

La Figure 7.3.5-9 montre les résultats de la concentration de sel au point d'observation A du forage d'observation.

Elle indique qu'il y a une légère augmentation de la concentration de sel. Mais le changement est négligeable, et la qualité de l'eau du forage de pompage est considérée dans le même état qu'avant.

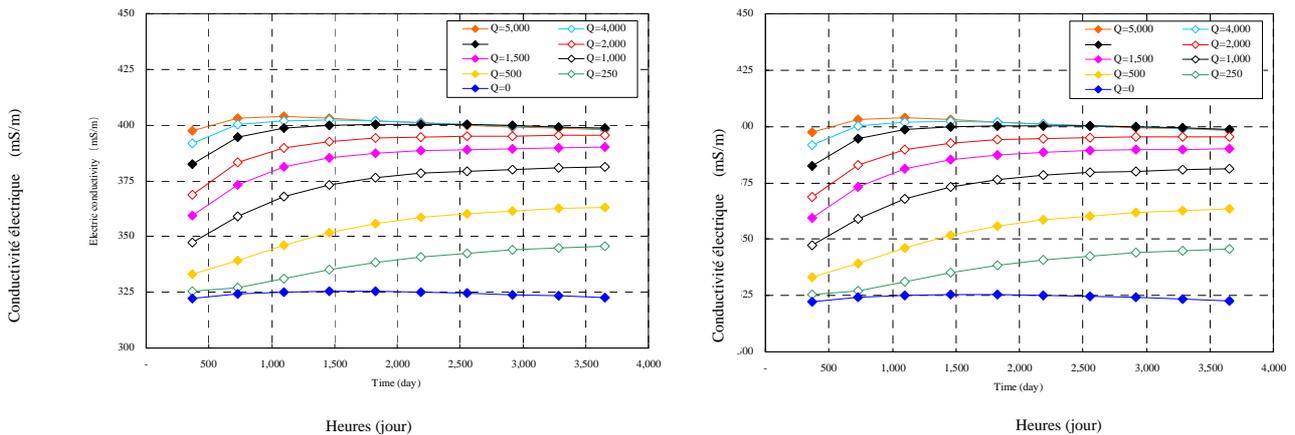


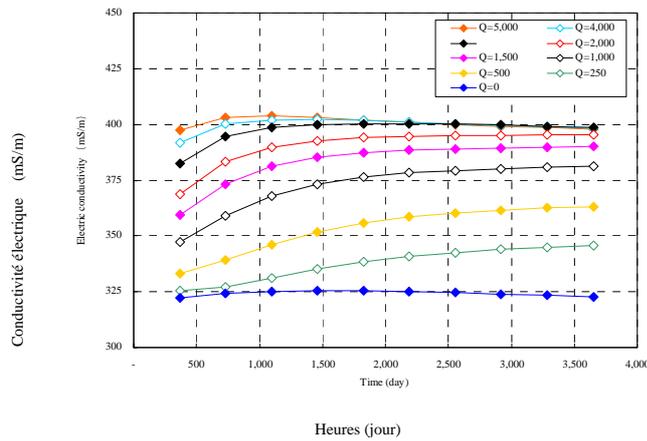
Figure 7.3.5-9 Résultats des observations de conductivité électrique au point A du forage d'observation

(6) Etude de cas II (changement de la concentration de sel sous la couche à conductivité électrique faible)  
 Pour l'étude de cas II, la concentration de sel des couches 5 et 6 sous la couche à conductivité électrique faible a été modifiée à 4.000 mg/l et 5.500 mg/l à partir de la concentration initiale de 2.500 mg/l.

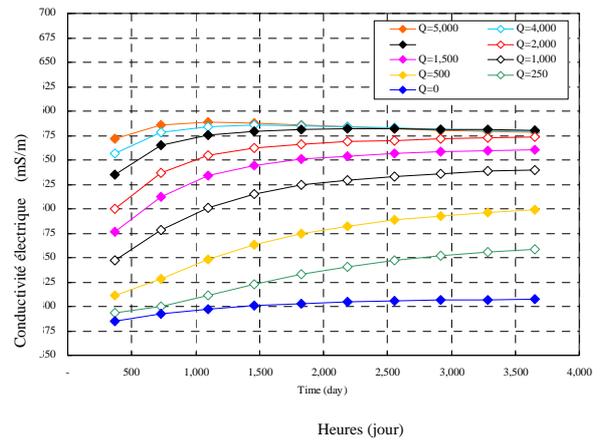
La Figure 7.3.5-10 montre les résultats des observations de concentration de sel au point d'observation A du forage d'observation.

Elle montre que la concentration de sel au point A du forage d'observation change considérablement avec l'augmentation de la concentration de sel dans les couches 5 et 6.

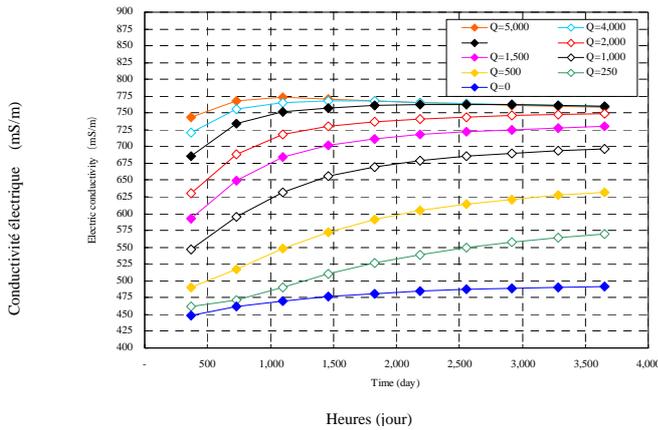
Ce résultat indique que si la concentration en sel de la partie plus profonde de la zone du forage F015 augmente, la qualité de l'eau pompée peut être considérablement influencée et que la concentration de sel de l'eau pompée augmentera. Il est donc très important de suivre la distribution réelle de la qualité de l'eau dans la région autour du forage F015 avant le développement.



Concentr. sel couches 5 et 6 = 2.500 mg/l (CE = 500 mS/m)



Concentr. sel couches 5 et 6 = 4.000 mg/l (CE = 750 mS/m)



Concentr. sel couches 5 et 6 = 5.500 mg/l (CE = 1.000 mS/m)

**Figure 7.3.5-10 Résultats des observations de conductivité électrique au point A du forage d'observation**

### 7.3.6 Conclusions

Depuis l'exécution de la simulation des eaux souterraines, la conclusion suivante est obtenue;

- Les eaux souterraines du Bassin d'Ambovombe ont été présentées en utilisant un modèle de débit des eaux souterraines tridimensionnel de différence finie.
- Le modèle créé a été calibré pour faire coïncider le niveau des eaux souterraines calculées avec le niveau réel des eaux souterraines en changeant les conditions des limites.
- Des études de cas ont été exécutées à l'aide du modèle calibré appliquant le programme de pompage pour les forages F015 et F006 et l'impact sur l'environnement des eaux souterraines a été observé.
- Les résultats des études de cas n'ont montré aucun impact négatif sur l'environnement des eaux souterraines, comme l'intrusion marine, dans le cas d'un pompage de débit de 5.000 m<sup>3</sup>/jour pour les forages F015 et F006.
- Sur le même modèle, d'autres études de cas ont été exécutées pour confirmer le potentiel de développement des eaux souterraines du forage F015.
- Dans l'étude de cas, la couche à faible conductivité électrique, confirmée au forage F015, a été simulée et les changements de la qualité d'eau avec le programme de pompes observés.
- Cette étude de cas a montré que la conductivité électrique augmente avec l'accroissement du débit de pompage, mais que la concentration de sel converge vers la valeur spécifique de concentration de sel.
- Le développement du forage F015 doit être soigneusement considéré et un suivi continu du niveau d'eau et de la qualité de l'eau est nécessaire pour confirmer les caractéristiques des eaux souterraines en ce point.

## 7.4 Plan de suivi des eaux souterraines

### (1) Généralités

Le suivi des eaux souterraines est très important pour la gestion des ressources en eau. L'impact sur l'environnement des ressources en eau a été évalué par simulation des eaux souterraines. Mais l'observation des changements réels de l'environnement des eaux souterraines fournira des données très importantes pour vérifier les résultats de simulation.

### (2) Plan de suivi proposé

Pendant l'étude, le niveau et la qualité des eaux souterraines ont été suivis par l'équipe d'étude et les experts locaux. De plus, un équipement automatique de suivi du niveau et de la qualité des eaux souterraines a été installé pour les forages d'essai.

Il est donc fortement recommandé d'utiliser cet équipement de suivi antérieurement installé.

Les Figures 7.4-1 et 7.4-2 indiquent l'emplacement des forages équipés de l'équipement de suivi. Le suivi des forages doit être exécuté par l'expert local à Ambovombé et les données de suivi doivent être stockées au MEM d'Antananarivo.

La Figure 7.4.3 montre l'organigramme recommandé pour le suivi des eaux souterraines.

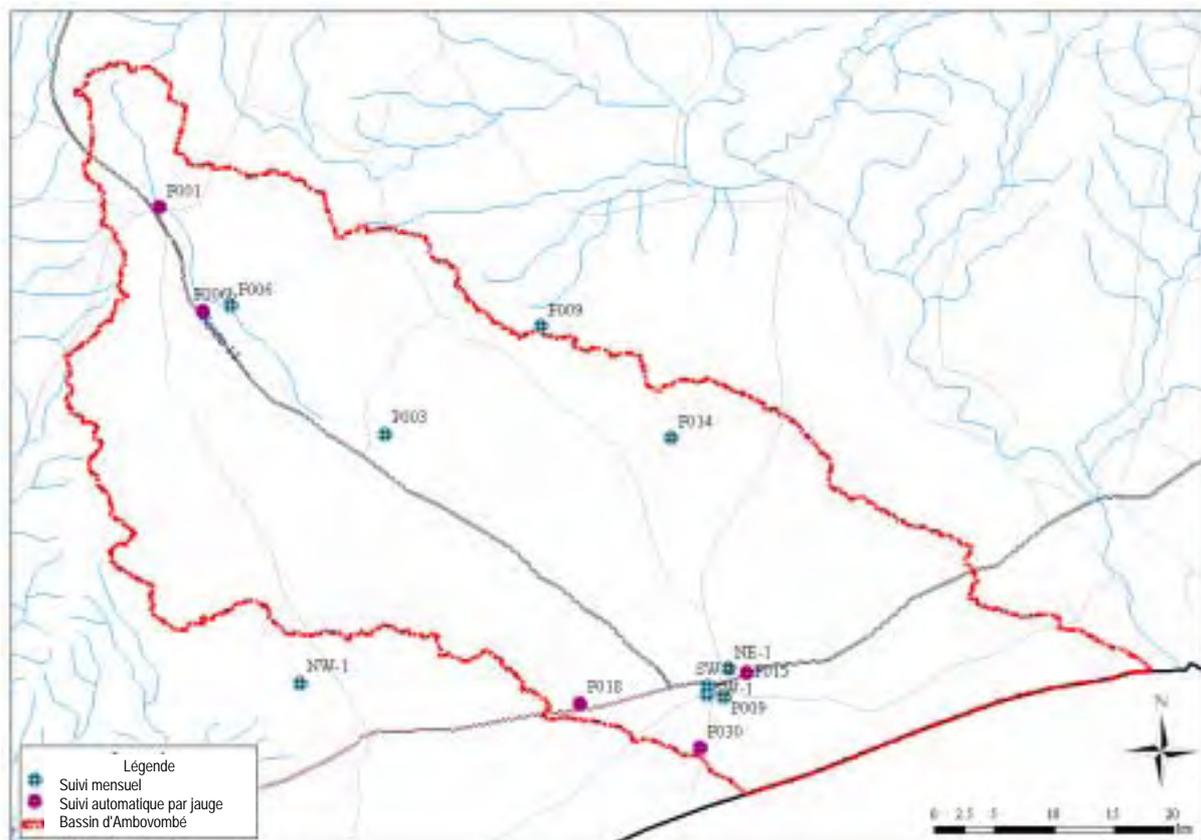
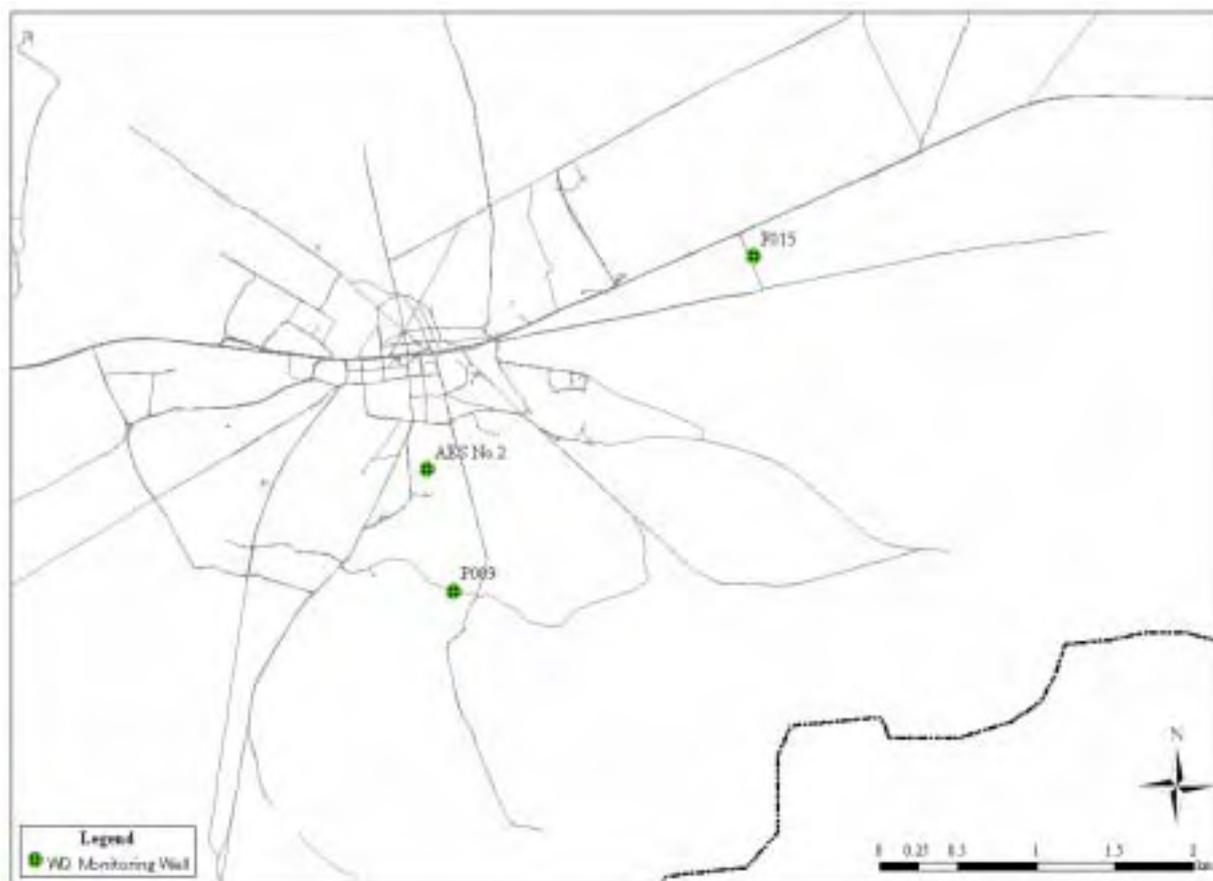
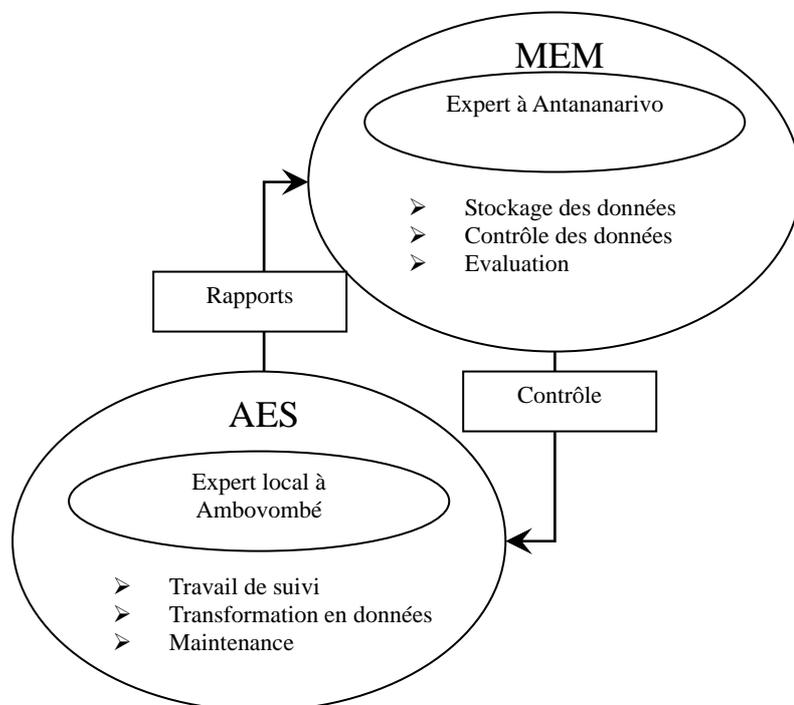


Figure 7.4-1 Carte de localisation des forages de suivi du niveau d'eau



**Figure 7.4-2** Carte de localisation des forages de suivi de la qualité de l'eau



**Figure 7.4-3** Organigramme de suivi des eaux souterraines

\*\*\*\*\*

## **CHAPITRE 8 PLAN D'APPROVISIONNEMENT EN EAU**

### **8.1 Conditions de base**

#### **8.1.1 Zone d'approvisionnement en eau**

La zone d'approvisionnement en eau considérée dans cette Etude se situe dans deux Districts, notamment Ambovombe Androy et Tsihombe, et est composé de quinze (15) Communes et d'un total de 390 fokotany, la plus petite unité administrative de Madagascar. La ville d'Antanimora, qui est censée être une des sources en eau pour Ambovombe, n'est que la zone cible pour le développement des eaux souterraines même si la zone est bien couverte par d'autres projets d'approvisionnement en eau.

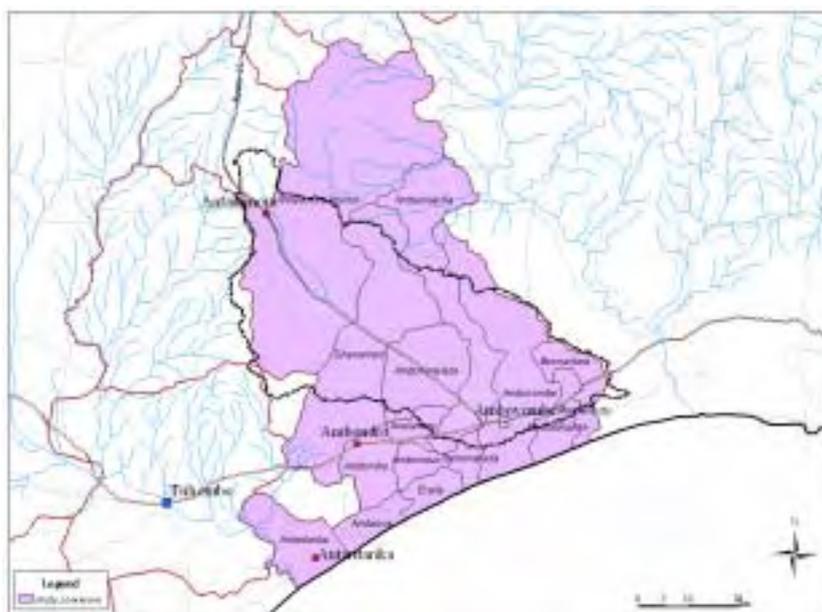
La zone d'approvisionnement en eau dans cette Etude est divisée en deux catégories, à savoir la Commune d'Ambovombe et les autres Communes suivantes:

(1) La commune d'Ambovombe

- 1) Population en 2005 : 38.213 dans 58 Fokotany
- 2) Installation existante en matière d'approvisionnement en Eau: - 18 réservoirs d'eau pour les habitants et 3 réservoirs d'eau pour les passagers.
  - 2 systèmes de pompage solaires par CPE
  - Système de distribution d'eau abandonné
- 3) Source d'Eau : Eau souterraine à Ambovombe et/ou Pipeline à partir d'Antanimora.
- 4) Système proposé en matière d'approvisionnement en eau: système AEP/AES dont des bornes fontaines publiques et des branchements d'eau privés.

(2) Autres communes et villages ruraux excluant la commune d'Ambovombe.

- 1) Population en 2005 : 239.767 dans 332 Fokotany.
- 2) Nombre de Villages et d'habitants : Selon l'enquête par l'Equipe d'Etude en 2005.  
Approvisionnement idéal
  - Population inférieure à 300: 1.183 villages: Installation d'une pompe manuelle
  - 300 à 1.000 : 164 villages : Installation d'une pompe manuelle/Système de pompage solaire
  - 1.000 à 2.000 : 3 villages : Système de pompage solaire
- 3) La source d'eau devrait provenir de l'eau souterraine issue du village et devrait être potable.



**Figure 8.1.1-1 Zone d'approvisionnement en eau**

### 8.1.2 Demande en eau

Vu la demande en eau dans la Zone d'Etude, un accroissement démographique est anticipé sur la base du recensement de 1993/2000, des statistiques officielles et des résultats des enquêtes sur terrain axés sur la population récente en 2005 ainsi que le taux de croissance. Sur la base de cette prévision et de la consommation en eau dans la zone desservie, l'objectif d'approvisionnement en eau en 2015 est envisagé. Toujours dans cette optique et au regard du manuel de conception préparé par le MEM/DEA, l'équipe d'Etude a fait la discussion des critères de conception et de demande en eau, ainsi que de l'année cible de l'Etude.

#### (1) Population à approvisionner

La population totale des 15 communes cibles incluant 390 Fokotany est de 277.980 habitants sur la base du dernier recensement fait en février à 2005, dans la Région d'Ambovombe Androy comme l'indique le tableau ci-après:

**Tableau 8.1.2-1 Liste des Communes cibles et de leur population, nombre de Fokotany**

No.	Commune	Nombre du	Population 2005	Population 2015	Demande en eau (m <sup>3</sup> /j)	Fokotany enquêtés
1	Ambanisarika	12	11.112	16.592	166	11
2	Ambazoa	20	15.168	22.648	226	20
3	Aambohimalaza	15	13.395	20.000	200	14
4	Ambonaivo	15	9.001	13.440	134	13
5	Ambondro	23	18.556	27.706	277	22
6	Ambovombe Androy	58	38.213	42.000	420	50
7	Analamary*	15	10.509	15.691	157	14
8	Antanimora	38	22.725	33.931	339	19
9	Antaritarika	24	14.037	20.959	210	23
10	Beanantara	26	12.404	18.521	185	22
11	Erada	17	10.799	16.124	161	17
12	Maroalomainty	32	32.645	48.743	487	32
13	Maroalopoty	50	36.394	54.340	543	41
14	Sihanamaro	28	20.120	30.041	300	12
15	Tsimananada*	17	12.902	19.264	193	16
	Total sauf Antaritarika	366	263.943	366.069	3.661	303
	<b>Total</b>	<b>390</b>	<b>277 980</b>	<b>400.000</b>	<b>4.000</b>	<b>326</b>

Note: Analamary et Tsimananada se sont détachés respectivement d'Ambanisarika et d' Ambohimalaza et d'Ambovombe en 2003. Source: Région d'Androy (2003, 2005), SAP (2001-2002)

## (2) Année cible

L'année cible pour les installations d'approvisionnement en eau est 2015 en raison de l'année sur l'Objectif du Développement du Millénaire (MDG).

## (3) Taux de croissance démographique

Il est possible de comparer le nombre de population d'année en année au niveau du District, bien que le taux de croissance reflète un changement de méthode dans la collecte de données. Entre 2002 et 2005, le nombre d'habitants dans le District d'Ambovombe Androy a augmenté de 16.388 personnes soit de 6,1%, quant à celui de Tsihombe cela a augmenté de 19.568 personnes soit de 27,5%. Bien que le taux de croissance démographique de cette période soit comparativement faible, le taux de croissance de la population dans les 155 communes cibles est élevé à un pourcentage de 35,5%.

En même temps, le nombre de population actuelle dans les délimitations administratives de la zone d'Etude est de 277.980 en 2005, et il augmente annuellement à environ 10.700, et de 4,5% en moyenne à partir de 1993 en douze ans. La population dans cette région a considérablement augmenté dans le passé, bien que récemment la moyenne de croissance démographique à Madagascar soit de 3% par an.

L'estimation du nombre de population au niveau de la zone d'Etude est réalisée par l'utilisation de la méthode de calcul de prévision appliquant une courbe logistique. Aussi, le nombre d'habitants dans la zone d'Etude en 2015 sera environ de 400.000. La croissance de la population sera environ de 1,1 fois en dix ans. Le nombre d'habitants dans la Commune d'Ambovombe en 2005 est de 38.200 faisant référence au résultat de cette Etude, et sera de 42.000 en 2015 selon les estimations.

## (4) Consommation en eau

Les résultats de l'enquête de ménages montre que la médiane de la quantité d'eau puisée est de 60 litres par jour en saison sèche et de 75 litres en saison de pluie selon les enquêtes menées auprès de la population. La consommation journalière d'eau provient de la quantité hebdomadaire ou mensuelle, donc le chiffre de la médiane montre une quantité plus exacte de la consommation d'eau. Etant donné que le nombre moyen des membres d'un ménage est de 9,1 personnes en moyenne, alors, la consommation d'eau est respectivement de 6,6 litres/habitant/jour en saison sèche et de 8,2 litres/habitant/ jour en saison de pluie.

## (5) Consommation et demande en eau

Le Gouvernement Malgache a fixé la norme pour le volume d'approvisionnement en eau à 30 litres/jour/habitant en milieu rural. Ainsi, le total de la demande en eau en 2005 dans la zone d'Etude est estimé à 8.340 m<sup>3</sup>/jour sur la base de cette norme. Dans ce cas, il est de 2.780 m<sup>3</sup>/jour en 2005 selon la demande de 10 litres/jour/habitant.

La demande en eau dans la Commune d'Ambovombe est, suivant les estimations, de 1 260 m<sup>3</sup>/jour en 2015 selon la norme en matière de volume d'approvisionnement en eau de 30 litres/jour/habitant. Cependant, il sera de 420 m<sup>3</sup>/jour en 2015 sur la base de la demande de 10 litres/jour/habitant.

**Tableau 8.1.2-2 Nombre d'habitants dans la zone d'Etude et demande en eau**

Items			Population présente	Demande future
Année			2005	2015
1. Nombre Total d'habitants dans la Zone d'Etude (d'approvisionnement)			278.000	400.000
1-1) Nombre d'habitants dans la Zone d'Etude (d'approvisionnement) excluant la commune d' Ambovombe			239.800	358.000
1-2) Commune d'Ambovombe			38.200	42.000
2. Demande en approvisionnement dans la Zone d'Etude			(m <sup>3</sup> /jour)	
	10	Litres/jour/habitant	2.780	4.000
	30	Litres/jour/habitant	8.340	12.000
2-1) Demande dans la zone d'Etude (d'approvisionnement) excluant la commune d'Ambovombe				
	10	Litres/jour/habitant	2.398	3.580
	30	Litres/jour/habitant	7.194	10.740
2-2) Demande dans la Commune d'Ambovombe				
	10	Litres/jour/habitant	382	420
	30	Litres/jour/habitant	1.146	1.260

### 8.1.3 Ressources en eau

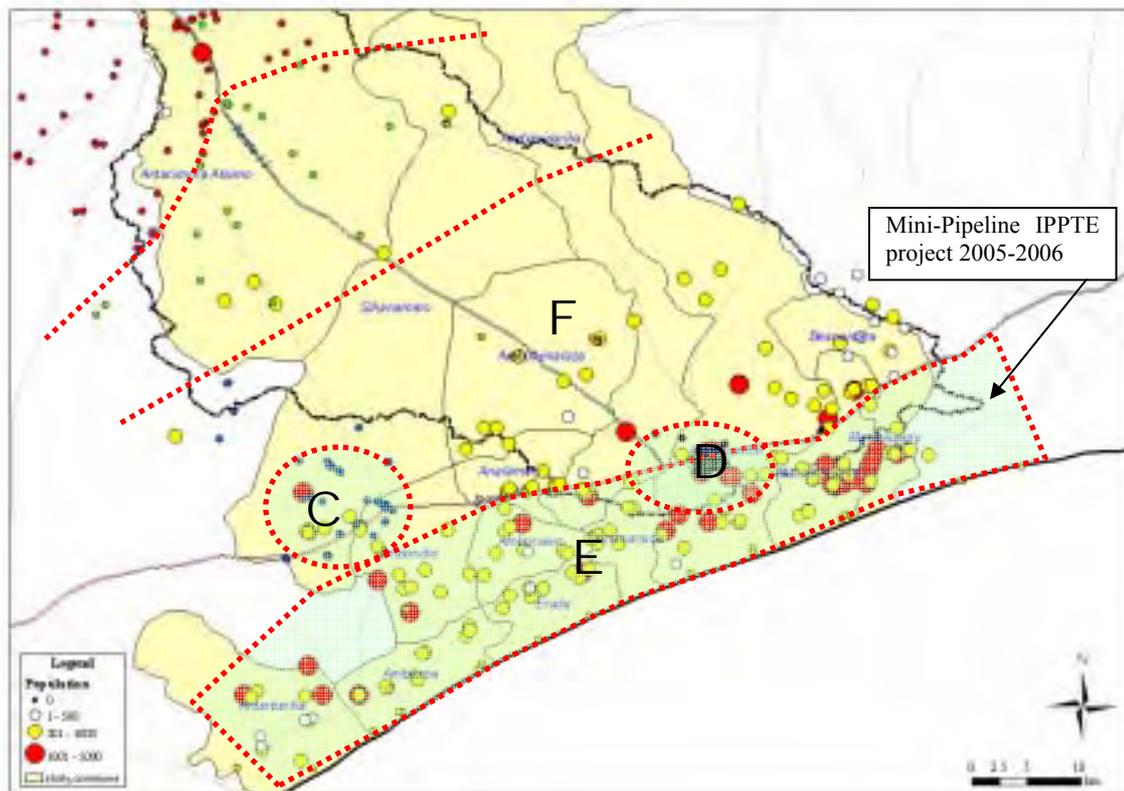
La bonne source d'eau dans la zone d'Etude provient de l'eau souterraine confinée pompée à travers un forage et ceci, à cause de la moindre contamination provenant de la surface. L'eau souterraine confinée est sûre et stable pendant la saison sèche. La zone d'Etude est située sur une zone plate du bassin d'Ambovombe qui est couverte d'épais sédiments provenant des dépôts d'alluvions de l'ère Quaternaire sur les socles. Des couches d'argile, de gravier, de grès et de conglomérats forment les plus fréquentes les nappes aquifères libres. D'autre part, une formation de granites et de gneiss précambriens usés par les intempéries constituent la colline où se trouvent les bonnes nappes aquifères semi confinées et confinées dans la partie nord du bassin, à savoir d'Antanimora Atsimo à Manave.

De l'eau souterraine confinée ou non confinée est prévue dans les sables du Quaternaire, Tertiaire, et les roches de l'ère précambrienne ont du potentiel mais la qualité de l'eau doit être confirmé à cause de la salinité.

L'eau de pluie est la source d'eau la plus importante dans cette zone d'Etude pendant la saison des pluies. L'eau de pluie est collectée dans des réservoirs individuels ou publics lors de la saison des pluies.

Et en même temps, les zones d'approvisionnement en eau ont été divisé par zone notamment A, B, C, D, E, et F. la zone d'approvisionnement principale est la ville d'Ambovombe, zone D, et la zone E, le littoral.

- 1) Les *vovo* sont les sources d'eau les mieux connues dans la zone d'Etude puisque le coût de construction n'est pas élevé, ils sont faciles à construire par les gens. Il existe de nombreux *vovo* à Ambovombe et à Ambondro. Cependant, le *vovo* n'est pas recommandé dans cette Etude pour des raisons sanitaires et pour leur propension à s'assécher
- 2) De nombreux forages ont été construits dans les zones de l'Etude où il y a des affleurements du socle - par exemple à Antanimora, par les projets de l'UNICEF, de l'AES et de la Banque Mondiale (PAEPAR). Leur objet étant d'approvisionner les villageois en eau, les forages sont équipés de pompes manuelles, telles que la pompe de marque indienne MKII ou la pompe Vergnet. La profondeur des forages varie de 14m à 78m. l'aquifère visé est l'aquifère captif et le socle altéré.



**Figure 8.1.3-1 Division des zones d'approvisionnement en eau**

- 3) Par le passé, de nombreux forages ont été faits dans les zones sédimentaires de la partie sud du Bassin d' Ambovombe et la dune côtière. Mais il est difficile d'identifier les points de forage qui ont été laissés à l'abandon à cause de la faible quantité d'eau et de la salinité élevée. Le seul forage réussi dont le débit était de 18 m<sup>3</sup>/h et dont la conductivité était de 320 mS/m, qui est la limite de la norme de potabilité de l'eau à Madagascar. le niveau d'eau statique était à 134m de l'aquifère non confiné.

## 8.2 Plan alternatif d'approvisionnement en eau

### 8.2.1 Description des plans alternatifs

Voici les plans alternatifs d'approvisionnement en eau (25 plans alternatifs de D1 à L6 comme montre le Tableau 8.2.1-1) établis sur la base des résultats de présente étude.

L'étude des ressources en eau a été faite dans la zone d'étude en vue de fournir de l'eau sûre de manière stable tout au long de l'année. En particulier, en visant l'objectif "Un village, une source d'eau" dans la zone concernée, l'étude par forage d'essai de 5 puits et de 20 forages a été effectuée. Puis, en utilisant les puits/forages réussis, un projet pilote a été réalisé en aménageant des installations hydrauliques à 5 emplacements. Les sources d'eau sûres et stables (potentiel des eaux souterraines) vérifiées par cette étude d'essai ont été seulement les deux ci-dessous.

(1) Banlieue d'Ambovombe (F015: eau pour les besoins quotidiens)

(2) Zone d'Antanimora (F001, F006, F006B: eau potable)

Le Plan alternatif d'approvisionnement en eau (**D1 – D3**) est une proposition utilisant la source d'eau (eau pour les besoins quotidiens) de la banlieue d'Ambovombe (F015). Par ailleurs, (**D4 – D6**) étant limité au plan utilisant des sources d'eau de la zone d'Antanimora (F001, F006, F006B) (2), le plan d'approvisionnement en eau a été établi en tenant compte des points suivants.

(3) L'exploitation maintenance est possible au niveau technique actuel de l'AES.

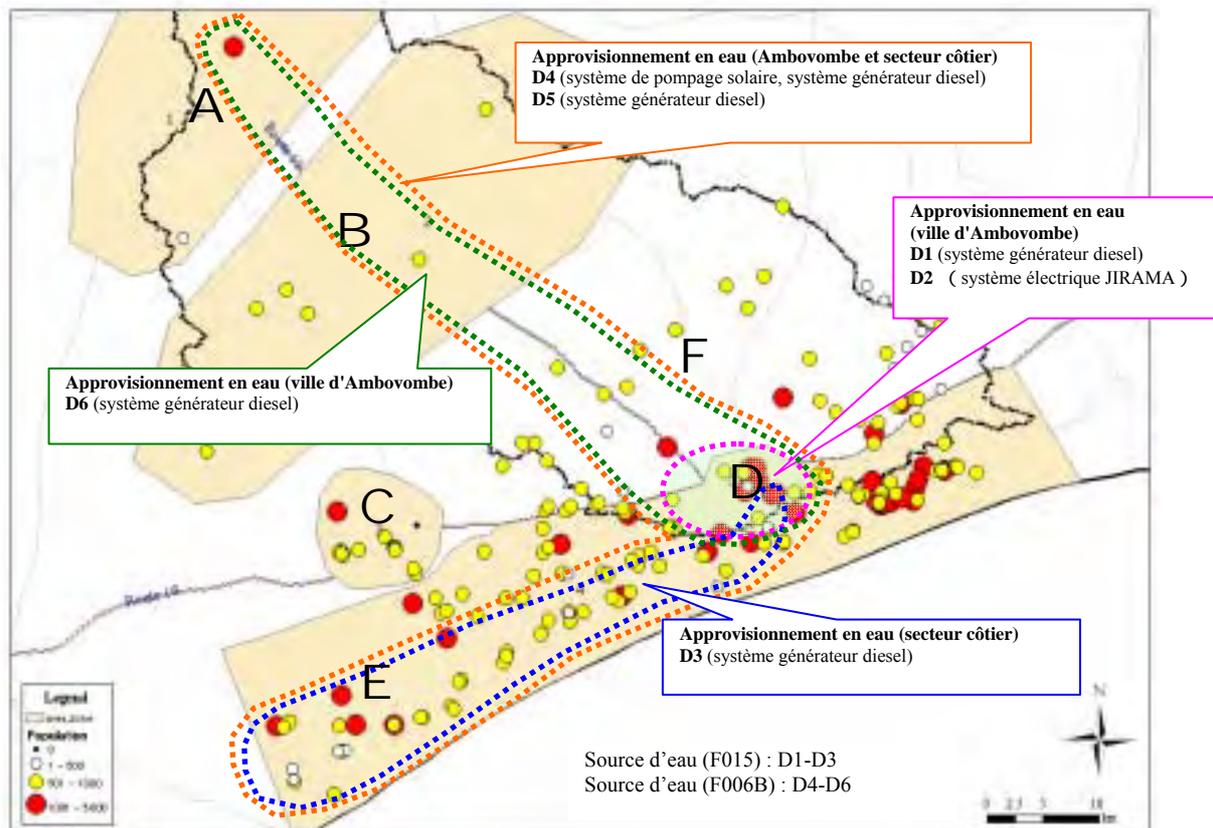
(4) Le tarif de l'eau, en tenant compte des frais de réhabilitation des installations pour l'exploitation maintenance durable, est actuellement inférieur à 100 Ar/seau de 13 l, ce qui permet la gestion autonome des installations hydrauliques (système comptable indépendant).

(5) Le tarif de l'eau est dans les limites que les habitants se déclarent prêts à payer, 50-100 Ar/seau de 13 l.

(6) Alimentation en eau dans le sud (AES) fondé dans les années 1980 a des problèmes de hausse du prix du carburant, baisse des subventions et d'exploitation maintenance. Le tarif actuelle de l'eau est de 100 Ar/seau de 13 l, mais en juillet 2006, le prix de revient était de 150 – 500 Ar/seau de 13 l.

(7) La proposition alternative de ce projet (**D1 – D6**) a été obtenue par calcul à l'essai pour que le prix de revient soit de 30-50 Ar/seau de 13 l, comme le montre le Tableau ci-dessous.

La proposition alternative (**D1 – D2**) utilise la source d'eau en banlieue d'Ambovombe (F015) et propose l'approvisionnement en eau de la ville d'Ambovombe où la densité de population est élevée et que le degré de priorité est le plus élevé. Comme la source d'eau et la zone d'approvisionnement sont adjacentes, ce sera l'installation hydraulique la plus efficace (1 village, 1 source d'eau). Mais, comme la salinité de la source d'eau (eaux souterraines) est très forte (CE: 3.000  $\mu$ S/m), elle n'est pas une eau potable, mais elle peut parfaitement être utilisée comme eau pour les besoins quotidiens, pour la cuisine, la lessive, la douche etc., ce sera donc une amélioration de l'approvisionnement en eau d'urgence (2007) pour les 40.000 habitants de la ville d'Ambovombe et ses environs qui ont des difficultés à obtenir de l'eau pour les besoins quotidiens. Comme le montre le Tableau 1, le système d'approvisionnement en eau, calculé à son étendue adaptée (130 millions de yens), au coût d'investissement par bénéficiaire de 3.250 yens/hab., au prix de revient de l'eau, incluant les frais d'exploitation, de 20-30 Ar/seau de 13 l), peut contribuer largement comme proposition d'amélioration des 100 Ar/seau de 13 l actuelle.



**Figure 8.2.1-1 Schéma de position des installations hydrauliques dans le plan alternatif d'approvisionnement en eau (D1 à D6)**

**Tableau 8.2.1-1 Comparaison des articles de base dans le plan alternatif d'approvisionnement en eau (D1 à D6)**

	Source d'eau	Population bénéficiaire	Coût direct de construction	Coût unitaire par bénéficiaire	Coût de production d'eau (seau de 13 l) Et production min. (m <sup>3</sup> /jour)		Coût de exploitation et Maintenance (Millier / Mois)
D1	Banlieue d'Ambovombe (F015)	40.000	130 millions de yens	¥ 3.250/hab. Ar54.000/hab.	Ar20 ¥1,1	400 m <sup>3</sup> /j	¥ 1,04 Ar18,5
D2	Banlieue d'Ambovombe (F015)	40.000	130 millions de yens	¥ 3.250/hab. Ar54.000/hab.	Ar15 ¥0,84	400 m <sup>3</sup> /j	¥ 0,78 Ar13,9
D3	Banlieue d'Ambovombe (F015)	179.000	1,1 milliard de yens	¥ 6.145/hab. Ar108.000/ hab.	Ar25 ¥1,4	400 m <sup>3</sup> /j	¥ 1,29 Ar23,1
D4	Antanimora (F006B)	206.500	2,3 milliards de yens	¥ 11.380/hab. Ar198.000/hab.	Ar15 ¥0,84	700 m <sup>3</sup> /j	¥ 1,36 Ar24,2
D5	Antanimora (F006B)	206.500	2,3 milliards de yens	¥ 11.380/hab. Ar198.000/hab.	Ar25 ¥1,4	700 m <sup>3</sup> /j	¥ 2,26 Ar40,4
D6	Antanimora (F006B)	84.500	1,3 milliard de yens	¥ 15.300/hab. Ar270.000/hab.	Ar25 ¥1,4	400 m <sup>3</sup> /j	¥ 1,29 Ar23,1

La différence entre (D1) et (D2) est que (D1) est un type autonome avec générateur diesel comme force motrice, et que (D2) utilise l'électricité de la JIRAMA. Comme la capacité de production d'électricité actuelle de la JIRAMA est inférieure au volume toléré, elle ne pourra pas être utilisée de manière planifiée. Mais comme le montre le Tableau 1, elle est avantageuse du point de vue des frais de maintenance, l'évolution du plan (D1) au plan (D2) est prévue à l'avenir.

Le plan (D3) est une proposition pour l'approvisionnement en eau de la zone des dunes côtières (zone E) en

utilisant une source d'eau (F015) de la banlieue d'Ambovombe. Vu la qualité, ce sera de l'eau pour les besoins quotidiens, mais elle réduira la longueur des canalisations pour l'approvisionnement en eau. Un accord avec la Banque africaine de développement (BAD) est possible pour cette zone, l'exécution pourra se faire pendant une période courte (2008-2010). Par ailleurs, comme le degré de priorité dans le cas où la réalisation se fera par le Japon uniquement est un peu bas, ce sera une proposition à réaliser à moyen terme (2011-2013). Le système d'approvisionnement en eau de taille moyenne (1,1 milliard de yens) a été calculé pour une population bénéficiaire d'environ 180.000 habitants, au coût d'investissement par bénéficiaire de 6.000 yens/hab., au prix de revient de l'eau, incluant les frais d'exploitation, de 30 Ar/seau de 13 l), peut contribuer largement comme proposition d'amélioration des 100 Ar/seau de 13 l.

Par ailleurs, la source d'eau de **(D4 - D6)** qui est conforme aux normes de qualité d'eau potable sera canalisée via la zone d'Antanimora. Il faudra une canalisation d'approvisionnement en eau de longueur, 60 km environ depuis la source jusqu'à la ville d'Ambovombe objet de l'approvisionnement en eau et ses environs immédiats, puis 50 km jusqu'à Antaritarika, le point final de la zone des dunes côtières. Mais si l'on utilise la différence d'altitude de 80 m environ du point de source, on priorise les reliefs permettant le transport de l'eau jusqu'au point final à Antaritarika, par écoulement naturel. Le système d'approvisionnement sera de grande dimension dans la proposition d'approvisionnement de toute la zone concernée (1,3 à 2,3 milliards de yens), mais les bénéficiaires seront nombreux, plus de 200.000 habitants, le coût d'investissement par bénéficiaire a été calculé à 11.000 yens à 15.000 yens/personne, le prix de vente de l'eau, incluant les frais de gestion est à 25 à 35 Ar/seau de 13 l, ce qui permet une large contribution comme proposition d'amélioration des 100 Ar/seau de 13 l.

Les Plans **(D4 et D5)** sont une proposition d'approvisionnement en eau pour toute la zone d'approvisionnement, depuis la source au point final. Comme il faudra une période d'exécution d'environ 5 ans, (2008-2012). Pour cette raison, il faudra diviser par phase la période d'exécution du projet, et chaque phase sera accomplie en mettant en priorité la plus forte demande en eau potable. De plus, (D 4) est prévu pour réduire les frais de carburant et les frais de maintenance, où des systèmes d'approvisionnement utilisant l'énergie solaire seront installés en 4 points. Par ailleurs, (D 5) est prévu pour réduire l'investissement initial et améliorer l'efficacité de la gestion. Il est aussi prévu pour l'utilisation d'un générateur diesel comme source d'énergie dans trois sites. (Voir le tableau comparatif 1.)

Le plan **(D6)** est un projet d'approvisionnement en eau pour la ville d'Ambovombe, la principale ville de la zone, par la source d'eau potable stable d'Antanimora après traitement. Bien que l'environnement naturel rende l'approvisionnement en eau possible par écoulement naturel, il faudra pourtant un système de canalisation de 60 km environ. Pour cette raison, la période d'exécution sera de 3 ans environ, et les travaux à court terme sont prévus (2008-2010). Le système d'approvisionnement est de taille moyenne (1,3 milliard de yens), les bénéficiaires ont été estimés à environ 85.000 habitants, le coût d'investissement par bénéficiaire à 15.000 yens/personne, le prix de la vente d'eau incluant les frais d'exploitation à 35 Ar/seau de 13 l, ce qui permet une large contribution pour l'amélioration à partir de l'actuelle prix de 100 Ar/seau de 13 l.

Les plans **(D1 - D6)**, ont été formulé en supposant que le prix de l'eau est moindre par rapport au prix actuelle de 100 Ar/seau de 13 l tout en considérant le coût de renouvellement des installations pour l'exploitation et la maintenance durable; ces propositions ont été établies dans le but d'assurer la possibilité d'une autonomie de gestion (pour obtenir une rentabilité indépendante). Dans cet optique, il est important de renforcer le système d'exploitation maintenance en réalisant sérieusement les points de vue ci-dessus pour l'exécution de chaque proposition. Pour le système d'exploitation, il existe des options notamment la

continuation des travaux de l'AES et l'établissement d'une organisation privée (privatisée). D'après les résultats d'études on considère que la réorganisation et le renforcement de l'organisation en utilisant l'expérience actuelle de l'AES qui a étudié l'ensemble des problèmes d'eau dans la zone d'étude. Pour cela, il est nécessaire d'exécuter le plan d'urgence (2007) (**D1**), et simultanément commencer la coopération technique (**S1**) du projet pour soutenir la gestion technique de l'AES, et s'engager dans l'amélioration de la gestion en utilisant efficacement le revenu de l'eau obtenu par l'approvisionnement en eau de la ville d'Ambovombe. De plus, le détail la proposition d'exécution concrète de (**D4**) doit être discuté en détail avec MEM en vue de la concrétisation du projet d'amélioration de l'approvisionnement en eau de la zone concernée après 2008. Ce programme sera promu à travers les relations actives de coopération avec les organisations en œuvre dans la région, par exemple les collectivités locales, l'UE et la Banque africaine de développement ainsi que les ONG. La collaboration avec d'autres projets mis en œuvre dans la zone d'étude et le programme de soutien technique (**S1**, **S2** et **S3**) combiné à une gestion globale sont requis. Le MEM a achevé le Mini-Pipe (Amboasary-Sampona) et commencé l'approvisionnement en eau en novembre 2006. Pour cette raison, nous incluons un Plan alternatif additionnel (S4) comme l'assistance technique pour le prolongement du Mini-Pipe à Antaritarika dans la région côtière via Ambovombe pour l'approvisionnement en eau potable.

Concrètement, les points ci-dessous seront inclus.

- (1) Ajustement du projet d'approvisionnement en eau par canalisation d'écoulement d'eau naturel et du projet de construction de grands impluviums, et leur promotion
- (2) Soutien pour le renforcement de la gestion et de l'organisation pour l'exécution dans les bordures où les habitants sont prêts à payer l'eau (50 à 100 Ar/seau de 13 l)
- (3) Renforcement technique de l'organisation d'exploitation maintenance des 140 km de canalisations existantes entre Beloha et Tsihombe, appui pour les améliorations d'urgence
- (4) Considération de l'assistance technique pour le prolongement du Mini-Pipe (Amboasary-Sampona) comme Plan (S4)

Conditions de mise en place des impluvia: dans les Fokotany où les précipitations sont faibles ou pratiquement nulles pendant la sécheresse font l'objet de l'installation des impluvia, qui ne sont pas inclus dans le projet d'approvisionnement en eau; mais ils sont placés à une position d'urgence si d'autres installations hydrauliques ne peuvent pas être construites. Par conséquent, si le volume d'eau nécessaire tout au long de l'année ne peut pas être stocké, un impluvium par Fokotany ou un impluvium pour plusieurs Fokotany sera mis en place comme solution d'urgence temporaire.

Par ordre de priorité d'installation des impluvia, les zones éloignées de plus de 10 km d'une zone où des installations hydrauliques permanentes ou source d'eaux souterraines seront prioritaires.

- 1) Degré de priorité 1: Zone éloignée de plus de 10 km d'un réseau de canalisations ayant peu de profit sur le dernier.  
Analamary (12), Maroalopoty (43), Maroalomainty (29), Beanantara (25), Sihanamaro partie nord-ouest (17), partie nord du centre d'Ambovombe (38), soit au total 164 seront construits.
- 2) Degré de priorité 2: Zone des dunes côtière où le réseau de canalisations ne passera pas.  
Antaritarika (27), Ambazoa (15), Erada (14), Tsimananada (8), soit au total 64 seront construits.
- 3) Degré de priorité 3: Au total 53 impluvia pour 4 communes en dehors des zones remplissant les conditions ci-dessus.

Les emplacements d'installation seront sélectionnés selon la distance jusqu'à la source d'eau, en incluant les impluvia existants. Un impluvium sera installé à un maximum de 5 km de la source d'eau existante, de manière à desservir les zones sans source d'eau.

Sur la base de l'étude des points ci-dessus de l'alinéa 12, l'évaluation des propositions alternatives d'approvisionnement en eau (**D7 – D10**) concernant les impluvia est indiqué ci-dessous. La construction de grands impluvia (**D7**) est la première ordre de priorité même lors de l'étude sur les demandes au niveau des communes pour l'établissement du projet de développement réalisé en 2006, et vu que il n'y a pas d'autre source d'eau, ils sont jugés nécessaires, même s'il y a des limitations saisonnières. Mais comme l'indique le résultat de l'étude de 11 ci-dessus, leur taux de fonctionnement est faible, et il est vrai qu'en cas de fissures ou de fuites dans le réservoir de stockage, la réparation est difficile sur le plan technique et financière. Les ONG qui en construisent actuellement prévoient une durabilité d'environ 5 ans, et certaines forment même les habitants à la réparation, ou ont un programme d'intervention des habitants. Mais la réparation des fuites est très difficile. Si l'on considère les impluvia construits avec l'aide de la JICA dans les années 1980 qui sont robustes, et ont un bon taux de fonctionnement, ils doivent être construit selon les spécifications qui les rendent durable avec en béton armé de bonne qualité, même si c'est plus cher. Mais il est impossible de garantir la longévité des installations, parce qu'il y a une période pendant laquelle les réservoirs des impluviums sont vides etc., mais il faut en installer comme mesure d'urgence provisoire dans les zones où l'approvisionnement en eau sûre et stable n'est pas effectué.

Le nombre d'installations hydrauliques est de 281 comme indiqué dans l'étude de 11 ci-dessus, ce qui permet d'estimer une taille moyenne (2,8 milliards de yens), environ pour 140.000 habitants bénéficiaires, le coût d'investissement par bénéficiaire est de 20.000 yens/personne, le prix de revient de l'eau incluant les frais d'exploitation est de 100 Ar/seau de 13 l, ce qui permettra sans doute de maintenir le prix actuel et d'assurer un système d'exploitation-maintenance durable. Comme la taille est importante, il faudra les exécuter jusqu'à l'année cible finale 2015, en incluant l'appui logistique comme l'éducation sanitaire.

- 1) Degré de priorité 1: 164 unités (Fokotany) dans les zones éloignées de plus de 10 km de la canalisations ayant peu de profit sur le dernier. (2007-2010: 4 ans)
- 2) Degré de priorité 2: 64 unités (Fokotany) si l'approvisionnement en eau par canalisations ne passera pas sur la zone de dunes côtières (2011-2013: 3 ans)
- 3) Degré de priorité 3: 53 dans les 4 communes (Fokotany) en dehors des zones remplissant les conditions ci-dessus (2014-2015: 2 ans)

Le plan (**D8**) est prévu pour la construction des réservoirs d'eau de pluie dont la capacité est de 10m<sup>3</sup> en utilisant les toits des établissements publics (100m<sup>2</sup> approximativement) comme aire de réception. Ce sont des bassins construits par des ONG oeuvrant sur place lors des constructions d'écoles ou des ateliers publics, et bon nombre des usagers de ces installations les utilisent gratuitement. Pour les ONG ayant un objectif, c'est un projet facile à réaliser aussi bien sur le plan budgétaire que sur le plan technique. Les bassins sont construits simultanément avec les écoles, les hôpitaux et les établissements publics. Les systèmes d'approvisionnement en eau du projet seront installés quand les établissements publics sont construits. Basé sur les demandes des habitants, les O.N.G.S actives dans ce pays devraient construire ces systèmes en considérant la difficulté d'obtention de l'eau et la disponibilité de tels établissements publics. Par conséquent, le projet pilote sera mis en application par un projet d'assistance technique et la collaboration avec d'autres donneurs comme proposé dans le point 10 ci-dessus, et sera étendue dans la zone d'étude basée sur la confirmation de l'efficacité du projet

Le plan (**D9**) prévoit l'utilisation d'un réservoir de stockage d'eau de pluie de type HDPE, en utilisant les toits comme aire de réception. Les habitants proposent eux-mêmes la construction d'un système de collecte d'eau de pluie. L'étude sur place a montré que le taux de possession de tel réservoir est élevé chez les habitants. De plus, nombreux sont les habitations dont les toits sont en tôle galvanisée mais dépourvues d'un système de collection d'eau de pluie. En conséquence, il est nécessaire d'instruire la construction du

système de collection d'eau de pluie. Par conséquent, un projet pilote de construction 2 unités dans chaque Fokotany sera mis en oeuvre par un projet d'assistance technique et la collaboration avec d'autres donateurs comme proposé dans le point 10 ci-dessus, et sera étendue dans la zone d'étude basée sur la confirmation de l'efficacité du projet. Il faut des réservoirs de 50 m<sup>2</sup> pour les toits des habitations, des réservoirs de stockage de 5 m<sup>3</sup>, ainsi que des tôles galvanisées, gouttières et tuyaux. Le nombre d'installations hydrauliques est de 2 (1 million de yens/2 installations) pour 281 Fokotany, comme indiqué dans 11 ci-dessus, de petite taille (280 millions de yens), dont la population bénéficiaire sera d'environ 140.000 habitants, et le coût d'investissement par bénéficiaire de 2.000 yens/personne.

Le plan (**D10**) est un réservoir souterrain construit avec des bâches imperméables dans un espace de stockage artificiel souterrain en utilisant l'eau de pluie collectée à partir des canaux etc. Les travaux sont simples parce qu'une partie est en béton. Mais, l'eau doit sortir par une pompe manuelle, et le maintien de l'hygiène et la capacité de stockage ne sont pas démontrés. Il est nécessaire de construire plusieurs installations comme projet pilote pour vérifier la convenance de ce plan. Le problème est que les racines trouent et provoque une fuite dans la bâche imperméable et la pollution pénètre depuis la surface. Comme la pluie pénètre directement, et si le réservoir est construit dans une cuvette ou dans une zone où l'eau s'écoule, le volume de stockage devient plus important que la surface x volume de pénétration, et il est possible d'assurer un stockage efficace avec une petite surface. Le nombre d'installations hydrauliques est de 1 installation (3 millions de yens/2 installations) pour 281 fokontany, comme indiqué dans 11 ci-dessus, de petite taille (840 millions de yens), dont la population bénéficiaire sera d'environ 140.000 habitants, et le coût d'investissement par bénéficiaire de 6.000 yens/personne. Avec l'aide technique du projet proposée en 10 ci-dessus et la collaboration d'autres donateurs, il faudra agrandir la zone concernée après avoir vérifié l'efficacité par des réalisations pilotes. (Une étude pilote sera réalisée dans ce projet.)

Les plans (**D11** et **D12**) utilisent des stérilisants et d'antirouille pour la protection de l'eau potable et du stockage d'eau des impluvia (**D7 – D10** ci-dessus). Le problème de la région est l'absence d'eau avant l'assainissement. Comme l'éducation sanitaire doit se faire simultanément pour l'amélioration de l'approvisionnement en eau, avec l'aide technique du projet proposée en 10 ci-dessus et la collaboration d'autres donateurs, il faudra agrandir la zone concernée après avoir vérifié l'efficacité par des réalisations pilotes.

Le plan (**D13**) concerne les camions citernes. L'AES possède 5 camions citernes en fonctionnement depuis près de 10 ans et qui sont encore en état de marche aujourd'hui. Comme le prix de carburant est élevé, et que le montant de la vente de l'eau est bien plus bas que les frais, le renouvellement des camions et la maintenance continue sont bien sûr impossibles. Mais si le prix de l'eau devient stable à Ambovombe, les frais d'exploitation vont considérablement diminuer, et il sera possible de prendre des mesures d'amélioration en compressant le déficit actuel et en limitant la zone d'utilisation. Mais à long terme, même si les frais initiaux sont élevés, l'amélioration de l'approvisionnement en eau par pose de canalisations rendra le coût de l'eau et l'exploitation maintenance moins chère. Avec l'aide technique du projet proposée en 10 ci-dessus et la collaboration d'autres donateurs, il faudra étudier des propositions d'amélioration de leur service après vérification de leur efficacité.

Le plan (**D14**) est limité, mais l'application est possible dans une zone à potentiel d'eaux souterraines, dont le niveau d'eau souterraine est à 20m d'altitude environ, du nord d'Antaritarika au sud d'Ambondro. En sélectionnant des villages à faible altitude, le pompage sera possible en installant une pompe à motricité humaine de grande capacité (hauteur de pompage de 100 m dans le projet pilote). Mais comme la conductivité électrique est élevée, 10.000 µS/cm, c'est limité parce que l'eau est inutilisable pour la cuisson

du manioc. De plus, actuellement, ceux qui possèdent une charrette tirée par un bœuf n'utilisent pas l'eau du puits et vont s'approvisionner à la rivière 20 km plus loin. Bien qu'il n'y ait pas de source d'eau complète, les eaux souterraines sont très efficaces parce qu'elles ont l'effet de réduire le travail de pompage des femmes et des enfants des classes pauvres qui n'ont pas de charrette à bœuf, et fournissent de l'eau au village toute l'année alors que la rivière se tarit pendant la saison sèche.

Par conséquent, si l'approvisionnement en eau ne peut pas se faire par canalisations, on peut dire qu'il est pertinent de les développer en tant que source d'eau d'urgence pour les besoins quotidiens. Mais comme il n'y a pas de villages situés à une altitude de moins de 110 m, le nombre de villages sera limité. Un projet à long terme sera établi tout en faisant une introduction comme projet pilote.

Plan **(D15)** est un dispositif de désalement de l'eau à forte salinité, et pour l'exploitation maintenance, il faut une énergie motrice pour la compression et le remplacement des filtres etc. Dans la zone concernée, l'introduction d'une gestion technique relativement avancée de ce type au niveau du village n'est pas adaptée. De plus, comme il n'a pas été possible de vérifier totalement les eaux souterraines permettant l'obtention du volume de pompage, les sources d'eau adaptées sont très limitées. Par conséquent, l'introduction dans le projet sera faite après vérification des sources d'eau très salées dont l'utilisation semble valable.

Le plan **(D16)** est la diffusion de l'eau bouillie pour l'obtention d'une eau potable sûre. La zone concernée est une zone à faibles précipitations et de végétation rare où l'existence des bois de chauffe pour faire bouillir l'eau est aussi difficile. De plus, l'introduction du concept de bouillir l'eau dans la situation actuelle peut facilement conduire à la destruction de la végétation. Cette méthode n'est pas adaptée aux besoins d'approvisionnement en eau de cette région où l'on ne peut même pas obtenir de l'eau pendant la saison sèche. Par conséquent, l'éducation hygiénique est nécessaire comme projet pilote avec le projet d'aide technique et la collaboration avec d'autres donateurs comme proposés dans le point 10 ci-dessus et puis de les diffuser dans la zone d'étude en se basant sur la confirmation de son efficacité.

Le plan **(DM1)** est l'utilisation de la pompe manuelle; actuellement, dans le projet pilote, deux types de pompe sont utilisées, la Rope pompe et la pompe à vergnet. Si la salinité est élevée, et que la conductivité électrique dépasse 20.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , l'eau n'est pas adaptée à la boisson ou à la lessive. Mais les besoins en eau pour les usages quotidiens entre autres les cuissons, la vaisselle, la douche et le lavage des mains sont très importants. Actuellement, dans les villages où il n'existe aucune source d'eau et où l'on ne peut qu'acheter l'eau, l'obtention d'eau même pour le lavage seulement (eau pour les besoins quotidiens) aux environs de l'habitation, améliorera les conditions de vie des habitants. Mais comme les habitants n'ont pas l'habitude de prendre un bain dans leur mode de vie actuel, le degré d'utilisation de l'eau pour les besoins quotidiens est à l'étude dans le projet pilote. Dans cette étude de développement, une pompe ne sera pas installée sur les forages à forte salinité, mais si l'utilisation est possible et si les habitants utilisent l'eau, on pourra juger qu'il y a une demande. Dans l'aide technique du projet proposée en 10 ci-dessus et la collaboration d'autres donateurs, il faudra élargir la zone concernée après vérification de l'efficacité, tout en effectuant une étude pilote.

Le plan **(DM2)** est l'emploi des cuvettes, où l'eau est stockée au moment des pluies torrentielles. Comme les habitants les utilisent, il y a des possibilités d'amélioration, mais elles doivent être vérifiées dans l'étude pilote. Dans l'étude pilote, il faudra étudier la méthode d'exécution réelle à partir de la fourniture des matériaux de construction, par exemple la boue et le sable. Dans l'aide technique du projet proposée en 10 ci-dessus et la collaboration d'autres donateurs, il faudra élargir la zone concernée après vérification de l'efficacité, tout en effectuant une étude pilote.

Plan (P1) est l'introduction de l'énergie éolienne. Le secteur de cible est un secteur côtier dans lequel le vent fort souffle constamment, et il convient à un chantier de construction, mais à une région éloignée d'une zone commerciale. Mais puisque la zone est éloignée des zones commerciales, les problèmes concernant l'entretien et l'exploitation résident y compris l'achat des matériaux nécessaires à la réparation. Car le système emploie les parties mobiles telles que les rotors, c'est important de les remplacer et de les réparer. On peut penser qu'il serait bon d'obtenir l'équipement et les matériaux d'entretien, et les pièces de rechange simultanément, mais il est difficile de garder de tels équipement et matériaux pour peu de temps d'entretien par an et de maintenir le niveau technique du personnel. Dans l'aide technique du projet proposée en 10 ci-dessus et la collaboration avec d'autres donateurs, il faudra dans l'avenir l'appliquer dans la zone concernée, après vérification de l'efficacité, tout en effectuant une étude pilote.

Le plan (P2) est la micro-centrale utilisant la dénivellation de la canalisation de transport d'eau. La capacité d'électricité calculée à partir de la dénivellation de la canalisation du projet est moindre, 12 kW seulement, et les applications sont limitées. De plus, l'usage de l'électricité n'est pas généralisé, le problème d'exploitation maintenance demeure similaire au plan (D1). Dans l'aide technique du projet proposée en 10 ci-dessus et la collaboration avec d'autres donateurs, un contrôle sera nécessaire, après vérification de l'efficacité, tout en effectuant une étude pilote.

Le plan (L1) concerne la régularisation de la vente de l'eau. Actuellement, bien que les vendeurs d'eau soient enregistrés dans la ville d'Ambovombe, il n'y a pas de système de tarification. La commune n'a pas des personnels suffisant pour la gérance des permis, et le paiement d'un droit d'enregistrement sera répercuté sur les consommateurs. La vente d'eau diminue et le tarif est stable pendant la saison des pluies. Cependant, les ventes augmentent pendant la saison sèche et le prix est élevé, et si un système de tarification est appliqué, le volume d'approvisionnement en eau dans les zones rurales sera réduit, et le système peut être défavorable pour les habitants des zones rurales. Dorénavant, quand un volume d'eau suffisant sera approvisionné, il faudra faire une étude après estimation du prix de vente de l'eau et de l'approvisionnement dans des zones éloignées. Avec l'aide technique du projet proposée en 10 ci-dessus et la collaboration avec d'autres donateurs, tout en effectuant une étude pilote, on assurera des agents qui vendront de l'eau dans des villages plus éloignés de la canalisation en fournissant de l'eau sûre et stable en utilisant les vendeurs d'eau actuels, et une étude sur la base de son efficacité sur le plan légal sera nécessaire.

Le plan (L2) traite les problèmes des forages existants et les solutions pour leurs améliorations, comme suit:

- Des matières étrangères pourraient contaminer le puits à cause de l'inexistence de couvercle. Le couvercle est fabriqué avec des planches en bois, mais il existe des puits où l'installation est difficile parce que l'ouverture est endommagée. Si l'installation d'un couvercle fait défaut, est-ce l'occasion d'en obliger la construction?
- Les eaux usées des toilettes s'infiltrer dans le sol, il est fort possible que les eaux souterraines aux environs des zones à forte densité humaine soient polluées.
- Comme la lessive se fait près du puits, les eaux usées s'infiltrer et il est fort possible qu'elles reviennent au puits.

Des politiques de base pour résoudre les problèmes ci-dessus devraient être prises lors des discussions concernant la gestion sanitaire réelle et les règlements avec le MEM, les municipalités et les communes pour soutenir la proclamation et l'application des solutions d'amélioration et des règlements. Avec l'aide technique du projet proposée en 10 ci-dessus et la collaboration avec d'autres donateurs, il faudra élargir la zone concernée après vérification de l'efficacité, tout en effectuant une étude pilote.

Une partie du plan (L2) chevauche partiellement le plan (L3), mais il se focalise sur le règlement concernant la position des forages. La qualité de l'eau dans la partie sud-est d'Ambovombe est bonne, il y a très peu d'habitations actuellement, mais avec la croissance démographique future, des mesures de protection des sources d'eau concernant la pollution depuis la surface doivent être établies. De plus, dans la partie sud-est, il faut régulariser les positions des puits peu profonds où l'AES puise de l'eau et c'est pareil pour les importantes sources d'eau dans les autres endroits. Pareillement au plan (L2), on l'exigera pour soutenir la procédure auquel il faut voir quel lois doit être décrété pour la proclamation et pour l'application d'un tel règlement à travers les discussions avec MEM et les communes qui vont réellement les imposer. Par conséquent, il est nécessaire d'examiner l'application de cette législation dans la zone d'étude avec le projet d'assistance technique et les collaborations avec d'autres bailleurs comme proposé dans le point 10 ci-dessus en se basant sur la confirmation des détails du règlement ainsi que son efficacité.

Le plan (L4) s'agit du transport de l'eau dans les zones éloignées via la canalisation construite. Le transport de l'eau par les chars à boeuf dépend réellement de la motivation. L'eau peut être vendue à un prix élevé ou elle dépend des activités d'entraide mutuels et volontaires, mais l'eau n'est pas absolument fournie efficacement aux régions éloignées. Un système d'encouragement pour la promotion des ventes d'eau est exigé, par exemple, verser des ristournes sur les volumes d'eau vendus à la commune ou à une association qui s'occupe de l'eau potable. À l'avenir, ce sera nécessaire d'examiner n'importe quelle solution aux conditions d'approvisionnement en eau après la construction des canalisations ci-dessus et de mettre en application le plan comme projet pilote à travers le projet d'assistance technique avec une collaboration avec d'autres bailleurs comme proposé dans le point 10 ci-dessus et de les élargir dans la zone d'étude tout en se basant sur la confirmation de son efficacité.

Le plan (L5) est un plan de mise en œuvre du projet d'approvisionnement en eau par l'introduction du secteur privé indispensable, mais les travaux concrets et détaillés comprenant le choix des sociétés responsables ont été lents, et l'AES actuel est également une entité essentielle. Cependant, AES est en difficulté pour pouvoir continuer son exploitation vu les rapports d'activités et le cumul des déficits financiers courants, et sa gestion devrait instamment être améliorée. L'organe de contrôle MEM est sur le point de d'entamer la réforme d'AES selon la restructuration préparé par le consultant de la Banque Mondiale. Mais ils ne peuvent pas commencer l'amélioration technique en vue de l'augmentation du revenu et la réforme tarde à progresser. D'autre part, il est obligatoire que AES se reconstruit et améliore son système afin de garantir une exploitation indépendante du système d'approvisionnement en eau jusqu'à ce que les installations soient achevées sous l'exécution projet du Japonais. À cette fin, des efforts seront déployés pour l'établissement des règles d'organisation, la transparence au niveau de la comptabilité, l'établissement d'un système de contrôle, le système d'appui à l'exploitation après la construction des installations d'approvisionnement en eau. En mettant en application le projet, il est également nécessaire de recommander l'établissement des règles d'organisation ci-dessus à l'endroit de l'organe de contrôle. Basé sur ces derniers, l'amélioration de l'organisation indépendante et la durabilité de l'organisation d'exploitation d'eau seront soutenues par le projet d'assistance technique avec d'autres bailleurs comme proposé dans le point 10 ci-dessus.

L'évaluation complète sur de l'amélioration de l'approvisionnement en eau autonome et durable dans les zones les plus pauvres par un plan d'aide varié:

La zone du projet est la zone la plus pauvre de Madagascar, et en vue d'atteindre l'objectif de développement du millénaire de 2015, des mesures flexibles et rapides, répondant aux besoins locaux, sont requises pour la réduction de la pauvreté générale et en particulier face aux problèmes d'approvisionnement en eau potable, en considérant n'importe aide financier non remboursable, tel que la coopération technique, l'aide financière non remboursable pour l'assistance au développement communautaire.



Tableau 8.2.1-2 Liste des systèmes d'approvisionnement en eau dans la zone d'Étude (2/3) : Frais

No.	Coût de construction			prix de l'eau			Exploitation et Maintenance		
	coûts de construction directe	coûts de construction indirecte	+	Ar13L	Base	Ar	Base	Réparation principale	Difficulté de l'exploitation et Maintenance
D1	130million Yen			Ar30 (Yen1.7)	( Exploitation + Maintenance + coût de renouvellement )+taux de pompage	Ar27.700.000/m (Yen1.540.000/m) <sup>3</sup> 400m <sup>3</sup> /j	(coût de carburant + salaire de l'opérateur + coût de transport du carburant)	Generateur+ équipement de pompage	la difficulté est moyenne, pourtant une organisation de gestion dès que l'AES est nécessaire.
D2	130million Yen			Ar20 (Yen1.1)	( Exploitation + Maintenance + coût de renouvellement )+taux de pompage	Ar18.500.000/mois (Yen1.030.000/mois) 400m <sup>3</sup> /j	(coût de carburant + salaire de l'opérateur + coût de transport du carburant)	Équipement de pompage	la difficulté est moyenne, pourtant une organisation de gestion dès que l'AES est nécessaire.
D3	1.100million Yen			Ar30 (Yen1.7)	( Exploitation + Maintenance + coût de renouvellement )+taux de pompage	Ar27.700.000/mois (Yen1.540.000/mois) 400m <sup>3</sup> /jour	(coût de carburant + salaire de l'opérateur + coût de transport du carburant)	Generateur+ équipement de pompage	La difficulté est légèrement élevée, pourtant une organisation de gestion dès que l'AES est nécessaire.
D4	2.300million Yen			Ar25 (Yen1.4)	( Exploitation + Maintenance + coût de renouvellement )+taux de pompage	Ar40.400.000/mois (Yen2.240.000/mois) 700m <sup>3</sup> /jour	(coût de carburant + salaire de l'opérateur + coût de transport du carburant)	Onduleurs +équipement de pompage	La difficulté est de niveau moyen, pourtant une organisation de gestion dès que l'AES est nécessaire.
D5	2.300million Yen			Ar30 (Yen1.7)	( Exploitation + Maintenance + coût de renouvellement )+taux de pompage	Ar48.500.000/mois (Yen2.690.000/mois) 700m <sup>3</sup> /j	(coût de carburant + salaire de l'opérateur + coût de transport du carburant)	Generateur+équipement de pompage	La difficulté est de niveau moyen, pourtant une organisation de gestion dès que l'AES est nécessaire.
D6	1.300million Yen			Ar35(Yen1.9)	( Exploitation + Maintenance + coût de renouvellement )+taux de pompage	Ar32.300.000/mois (Yen1.790.000/mois) 400m <sup>3</sup> /jour	(coût de carburant + salaire de l'opérateur + coût de transport du carburant)	Generateur+équipement de pompage	La difficulté est de niveau moyen, pourtant une organisation de gestion dès que l'AES est nécessaire.
D7	10million Yen	30%	13million Yen	100	Période de réparation dans 15 ans, diviser le coût de réparation et le coût de la maintenance avec la quantité vendue de 360m <sup>3</sup> .	Allocation 1.584.000€/an Réparation: 314.000€/an Total: 164.000 Yen/an	-Coût de la maintenance 89.000yen/an -1.1million Yen/15ans = 74.000/an -Total: 164.000 Yen/an	- Allocation pour l'équipe de maintenance - Réparation des fissures dans le réservoir	-Le niveau de difficulté est supérieur. C'est difficile de stopper complètement les fuites même après la réparation. Dans ce cas, le contractant ne peut pas assurer la réparation à nouveau. Il est fortement possible que le paiement en avance sera gaspillé. -La priorité est de trouver un constructeur qui pourrait stopper de la construction avec entière responsabilité, mais c'est difficile d'en trouver vu la capacité dans cette zone.
D8	1million Yen	30%	1.3million Yen	83	En ajoutant le coût du main d'œuvre au coût des matériaux.	Le montant de la vente d'eau doit être proportionnel au prix mentionné ci-dessus. Les prix doivent être le même.	Réparation: 1.080.000€/an	Réparation des avaries, fissures sur les tuyaux et/ou reconstruction du rés.	-Niveau moyen. Difficile de stopper complètement les fuites, néanmoins, comme le réservoir est au niveau du sol, d'autres traitements doivent être faits. -La priorité est de trouver un constructeur qui pourrait stopper de la construction avec entière responsabilité, mais c'est difficile d'en trouver vu la capacité dans cette zone
D9	1million Yen	30%	.65million Yen	83	En ajoutant le coût du main d'œuvre au coût des matériaux.	Le montant de la vente d'eau doit être proportionnel au prix mentionné ci-dessus. Les prix doivent être le même.	Réparation: 545.000€/an	Réparation des fissures dans le réservoir	- Facile, rachat d'un nouveau réservoir. -Le transport du réservoir pourrait causer des ennuis, pourtant ce n'est pas un problème technique.
D10	10million Yen	30%	13million Yen	32	A partir du prix unitaire par m <sup>3</sup> , le coût de transport, frais de déplacement du technicien, coût des travaux, le coût de la construction et de drainage ne sont pas inclus, en supposant que ces coûts doublent le devis estimatif.	le coût de renouvellement est calculé sur une durabilité de 20ans, le montant de la vente annuelle est supposé à 360m <sup>3</sup> .		Impossible de réparer, seule la rénovation complète est possible	-Impossible de réparer
D11	NA	NA	NA	NA			Usage de l'eau 20L/jour/hab	Achat uniquement	-Déjà en vente au marché et facile à acheter.
D12	NA	NA	NA	NA			Usage de l'eau 1L/jour/hab	Achat uniquement	-Pas encore sur le marché, la première chose à faire c'est d'installer un système de vente. -Cher
D13	6.0million Yen	30%	8.5million Yen	Avec renouvellement 233Ar	Base du calcul pour des dépenses d'équipement	Transport de 18m <sup>3</sup> d'eau par jour -Distance: parcourue 250km -Réparation et coût d'entretien.	le prix de base d'un camion est de 6.57million.	carburant, réparation, entretien	-Les travaux de réparation ont été déjà fait, donc possible. -Comme les camions existants n'ont pas été remplacés, il est difficile avec la structure actuelle.
D14	Forage: 5million Yen Équipements auxiliaires: 500.000Yen Installation de la pompe: 300.000Yen Total: 5.8 million Yen	30%	7.5million Yen	6.1	coût de construction du projet du sud ouest	Indiqué dans le rapport intermédiaire. -Considération du renouvellement de la pompe. -10Liter/jour/hab	Y compris le coût de renouvellement de la pompe	-Les Produits tels que l'emballage -L'allocation du réparateur	-Écrit dans le rapport intermédiaire -L'échange des produits est possible au niveau des résidents. -Au cas où il faut élever la pompe et voir sa fonctionnalité, la personne habituée à la réparation est nécessaire. -Il est nécessaire d'avoir un réparateur et un point de vente d'accessoires.
D15					Doit être clarifié quand le plan sera effectif, après évaluation de l'essai d'exploitation			Doit être clarifié quand le plan sera effectif, après évaluation de l'essai d'exploitation	-la compréhension de la fonctionnalité de l'électricité est nécessaire. -Il est possible qu'aucune autre personne à part le fournisseur peut assurer la réparation.
D16					Doit être clarifié quand le plan sera effectif, après évaluation de l'essai d'exploitation			Doit être clarifié quand le plan sera effectif, après évaluation de l'essai d'exploitation	
DM1	Forage: 5million Yen Équipements auxiliaires: 500.000Yen Installation de la pompe: 300.000Yen Total: 5.8 million Yen	30%	7.5million Yen	6.1	coût de la construction du projet de l'ouest	Indiquer dans le rapport intermédiaire. -Considération du renouvellement de la pompe -10Liter/jour/hab	le prix du renouvellement de la pompe inclut	- Les accessoires comme les emballages - Allocation pour l'agent réparateur	-Echanges possible des pièces détachées au niveau des résidents. - Au cas où la pompe a besoin d'être enlevée pour vérification, un responsable de travaux de réparation est nécessaire. - Il est important d'avoir un technicien pour les réparations et un point de vente de pièces de rechange.
DM2					Doit être clarifié quand le Plan est dressé, après évaluation de l'essai			Doit être clarifié quand le Plan est dressé, après évaluation de l'essai	-Si les superviseurs sont attentifs, l'enlèvement des résidus dans les marais est chose facile pour les habitants.
P1					Doit être clarifié quand le Plan est dressé, après évaluation de l'essai			Doit être clarifié quand le Plan est dressé, après évaluation de l'essai	Difficile parce que ce n'est pas commun dans le pays.
P2					Doit être clarifié quand le Plan est dressé, après évaluation de l'essai			Doit être clarifié quand le Plan est dressé, après évaluation de l'essai	Difficile parce que ce n'est pas commun dans le pays.
L1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Si la quantité d'approvisionnement est assez il ne devrait y avoir aucun problème
L2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	La difficulté est sévère à moins que la pénalité soit appliquée.
L3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	La difficulté est sévère à moins que la pénalité soit appliquée.
L4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Puisqu'il y a un rapport étroit entre les vendeurs coutumiers et l'utilisation, la difficulté élevée si le nombre des vendeurs d'eau n'augmente pas.
L5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Depend du pouvoir politique du gouvernement

Tableau 8.2.1-2 Liste des systèmes d'approvisionnement en eau dans la zone d'Étude (3/3) : Evaluation

No	Avantages	Inconvénients	Autres	Position du cote Malagasy			Coopération Japonaise			Durée construction	Impact environnemental
				Resp. Org.	Auto nomie.	Durabilité	Urgence	Priorité	Subvention		
D1	Le coût d'exploitation du système d'approvisionnement en eau est plus économique que le forage (F015) est à proximité de la zone d'approvisionnement cible qui est la ville urbane d'Ambovombe. Ce plan devrait servir en tant qu'amélioration urgente de l'approvisionnement en eau, et avec une source de revenu stable, la réforme de l'AES devrait être possible.	La qualité de l'eau respecte la norme de probabilité Malagasy de 3.020 Sm, mais l'eau est pour usage domestique seulement. Le niveau statique de l'eau est à 134m trop profond pour une pompe solaire.	Une entité de gestion organisée est nécessaire. AES, l'autorité locale ou une nouvelle organisation financièrement indépendante peut être un candidat, mais doit appliquer en totalité les expériences de l'AES. D'autre part, la vente d'eau dans les zones fontaines publiques peut être confiée à des organismes privés.	AES	Haute	Haute	Haute	Haute	Haute	1an	Aucun en particulier
D2	L'utilisation de l'électricité de la JIRAMA est de moindre coût et la maintenance est plus facile qu'un moteur thermique. C'est possible dans l'immédiat d'améliorer l'approvisionnement en eau utilisant le forage (F015).	La capacité de l'énergie fournie par la JIRAMA est de 1.400kW/jour qui est insuffisante comparée à la demande, est l'électricité est instable. L'amélioration de sa situation actuelle est nécessaire.	Une négociation avec la JIRAMA (Ambovombe) concernant l'amélioration la capacité d'alimentation d'énergie est nécessaire, et une assurance sur la stabilité d'alimentation par le biais de l'organisme exécutante (MEM).	AES	Haute	Haute	Haute	Haute	Haute	1an	Aucun en particulier
D3	C'est possible de distribuer de l'eau dans les zones collées ou l'eau potable se fait gravitairement.	La qualité de l'eau est dans la norme de probabilité à Madagascar 3.000 Sm, l'eau est pour usage domestique seulement. Révision de la capacité du puits (600m <sup>3</sup> -300m <sup>3</sup> ) était exigé selon l'évaluation de la potentialité de l'eau souterraine.	Une entité comme l'AES est nécessaire pour la gestion, mais la vente au borne fontaine peut être confiée à des privés ou des communes.	AES	Haute	Haute	Haute	Haute	Haute	3ans	Suivi de la qualité de l'eau
D4	C'est possible d'approvisionner la ville d'Ambovombe et le littoral par une eau de bonne qualité et d'une manière stable. L'utilisation du système de pompage solaire réduira le coût du carburant. Le co-financement par la Banque Africaine de Développement (BAD) rendra possible la construction d'un système d'approvisionnement en eau dans la zone collée.	Peu d'années ou plus est nécessaire pour la construction, donc pas convenable à une amélioration urgente. Une mise en place de la période de construction est nécessaire. L'énergie solaire est propre mais les heures d'exploitation sont limitées à 6 heures et la capacité est également limitée à 100m <sup>3</sup> /installation.	Une entité comme l'AES est nécessaire pour la gestion, mais la vente au borne fontaine peut être confiée à des privés ou des communes.	AES	Haute	Haute	Haute	Haute	Haute	Sans	La considération de la végétation dans les zones de passage de la canalisation et le droit sur l'eau de la zone source.
D5	C'est possible d'approvisionner de l'eau de bonne qualité d'une manière stable pour la ville d'Ambovombe et la zone collée. Le moteur thermique permettra de contrôler les heures de fonctionnement pour pouvoir attendre le taux de pompage nécessaire.	Peu d'années ou plus est nécessaire pour la construction, donc pas convenable à une amélioration urgente. Une mise en place de la période de construction est nécessaire. Le prix du litre du gaz, oil en tant que source d'énergie est en forte progression en allant de A1, 740L/m <sup>3</sup> à Yen 102,3/L.	Une entité comme l'AES est nécessaire pour la gestion, mais la vente au borne fontaine peut être confiée à des privés ou des communes.	AES	Haute	Haute	Haute	Haute	Haute	5years	La considération de la végétation dans les zones de passage de la canalisation et le droit sur l'eau de la zone source.
D6	C'est possible de fournir à la ville d'Ambovombe et les villages situés le long de la canalisation de l'eau potable et stable en utilisant le système gravitaire. Avec les revenus stables l'amélioration du système de gestion opérationnel de l'AES devrait être possible.	Une canalisation de distribution de 62 km est nécessaire parce que la source est située loin de la zone à desservir.	Une entité comme l'AES est nécessaire pour la gestion, mais la vente au borne fontaine peut être confiée à des privés ou des communes.	AES	Haute	Haute	Haute	Haute	Haute	3years	La considération de la végétation dans les zones de passage de la canalisation et le droit sur l'eau de la zone source.
D7	-Certains des impuretés seront enlevées, puisque l'eau sera stockée en sous sol et scellée. -Le plastique au lieu du béton doit être le matériel de structure principale. -Difficile d'être usé puisque construit sous terre.	Si les fissures se présentent comme un trou, la réparation doit être très difficile. -Il est nécessaire que la société de construction assure les travaux de réparation. -L'agence exécutive est hésitante sur ce projet en raison des problèmes sanitaires. -Ne fonctionne pas lors des saisons sèches. C'est le cas le plus fréquent.	Ce plan ne correspond pas au besoin de l'agence exécutive, donc la considération de la politique Japonaise s'avère nécessaire. -En théorie, les travaux de réparation tous les 15 ans peut être exécuté avec un prix d'eau abordable. -Cependant, une fois les non paiements devenus des arriérés, le coût de la réparation est trop élevé pour être exécuté.	Fokontany	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	3mois/impluvium	Acquisition de terrain de 50m x 50m
D8	-Le nombre des usagers est limité et est facile à gérer. -Le réservoir de même niveau que le sol facilitera la réparation.	-Incapable d'équilibrer le nombre d'utilisateurs et la quantité utilisable.	-Equipements déjà construits, et les ONG sont en exécution. -En théorie, les travaux de réparation tous les 15 ans peut être exécuté avec un prix d'eau abordable.	Fokontany	Moyen	Bas	Bas	Bas	Bas	1mois /impluvium	Aucun en particulier
D9	-La distance à parcourir pour les gens jusqu'à la source doit être le minimum en saison de pluie. -La responsabilité au niveau de la gestion doit être claire.	-Les dépendants seront abandonnés.	-Le projet n'est pas une norme puisque le programme se focalise sur les individus. -En théorie, les travaux de réparation tous les 15 ans peut être exécuté avec un prix d'eau abordable. -La situation est identique partout la région sud, ainsi il pourrait y avoir des sentiments d'injustice si le programme se focalise sur les individus. -Cela dépend de l'intention des usagers, mais le nouveau remplacement doit être très peu.	Fokontany /résidents	Moyen	Bas	Moyen	Bas	Bas	deux mois /impluvium	Aucun en particulier
D10	-Certains des impuretés seront enlevées, puisque l'eau sera stockée en sous sol et scellée. -Le plastique au lieu du béton doit être le matériel de structure principale. -Difficile d'être usé puisque construit sous terre.	-Ne peut pas être réparé. -Pierce que l'eau ne s'infilte pas mais indolite, le fonctionnement doit être vérifié d'avance.	Doit être construits selon l'expérience japonaise.	Fokontany	Moyen	Bas	Moyen	Bas	Bas	2mois/impluvium	Acquisition de terrain
D11	Déjà sur le marché, aucune activité n'est nécessaire que pour les résidents.	Il faut continuellement verser des produits dans les réservoirs publics pour maintenir l'hygiène, ainsi se produit des pertes. Même si prouvé incontestablement qu'il ne se manifeste aucun problème de santé, le doute se plane encore.	Il y a des doutes si cela correspond aux besoins des résidents. -Une étude poussée sur les produits comme le trihalomethane est nécessaire.	Ministère de la Santé / gouvernement local	Bas	Bas	Bas	Bas	Bas	1,2 ans	Aucun en particulier
D12	-Pas de travaux de construction. -Permet de conserver l'eau plus longtemps.	-La quantité consommée est limitée parce que c'est cher. -La mise en vente n'est pas rationnelle, ainsi la distribution doit être équilibrée.	-Aucun doute si cela correspond aux besoins des résidents. -Permet la conservation de longue durée, parce que c'est cher. C'est pour un usage d'urgence seulement. -C'est souhaitable de l'utiliser avec du Sur Eau qui est bon marché.	Ministère de la Santé / gouvernement local	Bas	Bas	Bas	Bas	Bas	1,2 ans	Aucun en particulier
D13	-Aucun coût de construction ne se produit. -Dans les zones où la provision de la demande est difficile, il permet de répondre aux demandes non liées.	-Le coût du carburant est à l'heure, ainsi c'est coûteux comparés à la distribution par canalisation en ce qui concerne le coût de l'opération. -Le remplacement des camions d'urgence est nécessaire.	-Le frais de transport doit être réduit à moitié puisque le va-et-vient d'Ambovombe est réduit. -A moins que le renouvellement des camions ne soit soumis au gouvernement malagasy, les mêmes situations vont se répéter.	AES	Bas	Bas	Bas	Bas	Bas	Avec le nouveau pipeline	Aucun en particulier
D14	-C'est possible de sécuriser l'eau au point d'approvisionnement. -Pas besoin de nouvelles installations. -Certainement capable de désinfecter.	-Le filtre doit être régulièrement changé, et le prix des produits est élevé. -Pas encore distribué à Madagascar, en cas de problème il faut en trouver à l'étranger. -L'extension de la terre est un danger pour la sécurité du carburant.	-E & M plus sûre, mais la zone de couverture est moins large, et la plupart sont hors de la zone de couverture.	MEM	Moyen	Haute	Haute	Moyen	Moyen	2 semaines /forage	Aucun en particulier
D15	-C'est possible de sécuriser l'eau au point d'approvisionnement.	Pour l'abreuvement des animaux, donc l'usage est impossible.	-Bien que des fournisseurs disent que la maintenance est gratuite, en réalité son coût général rend l'opération difficile.	AES	Bas	Bas	Bas	Bas	Bas	Quelques années	Aucun en particulier
D16	-C'est possible de sécuriser l'eau au point d'approvisionnement.	-Difficile de sécuriser le carburant puisque la végétation est rare. -L'extension de la terre est un danger pour la sécurité du carburant.	-Important de sécuriser les reboisements.	Ministère de la Santé	Bas	Bas	Bas	Bas	Bas	Long terme	Engagement des arbres
DM1	-Le coût d'exploitation et de maintenance est moindre. -Pas besoin de descendre dans les falaises pour chercher de l'eau.	-Maintien à l'hygiène pas de point de vente ni un technicien réparateur. -Le coût de la nécessité de l'abaisser. -Trop salée pour être consommable. -Le goût dépend de chaque individu, elle ne peut pas être utilisée.	- Besoins d'installer quelques projets pilotes afin de voir combien c'est important. - Cette alternative peut être appliquée dans le district de Tuléar é généralement.	MEM/AES	Moyen	Moyen	Moyen	Bas	Bas	2 semaines/forage	Rien en particulier
DM2	-Exploitation et maintenance moins cher.	Pour l'abreuvement des animaux, donc l'usage est impossible.	- Les troupeaux se déplacent si les pâturages disparaissent même s'il y a de l'eau. - Incapable de maintenir l'état hygiénique, donc pas nécessaire. - La prévention des têtes n'est pas claire, donc des expériences sont nécessaires.	Commune /Résidents	Haute	Bas	Bas	Bas	Bas	Quelques années /un	dégradation de la Végétation.
P1	Fort potentiel en solaire.	L'éolienne a été déjà mise en application pour les couches aquifères peu profondes dans les années 70, mais aucun ne fonctionne.	Pas de données concernant les variations de la puissance du vent dans le district, mais le potentiel est fort dans les zones collées, et puisque la puissance de la machine a été améliorée, des rumeurs circulent quand à son implantation dans ces secteurs.	AES/MEM	Bas	Moyen	Bas	Bas	Bas	1an	Energie propre et renouvelable.
P2	Le potentiel en micro hydro électrique existe en utilisant le débit GFS.	-Il n'y a aucun autre système micro hydro-électrique dans le pays, ainsi il y a incertitude sur l'entretien et l'opération. -La construction d'un pipeline est nécessaire.	La puissance du GFS d'Aniamora et d'Ambovombe avec la longueur 62km, la différence 150m, le diamètre 300mm, le taux du débit de distribution 66m <sup>3</sup> /hr peut être calculé comme suit: P=9.800.0183m <sup>3</sup> s x (150.5)-2&Kv.	AES/MEM	Bas	Bas	Bas	Bas	Bas	1an	Energie propre et renouvelable.
L1	Le pourcentage des pauvres ayant accès à l'eau augmentera.	-La demande qui a été supprimée du coût élevé pourrait élargir, et le plan d'approvisionnement devrait être réexaminé, en cas de succès. -La motivation des vendeurs d'eau pourrait décroître qui par conséquent ne profiter plus aux résidents.	- Système d'approvisionnement existant la demande est nécessaire.	District	Moyen	Bas	Bas	Bas	Bas	1an	Rien
L2	Capable de relever la qualité de l'eau potable.	- Pour les résidents, des travaux apparaîtront, il faut reconnaître que les constructions génèrent des dépenses.	Il est probable que les résidents acceptent les conseils de l'administration, à moins d'une pénalité.	District	Bas	Bas	Bas	Bas	Bas	1an	Rien
L3	Permet de contrôler la durabilité des sources d'eaux souterraines.	- Des résidents ne profiteront pas de la régulation.	- Le contrôle du site doit être une activité principale. - Il est probable que les résidents acceptent les conseils de l'administration, à moins d'une pénalité.	District	Moyen	Haute	Haute	Haute	Haute	1an	Rien
L4	- Réduire au minimum les coûts de construction initialement élevés, et exclure les causes qui augmentent le coût d'exploitation et de maintenance. - Augmenter les chances d'emploi	- Inadéquat avec le système traditionnel d'utilisation du char à bois. - Les vendeurs d'eau sont actifs quand le prix de l'eau augmente. Par conséquent, la régularisation des vendeurs d'eau et l'inhibition du prix de l'eau est conflictuelle.	Il est probable que les résidents acceptent les conseils de l'administration, à moins d'une pénalité.	District	Moyen	Bas	Bas	Bas	Bas	1an	Rien
L5	Diminuer les dépenses inutiles, et abaisser le coût qui est durable.	Rien	Même en ce moment, les parties impliquées identifient que l'interposition politique devrait être désignée sinon on ne peut pas être réalisés.	MEM	Moyen	Haute	Haute	Haute	Moyen	Quelques années	Rien

**Tableau 8.2.1-3 Liste des plan alternatif d'approvisionnement en eau**

1/25

ID	D1	Catégorie: Installation	
Période d'exécution	Phase I (urgent) = en 1 an (2007)	Installations de type niveau II	
Source d'eau	Ambovombé Est (Mangarivotra)	Type d'eau	Eau souterraine(F015)
Zone cible	Ville d'Ambovombé	Population en 2015	40.000
Objectif principal	Approvisionner en eau pour la vie (eau pour les besoins quotidiens)		
Autour	moteur thermique (type économique) -		
Plan de l'approvisionnement en eau	2 forages profond( 8", Profondeur 150m, Débit 300m <sup>3</sup> /d x 2=600m <sup>3</sup> ) Système d'Approvisionnement en eau (pompe immergée, Générateur, réservoir de 300m <sup>3</sup> , canalisation urbaine 10km, borne fontaine publique 20)		
Coût de la construction	Coût direct de construction	¥130.000.000	¥3.250
	Coût indirect		(Coût par personne)
	Somme	¥130.000.000	¥3.250
Coût de la gestion (million Ar/mois)	Opération (carburant, manoeuvre: (30 pers à chaque))		Voir aux tableau 8.2.1-2
	Maintenance (réparation)		
	Préparation de renouvellement (remboursé en 15 ans)		
Somme	27,7		
Tarif d'eau minimum (Ar/seau 13L)	Frais de renouvellement	Y compris	Non compris
	Volumétrique	30,0-	25,0-
Durée de la construction	1 an		
Degré de difficulté de la maintenance	Normal		
Système de gestion/maintenance	Organisation de gestion	AES/AEP	
	Organisation de maintenance	AES/AEP	
	La difficulté est moyenne, pourtant une organisation de gestion clés comme l'AES est nécessaire.		
Résumé	• Le coût d'exploitation du système d'approvisionnement en eau est plus économique parce que le forage (F015) est à proximité de la zone d'approvisionnement cible qui est la ville urbaine d'Ambovombe.		
	Avantage:	• Ce plan devrait servir en tant qu'amélioration urgente de l'approvisionnement en eau, et avec une source de revenu stable, la reforme de l'AES devrait être possible.	
Inconvénient:	• La qualité de l'eau respecte la norme de potabilité Malagasy de 3.020 S/m, alors l'eau est pour l'usage domestique seulement. Le niveau statique de l'eau est à 134m trop profond pour une pompe solaire.		
Contrainte:	• Une entité de gestion organisé est nécessaire. AES, l' autorité locale ou une nouvelle organisation financièrement indépendante peut être un candidat, mais doit appliquer en totalité les expériences de l'AES. D'autre part, la vente d'eau dans les bornes fontaines publiques peut être confiée à des organisme privés.		
Impact sur l'environnement	Aucun en particulier		
Autres	Ce système a un caractère simple, il est possible de prendre des mesures immédiatement.		

**Tableau 8.2.1-3 Liste des plan alternatif d'approvisionnement en eau**

2/25

ID	D2	Catégorie: Installation	
Période d'exécution	Phase I (urgent) = en 1 an (2007)	Installations de type niveau II	
Source d'eau	Ambovombé Est (Mangarivotra)	Type de l'eau	Eau souterraine (F015)
Zone cible	Ville d'Ambovombé	Population en 2015	40.000 personnes (10litres/pers)
Objectif principal	Approvisionner en eau pour la vie (eau pour les besoins quotidiens)		
Type de l'installation	2 forages profond( 8", Profondeur 150m, Débit 300m <sup>3</sup> /d x 2=600m <sup>3</sup> ) Système d'Approvisionnement en eau (pompe immergée, Générateur, réservoir de 300m <sup>3</sup> , canalisation urbaine 10km, borne fontaine publique 20) +JIRAMA		
Plan de l'approvisionnement en eau	Identique à celui d'haut, mais concernant la source d'énergie, l'électricité de la JIRAMA doit être utilisé.		
Coût de la construction	Coût direct de construction	¥130.000.000	¥3.250
	Coût indirect		(Coût par personne)
	Somme	¥130.000.000	¥3.250
Coût de la gestion (million Ar/mois)	Opération (carburant, manoeuvre: (30 pers à chaque))		Voir aux tableau 8.2.1-2
	Maintenance (réparation)		
	Préparation de renouvellement (remboursé en 15 ans)		
	Somme	18,5	
Tarif d'eau minimum (Ar/seau 13L)	Frais de renouvellement	Y compris	Non compris
	Volumétrique	20-30	15-25
Durée de construction	1 an		
Degré de difficulté de maintenance	Normal		
Système de gestion/maintenance	Organisation de gestion	AES/AEP	
	Organisation de maintenance	AES/AEP	
	Il est possible d'améliorer l'organisation actuel de direction d'AES par recette régulier.		
Résumé	L'utilisation de l'Électricité de la JIRAMA est de moindre coût et la maintenance est plus facile qu'un moteur thermique. C'est possible dans l'immédiat d'améliorer l'approvisionnement en eau utilisant le forage (F015).		
Inconvénient:	La capacité de l'énergie fournie par la JIRAMA est de 1,400kW/jour qui est insuffisante comparée à la demande, est l'électricité est instable. L'amélioration de sa situation actuelle est nécessaire.		
Contrainte:	Une négociation avec la JIRAMA (Ambovombe) concernant l'amélioration la capacité d'alimentation d'énergie est nécessaire, et une assurance sur la stabilité d'alimentation par le biais de l'organisme exécutante (MEM).		
Impact sur l'environnement	Aucun en particulier		
Autres	<p>- Ce système a un caractère simple, il est possible de prendre des mesures immédiatement.</p> <p>- Il est possible d'adopter une système d'utilisation de l'électricité de la JIRAMA et de l'électricité de groupe électrogène.</p> <p>- Il est convient de passer à D1 programme de D2 programme ou d'employer deux systèmes en même temps.</p>		

**Tableau 8.2.1-3 Liste des plan alternatif d'approvisionnement en eau**

3/25

ID	D3	Catégorie: Installation	
Période d'exécution	Amélioration mi-courte temps=2 à 3 ans ( après l'an 2008 )	Installations de type niveau II	
Source d'eau	Ambovombé Est (Mangarivotra)	Type d'eau	Eau souterraine (F015)
Zone cible	Ville d'Ambovombé	Population en 2015	179.000 personnes (10litres/pers)
Objectif principal	Approvisionner en eau pour la vie (eau pour les besoins quotidiens)		
Type de l'installation	moteur thermique (type économique) -		
Plan de l'approvisionnement en eau	5 forages profonds( 8", profondeur 150m, Capacité 300m <sup>3</sup> /jour) installation d'approvisionnement en eau (Pompe immergée, Générateur, réservoir surélevé de 200m <sup>3</sup> , pompe de propulsion, réservoir surélevé de 100m <sup>3</sup> , réservoir de distribution de 600m <sup>3</sup> , 100m <sup>3</sup> , 50m <sup>3</sup> , 6 Km de canalisation pour transmission, canalisation de distribution de 52km, bornes fontaine 36, PE matériel de tuyauteries 20km) si, selon le résultat de la simulation des eaux souterraines prouve que la capacité est raisonnable, 10 puits sont nécessaires.		
Coût de la construction	Coût direct de la construction	¥1.100.000.000	¥6.145
	Coût indirect		(Coût par personne)
	Somme	¥1.100.000.000	¥6.145
Coût de la gestion (million Ar/mois)	Opération (carburant, manoeuvre: (30 pers à chaque))		Voir aux tableau 8.2.1-2
	Maintenance (réparation)		
	Préparation de renouvellement (remboursé en 15 ans)		
	Somme		
Tarif d'eau minimum (Ar/seau 13L)	Frais de renouvellement	Y compris	Non compris
	Volumétrique	30-40	25-35
Durée de construction	2-3 années		
Degré de difficulté de maintenance	Peu difficile		
Système de gestion/maintenance	Organisation de gestion	AES/AEP	
	Organisation de maintenance	AES/AEP	
	Il y a une tendance à augmenter le dépense de l'opération des installations à cause de l'hausse de prix du carburant.		
Résumé	C'est possible de distribuer de l'eau dans les dunes côtières où l'eau potable se fait rare. C'est possible aussi de raccourcir la canalisation et de distribuer l'eau gravitairement.		
Inconvénient:	La qualité de l'eau est dans la norme de potabilité à Madagascar 3,000 S/m, l'eau est pour l'usage domestique seulement. Révision de la capacité du puits (600m <sup>3</sup> ->300m <sup>3</sup> ) était exigé selon l'évaluation de la potentialité de l'eau souterraine.		
Contrainte:	Une entité comme l' AES est nécessaire pour la gestion, mais la vente au borne fontaine peut être confiée à des privés ou les communes.		
Impact sur l'environnement	Suivi de la qualité de l'eau		
Autres	- Il est nécessaire de mesurer la qualité et le quantité d'eau souterraine. - Il y a des possibilités de l'appui coopératif avec la Banque Africain de Développement.		

**Tableau 8.2.1-3 Liste des plan alternatif d'approvisionnement en eau**

4/25

ID	D4	Catégorie: Installation	
Période d'exécution	Amélioration mi-courte et longue temps = 5 ans	Installations de type niveau II	
Source d'eau	Antanimora sud	Type de l'eau	Eau souterraine
Zone cible	Ville d'Ambovombé et villages dans la zone de dune maritime	Population en 2015	206.500
Objectif principal	Approvisionner en eau potable aux populations de la ville d'Ambovombé et de villages dans la zone de dune maritime		
Type de l'installation	Co-utilisation de moteur thermique (type économique) et de l'énergie solaire		
Plan de l'approvisionnement en eau	6 forages profonds ( 6", profondeur 63m, Capacité 600m <sup>3</sup> /d/forages), Installation d'approvisionnement en eau (pompes immergées, réservoir surélevé 50m <sup>3</sup> , réservoir de 800m <sup>3</sup> , 300m <sup>3</sup> x2, réservoir de distribution de 50m <sup>3</sup> x4, 100m <sup>3</sup> x5, borne fontaine 20), co-utilisation de système de pompage de moteur thermique et énergie solaire		
Installation de production de l'énergie électrique	Système de moteur énergie ( débit d'exploitation 600m <sup>3</sup> /jour/forage x 2 forage ), système de l'énergie solaire ( débit d'exploitation 100m <sup>3</sup> /jour/forage x 4 forage )		
Coût de la construction	Coût direct de construction	¥2.300.000.000	¥11.138
	Coût indirect		(Coût par personne)
	Somme	¥2.300.000.000	¥11.138
Coût de la gestion (million Ar/mois)	Opération (carburant, manoeuvre: (30 pers à chaque))		Voir aux tableau 8.2.1-2
	Maintenance (réparation)		
	Préparation de renouvellement (remboursé en 15 ans)		
	Somme	40,4	
Tarif d'eau minimum (Ar/seau 13L)	Frais de renouvellement	Y compris	Non compris
	Volumétrique	20,0-	15,0-
Durée de construction	2-3 années		
Degré de difficulté de maintenance	Normal		
Système de gestion/maintenance	Organisation de gestion	AES/AEP	
	Organisation de maintenance	AES/AEP	
	- Prévu le diminution de dépense de carburant par l'installation de système solaire de pompage		
Résumé	Avantage : Plan d'approvisionnement stable en eau potable aux populations d'Ambovombe et tous les villages de la zone de dune maritime		
Inconvénient:	Défaut : Peu d'année ou plus est nécessaire pour la construction, donc pas convenable à une amélioration urgente.		
Contrainte:	Condition limité : Ce système est effectif à approvisionner par le cour naturel de l'eau, pourtant il est nécessaire d'aider au grand coût de construction à cause de longue conduite de l'eau. (environ 120 Km)		
Impact sur l'environnement	Aucun en particulier		
Autres	- Ce système est le meilleur système d'approvisionnement en eau pour l'organe d'exécution MEM. L'approvisionnement stable en eau potable à la zone de dune maritime sera possible. - Il est possible de construire les installations par une aide de co-financement partiellement avec le Banque Afrique de Développement (BAD).		

**Tableau 8.2.1-3 Liste des plan alternatif d'approvisionnement en eau**

5/25

ID	D5	Catégorie: Installation	
Période d'exécution	Tous les temps ( Urgent, courte et moyen ) = 5 ans	Installations de type niveau II	
Source d'eau	Antanimora sud	Type de l'eau	Eau souterraine
Zone cible	Ville d'Ambovombé et villages dans la zone de dune maritime	Population en 2015	206.500
Objectif principal	Approvisionner en eau potable aux populations de la ville d'Ambovombé et de villages dans la zone de dune maritime		
Type de l'installation	Moteur thermique (type économique) -		
Plan de l'approvisionnement en eau	3 forages profonds ( 6", profondeur 65m, Capacité 600m <sup>3</sup> /d/forages), Installation d'approvisionnement en eau (pompes immergées, réservoir surélevé 50m <sup>3</sup> , réservoir de 800m <sup>3</sup> , 300m <sup>3</sup> x2, réservoir de distribution de 50m <sup>3</sup> x4, 100m <sup>3</sup> x5, borne fontaine 20)		
Installation de production de l'énergie électrique	Système de moteur énergie ( 3 sites, débit d'exploitation 600m <sup>3</sup> /jour/forage x 3 forage, 1.800m <sup>3</sup> /jour )		
Coût de la construction	Coût direct de construction	¥2.300.000.000	¥11.138
	Coût indirect		(Coût par personne)
	Somme	¥2.300.000.000	¥11.138
Coût de la gestion (million Ar/mois)	Opération (carburant, manoeuvre: (30 pers à chaque))		Voir aux tableau 8.2.1-2
	Maintenance (réparation)		
	Préparation de renouvellement (remboursé en 15 ans)		
	Somme		
Tarif d'eau minimum (Ar/seau 13L)	Frais de renouvellement	Y compris	Non compris
	Volumétrique	30,0-	25,0-
Durée de la construction	2-3 années		
Degré de difficulté de maintenance			
Système de gestion/maintenance	Organisation de gestion	AES/AEP	
	Organisation de maintenance	AES/AEP	
	Le coût de carburant est maximal pour utiliser seulement des groupe électrogène, pourtant il est possible d'opérer efficacement des installation grâce à l'utilisation de trois sources d'eau.		
Degré de difficulté de maintenance	Normal		
Résumé	Avantage : Plan d'approvisionnement stable en eau potable aux populations d'Ambovombe et tous les villages de la zone de dune maritime		
Inconvénient:	Défaut : Peu d'année ou plus est nécessaire pour la construction, donc pas convenable à une amélioration urgente. A cause de grand dépense.		
Contrainte:	Condition limité : Ce système est effectif à approvisionner par le cour naturel de l'eau, pourtant il est nécessaire d'aider au grand coût de construction à cause de longue conduite de l'eau. (environ 120 Km)		
Impact sur l'environnement	Aucun en particulier		
Autres	- Ce système est le meilleur système d'approvisionnement en eau pour l'organe d'exécution MEM. L'approvisionnement stable en eau potable à la zone de dune maritime sera possible. - Il est possible de construire les installations par une aide de co-financement partiellement avec le Banque Afrique de Développement (BAD).		

**Tableau 8.2.1-3 Liste des plan alternatif d'approvisionnement en eau**

6/25

ID	D6	Catégorie: Installation	
Période d'exécution	Cible courte (2-3 ans): l'an 2008-2010	Installations de type niveau II	
Source d'eau	Antanimora sud	Type de l'eau	Eau souterraine
Zone cible	Ville d'Ambovombé et Antanimora	Population en 2015	84.500
Objectif principal	Approvisionner en eau potable aux populations de la ville d'Ambovombé et de villages		
Type de l'installation	Moteur thermique (type économique) -		
Plan de l'approvisionnement en eau	2 forages profonds ( 8", profondeur 63m, Capacité du générateur 600m <sup>3</sup> /jour/forage), Installation (Pompes immergées, groupe électrogène, un réservoir surélevé de 150m <sup>3</sup> et 100m <sup>3</sup> ), 5 réservoir de distribution, 10 Km de tuyau de distribution urbain, 20 borne fontaine publique)		
Installation de production de l'énergie électrique	Système de moteur énergie ( 3 sites, débit d'exploitation 600m <sup>3</sup> /jour/forage x 3 forage, 1.800m <sup>3</sup> /jour )		
Coût dela construction	Coût direct de construction	¥1.300.000.000	¥15.300
	Coût indirect		(Coût par personne)
	Somme	¥1.300.000.000	¥15.300
Coût de la gestion (million Ar/mois)	Opération (carburant, manoeuvre: (30 pers à chaque))		Voir aux tableau 8.2.1-2
	Maintenance (réparation)		
	Préparation de renouvellement (remboursé en 15 ans)		
	Somme		
Tarif d'eau minimum (Ar/seau 13L)	Frais de renouvellement	Y compris	Non compris
	Volumétrique	30,0-	25,0-
Durée de construction	2-3 années		
Dégré de difficulté de maintenance	Normal		
Système de gestion/maintenance	Organisation de gestion	AES/AEP	
	Organisation de maintenance	AES/AEP	
	Il est possible de faire des activités prévu l'amélioration de l'organisation de gestion et maintenance de l'AES.		
Résumé	Avantage:	C'est possible de fournir à la ville d'Ambovombe et les villages situés le long de la canalisation de l'eau potable et stable en utilisant le système gravitaire. Avec les revenus stable l'amélioration du système de gestion opérationnel de l' AES devrait être possible.	
	Inconvénient:	Une canalisation de distribution de 62 Km est nécessaire parce que la source est située loin de la zone à desservir.	
	Contrainte:	Une entité comme l' AES est nécessaire pour la gestion, mais la vente au borne fontaine peut être confiée à des privés ou les communes.	
Impact sur l'environnement	Aucun en particulier		
Autres	Ce système a un caractère simple et efficace, pourtant il est nécessaire de prendre des mesures contre l'hausse de prix de carburant.		

**Tableau 8.2.1-3 Liste des plan alternatif d'approvisionnement en eau**

7/25

ID:	D7		Catégorie: Installation
Période d'exécution	-		Impluvium 1 / grand modèle commun
Source d'eau	Impluvium	Source d'eau	Eau de pluie
Zone cible	Fokontany n'ayant pas de puits ou d'impluviums	Population cible	281 places = environ 140,000 per.
Objectif principal	Améliorer la condition d'approvisionnement en eau durant la saison de pluie + 1 mois (Total 5 mois), s'il n'y a pas de source d'eau qu'on peut utiliser pendant toute l'année.		
Autres	Dimension ou capacité des installations = 1.000m <sup>2</sup> de l'aire de récupération de l'impluvium, 120m <sup>3</sup> de capacité de stockage		
Plan de l'approvisionnement en eau			
Coût de construction (yen)	Coût direct de construction	¥10.000.000	30% de coût direct de construction
	Coût indirect	¥3.000.000	
	Total	¥13.000.000	
Coût de gestion	Coût de fonctionnement Voir des détails aux tableau 8.2.1-2	¥163.000	
	Total	¥163.000	
Tarif d'eau minimum (Ar/seau 13L)	Volumétrique (Ariary/seau 13 litres)	100	
Durée de construction	4 mois		
Dégré de difficulté de maintenance et de gestion	Maintenance quotidienne est facile mais la réparation de réservoir est difficile.		
Système de gestion/maintenance	Organisation de gestion	CPE/Fokontany	
	Organisation de maintenance	CPE/Fokontany ou entreprise	
		- Il est difficile d'assurer le fonctionnement de réservoir à cause de façon de r éservoir et le niveau technique. C'est nécessaire de prendre des chances de pratique pour réparer des dégâts légers. Aussi c'est nécessaire de vérifier la situation de maintenance de réservoir.	
Résumé	- Excepte les travaux de réparation, ce n'est presque rein nécessaire le coût d'entretien.		
Avantage:			
Inconvénient:	- Même si on peut réparer le réservoir parfaitement, il y a du temps que le réservoir est séché, des fissures de béton sont apparus. Si les fissures sont apparus sur tous les parties de réservoir, c'est difficile de réparer les fissures parfaitement. L'assurance de sociétés qui chargent l'entretien est un problème à résoudre.		
Contrainte:	- Ce plan qui sers de l'eau pendant la saison de pluie ne correspond pas au besoin de l'agence d'exécution. - En théorie, les travaux de réparation tous les 15 ans peut être exécuté avec un prix d'eau abordable. - Cependant, une fois les non paiements deviennent des arriérés, le coût de la réparation est trop élevé pour être exécuté.		
Priorité	Bas	Quand il n'existe pas de source d'eau	
Impact sur l'environnement	Dans certaines zones des terres arables et inclinés doivent être réquisitionnés.		
Autres	- Les zones exceptées sont une zone au sud de 10 Km de canalisation et une zone de l'existence de l'eau souterrain. Donc les zones priorités sont une zone intérieure, Analamary et une zone de l'est. - L'objectif est ce que les plusieurs installation seront installés à Fokontany, les installations sont nombreuses. Pour cela ils seront construit après la décision de la zone de priorité.		

**Tableau 8.2.1-3 Liste des plan alternatif d'approvisionnement en eau**

8/25

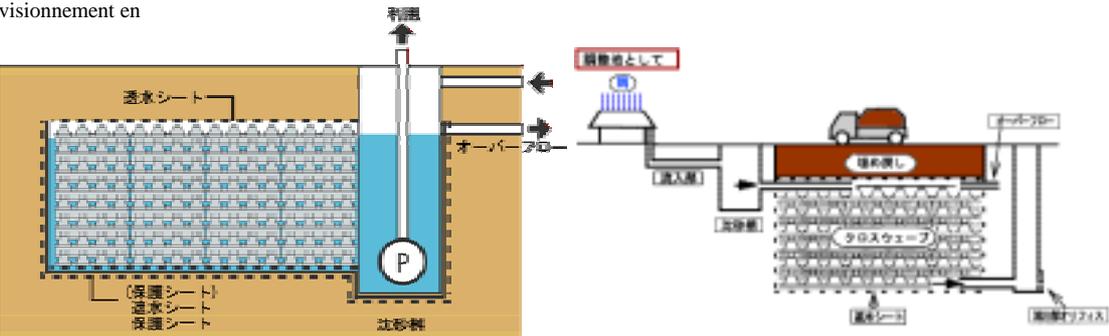
ID:	D8		Catégorie: Installation
Période d'exécution	-		Impluvium 2 / grand modèle commun
Source d'eau	Impluvium	Source d'eau	Eau de pluie
Zone cible	Cela exclut les zones là où il existe des ressources en eaux souterraines	Population cible	-
Objectif principal	Améliorer seulement l'approvisionnement en eau lors de la saison de pluie quand la source d'eau qui peut être utilisé pendant toute l'année ne peut pas être assurée + 1 mois de saison de pluie (5 mois en total)		
Autres	Dimension ou capacité des installations = 100m <sup>2</sup> de l'aire de récupération de l'impluvium, 10m <sup>3</sup> de capacité de stockage en HDPE.		
Plan de l'approvisionnement en eau			
Coût de construction (yen)	Coût direct de construction	¥10.000.000	30% de coût direct de construction
	Coût indirect	¥3.000.000	
	Total	¥13.000.000	
Coût de gestion	Coût de fonctionnement	¥65.000	5% de coût de construction
	Voir des détails aux tableau 8.2.1-2		
	Total	¥65.000	
Tarif d'eau minimum (Ar/seau 13L)	Volmétrique (Ariary/seau 13 litres)	83	
Durée de construction	1 mois		
Dégré de difficulté de maintenance et de gestion	Maintenance quotidienne est facile mais la réparation de toit et des gouttières sont fréquentes à cause de vent fort et contenu du salin.		
Système de gestion/maintenance	Organisation de gestion	CPE/particulière	
	Organisation de maintenance	CPE/particulière	
		Les installation sont entrés en possession de particulières.	
Résumé	-		
Avantage:	-		
Inconvénient:	Incapable d'équilibrer le nombre d'utilisateurs et la quantité utilisable.		
Contrainte:	- La plupart des équipements sont déjà construits. - En théorie, les travaux de réparation tous les 15 ans peut être exécuté avec un prix d'eau abordable. - Pour éviter que les habitants ne paient pas à cause de l'hausse de frais de réparation, les habitants doivent être cohérent.		
Priorité	Bas Quand il n'y a pas une source d'eau		
Impact sur l'environnement	Rien en particulier		
Autres	• C'est nécessaire de sélectionner les installations qui sont faciles à construire pour l'ONG immédiatement avant la construction aux sites candidats. • Parceque la possibilité que les autres organisations construit est haut, la nécessité de le faire par la coopération japonaise est bas.		

**Tableau 8.2.1-3 Liste des plan alternatif d'approvisionnement en eau**

9/25

ID:	D9		Catégorie: Installation
Période d'exécution	-		Impluvium 3 / petit modèle commun
Source d'eau	Impluvium	Source d'eau	Eau de pluie
Zone cible	Cela exclut les zones là où il existe des ressources en eaux	Population cible	-
Objectif principal	Améliorer seulement l'approvisionnement en eau lors de la saison de pluie quand la source d'eau qui peut être utilisé pendant toute l'année ne peut pas être assurée + 1 mois de saison de pluie (5 mois en total)		
Autres	Dimension ou capacité des installations = 50m <sup>2</sup> de l'aire de récupération de l'impluvium, 5m <sup>3</sup> de capacité de stockage en HDPE.		
Plan de l'approvisionnement en eau			
Coût de construction (yen)	Coût direct de construction	¥500.000	30% de coût direct de construction
	Coût indirect	¥150.000	
	Total	¥650.000	
Coût de gestion	Coût de fonctionnement	¥32.000	
	Voir des détails aux tableau 8.2.1-2		
	Total	¥32.000	
Tarif d'eau minimum (Ar/seau 13L)	Volumétrique (Ariary/seau 13 litres)	83	
Durée de construction	0,5 mois		
Degré de difficulté de maintenance et de gestion	Parce que la maintenance quotidienne est simple mais à cause de la force du vent la salinité est impliquée, la réparation des tôles et des gouttières apparaissent fréquemment.		
Système de gestion/maintenance	Organisation de gestion	CPE/particulière	
	Organisation de maintenance	CPE/particulière	
Résumé	<p>Avantage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· La distance à parcourir jusqu'au source pour les habitants devrait être minimum pendant la saison de pluie.</li> <li>· La responsabilité au niveau de la gestion devrait être claire.</li> </ul> <p>Inconvénient:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Les dépendants devront abandonner.</li> </ul> <p>Contrainte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· En théorie, les travaux de réparation tous les 15 ans peut être exécuté avec un prix d'eau abordable..</li> <li>· La situation est identique dans la région du sud, ainsi il pourrait y avoir des sentiments d'injustice si le programme est focalisé sur les individus.</li> <li>· Cela dépend de l'intention des usagers, mais le nouveau remplacement sera très peu.</li> </ul>		
Priorité	Bas Quand il n'y a pas une source d'eau		
Impact sur l'environnement	Rien en particulier		
Autres	La forme de village a tendance d'être composé de chaque ménage, donc il faut prioriser le village dont compte plusieurs familles.		

Tableau 8.2.1-3 Liste des plan alternatif d'approvisionnement en eau

ID:	D10		Catégorie: Installation
Période d'exécution	-		Impluvium 4 / grand modèle commun
Source d'eau	Impluvium	Source d'eau	Eau de pluie
Zone cible	Cela exclut les zones là où il existe des ressources en eaux souterraines	Population cible	281 Fokontany, une impluvium par chaque Fokontany
Objectif principal	Améliore seulement l'approvisionnement en eau lors de la saison de pluie quand la source d'eau qui peut être utilisé pendant toute l'année ne peut pas être assurée + 1 mois de saison de pluie (5 mois en total)		
Autres	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construction d'un réservoir dans le sous-sol et stockage d'eau de pluie.</li> <li>Aire de récupération 1,00m<sup>2</sup>, réservoir d'eau 120m<sup>3</sup>.</li> </ul>		
Plan de l'approvisionnement en eau			
Coût de construction (yen)	Coût direct de construction	¥10.000.000	30% de coût direct de construction
	Coût indirect	¥3.000.000	
	Total	¥13.000.000	
Coût de gestion	Coût de fonctionnement	¥650.000	
	Voir des détails aux tableau 8.2.1-2		
	Total	¥650.000	
Tarif d'eau minimum (Ar/seau 13L)	Volumétrique (Ariary/seau 13 litres)	32	
Durée de construction	4 mois		
Degré de difficulté de maintenance et de gestion	Impossible de réparer		
Système de gestion/maintenance	Organisation de gestion	CPE/Fokontany	
	Organisation de maintenance	CPE/Fokontany	
Résumé	Certaines des impuretés devront être enlevées, puisque l'eau sera stockée en sous sol et scellé.		
Avantage:			
Inconvénient:	Ne peut pas être réparé.		
Contrainte:	Si le coût de construction n'est pas cher, ce système a une avantage dont l'eau est plus hygiène que l'eau ramassée par toit. Pourtant, il est nécessaire de faire des études pratiques sur le place pour le qualité et quantité d'eau.		
Priorité	Bas Quand il n'y a pas une source d'eau		
Impact sur l'environnement	L'emplacement doit être réquisitionné dans certains emplacements		
Autres	-		

**Tableau 8.2.1-3 Liste des plan alternatif d'approvisionnement en eau**

11/25

ID:	D11		Catégorie: Appui sensibilisation
Période d'exécution	-		Formation de l'utilisation de chlore ( Formation hygiène )
Source d'eau	Tout sorte de source d'eau	Source d'eau	Tout sorte de source d'eau
Zone cible	Cela exclut les zones là où il existe des ressources en eaux souterraines	Population cible	232.000
Objectif principal	Éducation sanitaire concernant l'emploi de stérilisateur comme le Sûr eau.		
Autres	Éducation d'hygiène pour la prévention de la détérioration de l'eau en utilisant le Sûr eau.		
Plan de l'approvisionnement en eau			
Coût de construction	= Prix d'achat	900Ar (¥500)	Frais annuel par famille
	Total	900Ar (¥500)	
Coût de gestion	= Prix d'achat	900Ar (¥500)	Voir des détails aux tableau 8.2.1-2
	Total	900Ar (¥500)	
Tarif d'eau minimum	NA		
Durée de construction	NA		
Degré de difficulté de maintenance et de gestion	-		
Système de gestion/maintenance	Organisation de gestion	Population	
	Organisation de maintenance	Population	
Résumé	Ce produit est déjà sur le marché, c'est facile de l'acheter.		
Avantage:			
Inconvénient:	-		
Contrainte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>· A la certaine région, il y a une activité que l'utilisation pour les femmes enceintes est recommandé, mais en effet il n'y a pas assez de modèle de l'utilisation.</li> <li>· Considérant l'hygiène dans le village, ce n'est pas effective en prenant attentions à la qualité.</li> </ul>		
Priorité	Bas Quand il n'y a pas une source d'eau		
Impact sur l'environnement	Rien en particulier		
Autres	Parce que le problème dans la zone est la manque d'eau et non pas la pollution d'eau, donc le plan ne correspond pas de besoin des habitants. Il est préférable pour habitants de construire des impluviums.		

**Tableau 8.2.1-3 Liste des plan alternatif d'approvisionnement en eau**

12/25

ID:	D12		Catégorie: Appui sensibilisation
Période d'exécution	-		Formation de l'utilisation de Stérilisation/Antiseptique ( Formation hygiène )
Source d'eau	Tout sorte de source d'eau	Source d'eau	Tout sorte de source d'eau
Zone cible	Cela exclut les zones là où il existe des ressources en eaux	Population cible	232.000
Objectif principal	Prévention de la pollution de l'eau et éducation concernant l'hygiène		
Autres	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La distribution des médicaments de stérilisation d'eau et l'entretien des réseaux de ventes.</li> <li>• Guide d'éducation concernant l'hygiène.</li> </ul>		
Plan de l'approvisionnement en eau			
Coût de construction	= Prix d'achat	882,000Ar (¥49,000)	Frais annuel par famille
	Total	882,000Ar (¥49,000)	
Coût de gestion	= Prix d'achat		Voir des détails aux tableau 8.2.1-2
	Total	900Ar (¥500)	
Tarif d'eau minimum	NA		
Durée de construction	NA		
Degré de difficulté de maintenance et de gestion	-		
Système de gestion/maintenance	Organisation de gestion	Population	
	Organisation de maintenance	Population	
			• Les produits ne sont pas encore sur le marché, la première chose à faire d'instaurer un système de vente.
Résumé			
Avantage:	• Aucuns travaux de construction.		
Inconvénient:	• La quantité consommée devrait être limitée puisque c'est coûteux.		
Contrainte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il y a des doutes si cela correspond aux besoins des résidents.</li> <li>• Permet la préservation de l'eau à long terme, cependant il est seulement utilisé pour les secours car c'est coûteux.</li> <li>• Il est souhaitable d'utiliser aussi le Sûr Eau qui est bon marché.</li> </ul>		
Priorité	Bas Quand il n'y a pas une source d'eau		
Impact sur l'environnement			
Autres	Parce que le problème dans la zone est la manque d'eau et non pas la pollution d'eau, donc le plan ne correspond pas de besoin des habitants. Il est préférable pour habitants de construire des impluviums.		

**Tableau 8.2.1-3 Liste des plan alternatif d'approvisionnement en eau**

13/25

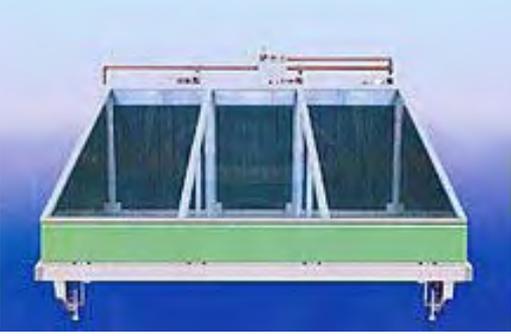
ID:	D13		Catégorie: Fourniture des équipements
Période d'exécution	-		Introduction des camions citernes
Source d'eau	Eau conduite par pipeline	Source d'eau	-
Zone cible	Cela exclut les zones là où il existe des ressources en eaux souterraines	Population cible	6m3 pour 200 familles (deux tasses de seaux)
Objectif principal	· Changer le système d'approvisionnement en eau d'Amboasary à Ambovombe.		
Autres	· Changer le système d'approvisionnement en eau Amboasary à Ambovombe. · Fourniture de camion citerne de 6m3 capacité.		
Plan de l'approvisionnement en eau			
Coût de construction	= Prix d'achat	¥6.600.000	
	Coût de gestion	¥1.980.000	
	Total	¥8.580.000	
Coût de gestion	= Prix d'achat		Voir des détails aux tableau 8.2.1-2 le coût de gestion annuel par camion
	Total	¥5.540.000	
Tarif d'eau minimum (Ar/seau 13L)	Volumétrique (Ariary/seau 13 litres)	233	
Durée de construction	six mois		
Degré de difficulté de maintenance et de gestion	· Les travaux de réparation ont été déjà fait, donc possible.		
Système de gestion/maintenance	Organisation de gestion	AES	
	Organisation de maintenance	AES	
Résumé	<p><b>Avantage:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Aucun coût de construction ne se produit.</li> <li>· Dans les zone où la prévision de la demande est difficile, il permet de répondre aux demandes non fixées.</li> <li>· Le frais de transport devrait être réduit à moitié puisque le va-et-vient d'Amboasary est réduit.</li> </ul> <p><b>Inconvénient:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Le coût du carburant est à inclure, ainsi c'est coûteux comparés à la distribution par canalisation en ce qui concerne le coût de l'opération.</li> <li>· Le remplacement des camions citernes est nécessaire.</li> </ul> <p><b>Contrainte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· A moins que le renouvellement des camions ne soit soumis au gouvernement malagasy, les même situation vont se répéter.</li> <li>· La construction d'un pipeline entre Antanimora et Ambovombe est une condition préalable.</li> <li>· Changer le système d'approvisionnement en eau Amboasary à Ambovombe.</li> <li>· Fourniture de camion citerne de 6m3 capacité.</li> </ul>		
Priorité	Bas		
Impact sur l'environnement	Aucun en particulier		
Autres	L'entretien des routes est nécessaire parce que leur état peut endommager les voitures.		

**Tableau 8.2.1-3 Liste des plan alternatif d'approvisionnement en eau**

14/25

ID:	D14		Catégorie: Installations
Période d'exécution	-		Construction des forages équipé une pompe manuelle
Source d'eau	Eau souterraine	Source d'eau	Eau souterraine
Zone cible	Imongy, Antaritarika nord, Bassin fluvial de Mananbovo	Population cible	16.000
Objectif principal	Construire le point d'eau dans la zone ou il n'y a pas de source d'eau tout l'année.		
Autres	<ul style="list-style-type: none"> <li>·HPV100 qui peut pomper de l'eau à 100m de profondeur devrait être installé dans des villages ayant une population plus de 100. A cause de la capacité de la pompe, ceux-ci seront placés dans les secteurs au-dessous de 100m.</li> <li>·Forages de 110m, équipements supplémentaires, établissement de système de ventes d'accessoires des pompes, système de travail de réparation.</li> </ul>		
Plan de l'approvisionnement en eau			
Coût de construction (yen)	Coût direct de construction	¥5.800.000	30% de coût direct de construction
	Coût indirect	¥1.740.000	
	Total	¥7.540.000	
Coût de gestion	Coût de entretien	¥47.000	
	Voir des détails aux tableau 8.2.1-2		
	Total	¥47.000	
Tarif d'eau minimum (Ar/seau 13L)	Volumétrique (Ariary/seau 13 litres)	6,1	y compris les frais de remplacement
Durée de construction	0,5 mois / unité		
Degré de difficulté de maintenance et de gestion	<ul style="list-style-type: none"> <li>·L'échange des produits est possible au niveau des résidants.</li> <li>· Au cas où il faut enlever la pompe et voir sa fonctionnalité, la personne habituée à la réparation est nécessaire.</li> <li>·Il est nécessaire d'avoir un réparateur et un point de vente d'accessoires.</li> </ul>		
Système de gestion/maintenance	Organisation de gestion	CPE	
	Organisation de maintenance	AES/CPE	
Résumé	<p>Avantage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>·Le coût de E &amp; M est au minimum.</li> </ul>		
Inconvénient:	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Présentement il n'existe pas de point de vente des pièces de rechange ni un technicien réparateur, donc il faut établir un système.</li> <li>·La salinité est forte avec CE plus de 3,000µS/m.</li> </ul>		
Contrainte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>·La salinité est forte avec CE plus de 3,000 µS/m.</li> <li>·E &amp; M plus sure, mais la zone de couverture est moins large, et la plupart sont hors de la zone de couverture.</li> </ul>		
Priorité	Moyen		
Impact sur l'environnement	Rien en particulier		
Autres			

**Tableau 8.2.1-3 Liste des plan alternatif d'approvisionnement en eau**

ID:	D15		Catégorie: Installations, équipements
Période d'exécution	-		Installation de pompe et dessalement
Source d'eau	-	Source d'eau	Eau souterraine
Zone cible	Toutes les zones où la salinité d'eau est élevé	Population cible	250.000
Objectif principal	Enlever le sel pour que l'eau soit potable		
Autres	Enlever le sel des eaux de forte salinité. Installer un système de dessalement sur les puits, réservoir d'eau surélevé, borne fontaine publique. Installer une source d'énergie solaire pour les pompes et le système de dessalement.		
Plan de l'approvisionnement en eau			
Coût de construction	Voir des détails aux tableau 8.2.1-2		
Coût de gestion			
Tarif d'eau minimum			
Durée de construction	-		
Degré de difficulté de maintenance et de gestion	<ul style="list-style-type: none"> <li>· La compréhension du fonctionnement de la technologie électrique est nécessaire.</li> <li>· Il se peut que personne à part le fournisseur peut assurer la réparation.</li> </ul>		
Système de gestion/maintenance	Organisation de gestion	AES/CPE	
	Organisation de maintenance	AES/CPE	
Résumé			
Avantage:	· Possible de préserver l'eau du point d'approvisionnement.		
Inconvénient:	· Il est nécessaire de changer le filtre et le coût des produits est exigé.		
Contrainte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Pas encore distribué à Madagascar, ainsi en cas de problème il faut en trouver à l'extérieur.</li> <li>· Malgré que certains fournisseurs assurent que c'est sans maintenance, en réalité l'équipement n'est pas si généralisé. Il montre la difficulté de l'introduction.</li> </ul>		
Priorité	Bas		
Impact sur l'environnement	Rien en particulier		
Autres			

**Tableau 8.2.1-3 Liste des plan alternatif d'approvisionnement en eau**

16/25

ID:	D16		Catégorie: Appui sensibilisation
Période d'exécution	Eau qui n'est pas saine		Formation de l'utilisation de l'eau sûreté ( Formation hygiène )
Source d'eau	Tout sorte de source d'eau	Source d'eau	Tout sorte de source d'eau
Zone cible	Toutes les zones	Population cible	230.000
Objectif principal	Vulgarisation la méthode de l'eau bouillie comme étant un moyen le plus sûr pour rendre l'eau potable.		
Autres	Faire des activités de sensibilisation et formation au Fokontany pour la stérilisation et pour étendre la méthode de l'eau bouillie en tant qu'un moyen le plus sûr pour rendre l'eau potable.		
Plan de l'approvisionnement en eau			
Coût de construction	Voir des détails aux tableau 8.2.1-2		
Coût de gestion			
Tarif d'eau minimum			
Durée de construction	-		
Dégré de difficulté de maintenance et de gestion	· C'est le travail général comme préparation de repas.		
Système de gestion/maintenance	Organisation de gestion	Ministère de la Santé	
	Organisation de maintenance	Ministère de la Santé	
		Il aura un problème pour assurer de carburant.	
Résumé	· Pas besoin de nouvelles installations.		
Avantage:	· Certainement on pourrait la désinfecter.		
Inconvénient:	· Difficile d'assurer les carburants puisque la végétation est rare.		
	· Le possibilité de l'extension de déboisement de la forêt augementtera pour avoir des carburants.		
Contrainte:	· Il est nécessaire de préserver les carburants par une façon de boisement d'eucalyptus.		
Priorité	Bas		
Impact sur l'environnement	Relier aux défrichements de la végétation		
Autres	Il est à la question de fourniture de bois, qui est combustible. Il n'est pas possible à introduire sauf si les mesures seront prises contre la question de fourniture assurée et l'influence aux environnements soit réglés.		

**Tableau 8.2.1-3 Liste des plan alternatif d'approvisionnement en eau**

17/25

ID:	DM1		Catégorie: Installations
Période d'exécution	-		Construction des forages équipé une pompe manuelle
Source d'eau	Eau souterraine	Source d'eau	Eau souterraine
Zone cible	Les zones de basse altitude le long du bord de la mer et les zones de bassins à l'est	Population cible	75Fokotany (environ 37.500 personnes )
Objectif principal	Construire le point d'eau prene dans la zone sans eau.		
Autres	<p>- En attendant l'eau de EC3,000 à 10,000µS/cm, installer des pompes manuelles puiser l'eau jusqu'à 100 mètres de profondeur. Les zones cibles sont le borde de la mer, l'altitude jusqu'à 100m et les zones de bassin altitude bas à la vallée de dune.</p> <p>· HPV100 qui peut pomper de l'eau à 100m de profondeur devrait être installé dans des villages ayant une population plus de 100. A cause de la capacité de la pompe, ceux-ci seront placés dans les secteurs au-dessous de 100m.</p> <p>· Forages de 110m, équipements supplémentaires, établissement de système de ventes d'accessoires des pompes, système de travail de réparation.</p>		
Plan de l'approvisionnement en eau			
Coût de construction (yen)	Coût direct de construction	¥5.800.000	30% de coût direct de construction
	Coût indirect	¥1.740.000	
	Total	¥7.540.000	
Coût de gestion	Coût de entretien	¥47.000	
	Voir des détails aux tableau 8.2.1-2		
	Total	¥47.000	
Tarif d'eau minimum (Ar/seau 13L)	Volumétrique (Ariary/seau 13 litres)	6,1	y compris les frais de remplacement
Durée de construction	0,5 mois / unité		
Degré de difficulté de maintenance et de gestion	<p>· L'échange des produits est possible au niveau des résidants.</p> <p>· Au cas où il faut enlever la pompe et voir sa fonctionnalité, la personne habituée à la réparation est nécessaire.</p> <p>· Il est nécessaire d'avoir un réparateur et un point de vente d'accessoires.</p>		
Système de gestion/maintenance	Organisation de gestion	CPE	
	Organisation de maintenance	AES/CPE	
Résumé	<p><b>Avantage:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Le coût d'exploitation et de maintenance est moindre.</li> <li>· Pas besoins de descendre dans les falaises pour chercher de l'eau.</li> </ul>		
	<p><b>Inconvénient:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Maintenant il n'y pas de point de vente ni un technicien réparateur, d'où la nécessité de l'établir.</li> <li>· Trop salée pour être consommable.</li> <li>· Le goût dépend de chaque individu, elle ne peut pas assuré d'être utilisée.</li> </ul>		
	<p><b>Contrainte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Besoins d'installer quelques projets pilotes afin de voir combien c'est important.</li> <li>· Cette alternative peut être appliquée dans le district de Tuléar également.</li> </ul>		
Priorité	Moyen		
Impact sur l'environnement	Rien en particulier		
Autres	C'est nécessaire de construire 10 sites pour étudier l'utilisation de villageois. Pour comparer les sites qui ont diffèrent condition et pour décider des critères de l'installation, 10 sites devrait être vérifiés.		

**Tableau 8.2.1-3 Liste des plan alternatif d'approvisionnement en eau**

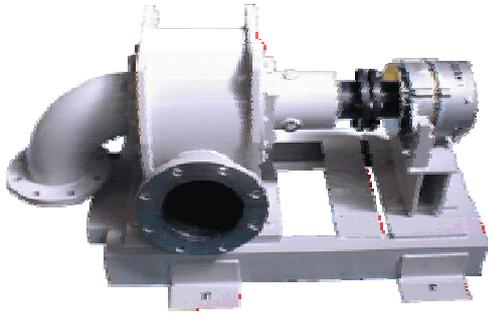
ID:	DM2		Catégorie: Installations
Période d'exécution	-		Construction des réservoirs
Source d'eau	Eau de pluie	Source d'eau	Eau de pluie
Zone cible	Seulement dans les zones côtières où les marais naturels ne se forment pas.	Population cible	16.000
Objectif principal	Dans les zones côtières, il est difficile d'obtenir de l'eau pour les animaux pendant les saisons pluvieuses car les marais et les étangs n'y sont pas formés. Étaler de la boue dans les zones de dépressions afin de pouvoir retenir de l'eau.		
Autres	Faire introduire l'argile dans le bas-fonds pour garder l'eau		
Plan de l'approvisionnement en eau			
Coût de construction (yen)	Voir des détails aux tableau 8.2.1-2		
Coût de gestion			
Tarif d'eau minimum			
Durée de construction	NA		
Degré de difficulté de maintien	· Si les superviseurs sont attentifs, l'enlèvement des résidus dans les marais est chose facile pour les habitants.		
Système de gestion/maintenance	Organisation de gestion	CPE	
	Organisation de maintenance	CPE	
		Problème d'assurer l'argile pour construction et maintenance	
Résumé	· Exploitation et maintenance moins cher.		
Avantage:	· Exploitation et maintenance moins cher.		
Inconvénient:	Pour l'abreuvement des animaux, l'usage hygiène est impossible.		
Contrainte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Les troupeaux se déplacent si les pâturages disparaissent même s'il y a de l'eau.</li> <li>· Incapacité de maintenir l'état hygiénique, donc la nécessaire diminue.</li> <li>· La prévention des fuites n'est pas claire, donc des expériences sont nécessaires.</li> </ul>		
Priorité	Bas		
Impact sur l'environnement	Rien en particulier		
Autres	C'est nécessaire de construire 10 sites pour étudier l'utilisation de villageois. Pour comparer les sites qui ont différentes conditions et pour décider des critères de l'installation, 10 sites devraient être vérifiés.		

**Tableau 8.2.1-3 Liste des plan alternatif d'approvisionnement en eau**

ID:	P1		Catégorie: Installations
Période d'exécution	-		Système d'exploitation d'eau par l'énergie é
Source d'eau	Eau souterraine	Source d'eau	Eau souterraine
Zone cible	Zone côtière et toute les zones.	Population cible	183.000
Objectif principal	Energie éolienne sera utilisée comme un moteur de pompe dans la zone d'altitude élevé à l'est et à la côtière et pour pomper l'eau souterraine de niveau d'eau.		
Autres	Il est possible que l'énergie éolienne sera utilisé avec le groupe électrogène etc..		
Plan de l'approvisionnement en eau			
Coût de construction (yen)	Voir des détails aux tableau 8.2.1-2		
Coût de gestion			
Tarif d'eau minimum			
Durée de construction	quelques mois		
Degré de difficulté de maintienan	Il n'est pas encore commune, les matériels seront importés de pays extérieurs.		
Système de gestion/maintenance	Organisation de gestion	AES/MEM	
	Organisation de maintenance	AES/MEM	
		Les techniques appropriés et l'administration disciplinée financière pour acheter des pièces sont nécessaires.	
Résumé	Fort potentiel en éolienne.		
Avantage:	C'est une façon d'avoir l'électricité face à l'idée de diminution de l'énergie.		
Inconvénient:	L'éolienne a été déjà mis en application pour les couches aquifères peu profondes dans les années 70, mais aucun ne fonctionne.		
Contrainte:	Il n'y a pas de données concernant les variations de la puissance du vent dans le district, mais le potentiel est forte dans les zones côtières, et puisque la puissance de la machine a été améliorée, des rumeurs circulent quand a son implantation dans ces secteur.		
Priorité	Bas		
Impact sur l'environnement	Rien en particulier		
Autres	C'est nécessaire d'étudier le taux de fonctionnement et la fréquence de dépannage etc..		

**Tableau 8.2.1-3 Liste des plan alternatif d'approvisionnement en eau**

20/25

ID:	P2		Catégorie: Installations
Période d'exécution	-		Système de production de l'énergie électrique par génératrice de Micro hydro-électrique ( production de l'énergie électrique en utilisant la différence d'altitude et vitesse d'un cours d'eau )
Source d'eau	Eau souterraine	Source d'eau	Eau souterraine
Zone cible	Ambovombe (refoulement, approvisionnement)	Population cible	183,000
Objectif principal	Energie micro hydro-électrique sera utilisée comme un moteur de pompe dans la zone d'altitude élevé à l'est et à la côtière et pour pomper l'eau souterraine de niveau d'eau.		
Autres	Spécifications de canalisation d'Antanimora à Ambovombe longueur:62km, différence de l'altitude:150m, diamètre de tuyau:300mm, débit d'approvisionnement:66m3/hr Puissance de génératrice: $P_{th}=9,8*0,0183m^3/sec*(150-5)=26kW$		
Plan de l'approvisionnement en eau			
Coût de construction (yen)	Voir des détails aux tableau 8.2.1-2		
Coût de gestion			
Tarif d'eau minimum			
Durée de construction	quelques mois		
Degré de difficulté de maintienan	Il n'est pas encore commune, les matériels seront importés de pays extérieurs.		
Système de gestion/maintenance	Organisation de gestion	AES/MEM	
	Organisation de maintenance	AES/MEM	
		Les techniques appropriés et l'administration disciplinée financière pour acheter des pièces sont nécessaires.	
Résumé			
Avantage:	Le potentiel en micro hydro électrique existe en utilisant le débit GFS.		
Inconvénient:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Il n'y a aucun autre système micro d'hydro-électricité dans le pays, ainsi il y a incertitude sur l'entretien et l'opé ration. La construction d'un pipeline est nécessaire.</li> <li>- L'efficacité n'augmente pas à cause de la base puissance et la limite de son application.</li> </ul>		
Contrainte:	Il y a une condition de présupposition que le construction de canalisation entre Antanimora-Ambovombe.		
Priorité	Bas		
Impact sur l'environnement	Rien en particulier		
Autres			

**Tableau 8.2.1-3 Liste des plan alternatif d'approvisionnement en eau**

21/25

ID:	L1	Catégorie: Soft(Appuis au renforcement des capacités)	
Période d'exécution	-	Stabiliser le prix de l'eau	
Type de l'eau	-	Source d'eau	-
Zone cible	Toutes les zones sans source d'eau	Population cible (2015)	252.000
Objectif principal	Stabiliser le prix de l'eau qui s'augmente quand l'eau se fait rare.		
Autres			
Plan de l'approvisionnement en eau	Tous les vendeurs d'eau qui utilisent les équipements construits par AES devraient être autorisés, et interdisent la vente de l'eau au-dessus du prix contrôlé.		
Coût de gestion	Voir a le tableaux 8.2.1-2		
Durée de construction	NA		
Degré de difficulté de maintenance	Si la quantité d'approvisionnement est assez il ne devrait y avoir aucun problème		
Système de gestion/maintenance	Organisation de gestion	District	
	Organisation de maintenance	District	
	Remarque		
Résumé	<p>Avantage: · Le pourcentage des pauvres ayant accès à l'eau augmentera.</p> <p>Inconvénient: · La demande qui a été supprimée dû au coût élevé pourrait éclater, et le plan d'approvisionnement doivent être ré examinées en cas de succès · La motivation des vendeurs d'eau pourrait décroître qui par conséquent ne profiter plus aux résidents.</p> <p>Contrainte: · Système d'approvisionnement excédant la demande est nécessaire.</p>		
Priorité	Bas		
Impact sur l'environnement	Rien		
Autres			

**Tableau 8.2.1-3 Liste des plan alternatif d'approvisionnement en eau**

22/25

ID:	L2	Catégorie: Soft(Appuis au renforcement des capacités)	
Période d'exécution	-	Proposition de conception d'un Vovo sanitaire.	
Source d'eau	Eau souterraine peu profonde	Source d'eau	Puits et vvovos existant
Zone cible	Ambovombe, Ambondro	Population cible (2015)	38.000
Objectif principal	Proposition de conception d'un Vovo sanitaire.		
Autres			
Plan de l'approvisionnement en eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Guides d'assainissement autour des puits et vovos.</li> <li>· Instructions sur le couvercle et l'environ immédiat des puits et vovos.</li> </ul>		
Coût de gestion	Voir a le tableaux 8.2.1-2		
Durée de construction	NA		
Degré de difficulté de maintienan	Difficile		
Système de gestion/maintenance	Organisation de gestion	District	
	Organisation de maintenance	District	
	Remarque		
Résumé			
Avantage:	· Capable d'amélioré la qualité de l'eau potable.		
Inconvénient:	· Pour les résidents, des travaux apparaîtront, il faut reconnaître que les constructions généreront des dépenses.		
Contrainte:	· Il y a des possibilités dont les résidents ne veulent pas accepter l'augmentation de travail.		
Priorité	Bas		
Impact sur l'environnement	Rien		
Autres	-		

**Tableau 8.2.1-3 Liste des plan alternatif d'approvisionnement en eau**

23/25

ID:	L3	Catégorie: Soft(Appuis au renforcement des capacités)	
Période d'exécution	-	Instructions sur la construction de puits et vovos et règlement sur la pollution des sources.	
Source d'eau	Eau souterraine peu profonde	Source d'eau	Puits et vovo existant
Zone cible	Toutes les zones, Ambovombe, en particulier	Population cible (2015)	38.000
Objectif principal	Proposition de conception d'un Vovo sanitaire.		
Autres			
Plan de l'approvisionnement en eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Définir une zone de source d'eau et mettre en place un règlement sur la construction des maisons.</li> <li>· Défendre l'utilisation des puits où les maladies apparaissent.</li> <li>· La pollution peut provenir du puits laissé à découvert, ainsi cela nécessite une loi sur la couverture des puits.</li> </ul>		
Coût de gestion	Voir a le tableaux 8.2.1-2		
Durée de construction	NA		
Degré de difficulté de maintenance	Difficile		
Système de gestion/maintenance	Organisation de gestion	District	
	Organisation de maintenance	District	
	Remarque		
Résumé			
Avantage:	· Permet de contrôler la durabilité des sources d'eaux souterraines.		
Inconvénient:	· Des résidents ne profiterons pas de la régulation.		
Contrainte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Les réglementations concernant l'emplacement doit être une activité principale.</li> <li>· Ca dépende si les résidents peuvent accepter.</li> </ul>		
Priorité	Bas		
Impact sur l'environnement	Rien		
Autres	· Il est peu probable que les résidents acceptent les conseils de l'administration, moyennant une pénalité.		

**Tableau 8.2.1-3 Liste des plan alternatif d'approvisionnement en eau**

24/25

ID:	L4	Catégorie: Soft(Appuis au renforcement des capacités)	
Période d'exécution	-	Régulariser les chars à bœuf pour optimiser le transport de l'eau.	
Source d'eau	AES	Source d'eau	Eau alimenté par l'AES
Zone cible	Toutes les zones, Ambovombe, en particulier	Population cible (2015)	250.000
Objective principale	Un système d'encouragement pour la promotion des ventes d'eau (les chars à bœuf) pour optimiser le transport de l'eau.		
Autres			
Plan de l'approvisionnement en eau	Tous les vendeurs d'eau qui utilisent les équipements construits par AES devraient être autorisés, et interdisent la vente de l'eau au-dessus du prix contrôlé. En outre, si l'eau doit être vendue loin, le prix de gros est escompté.		
Coût de gestion	Voir a le tableaux 8.2.1-2		
Durée de construction	-		
Degré de difficulté de maintienan	Difficile		
Système de gestion/maintenance	Organisation de gestion	District	
	Organisation de maintenance	District	
	Remarque		
Résumé	Avantage:	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Réduire au minimum les coûts de construction initialement élevé, et exclure les causes qui augmentent le coût d'exploitation et de maintenance</li> <li>· Augmenter les chances à l'emploi</li> </ul>	
	Inconvénient:	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Inadéquat avec le système traditionnel d'utilisation du char à boeuf.</li> <li>· Les vendeurs d'eau sont actifs quand le prix de l'eau augmente. Par conséquent, la régularisation des vendeurs d'eau et l'inhibition du prix de l'eau est conflictuelle.</li> </ul>	
	Contrainte:	Il est peu probable que les résidents acceptent les conseils de l'administration, à moins d'une pénalité.	
Priorité	Bas		
Impact sur l'environnement	Rien		
Autres	· Il est peu probable que les résidents acceptent les conseils de l'administration, moyennant une pénalité.		

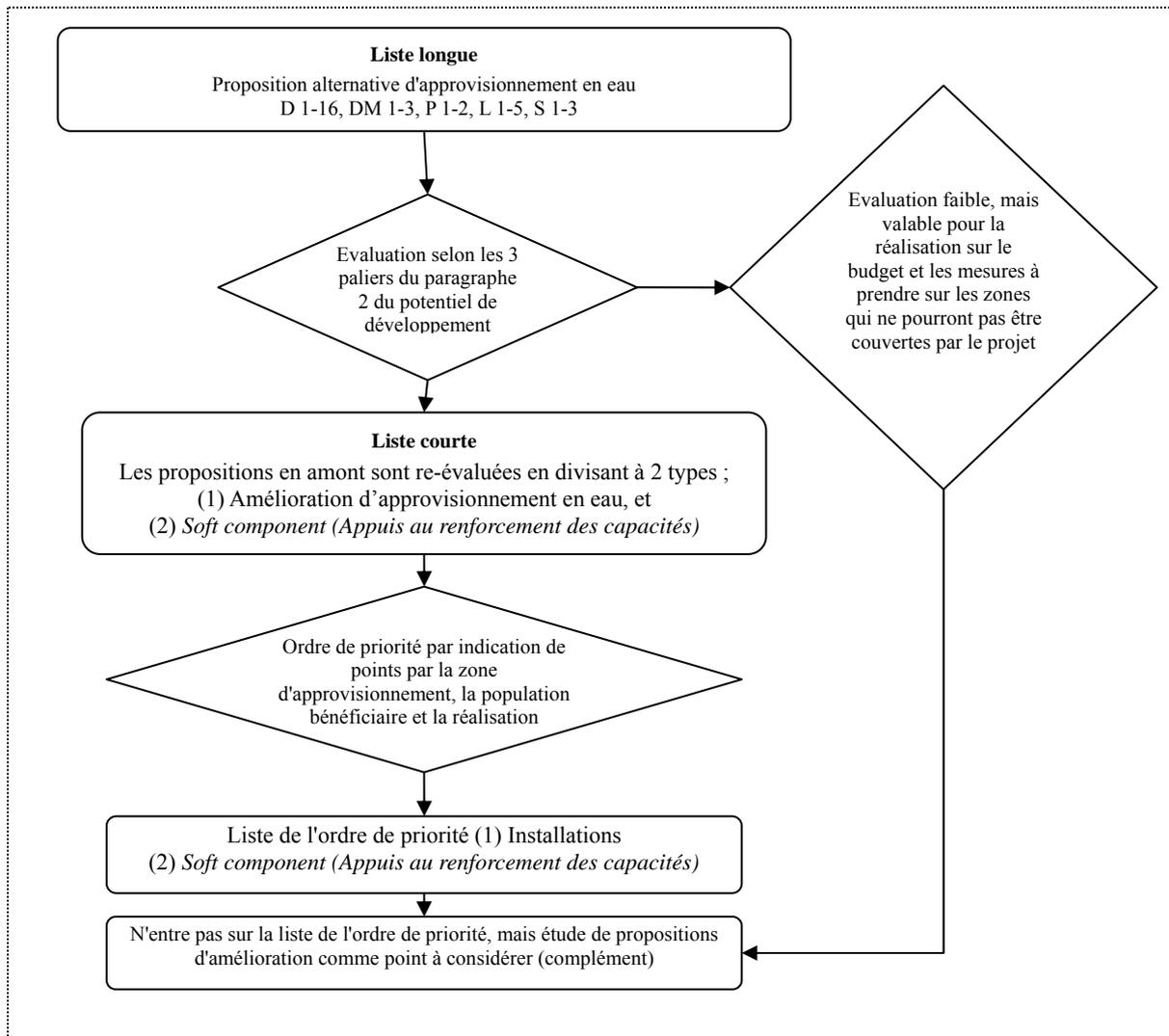
**Tableau 8.2.1-3 Liste des plan alternatif d'approvisionnement en eau**

25/25

ID:	L5	Catégorie: Soft(Appuis au renforcement des capacités)	
Période d'exécution	-	Optimiser des enregistrements pour transparence au niveau de l'AES	
Source d'eau	AES	Source d'eau	Eau alimenté par l'AES
Zone cible	-	Population cible (2015)	250.000
Objectif principal	Appuis pour renforcement d'organisation en capacité de gestion		
Autres			
Plan de l'approvisionnement en eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Compression des personnels indésirables.</li> <li>· Révéler l'état de compte (aux bailleurs et le district)</li> <li>· Assistance jusqu'à ce que la gestion du projet atteigne son objectif.</li> </ul>		
Coût de gestion	Voir a le tableaux 8.2.1-2		
Durée de construction	-		
Degré de difficulté de maintenance	Difficile, Dépend du pouvoir politique du gouvernement		
Système de gestion/maintenance	Organisation de gestion	MEM	
	Remarque		
Résumé	Diminuer les dépenses inutiles, et abaisser le coût qui est durable.		
Avantage:			
Inconvénient:	Répulsion de résidents		
Contrainte:	Même en ce moment, les parties impliquées identifient que l'interposition politique devrait être dégagée sinon ceci ne peut pas être réalisé.		
Priorité	Haute		
Impact sur l'environnement	Rien		
Autres	Malgré la difficulté pour l'introduction augmente, la priorité augment pour l'importance de la continuité et de la développement.		

### 8.2.2 Procédure de sélection des propositions alternatives

Les résultats d'étude des forages d'essai dans la zone d'étude ont montré que seule la zone d'Antanimora renferme des ressources en eaux souterraines convenables aussi bien qualitativement que quantitativement. Cependant, sur la considération de la longue liste des plans alternatifs, les ressources autres que les eaux souterraines ont été considérées dans le but d'améliorer la situation de l'approvisionnement en eau dans la zone. De l'évaluation de la longue liste, les plans alternatifs ont été raffinés à une liste courte, et par la suite mise en priorité. L'organigramme ci-dessous montre la procédure

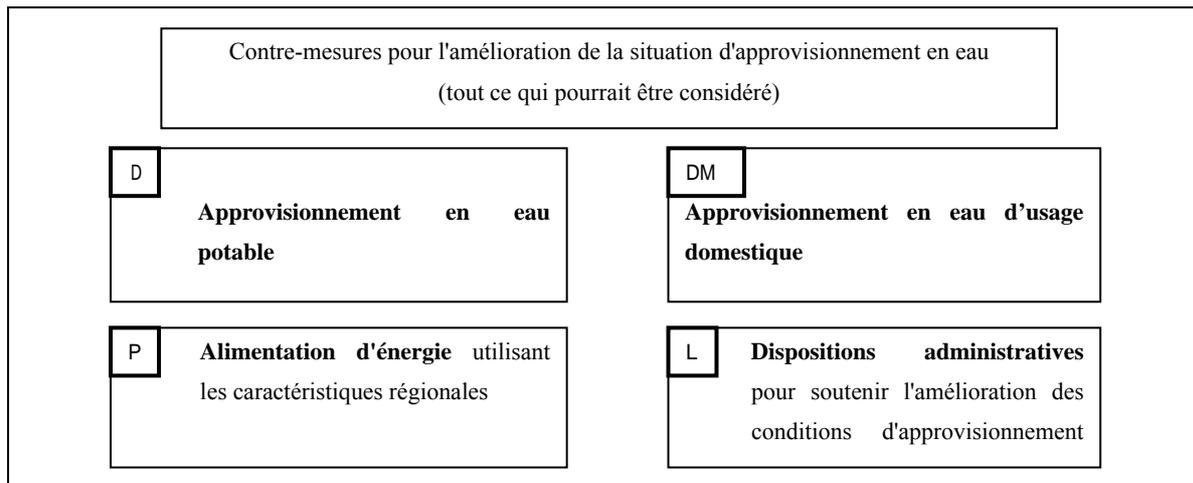


**Figure 8.2.2-1 Organigramme de la procédure de sélection des propositions d'approvisionnement en eau**

### 8.2.3 Etablissement de la liste longue

Puisque la zone d'étude fait face au problème de manque d'eau même en saison de pluie, il devrait y avoir une grande amélioration de la situation même si le système d'approvisionnement en eau se focalise sur l'usage domestique seulement (considérant la norme de qualité de l'eau à Madagascar). Ainsi, une longue liste de solutions de rechange a été considérée pour toutes les situations, ne se limitant pas à l'eau potable (considérant la norme d'OMS). En outre, l'amélioration du système d'alimentation, qui est l'une des questions importantes sur le pompage d'eau, sera également considérée en tant que des solutions de rechange. En outre, parce que l'eau utilisable est très limitée dans la zone d'étude, l'eau est exploitée et est

utilisée d'une manière désordonnée. Par conséquent, l'application des lois et des règlements est également efficace. La figure 8.x.2-1 montre la catégorisation des solutions alternatives.



**Figure 8.2.3-1 Catégorisation des plans alternatifs**

Le Tableau 8.2.3-1 donne la liste des propositions d'amélioration de l'approvisionnement en eau réalisables dans la zone concernée. Chaque plan alternatif est évalué selon la durabilité et la nécessité énumérées ci-dessous. En plus, ces propositions sont classées comme suit (1) Installations (amélioration des installations hydrauliques) ou (2) *Soft component (Appuis au renforcement des capacités)* pour déterminer l'ordre de priorité.

**Durabilité:** Capable d'utiliser et de maintenir avec les ressources nationales exclusivement, sans l'appui de tous les bailleurs après la construction. En outre, l'alternative a des effets non seulement aux conditions d'approvisionnement en eau de la zone, mais sur d'autres régions Malgaches ou sur des domaines semblables.

- Elevé: L'exploitation–maintenance est possible tant que les infrastructures de base sont construites, et l'effet économique est aussi élevé.
- Moyen: Des doutes sur l'autonomie de l'exploitation et l'entretien planent, mais les effets économiques sont élevés.
- Bas: Le soutien des bailleurs est une condition sine qua non.

**Urgence:** Il devrait y avoir un effet bénéfique pour les habitants si la réalisation est immédiate.

- Elevé: Il devrait y avoir un effet bénéfique pour la société régionale et pour l'économie.
- Moyen: il ne pourrait pas y avoir de changement sur la société régionale, mais il devrait y avoir une amélioration des conditions de vie des habitants.
- Bas: Existence d'une demande provenant de la société.

**Tableau 8.2.3-1 Plans alternatifs d'approvisionnement en eau dans la zone d'étude (Liste longue)**

	Objectif principal	Installation hydraulique	Projet d'approvisionnement en eau	Viabilité	Urgence	Installation/Soft
D1	Eau pour les besoins quotidiens (eau potable)	Installation hydraulique type AEP	Quartiers de la ville d'Ambovombe en employant la source d'eau à la banlieue d'Ambovombe. (générateur diesel) Viabilité et urgence sont élevées car la gestion/ maintenance (G/M) est facile pour AES et l'approvisionnement en eau à la ville d'Ambovombe est pour tout l'année.	Elevé	Elevé	Install.
D 2	Eau pour les besoins quotidiens (eau potable)	Installation hydraulique type AEP	Egalement pour les quartiers de la ville d'Ambovombe, avec moteur commercial de la JIRAMA assurant la force motrice Viabilité et urgence sont élevées car la gestion/ maintenance (G/M) est facile pour AES et l'approvisionnement en eau à la ville d'Ambovombe est pour tout l'année.	Elevé	Elevé	Install.
D 3	Eau pour les besoins quotidiens (eau potable)	Pipeline	Dunes côtières en employant la source d'eau à la banlieue d'Ambovombe. (générateur diesel) Viabilité et urgence sont évalués comme moyens, car AES aura besoin d'une nouvelle organisation pour G/M, et l'approvisionnement en eau à la ville d'Ambovombe et la zone côtière avec une longue pipeline qui prendra du temps pour construction avant de recevoir de l'eau potable.	Moyen	Moyen	Install.
D 4	Eau potable	Pipeline + AEP	Installation hydraulique de la ville d'Ambovombe et de la zone de dunes côtières utilisant la source d'eau (F006B) d'Antanimora (énergie solaire + générateur diesel). Viabilité et urgence sont évalués comme moyens, car AES aura besoin d'une nouvelle organisation pour G/M, et l'approvisionnement en eau à la ville d'Ambovombe et la zone côtière avec une longue pipeline qui prendra du temps pour construction avant de recevoir de l'eau potable.	Moyen	Moyen	Install.
D 5	Eau potable	Pipeline + AEP	Installation hydraulique de la ville d'Ambovombe et de la zone de dunes côtières utilisant la source d'eau (F006B) d'Antanimora (générateur diesel) Viabilité et urgence sont évalués comme moyens, car AES aura besoin d'une nouvelle organisation pour G/M, et l'approvisionnement en eau à la ville d'Ambovombe et la zone côtière avec une longue pipeline qui prendra du temps pour construction avant de recevoir de l'eau potable.	Moyen	Moyen	Install.
D 6	Eau potable	Pipeline + AEP	Installation hydraulique de la ville d'Ambovombe utilisant la source d'eau (F006B) d'Antanimora (énergie solaire + générateur diesel) Viabilité est évaluée comme moyenne, car AES aura besoin d'une nouvelle organisation pour G/M, et Urgence est élevée car l'approvisionnement en eau à la ville d'Ambovombe est dans la 1 <sup>ère</sup> étape du programme de construction.	Moyen	Elevé	Install.
D 7	Eau potable	Impluvium 1 : Grand impluvium public	Amélioration de l'approvisionnement en eau pour la saison des pluies + 1 mois (5 mois au total) Concerne un Fokotany, surface de collecte de 1000 m <sup>2</sup> , capacité du réservoir 120 m <sup>3</sup> Viabilité est évaluée basse, car la quantité d'eau est minimum. Urgence est moyenne car même si la quantité n'est pas suffisante, il y a encore la besoin pour la communauté.	Bas	Moyen	Install.
D 8	Eau potable	Impluvium 2 : Impluvium public moyen	Niveau utilisant le toit d'un établissement public, 100 m <sup>2</sup> , réservoir de 10 m <sup>3</sup> Viabilité est basse car le type d'impluvium n'est pas commun. Urgence est basse car la zone ou ce type peut être installé est limitée.	Bas	Bas	Install.
D 9	Eau potable	Impluvium 3 : Petit impluvium commun	Surface de collecte d'eau du toit d'une habitation 50 m <sup>2</sup> , réservoir de 5 m <sup>3</sup> , amélioration du toit aussi incluse. Viabilité et urgence sont évalués comme moyens, car G/M dépend des ménages privés et il besoin de l'éducation sanitaire et l'eau de pluie seulement en saison de pluie.	Moyen	Moyen	Install.

	Objectif principal	Installation hydraulique	Projet d'approvisionnement en eau	Viabilité	Urgence	Installation/Soft
D 10	Eau potable	Impluvium 4 : Grand impluvium public	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Système de stockage d'eau de pluie en créant un espace de stockage d'eau artificiel souterrain.</li> <li>• Sera construit dans les cours d'écoles proposées pour la collecte de l'eau.</li> <li>• Capacité de collecte de 1000 m<sup>2</sup>, réservoir de stockage de 120 m<sup>3</sup></li> </ul> Viabilité est évaluée basse, car la quantité d'eau est minimum. Urgence est moyenne car même si la quantité n'est pas suffisante, il y a encore la besoin pour la communauté.	Bas	Moyen	Install.
D 11	Eau potable	Education à l'emploi de produits stérilisants	Education sanitaire de stérilisation en utilisant par exemple le stérilisant Sur eau. Viabilité est évaluée basse, car il y a doute de ne pas viable en raison de coutume de la zone. Urgence est basse car le problème d'hygiène est posé en principe par la manque d'eau.	Bas	Bas	Soft
D 12	Eau potable	Education à l'emploi de produits antirouille	Education sanitaire combinant stérilisation et antirouille, et la prévention de la dégradation des réservoirs. Viabilité est évaluée basse, car il y a doute de ne pas viable en raison de coutume de la zone. Urgence est basse car le problème d'hygiène est posé en principe par la manque d'eau.	Bas	Bas	Soft
D 13	Eau potable	Camion citerne 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condition préalable de construction de la canalisation d'Antanimora à Ambovombe</li> <li>• Commutation au système ayant comme source d'eau Ambovombe au lieu d'Amboasary</li> <li>• Fourniture d'un camion citerne de 6 m<sup>3</sup></li> </ul> Viabilité est évaluée basse, car les camions citernes ont été déjà fournis mais qui n'ont pas été fonctionnels depuis longtemps. Urgence est moyenne car l'approvisionnement en eau dans la zone est nécessaire.	Bas	Moyen	Install.
D 14	Eau pour les besoins quotidiens (eau potable)	Pompe manuelle aux environs d'Antaritarika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un HPV 100 d'environ 100 m est prévu qui sera installé dans les villages de plus de 100 habitants. Sera limité aux villages de moins de 100 m d'altitude parce que la hauteur de pompage est limitée.</li> <li>• Forage de 110 m, installations auxiliaires, système d'achat de pièces de rechange de pompe, création d'un réseau de réparateurs de pompe.</li> </ul> Viabilité est moyenne et Urgence est élevée, car ce type de pompe et pièces de rechange ne sont pas communes dans la zone, mais l'approvisionnement en eau est assuré dans le village pour toute l'année.	Moyen	Elevé	Install.
D 15	Eau potable	Dispositif désalinisation d'eau	Désalement des eaux à forte densité de sel. Système comprenant forage, citerne surélevée, bornes fontaines, plus dispositif adoucisseur d'eau. Energie solaire comme force motrice pour la pompe et le dispositif adoucisseur d'eau. Viabilité est basse car le système n'est pas commun. Urgence est basse car le coût est élevé.	Bas	Bas	Install.
D 16	Eau potable	Education sanitaire pour bouillir l'eau	Diffusion de l'eau bouillie pour assurer de l'eau potable sûre. Viabilité est basse car le combustible (bois) peut être épuisé lié au manque de végétation. Urgence est basse car l'approvisionnement en eau est nécessaire avant l'éducation sanitaire.	Bas	Bas	Soft
DM1	Eau pour les besoins quotidiens	Pompe manuelle	En espérant de l'eau de CE 3.000 à 10.000 µS/cm, une pompe manuelle permettant le pompage jusqu'à 100 m a été installée. Comme la zone concernée ira jusqu'à 100m, le long de la côte sur les falaises, ou bien la zone de faible altitude des vals de dunes. Viabilité et urgence sont évalués comme moyens, car G/M n'est pas facile pour les villageois de la zone distante, mais l'eau souterraine est assuré pour toute l'année et facile à accéder dans la zone.	Moyen	Moyen	Install.

	Objectif principal	Installation hydraulique	Projet d'approvisionnement en eau	Viabilité	Urgence	Installation/Soft
DM 2	Eau pour les besoins quotidiens	Construction d'un bassin de collecte	Comme dans la zone côtière, des étangs ou marais ne se forment pas même pendant la saison des pluies, même l'eau pour le bétail manque. Il sera possible de stocker de l'eau en enduisant les creux de boue. Viabilité est moyenne car G/M est relativement facile. Urgence est basse car c'est efficace seulement en saison de pluie.	Moyen	Bas	Install.
P1	Source de force motrice	Utilisation du vent	Pompe éolienne et centrale éolienne. Viabilité est moyenne car la méthode semble prometteuse, il y a le doute de soutenir. Urgence est basse car il y a besoin de préparation préalable.	Moyen	Bas	Install.
P 2	Source de force motrice	Centrale électrique pour le pompage (micro-centrale)	Micro-centrale hydraulique utilisant la dénivellation du trajet de la canalisation et la vitesse du flux. Viabilité est basse car l'électricité est produite n'est pas importante. Urgence est basse car l'approvisionnement en eau est possible sans énergie électrique.	Bas	Bas	Install.
L1	Etablissement du règlement	Stabiliser les tarifs qui augmentent beaucoup quand l'eau manque	Un système de licence sera établi pour les vendeurs d'eau par l'AES, et il leur sera interdit de vendre au-dessus du prix réglementaire. Viabilité est basse car il n'y a aucun impact à l'économie. Urgence est basse car la construction de pipeline sera en avance.	Bas	Bas	Soft
L 2	Etablissement du règlement	Proposition de conception de vovo pour améliorer les conditions d'hygiène	<ul style="list-style-type: none"> <li>Directives pour l'hygiène aux environs des forages</li> <li>Etablissement de directives pour la margelle et le couvercle du forage.</li> </ul> Viabilité est basse car la motivation pour les constructeurs de poser le couvercle du forage est difficile en raison de coût élevé. Urgence est basse car l'approvisionnement en eau est le premier besoin.	Bas	Bas	Soft
L 3	Etablissement du règlement	Directives pour la construction des puits et la limitation des sources de pollution	<ul style="list-style-type: none"> <li>Des zones de source d'eau seront définies, et la construction d'habitations limitée.</li> <li>L'utilisation des forages sur lesquels une maladie sera apparue sera arrêtée.</li> <li>Une réglementation sera faite parce que la cause de la pollution peut être l'absence de couvercle.</li> </ul> Viabilité est basse car la capacité de l'administration de suivre aux Directives est faible. Urgence est élevée car les habitations ont tendance à être construits vers la source d'eau.	Bas	Elevé	Soft
L 4	Etablissement du règlement	Renforcement de l'efficacité du transport de l'eau par organisation des charrettes à bœuf	Un système de licence sera établi pour les vendeurs d'eau par l'AES, et il leur sera interdit de vendre au-dessus du prix réglementaire. De plus, en cas de vente à distance pour élargir les ventes, un système de contrôle après réduction sera introduit en fonction de la situation. Viabilité est moyenne car le système sera prolongé au fur et à mesure des besoins de la population. Urgence est basse car le développement des sources d'eau est le 1 <sup>er</sup> à faire.	Moyen	Bas	Soft
L 5	Etablissement du règlement	Soutien de la transparence de l'AES	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emploi du personnel capable</li> <li>Accès du public aux rapports comptables (donateurs et préfecture)</li> <li>Soutien jusqu'à ce que la gestion des installations construites dans le projet soit sur la bonne voie.</li> </ul> Viabilité est moyenne et Urgence est élevée, car la réorganisation de AES pour G/M est nécessaire mais non pas facile. AES a un système de gestion établi depuis longtemps pour divers types d'approvisionnement en eau.	Elevé	Elevé	Soft

	Objectif principal	Installation hydraulique	Projet d'approvisionnement en eau	Viabilité	Urgence	Installation/Soft
S1	Renforcement technique	Soutien de la gestion de l'AES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soutien de la gestion technique en relation avec le plan d'approvisionnement en eau qui est le point faible par la partie japonaise</li> <li>• Instructions techniques et soutien pour l'amélioration de la gestion aux gestionnaires des installations hydrauliques actuelles et pour les frais d'eau</li> </ul> Viabilité et Urgence sont élevées car le projet japonais a besoin de viabilité et formation de AES pour G/M. AES a un système de gestion établi depuis longtemps pour divers types d'approvisionnement en eau.	Elevé	Elevé	Soft
S2	Renforcement technique	Soutien de FU (instructions pour l'amélioration)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réhabilitation et Exploitation maintenance des installations hydrauliques existantes (canalisation + station d'épuration)</li> <li>• Soutien de l'approche technique générale de la gestion, y compris les points de prise d'eau dévastés par le cyclone de 2005</li> </ul> Viabilité et Urgence sont élevées car les installations existantes sont gérées par AES pour G/M depuis 10 ans. AES a un système de gestion établi depuis longtemps pour divers types d'approvisionnement en eau, mais nécessaire à réparer et réhabiliter pour réduire la consommation de carburant.	Elevé	Elevé	Soft
S3	Renforcement technique	Soutien des techniques d'utilisation de l'eau de pluie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construction d'impluviums selon les souhaits des collectivités locales et des habitants et Education sanitaire (y compris D11, D12, D16)</li> <li>• Soutien technique par appui logistique organisationnel en utilisant des ONG locales</li> <li>• Comme des ajustements sont nécessaires avec l'organisation d'exécution (MEM), exécution, suivi et vérification des effets positifs du projet pilote/ plan directeur de la construction de grands impluviums.</li> </ul> Viabilité et Urgence sont moyennes car les impluviums existants ne sont pas faciles à réhabiliter et G/M. Impluvium et/ou la collection de l'eau de pluie est seulement solution pour améliorer la condition de vie actuelle dans la zone côtière éloignée, mais le collecte d'eau n'est pas facile pour l'année.	Moyen	Moyen	Soft
S4	Assistance technique	Assistance technique pour l'utilisation du pipeline existant et du prolongement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assistance technique pour le prolongement du Mini-Pipe existant de Sampona à Antaritarika via Ambovombe</li> <li>• Suivi et évaluation de l'exploitation et de la maintenance du Mini-Pipe d'Amboasary à Sampona</li> <li>• La durabilité est une évaluation à moyen terme parce que l'exploitation du Mini-Pipe vient seulement de commencer en novembre 2006. L'exploitation durable n'est pas encore confirmée. D'autre part, la nécessité est élevée parce que la prolongation du Mini-Pipe fournira de l'eau à Ambovombe et à la région côtière par écoulement naturel de la canalisation. Comme ce plan d'alimentation en eau potable inclut aussi une seconde étape du plan D4, aussi une bonne coordination et coopération est requise d'urgence.</li> </ul>	Moyen	Elevé	Soft

#### 8.2.4 Etablissement de la liste courte

L'évaluation de chaque alternative de la longue liste peut être récapitulée dans la figure 8.2.4-1 (installation) et la figure 8.2.4-2 (soft)

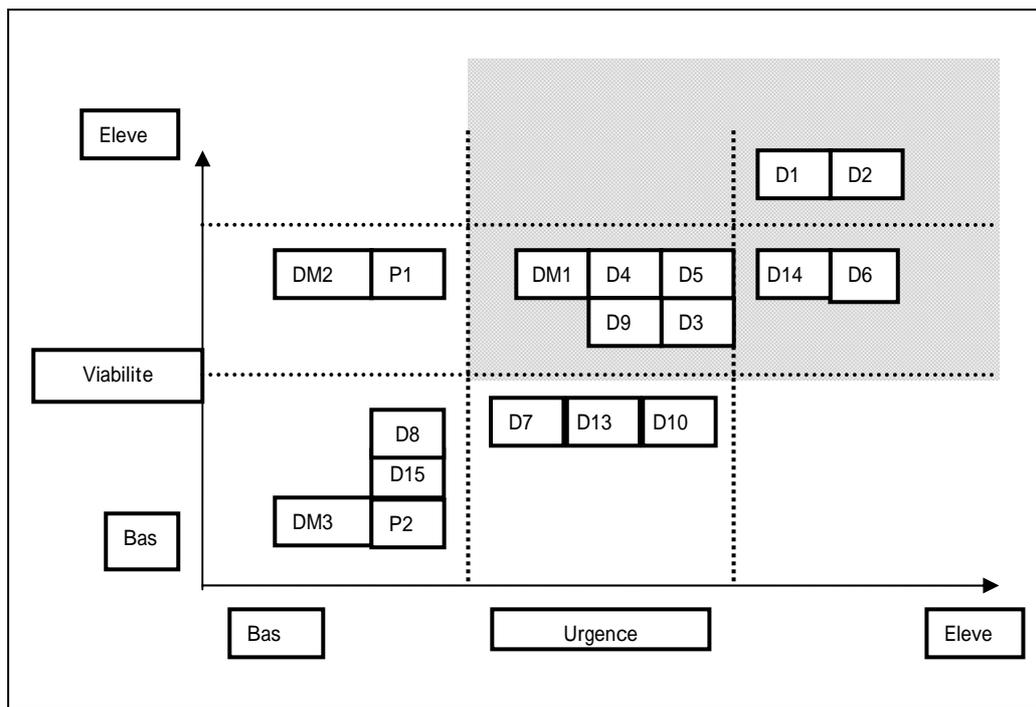


Figure 8.2.4-1 Evaluation d'une liste longue (installations)

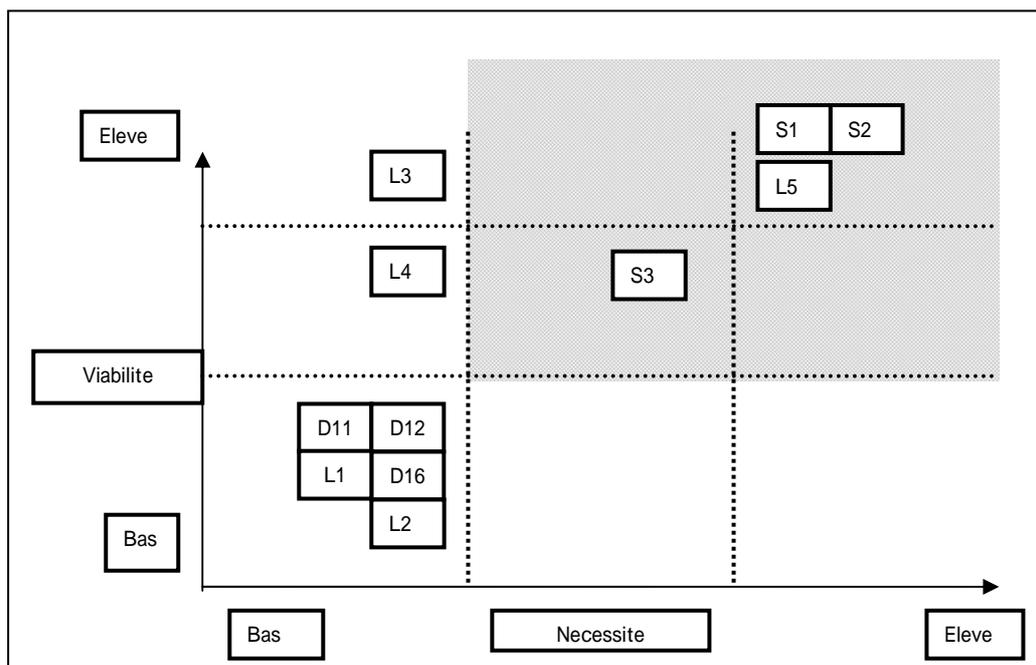


Figure 8.2.4-2 Evaluation d'une liste longue (« Soft »)

9 sur 18 plans d'installation et 4 sur 11 plans soft qui sont évalués comme étant de degré moyen ou élevé pour la durabilité et l'urgence sont portés sur la liste courte, et sont alors réévalués du point de vue plus détaillé. En outre, les plans pour la construction des impluvia (D 7, D 8, D 9), qui sont construits réellement dans la zone cible, seront analysés en tant qu'installation de considération spéciale. La liste courte est énumérée sur le tableau 8.2.4-1 (installation) et le tableau 8.2.4-2 (soft)

**Tableau 8.2.4-1 Liste des plans alternatifs sélectionnés par l'ordre de priorité  
 (Installations, Liste courte)**

	Objectif principal	Installation hydraulique	Viabilité	Urgence
D1	Eau pour les besoins quotidiens (eau potable)	Installation hydraulique type AEP	Elevé	Elevé
D 2	Eau pour les besoins quotidiens (eau potable)	Installation hydraulique type AEP	Elevé	Elevé
D 3	Eau pour les besoins quotidiens (eau potable)	Pipeline	Moyen	Moyen
D 4	Eau potable	Pipeline + AEP	Moyen	Moyen
D 5	Eau potable	Pipeline + AEP	Moyen	Moyen
D 6	Eau potable	Pipeline + AEP	Moyen	Elevé
D 9	Eau potable	Impluvium 3 : Petit impluvium commun	Moyen	Moyen
D 14	Eau pour les besoins quotidiens (eau potable)	Pompe manuelle aux environs d'Antaritarika	Moyen	Elevé
DM1	Eau pour les besoins quotidiens	Pompe manuelle	Moyen	Moyen

**Tableau 8.2.4-2 Liste des plans alternatifs sélectionnés par l'ordre de priorité  
 (Soft component, Liste courte)**

	Objectif principal	Soft component programme	Viabilité	Urgence
L 5	Etablissement du règlement	Soutien de la transparence de l'AES	Elevé	Elevé
S1	Renforcement technique	Soutien de la gestion de l'AES	Elevé	Elevé
S2	Renforcement technique	Soutien de FU (instructions pour l'amélioration)	Elevé	Elevé
S3	Renforcement technique	Soutien des techniques d'utilisation de l'eau de pluie	Moyen	Moyen
S4	Renforcement technique	Soutien des techniques d'utilisation des pipelines existants	Moyen	Elevé

### 8.2.5 Fixation de l'ordre de priorité

L'ordre de priorité est défini par le nombre total de points évalués par les critères indiqués ci-dessous. (Critères pour les installations, voir le Tableau 8.2.5-1, et critères pour Soft program, voir le Tableau 8.2.5-2.)

**Tableau 8.2.5-1 Critères d'évaluation des installations**

	Articles d'évaluation	5 points	3 points	1 points
1.	Qualité de l'eau	Eau potable (Norme OMS)	Norme Malgache	Eau pour les besoins courants seulement
2.	Portée de couverture de la zone concernée (pop.bénéficiaire)	Plus de 100.000 hab.	Plus de 10.000 hab.	Inf. ou égal à 10.000 hab.
3.	Coût de la construction par pers.	Moins de 10.000 yens	Inf. ou égal à 30.000 yens	Plus de 30.000 yens
4.	Prix de l'eau à payer (seau de 13 litres)	Moins de 50 Ar	Inf. ou égal à 100 Ar	Plus de 100 Ar
5.	Etendue de l'influence	Zone de plus de 5 km	3 km dans la zone	1 km dans la zone
6.	Système de gestion maintenance	Gestion actuelle adaptée	Amélioration nécessaire	Nouvelle organisation nécessaire
7.	Frais de gestion ordinaires	Moins de 200.000yens/mois	Inf. ou égal à 500.000 yens/mois	Plus de 500.000 yens/mois
8.	Faisabilité budgétaire	Faisable	Faisable s'il y a assez de budget	Aucune possibilité

**Tableau 8.2.5-2 Critères d'évaluation pour Soft component**

	Articles d'évaluation	5 points	3 points	1 points
1	Programme vise amélioration de la qualité d'eau ?	Eau potable (OMS)	Norme de Madagascar	Eau pour les besoins courants seuls
2	Population bénéficiaire	Plus de 100.000 hab.	Plus de 10.000 hab.	Inf. ou égal à 10.000 hab.
3.	Coût pour hygiène	Moins de 10.000 yens	Inf. ou égal à 30.000 yens	Plus de 30.000 yens
4.	Considération sur le prix d'eau profitable ?	Considération du prix d'eau	Considération de l'économie	Aucune considération
5.	Zone d'impact	Zone de plus de 5 km	3 km dans la zone	1 km dans la zone
6.	Efficacité au renforcement de l'organisation de G/M	Amélioration drastique	Amélioration	Il n'y a pas beaucoup de changement
7.	Effet conjugué avec la construction des installations	Très large	Quelques effets	Pas d'effet congugué

8.	Faisabilité et efficacité	Moins de 100 millions de yens	Moins de 500 millions de yens	Plus de 500 millions de yens
----	---------------------------	-------------------------------	-------------------------------	------------------------------

Les points correspondant à chaque plan alternatif pour installations sont les suivants.

**Tableau 8.2.5-3 Ordre de priorité sur la base de la notation (Installations)**

	Objectif principal	Installation hydraulique	Eau	Pop.	Coût	Tarif de l'eau	Influence	Système	Frais de gestion	Faisabilité	Total	Ordre de priorité
D1	Eau pour les besoins quotidiens (eau potable)	Installation hydraulique type AEP	3	3	5	5	3	3	3	5	30	2
D2	Eau pour les besoins quotidiens (eau potable)	Installation hydraulique type AEP	3	3	5	5	3	3	5	5	32	1
D3	Eau pour les besoins quotidiens (eau potable)	Pipeline	3	5	3	5	5	1	1	3	26	4
D4	Eau potable	Pipeline + AEP	5	5	3	5	5	1	5	3	32	1
D5	Eau potable	Pipeline + AEP	5	5	3	5	5	1	1	3	28	3
D6	Eau potable	Pipeline + AEP	5	3	3	5	5	1	5	3	30	2
D9	Eau potable	Impluvium 3 : Petit impluvium commun	1	1	3	1	5	5	5	5	26	4
D14	Eau pour les besoins quotidiens (eau potable)	Pompe manuelle aux environs d'Antanitarika	3	1	5	1	1	3	5	5	24	5
DM1	Eau pour les besoins quotidiens	Pompe manuelle	1	1	5	1	1	3	5	5	22	6

L'ordre de priorité est défini comme suivant.

- 1) Priorité 1: Amélioration de la qualité de l'eau pour les besoins quotidiens de 40.000 habitants environ dans la ville d'Ambovombe (**D2**). Mais l'approvisionnement en électricité par la JIRAMA est une condition nécessaire, et au cas où c'est impossible, le plan devrait être pareil à (**D1**), qui utilisera d'abord un générateur diesel, et si la capacité de l'électricité fournie par la JIRAMA s'est accrue, les coûts d'exploitation diminueront dans l'avenir.
  - > Le forage d'essai (F015) dans le banlieue sera utilisé comme source d'eau.
  - > Du point de vue qualité, ce n'est pas de l'eau potable, ce sera donc de l'eau pour les usages domestiques (normes de qualité d'eau à Madagascar).
  - > Pour l'exploitation et l'entretien, AES, avec ses expériences, sera responsable. Cependant, le renforcement au niveau technique et du point de vue gestion est nécessaire, l'effet augmentera si combiné avec de l'assistance technique tel que le prix de l'eau et le système légal (**L5, S1**)
- 2) Identique à la priorité 1: (**D4**) permettra l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable de 210.000 habitants de toute la zone comprenant la ville d'Ambovombe et les villages de la zone des dunes côtières, et sera réalisé par canalisation d'eau à écoulement d'eau naturel. Toutefois, la condition sine qua non est la réduction du coût d'exploitation par un système de pompage solaire.
- 3) Priorité 2: (**D6**) est une canalisation d'eau de système gravitationnel qui améliorera l'approvisionnement en eau d'environ 85.000 habitants de la ville d'Ambovombe et le long de la canalisation. Mais dans la proposition de pompage de l'eau souterraine par énergie thermique, la population bénéficiaire est relativement moyenne, et le coût de l'ensemble du projet doit être restreint. La canalisation d'eau

gravitationnel est la même que celle d'approvisionnement en eau jusqu'à la ville d'Ambovombe (**D4**), excluant la zone des dunes côtières.

- 4) Priorité 3: (**D5**) permettra l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable de 210.000 habitants dans toute la zone y compris la ville d'Ambovombe et les villages côtiers, et sera réalisé par canalisation de transport d'eau à écoulement naturel.  
> La différence avec (**D4**) est le système de pompage par énergie thermique.
- 5) Priorité 4: (**D3**) utilise la source d'eau en milieu rural de la ville d'Ambovombe pour approvisionner en eau la zone des dunes côtières, et permettra l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable de 180.000 habitants. L'approvisionnement en eau par un système gravitaire est la condition préalable, et le système de pompage se fera par énergie thermique.
- 6) Identique à priorité 4: (**D9**) est le système de collecte de l'eau de pluie, mais malheureusement le système ne dure pas toute l'année, il servira de contre-mesures pour les zones au delà de 10km de la canalisation de distribution d'eau où l'amélioration n'est pas prévue. Le présent plan ne sera pas réalisé indépendamment mais il doit être mis en œuvre ensemble le Plan (**S3**) y compris l'éducation sur l'hygiène et la santé.
- 7) Priorité 5 et 6: Le plan (**D14**) et (**DM1**) est l'utilisation de la pompe manuel exploitant les eaux souterraines dans la zone des dunes côtières. Un projet pilote est en cours, et même si la qualité de l'eau ne respecte pas la norme de potabilité Malgache, l'eau est nécessaire pour les usages domestiques.

Les scores du programme soft sont montrés dans le tableau ci-dessous. Quant aux plans L5 et S1, parce qu'il s'agit tous de l'assistance pour l'AES, ils doivent être marqués d'une manière égale.

**Table 8.2.5-4 Ordre de priorité sur la base de la notation (Soft component)**

	Objectif principal	Installation hydraulique	Eau	Pop.	Coût	Tarif de l'eau	Influence	Système	Frais de gestion	Faisabilité	Total	Ordre de priorité
L5	Etablissement du règlement	Soutien de la transparence de l'AES	5	3	5	5	3	5	5	3	<b>34</b>	<b>1</b>
S1	Renforcement technique	Soutien de la gestion de l'AES										
S2	Renforcement technique	Soutien de FU (instructions pour l'amélioration)	5	3	3	5	5	5	3	3	<b>31</b>	<b>2</b>
S3	Renforcement technique	Soutien des techniques d'utilisation de l'eau de pluie Assistance technique pour la prolongation du Mini-Pipeline existant	3	3	3	5	3	3	5	5	<b>30</b>	3
S4	Assistance technique	Assistance technique pour la prolongation du Mini-Pipeline existant	5	5	3	3	5	3	3	3	<b>30</b>	3

### 8.2.6 Evaluation générale et autres points à considérer

#### (1) General

D'après le résultat d'évaluation, l'amélioration de l'approvisionnement en eau pour les besoins quotidiens, et la mise en œuvre du plan **D1** et **D2** est le plus prioritaire, et si le Soft program **L1** et **S1** sont exécutés simultanément, l'approvisionnement s'améliorera sûrement. Cependant pour l'amélioration de la situation d'approvisionnement en eau potable, l'exécution de **D4** est nécessaire. En fait, toute exécution dépend du financement et si l'Organe exécutif (MEM) ou les bailleurs de fonds tel que le Gouvernement Japonais disposent un budget suffisant de pour l'exécution, les plans **D4** et **L1**, **S1** doivent être exécutés. En plus, la réhabilitation des installations existantes (**S2**) et le renforcement technique du système de collecte d'eau de pluie suivi de l'éducation sur l'hygiène et santé (**S3**) doit être également exécuté d'urgence. Une assistance technique additionnelle (S4) est requise d'urgence parce que l'approvisionnement en eau par le Mini-Pipe d'Amboasary à Sampona a commencé en novembre 2006. La prolongation du Mini-Pipe fournira de l'eau potable par écoulement naturel à Antaritrika dans la région côtière via Ambovombe.

Actuellement, la réforme d'AES, qui est le responsable d'approvisionnement en eau dans cette zone, est en cours. Par conséquent, si le renforcement technique d'AES, en termes de gestion et exploitation des installations d'approvisionnement en eau comprenant le système de tarification de l'eau, peut être fait simultanément, et l'effet de l'amélioration sera encore plus grand (plans **L5**, **S1**). Selon les résultats d'analyse du rapport annuel d'AES en 2005, les ventes de l'eau, qui est l'une des sources de revenu importantes, dont la moyenne est seulement de 100m<sup>3</sup>/jour (pipeline:7m<sup>3</sup>/jour, les camions citernes d'eau d'Ambovombe:20m<sup>3</sup> et les centres AEP 73m<sup>3</sup>/jour). On a assumé que les ventes d'eau prévues dans le cadre de l'aide non remboursable par le Gouvernement Japonais sont 200m<sup>3</sup>/jour. Ainsi, le rétablissement des ventes d'eau comme étant la source de revenu est une condition préalable à l'amélioration de la gestion qui ne peut pas être réalisé avec la compression de la main d'oeuvre seulement. Par conséquent, il faut

construire à nouveau ou effectuer des travaux de réparation de l'installation existante (Suivi) pour assurer assez de revenu (**S2**). Les plans **D1** et **D2**, qui peuvent être construits avec peu d'argent, permettent les ventes d'eau de 400m<sup>3</sup>/jour en moyenne pour la commune d'Ambovombe et ses périphéries.

La considération d'autres plans y compris ceux qui ont été exclus de la liste courte, en tenant compte des actions de la Banque Africaine de Développement et l'état des installations construites par les Japonais, est montré ci-dessous :

(1) Si l'établissement de l'organisation de gestion est en cours

1) Proposition 1 à considérer: installation d'une pompe manuelle ayant pour objectif l'approvisionnement en eau pour usage domestique tel que (**D14, DM1**)

> Mais la zone convenable est limitée

2) Proposition 2 à considérer: L'aide sur la technologie d'utilisation d'eau de pluie aussi bien que les règles en matière d'hygiène et le développement de la commune devrait être immédiatement exécuté (**S3**)

> Commencement de la construction d'une partie des impluviums (**D7, D8, D9**) comme projet pilote, et la vérification de l'efficacité des impluviums (grand, moyen, petit) avec l'aide de l'UE, et les ONG.

> De la preuve d'efficacité, du suivi et évaluation des impluvia, l'aide sur la formulation du renforcement à long terme du plan pour les objectifs à réaliser devraient être conduits.

> La construction des impluvia sera exécuté suivant la demande des habitants de la commune ou du Fokotany, et non pas de l'organe d'exécutif (MEM), l'appui technique, des ONG est indispensable.

> Si les impluviums s'avèrent inadéquats pour être une source d'eau stable, une autre alternative sera considérée dans la proposition d'aide.

3) Proposition 3 à considérer: La canalisation existante et la station de traitement sont en situation critique, et nécessitent des travaux de réparation d'urgence avec la restructuration de la gestion de l'AES y compris la reconsidération du tarif de l'eau (**S2**).

> La nécessité d'exécution des mesures d'amélioration globale telle que le suivi, l'aide, le développement communautaire ou un projet de type assistance technique.

4) Proposition 4 à considérer: Construire les installations d'approvisionnement en eau pour la zone des dunes côtière avec le cofinancement d'autres bailleurs tels que la Banque africaine de Développement (qui est engagée dans la zone depuis mars 2006), et en même temps le côté Japonais s'engage unilatéralement pour la réalisation du plan **D6**, Exploitant l'eau souterraine d'Antanimora, pour l'approvisionnement en eau d'Ambovombe.

> La longueur de la canalisation à écoulement d'eau naturel est 60 km.

> Le coût total du projet est relativement haut (1.300.000.000 Yens) identique au plan D4

> Comme l'étendue d'approvisionnement est moindre par rapport au plan (**D4**), le degré de priorité est bas.

> Puisqu'il n'y a aucun système d'approvisionnement en eau dans les dunes côtières, le coût de construction sera inférieur au plan D4.

### **8.3 Plan d'approvisionnement en eau proposé**

D'après l'évaluation, l'amélioration de l'approvisionnement en eau d'usage domestique dans la zone d'étude, le plan alternatif **D1** et **D2** est le plan le plus prioritaire, la situation d'approvisionnement en eau s'améliorera sûrement. Cependant, pour améliorer la situation de l'eau potable, l'exécution de **D4** est nécessaire. En fait, ce qui va être mis en application dépend du budget, et s'il y a assez de budgets le plan **D4** devrait être mis en application. En outre, les travaux de réparation des installations existantes par le plan **S2** avec le suivi de la coopération technique qui devrait être instamment exécuté

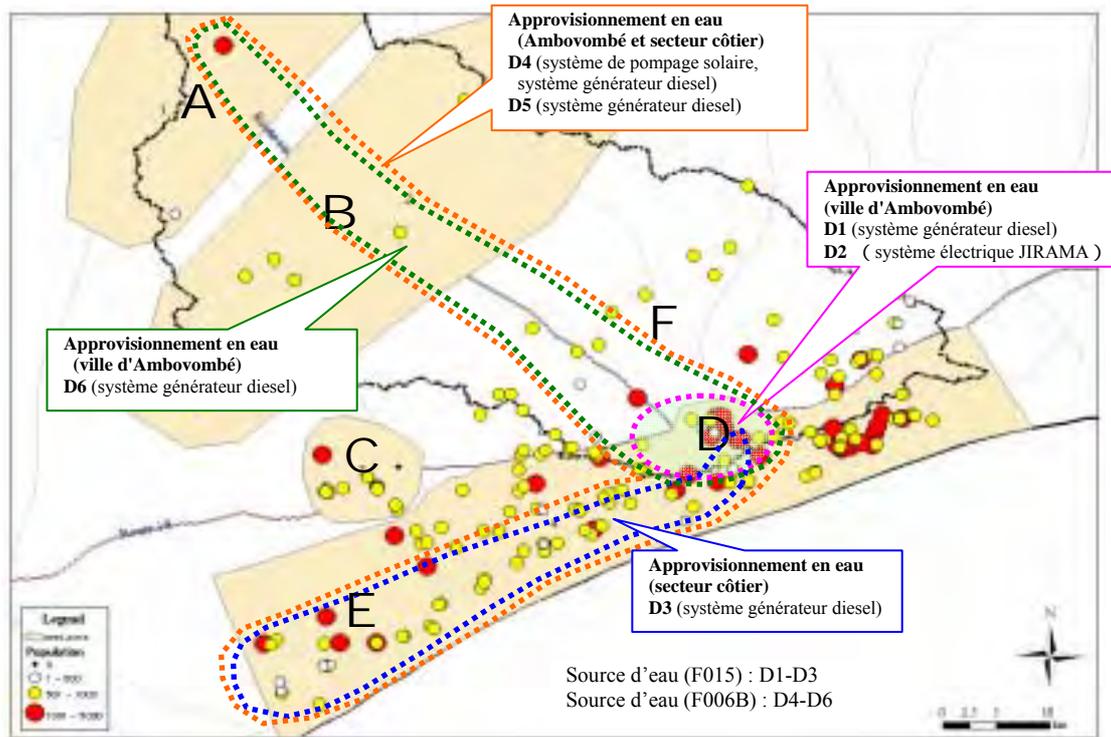
Actuellement, la réforme d'AES, qui est le responsable d'approvisionnement en eau dans cette zone, est en cours. Par conséquent, si le renforcement technique d'AES, en termes de gestion et exploitation des installations d'approvisionnement en eau comprenant le système de tarification de l'eau, peut être fait simultanément, et l'effet de l'amélioration sera encore plus grand (plans **L5**, **S1**). Les plans **D1** et **D2**, qui peuvent être exécutés avec du peu d'argent combiné avec les plans **D3**, **D4**, **D5** et **D6**, permet les ventes d'eau en moyenne de 400m<sup>3</sup>/jour pour la commune d'Ambovombe et ses périphéries. Par conséquent, d'abord nous prouvons que 1) le concept de construction et 2) l'évaluation intégrale des index de base ont été effectués comme suit.

#### **8.3.1 Concept proposé pour le plan d'approvisionnement en eau**

Sur la base des résultats des essais de forage et de l'évaluation des plans alternatifs d'approvisionnement en eau, la conception des installations d'approvisionnement en eau les plus appropriées qui seront utilisées dans la zone d'étude tout en considérant l'exploitation durable et la maintenance par le bénéficiaire, sont conçues de la manière suivante :

- (1) Proposer des installations hydrauliques du point de vue autonome et durable pour l'exploitation et la maintenance par les bénéficiaires et/ou l'organisation existante à savoir l'AES
- (2) Payer le frais d'eau pour maintenir des installations hydrauliques par les bénéficiaires à savoir les villageois
- (3) Concevoir les installations hydrauliques qui conviennent au secteur où les installations existent déjà et bien entretenues.
- (4) Maintenir les installations hydrauliques avec un niveau d'expérience technique avec l'organisation telle que l'AES et/ou une nouvelle société contractante.  
Dans cette étude, le concept mentionné ci-dessus a été examiné effectivement par le Projet-pilote pour les sites choisis. En même temps, les facteurs essentiels suivants qui accordent une priorité au plan alternatif ont été pris en considération.
- (5) Approvisionnement en eau potable
- (6) Approvisionnement en eau stable au cours de l'année particulièrement durant la saison sèche
- (7) Respect de la norme de potabilité au moins la norme de Malgache

La Figure 8.3.1-1 indique les diverses solutions de recharge d'approvisionnement en eau pour la zone d'étude, à savoir les plans **D1**, **D2**, **D3**, **D4**, **D5** et **D6** basés sur la confirmation de ressources en eaux souterraines. Deux sources principales d'eaux souterraines ont été confirmées par le forage d'essai en 2005/2006 tel qu'exécuté dans la ville d'Ambovombe (F015) et Antanimora (F006B). Par conséquent, pour l'approvisionnement en eau alternative, le Plan I est basé sur la source d'eaux souterraines d'Ambovombe, F015, D'autre part, le Plan alternatif **D4** est basé sur la source d'eaux souterraines d'Antanimora, F006B comme suit :



**Figure 8.3.1-1 Plan alternatif d'approvisionnement en eau**

Plan **D1** à **D3**, source d'eaux souterraines d'Ambovombe, F015 (la limite de la norme de qualité d'eau à Madagascar)

- 1) Plan **D1** : Approvisionnement en eau pour la ville d'Ambovombe pour 40.000 habitants utilisant l'énergie thermique dû au niveau des eaux souterraines à une profondeur de plus de 134m. maintenant Il n'existe pas un système de pompage solaire efficace pour pomper l'eau à cette profondeur.
- 2) Plan **D2** : Approvisionnement en eau pour la ville d'Ambovombe pour 40.000 habitants utilisant le électricité de la JIRAMA, mais il n'y a pas assez de puissance. Par conséquent, cette alternative est prévue pour l'avenir, suivant le Plan **D1**.
- 3) Plan **D3** : Approvisionnement en eau pour le secteur côtier de 179.000 habitants utilisant l'énergie thermique.

Plan **D4** à **D6**, source d'eaux souterraines d'Antanimora, F006B (Norme de qualité d'eau de l'OMS)

- 1) Plan **D4** : Approvisionnement en eau pour la ville d'Ambovombe et le secteur côtier pour 206.500 habitants utilisant le système de pompage solaire avec une canalisation d'eau gravitaire de 120 km environ.
- 2) Plan **D5** : Approvisionnement en eau pour la ville d'Ambovombe et le secteur côtier pour 206.500 habitants utilisant de l'énergie thermique avec une canalisation d'eau gravitaire de 120 km environ.
- 3) Plan **D6** : Approvisionnement en eau pour la ville d'Ambovombe et le long de la canalisation pour 84.500 habitants utilisant l'énergie thermique avec une canalisation d'eau gravitaire de 60 km environ.

### 8.3.2 Evaluation des indices de base pour le plan alternatif d'approvisionnement en eau

(1) Conception pour les Plan **D1** à **D6** Plan **D7** de la canalisation existante.

Tableau 8.3.2 -1 montre l'évaluation du plan alternatif d'approvisionnement en eau, et propose le plan

prioritaire Plan D1 à D6 et le plan S2 de la canalisation existante. L'évaluation faite était basée sur les index de base montrés ci-dessous:

- 1) **Source d'eau:** la source d'eau est considérée selon la localisation. Deux sources d'eau souterraine sont proposées notamment le forage F015 à Ambovombe ville, le forage F006B d'Antanimora, et la source d'eau existant à Ampotaka, de la rivière Menarandra.
- 2) **Population à approvisionner:** la population à approvisionner par le plan D1 et D2, à Ambovombe ville est de 40,000, et par le plan D4 et D5 est de 206,500. D'autre part, le plan S2 concerne la réhabilitation de l'actuelle canalisation et le nombre de la population est de 80.000.
- 3) **Coût de la construction:** Il existe 2 indexes, le coût réel de la construction et le coût de la construction par bénéficiaires. L'approvisionnement en eau le plus économique est le Plan D1 et D2 pour la ville d'Ambovombe et ses banlieues dont la population est de 40.000, utilisant l'eau souterraine du forage F015. Le coût de la construction est de ¥0,13 milliard de Yen Japonais (Ar2,3 Milliard) soit ¥3 mille yen (Ar54 mille) par bénéficiaire. En outre, la construction du Plan D4 et D5 pour la ville d'Ambovombe et la zone côtière pour une population de 206.500, exploitant l'eau souterraine d'Antanimora par une canalisation de 120km est de ¥2,3 milliards d'Yen Japonais (Ar41,4 milliards) soit ¥11 mille yen (Ar198 mille) par bénéficiaire. La construction du Plan S2 pour la zone de Beloha Tsihombe dont la population est de 80.000, exploitant l'eau souterraine d'Ampotaka, du fleuve Menarandra par canalisation de 140km est de ¥2,1 milliards d'Yen Japonais (Ar37,8 milliards) soit ¥26 mille yen (Ar468 mille) par bénéficiaires.
- 4) **Coût de la production:** c'est le facteur le plus important pour déterminer le plan prioritaire qui soit profitable pour l'exploitation. Considérant le plan d'approvisionnement, l'exploitation et le coût minimum profitable de la maintenance en excluant le coût de renouvellement des installations a été simulé. En supposant que l'approvisionnement en eau profitable est à 400m<sup>3</sup>/jour à Ambovombe ville, le coût unitaire de la production est de Ar1.539/m<sup>3</sup> (¥86/m<sup>3</sup>) et /ou Ar20/le seau (¥1,1/seau) de 13litres. Par ailleurs, en supposant que l'approvisionnement profitable est à 700m<sup>3</sup>/jour pour Ambovombe ville et la zone côtière, le coût unitaire de la production est à Ar1.154/m<sup>3</sup> (¥65/m<sup>3</sup>) et /ou Ar15/seau (¥0,8/seau) de 13litres.

Pour l'étude du Plan S2 de la canalisation de 140 km de Beloha Tsihombe, l'approvisionnement n'était que 7m<sup>3</sup>/jour seulement en 2005. Le coût de la production unitaire est estimé à Ar30.769/m<sup>3</sup> (¥1.723/m<sup>3</sup>) et/ou Ar400/seau (¥22/seau) de 13 litres qui est 4 fois du prix officiel de Ar100/seau (¥5,6/seau) de 13litres. Par conséquence, nous proposons la réhabilitation des installations existantes en utilisant le système de pompage solaire pour réduire le coût d'exploitation. Supposant que l'approvisionnement profitable est à 50m<sup>3</sup>/jour le coût unitaire de la production est prévu à Ar6.154/m<sup>3</sup> (¥345/m<sup>3</sup>) et /ou Ar80/seau (¥4,5/seau) de 13litres.

Le présent coût de production ne comprend pas le coût de renouvellement des ouvrages, donc il faut ajouter le coût de renouvellement à la charge. Le nouveau prix d'eau, y compris le coût de renouvellement est décrit dans le chapitre 8.6 Coût d'eau. Le nouveau prix d'eau est inclu sur la base de coût de production de Ar30 à Ar40/seau au Plan D1, Ar20 à Ar40/seau au Plan D4 et Ar130/seau du Plan S2.

**Table 8.3.2-1 Index de base des plans alternatif d'approvisionnement en eau (Plan D1 à D6 et Plan S2,S4) (1Y = 18Ar, gas oil 3,000Ar/l) 10/5 2006**

Paramètres	Source d'eau	Population à Approvisionner (10/jour/Capita)	Coût de la Construction		Coût d'exploitation/Maintenance (Coût de renouvellement exclus)				Remarques	
			Coût de la Construction (Frais généraux)	Coût de la Construction Per Capita par pop. bénéficiaire	Coût de production (Basé sur le minimum) montant d'approvisionnement		Dépense réel	Frais sur le Revenu		Montant Minimums d'approvisionnement Profitable revenu=dépense
					Milliard yen	Millier Yen/Capita				
<b>Plan I W1</b>	<b>Ambovombe City (F015)</b>	<b>40,000</b>	<b>¥ 0,13</b>	<b>¥ 3</b>	<b>Ar 20 ¥1,1</b>	<b>Ar 1.539 ¥86</b>	<b>¥ 1,03</b>	<b>¥ 1,03</b>	<b>400</b> (m <sup>3</sup> /jour)	Diesel
W2	Ambovombe City (F015)	40,000	¥ 0,13	¥ 3	Ar 15 ¥0,8	Ar 1.154 ¥65	¥ 0,77	¥ 0,77	400 (m <sup>3</sup> /jour)	JIRAMA Ambovombe
W3	Ambovombe City (F015)	179,000	¥ 1,1	¥ 6	Ar 25 ¥1,4	Ar 1.923 ¥108	¥ 1,28	¥ 1,28	400 (m <sup>3</sup> /jour)	Diesel
<b>Plan II W4</b>	<b>Antanimora (F006B)</b>	<b>206,500</b>	<b>¥ 2,3</b>	<b>¥ 11</b>	<b>Ar 15 ¥0,8</b>	<b>Ar1.154 ¥65</b>	<b>¥ 1,35</b>	<b>¥ 1,35</b>	<b>700</b> (m <sup>3</sup> /jour)	<b>Solaire et Diesel</b>
W5	Antanimora (F006B)	206,500	¥ 2,3	¥ 11	Ar 25 ¥1,4	Ar1.923 ¥108	¥ 2,24	¥ 2,24	700 (m <sup>3</sup> /jour)	Diesel
<b>W6A</b>	<b>Antanimora (F006B)</b>	<b>84,500</b>	<b>¥ 1,3</b>	<b>¥ 15</b>	<b>Ar 25 ¥1,4</b>	<b>Ar1.923 ¥108</b>	<b>¥ 1,28</b>	<b>¥ 1,28</b>	<b>200</b> (m <sup>3</sup> /jour)	<b>Solaire</b>
*W6B	Antanimora (F006B)	84,500	¥ 1,3	¥ 15	Ar 10 ¥0,6	Ar 769 ¥43	¥ 0,51	¥ 0,51	*400 (m <sup>3</sup> /jour)	Solaire
*W6C	Antanimora (F006B)	84,500	¥ 1,3	¥ 15	Ar 13 ¥0,7	Ar 1.000 ¥56	¥ 0,67	¥ 0,67	*400 (m <sup>3</sup> /jour)	Diesel
<b>Plan S2 (Pipeline existante)</b>	Pipeline existant (BD) 1995	80,000	¥ 2,1	¥ 26	Ar 50 ¥2,8	Ar 3.846 ¥215	¥ 1,80	¥ 1,80	280 (m <sup>3</sup> /jour)	Diesel
	Réalité d'opération 2005	80,000	¥ 2,1	¥ 26	Ar 400 ¥22	Ar 30.769 ¥1.723	¥ 0,36	¥ 0,18	7 (m <sup>3</sup> /jour)	Diesel
	<b>Plan d'amélioration</b>	<b>80,000</b>	<b>¥ 0,5</b>	<b>¥ 0,6</b>	<b>Ar 80 ¥4,5</b>	<b>Ar 6.154 ¥345</b>	<b>¥ 0,51</b>	<b>¥ 0,51</b>	<b>50</b> (m <sup>3</sup> /jour)	<b>Solaire (1lot/place)</b>
<b>Plan S4</b>	<b>Ambassary (Mini-Pipe)</b>	<b>20,000</b>	<b>¥ 0,13 Ar2,3</b>	<b>¥ 7</b>	<b>Ar 150 ¥8,4</b>	<b>Ar 11.538 ¥646</b>	<b>¥ 1,923</b>	<b>¥ 1,923</b>	<b>100</b> (m <sup>3</sup> /jour)	

Note: 1) les dépenses d'AES étaient de Ar 288 millions (¥16millions)/an en 2005. La quantité d'eau comptabilisée était de 99m<sup>3</sup>/jour en 2005.

## (2) Conception pour les Plan **D1** et **D4**

Les plans alternatifs d'approvisionnement en eau sont conçus sur la base de l'emplacement des sources d'eau confirmées par le forage d'essai exécuté en 2005/2006 dans cette étude. Il y a deux sources alternatives principales à savoir les Plans D1 et D4.

1) Plan D1 : Source d'eaux souterraines d'Ambovombe : F015, et

2) Plan D4: Source d'eaux souterraines d'Antanimora : F006B

1) Plan D1 : Source d'eaux souterraines d'Ambovombe : F015

Le secteur d'approvisionnement en eau du Plan D1 vise le secteur prioritaire le plus élevé de la ville d'Ambovombe et les bénéficiaires sont environ au nombre de 40.000 habitants. La source d'eau est située dans la banlieue du secteur d'approvisionnement de la ville d'Ambovombe. Par conséquent, c'est le système d'approvisionnement en eau le plus efficace et le plus économique dans la zone d'étude. Cependant, l'eau souterraine est à la limite de la norme de potabilité à Madagascar et la valeur de la conductivité électrique (EC) est de 302mS/m. La ville du district d'Ambovombe n'a aucun système régulier d'approvisionnement en eau, alors il y a un sérieux manque d'eau. Par conséquent, le développement d'eaux souterraines et le système d'approvisionnement en eau résolvent les problèmes de manque d'eau pour la cuisson, le lavage, la douche et autres, sauf l'usage en tant qu'eau potable. Le nouveau coût estimatif d'eau par seau de 13 litres est de 30 à 40 Ar en considérant l'approvisionnement en eau de 400m<sup>3</sup>/jour y compris le coût de l'exploitation et d'entretien pendant 15 ans renouvelable. Le service d'approvisionnement en eau et le taux d'approvisionnement journalier sont conçus sur la base de la consommation unitaire de 10 l/jour/personne. Le plan I est le plan 'approvisionnement en eau durable et autonome dû au prix qui inclut le coût d'exploitation et d'entretien de 15 ans renouvelable avec la bonne volonté des bénéficiaires à payer 50 à 100 Ar/seau contre le prix actuel de 100 Ar/seau.

2) Plan D4 : Source d'eaux souterraines d'Antanimora : F006B

La zone d'approvisionnement en eau du Plan D4 vise le secteur prioritaire le plus élevé de la ville d'Ambovombe et les secteurs côtiers, et les bénéficiaires sont au nombre de 265.000 habitants environ. La source est située à Antanimora sur les sites F006 et F006B, au nord-ouest à 60 Km de la ville d'Ambovombe. Par conséquent, il est possible de planifier le système d'approvisionnement en eau par un système de canalisation gravitationnelle pour la zone d'étude. La source d'eaux souterraines confirmée au site F006B est de bonne qualité et respecte la norme de qualité de l'OMS et dont la conductivité électrique (EC) est environ 100mS/m. Il existe également un manque sérieux d'eau potable sans aucun système d'approvisionnement en eau régulier, donc le développement des eaux souterraines résout les problèmes d'eau potable, de cuisson, de lavage, de douche et autres besoins en eau dans le secteur côtier et dans la ville d'Ambovombe. Le coût estimatif d'un seau d'eau de 13 litres est de 35 à 40 Ar dans la ville d'Ambovombe en considérant l'approvisionnement en eau de 200m<sup>3</sup>/jour, d'autre part les 20 à 30 Ar/seau dans la zone côtière tout en considérant l'approvisionnement en eau de 500m<sup>3</sup>/jour, y compris de coût d'exploitation et de maintenance de 15 ans renouvelable. Le service d'approvisionnement en eau et le taux journalier d'approvisionnement en eau est conçu sur la base de la consommation d'eau unitaire de 10 l/jour/personne. Le plan D4 est le plan d'approvisionnement en eau durable et autonome dû au prix de l'eau incluant le coût d'exploitation et de maintenance de 15 ans renouvelable avec la bonne volonté des bénéficiaires à payer 50 à 100 Ar/seau contre le coût actuel de 100 Ar/seau. Cependant, des inconvénients se présentent pour la construction de la canalisation de 120 km depuis la source d'Antanimora jusqu'au secteur d'approvisionnement à Antaritarika en passant par la ville d'Ambovombe. Le système d'approvisionnement en eau est divisé en deux étapes notamment Antanimora jusqu'à la ville d'Ambovombe et de Ambovombe à Antaritarika environ 65km et 55km respectivement. Le schéma 8.3.2-1 montre le contour du système d'approvisionnement en eau du plan D4 basé sur la levée

topographique faite en 2006.

3) Réhabilitation de la canalisation existante : Plan S2 :

Le système existant d'approvisionnement en eau avec une canalisation de 142 Km depuis la ville d'Ampotaka à la ville de Tsihombe a été exécuté à travers la coopération technique japonaise de 1997 à 1999. Cependant, ceci constitue une situation difficile pour l'exploitation et la maintenance du système existant de canalisation dû au coût de carburant et au manque de camions de service de la vente d'eau potable aux villages. Par conséquent, la réhabilitation du système de canalisation existant comprenant l'amélioration du système par l'utilisation du système de pompage solaire devrait diminuer le coût de carburant.

La conception du système existant d'approvisionnement en eau avec la canalisation en 1997 est comme suit :

- 1) Population d'approvisionnement : 80.437 habitants
- 2) Capacité d'approvisionnement : 284 m<sup>3</sup>/jour
- 3) Installation de station de traitement à Ampotaka avec une canalisation de 142km : diamètre de tuyau de  $\phi 74$  à  $\phi 160$  mm

Le Plan S2 de réhabilitation proposé est inclus comme suit :

- 1) Réhabilitation de 5 stations de pompage :  
Installation de 5 nouveaux lots de système de pompage solaire, avec une capacité de 50 m<sup>3</sup>/jour pour 6 heures d'opération
- 2) Réparation et maintenance des générateurs diesel existants dans 4 stations de 8 générateurs
- 3) Maintenance pour la protection de la canalisation existante et pour les fuites
- 4) Protection de point de prise d'eau à Ampotaka

Le prix de l'eau est officiellement fixé par l'AES à 100 Ar/seau de 13 litres en 2006, mais c'est cher pour les villageois. Le rapport annuel de l'AES en 2005 indique que la quantité d'approvisionnement en eau du système existant de canalisation est seulement de 2.465 m<sup>3</sup>/année (6,8 m<sup>3</sup>/jour). Ceci représente une très petite quantité d'approvisionnement en eau. D'autre part, le coût de production a été rapporté à Ar 37.116.000 à l'exclusion du coût de main d'oeuvre, donc le coût unitaire de production est de 196 Ar/seau de 13 litres à l'exclusion du coût de main d'oeuvre, et de 392 Ar/seau de 13 litres comprenant le coût estimatif de main d'oeuvre contre le coût de vente de l'eau de 100 Ar/seau de 13 litres en 2006. Le coût de production s'élève à 4 fois des frais commerciaux.

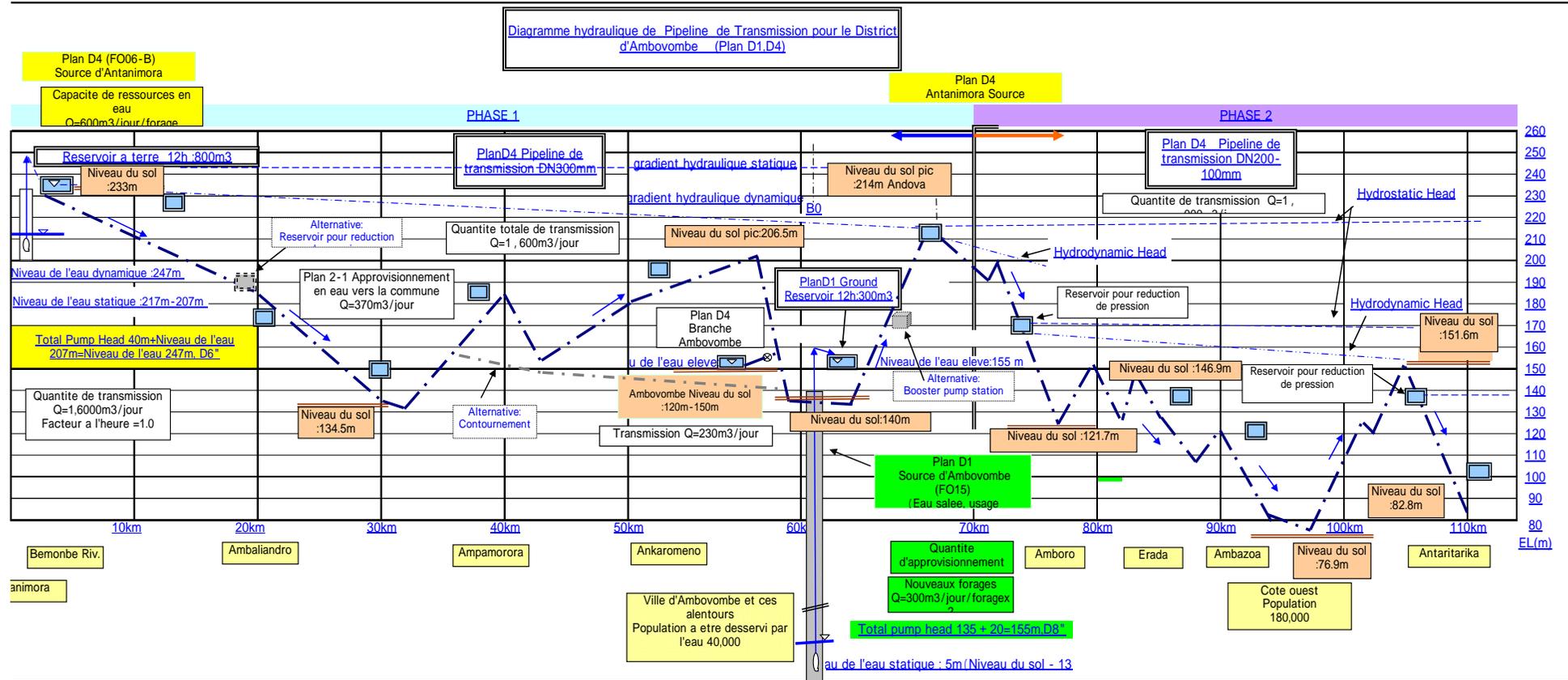


Figure 8.3.2-1 Profile hydraulique du pipeline pour Ambovombe

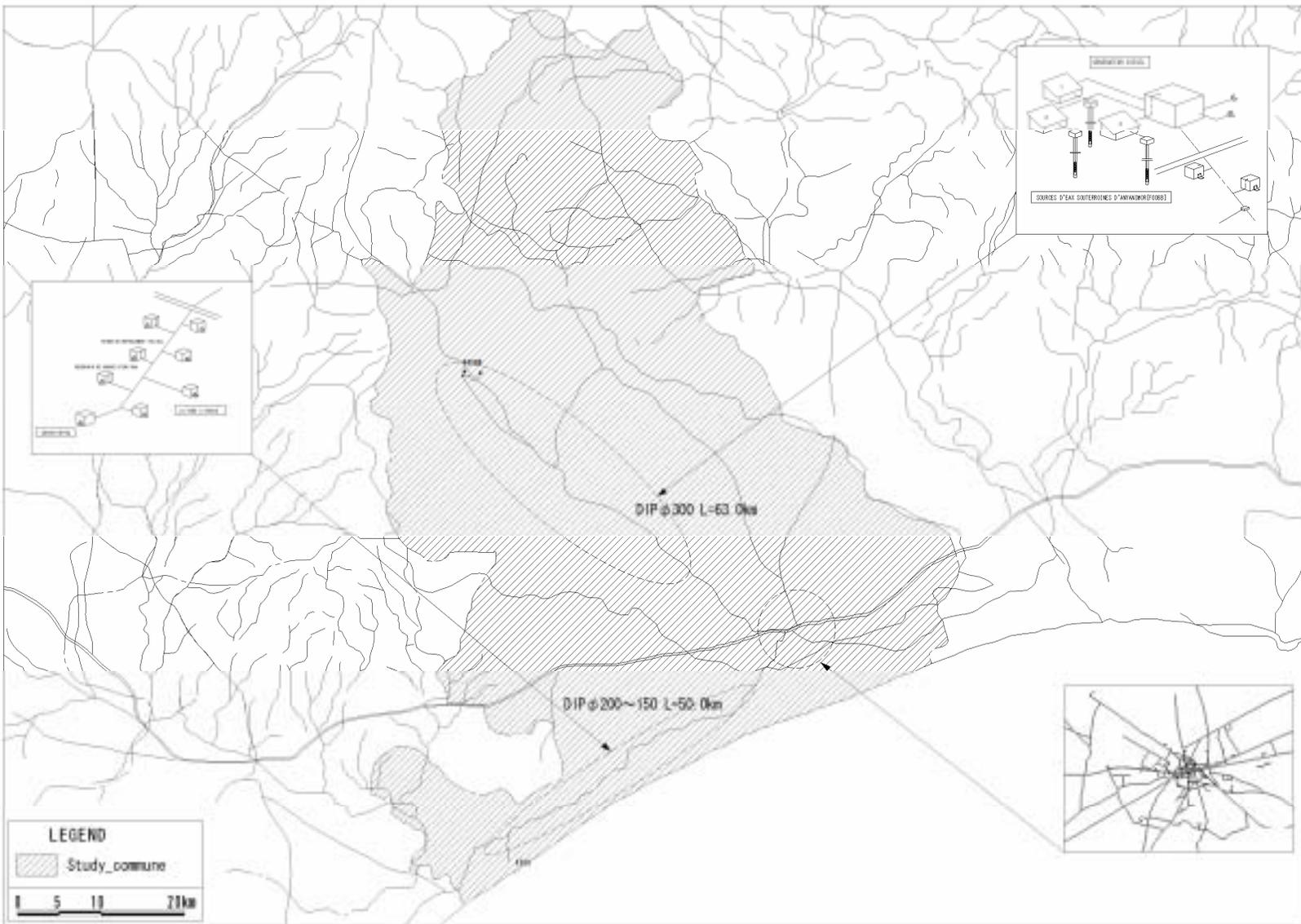


Figure 8.3.2-2 Route du pipeline

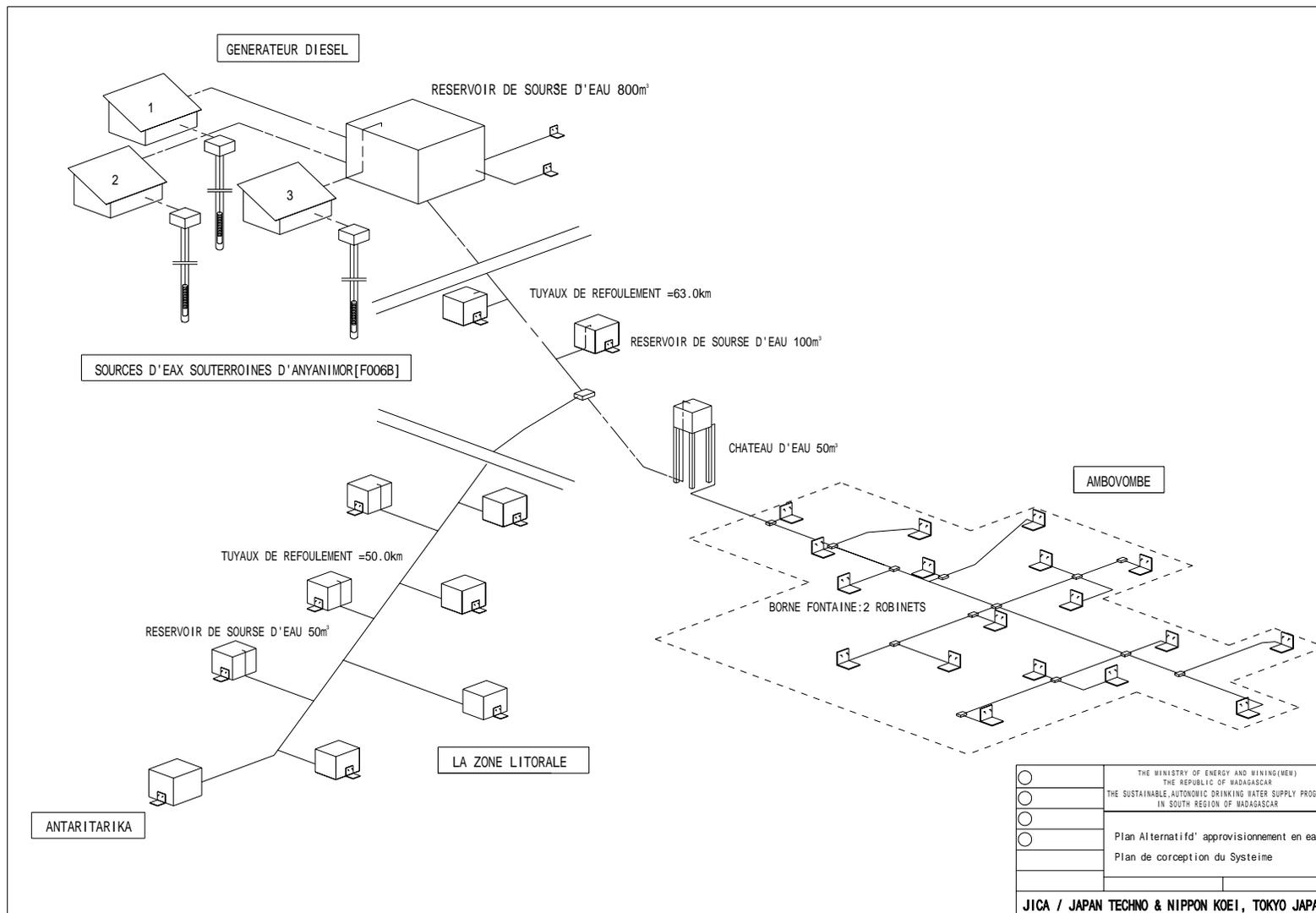


Figure 8.3.2-3 Conception du établissement

### 8.3.3 Population desservie et demande en eau du Plan D1 et du Plan D4

Le Tableau 8.3.3-1 indique la population desservie et la demande en eau du Plan I et du Plan II.

**Tableau 8.3.3-1 Population desservie et demande en eau, Plan D1 et Plan D4**

Plan alternatif d'approvisionnement en eau	Plan D1 (Plan de secours)	Plan D4 (Plan à court terme et à moyen terme)		Remarques	
		Plan D4-1	Plan D4-2		
Source d'eau	Source d'eaux souterraines d'Ambovombe	Source d'eaux souterraines d'Antanimora			
Consommation unitaire en eau (l/jour/habitant)	10 (l/ jour /habitant)	10 (l/jour/habitant)	10 (l/jour/habitant)		
Population desservie de la zone cible dans la zone d'étude	Zone B d'Antanimora		5.000		
	Zone F		57.000		
	Ville d'Ambovombe et environnements : D	40.000	23.000		
	Secteur côtier : E			180.000	
<b>Total</b>	<b>40.000</b>	<b>85.000</b>	<b>180.000</b>		
Taux de service de l'eau (%)	100%	50%	50%		
Eau prévue pour la population desservie	<b>40.000</b>	<b>43.000</b>	<b>90.000</b>		
		<b>133.000</b>			
<b>Consommation moyenne quotidienne en l'eau (m<sup>3</sup>/jour)</b>	<b>400</b>	<b>430</b>	<b>900</b>	a.	
<b>Quantité moyenne quotidienne d'approvisionnement en eau</b>	b. Taux efficace (m <sup>3</sup> / jour)	90%	90%	90%	Taux de fuite( 10% )
		440	480	1.000	
<b>Quantité maximum quotidienne d'approvisionnement en eau</b>	c. Indice de charge	70%	70%	70%	Saison des pluies : 30% d=a/(bxc)
	d. ( m <sup>3</sup> / jour )	<b>630</b>	<b>690</b>	<b>1,430</b>	
		<b>2,120</b>			
<b>Capacité de canalisation de transmission (m<sup>3</sup>/jour)</b>	<b>600</b>	<b>1.600</b>		Quantité maximum d'approvisionnement en eau	
		Diamètre de canalisation: φ 300 mm			
<b>Capacité de source d'eau : e (m<sup>3</sup>/jour)</b>	<b>600</b>	<b>600</b>	<b>1.000</b>	Idem que pour la capacité de la canalisation de transmission	
		<b>1.600</b>			
Quantité de déficit (m <sup>3</sup> /jour)	<b>30</b>	<b>520</b>		d-e	
Population desservie par la quantité maximum quotidienne d'approvisionnement en eau	<b>38.000</b>	<b>38.000</b>	<b>63.000</b>		
		<b>101.000</b>			

### 8.3.4 Plan des installations de source d'eau

Le Plan des équipements de source d'eau est comme suit.

**Tableau 8.3.4-1 Plan des installations de source d'eau**

Source d'eau	Plan D1	Plan D4		Remarques
	Source d'eaux souterraines d'Ambovombe (F015)	Source d'eaux souterraines d'Antanimora (F 006B)		
Qualité de l'eau	Eau légèrement saline : Utilisation pour cuisine et lavage. Mélangé avec de l'eau développée par le Plan 2, elle sera potable. A. TDS : 2.537 mg/l B. Chlorure : 678 mg/l C. Conductivité électrique: 3.060µS/cm	Eau propre potable : Norme de qualité d'eau de l'OMS. A. TDS : 1.000 mg/l B. Chlorure : 142 mg/l C. Conductivité électrique : 1.354 µS/cm		Norme de l'OMS : TDS >1.000mg/l Chlorure : >250 mg/l )
Potentiel d'eaux souterraines (m <sup>3</sup> /jour )	A. Générateur diesel : 300 m <sup>3</sup> /jour/puits (40 m <sup>3</sup> /h/puits) (8 heures d'opération) SWL :134m	A. Générateur diesel : 600 m <sup>3</sup> /jour/puits (50 m <sup>3</sup> /h/puits) (opération 12 heures), SWL :14,4m B. Système de pompage solaire : 100 m <sup>3</sup> /jour/puits (6 heures d'opération)		
Décharge prévu de pompage maximum quotidien	A. Générateur diesel : 600m <sup>3</sup> /jour/puits (2 puits : 8 heures d'opération)  (Combinaison avec alimentation électrique JIRAMA)	Plan D4-1	Plan D4-2	
		A. Générateur diesel : 50 m <sup>3</sup> /heure/puits x 1 puits 8 heures d'opération B. Système de pompage solaire : 100 m <sup>3</sup> /jour/puits x 4 puits 6 heures d'opération <b>Décharge totale : 600 m<sup>3</sup>/jour</b>	A. Générateur diesel : 50 m <sup>3</sup> /heure/puits x 2 puits 10 heures d'opération  <b>Décharge totale : 1.000 m<sup>3</sup>/jour</b>	
		A. Générateur diesel : 600 m <sup>3</sup> /jour/ puits x 2 puits 12 heures d'opération=1.200 m <sup>3</sup> /jour (8 heures d'opération en moyenne :70%) B. Système de pompage solaire 100 m <sup>3</sup> /jour/puits x 4 puits x 6 heures d'opération =400 m <sup>3</sup> /jour <b>Total : 1.600 m<sup>3</sup>/jour</b>		
Niveau d'eau	Hauteur du puits :GL140 m Niveau d'eau statique : GL moins 134 m= WL 6 m Abaissement du niveau prévu 1 m : GL moins 135m= WL5m <b>Hauteur de pompage totale : 155 m</b>	Altitude de puits :GL 230 m Niveau d'eau statique : GL moins 16,3m=WL 213,7m Abaissement du niveau prévu 10 m GL moins 10m= WL 213,7m- 10m= 203,7m  <b>Hauteur de pompage totale : 40 m</b>		

### 8.3.5 Plan des installations des canaux de distribution

Le Tableau 8.3.5-1 indique le Plan des installations des canaux de distribution est le suivant.

**Tableau 8.3.5-1 Plan des installations des canaux de distribution**

Source d'eau	Plan D1		Plan D4		Remarques
	Source d'eaux souterraines d'Ambovombe	Source d'eaux souterraines d'Antanimora	Plan D4- 1	Plan D4- 2	
Quantité maximum quotidienne d'approvisionnement en eau : Débit de pompage = capacité de canaux de distribution	<b>600 m<sup>3</sup>/jour</b> Ville d'Ambovombe et environnements	<b>600 m<sup>3</sup>/jour +1.000 m<sup>3</sup>/jour</b> <b>Total : 1.600 m<sup>3</sup>/jour :</b> <b>Alternative (due aux états d'opération de 2 systèmes)</b>			Y compris la fuite des canaux de distribution environ 10%
Pipeline	Diamètre et type de tuyau	Diamètre φ150 mm (PVC/PE)	Diamètre φ300 mm (DIP/SP)	Diamètre φ200 mm (DIP/SP)	Canaux de distribution de la source d'eau pour alimenter le secteur  24 heures d'opération
	Longueur : Endroit :	2-3 Km <b>Ville d'Ambovombe avec la canalisation de service et environnements</b>	60 Km D'Antanimora à Ambovombe (à Andova : GL214 m)	50 Km Ambovombe (d'Andova) à Antaritarika, secteur côtier	
	Pression	La pression hydrostatique est supérieure à 3 kg/ cm <sup>2</sup> .	La pression hydrostatique est d'environ 10 kg/cm <sup>2</sup> .  Le matériel de tuyau est (DIP/PS) dû à la haute pression et à la longue distance ainsi qu'aux méthodes d'entretien.		
Capacité de réservoir au sol aux sources d'eau		300 m <sup>3</sup>	300 m <sup>3</sup>	500 m <sup>3</sup>	
		800 m <sup>3</sup>			
Station de service : Réservoir collecteur avec les bornes fontaines publiques au secteur d'approvisionnement	À l'intérieur de la ville : Station d'approvisionnement Environ dans 20 endroits de borne fontaine publique	<b>800m<sup>3</sup></b> Chaque 10 Km (réservoirs collecteurs, <b>50-100 m<sup>3</sup>/unité x 10 unités</b> ) La capacité du réservoir collecteur est de 12 heures de quantité d'approvisionnement pour la demande de secteur.			

### 8.3.6 Plan des installations d'approvisionnement en eau

Le Plan des installations d'approvisionnement en eau comprenant la pompe et le générateur est considéré comme ci-après:

**Tableau 8.3.6-1 Plan des installations d'approvisionnement en eau comprenant la pompe et le générateur**

Source d'eau		Plan D1	Plan d4		Remarques
			Plan D41	Plan D42	
		Source d'eaux souterraines d'Ambovombe	Source d'eaux souterraines d'Antanimora		
Capacité de pompage	Capacité d'alimentation électrique	600 m <sup>3</sup> / jour/puits	600 m <sup>3</sup> / jour	1.000 m <sup>3</sup> / jour	
		300 m <sup>3</sup> /jour/ puits x 2 puits	Total: 1.600 m <sup>3</sup> / jour		
Pompage	Hauteur de la pompe	Hauteur de la pompe : 155 m	Hauteur de pompe: 40 m		Le générateur diesel est principalement adopté.
	Capacité nécessaire d'alimentation électrique (kw)	Diesel : 37 kW x 2 unités : ( Ville et environnements d'Ambovombe)	A. Diesel : 7,5 kW x 3 unités : Maximum 12 heures d'opération B. Solaire (100 m <sup>3</sup> /jours) 5,5 kw/unité 6 heures d'opération		
	Capacité du générateur	Générateur diesel : 100 KVA	A. Générateur diesel : 20 KVA x 3 unités : Maximum 12 heures d'opération		

### 8.3.7 Exploitation et maintenance (E/M) et caractéristiques techniques pour le système de canalisation

Le Plan d'E/M et des caractéristiques techniques pour le système de canalisation est la suivante.

**Tableau 8.3.7-1 Plan E/M et des caractéristiques techniques**

Source d'eau	Plan D1	Plan D4	Remarques
Conditions E/M	Les eaux souterraines développées près de la ville d'Ambovombe sont légèrement salines. Après l'achèvement du Plan D1, les eaux souterraines seront mélangées et seront potables.	La source d'eau est suffisante en qualité et quantité. Canalisation de transmission : Diamètre de tuyau : φ300mm (Plan D4-1) φ200mm (Plan D4-2) À cause de la longue distance des formes angulaires de canalisation de transmission dans l'itinéraire, l'E/M régulier est demandé.	L'établissement d'un système de vente d'eau dans la commune est exigé.  E/M : Exploitation et maintenance
Système d'E/M	Pour réaliser une comptabilité d'autonome. Une partie du travail d'E/M contrôlée par un secteur privé est efficace. La formation technique de compétence du personnel de l'AES est exigée.		Une production d'eau peu coûteuse et le faible prix d'eau sont indispensables.
Niveau technique	Le recrutement d'un ingénieur en Approvisionnement en eau, des électriciens et mécaniciens est très nécessaire. La formation technique du personnel est nécessaire Une combinaison/ société techniques avec JIRAMA sera efficace.		
Approvisionnement en eau pour les zones éloignées		Le système d'auto assistance des résidents pour le transport de l'eau aux villages éloignés est un sujet important. L'adoption d'un programme de développement de la communauté pour aider les finances domestiques est exigée.	Les villages dispersés et éloignés sont contraints au coût élevé de l'eau pour être fournis par canalisation.
Coût d'opération d'alimentation électrique	Le générateur diesel est un moyen fondamental pour actionner la pompe à moteur submersible. La capacité d'alimentation électrique de JIRAMA à Ambovombe est limitée.	Le générateur diesel est un moyen fondamental pour actionner la pompe à moteur submersible. La combinaison avec le système de pompage solaire est efficace pour la réduction des coûts de carburant.	En ce qui concerne les Plans D1 et D4, la capacité de système de pompage solaire s'étend à partir de 50-100 m <sup>3</sup> /jour/unité. La combinaison avec le générateur diesel pour le pompage d'eaux souterraines est essentielle pour ce projet.
Priorité	Plan de secours	Plan D4-1: Plan à court terme Plan D4-2: Plan à moyen terme	

## 8.4 Evaluation du coût

L'évaluation du coût approximatif des installations hydrauliques pour chaque plan alternatif est indiquée dans le tableau suivant. Le coût intéresse seulement le coût de construction directe à l'exclusion des frais généraux et du coût indirect.

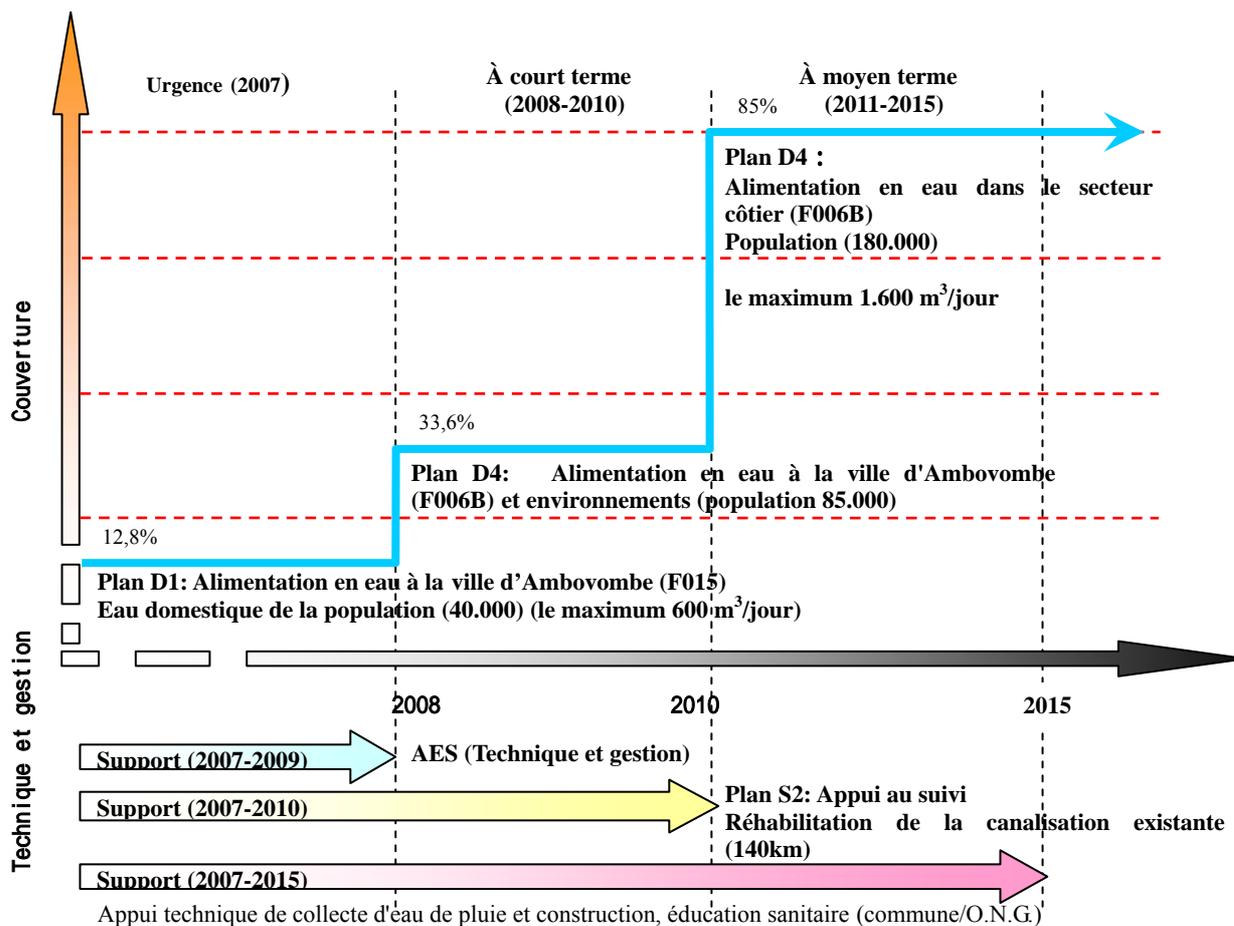
**Tableau 8.4 -1 Estimation du coût du Plan D1, Plan D4 et Plan S2**

Plan	installation	Spécifications	Capacité max. journalière	Coût total	Coût de production	Coût d'EM
D1	Forage (F015)	Ville d'Ambovombe AEP	600 m <sup>3</sup> /jour	Ar2.340million ¥130.000.000	Ar1.539/m <sup>3</sup> ¥86/m <sup>3</sup>	Ar16,5million ¥1.030.000/mois
D4	Forage (F006B)	Pipeline de 120 Km à Antaritarika	1600 m <sup>3</sup> /jour	Ar41.000million ¥2.300.000.000	Ar1.154/m <sup>3</sup> ¥64/m <sup>3</sup>	Ar16,2million ¥1.350.000/mois
S2	Réhabilitation	Station de pompage (F/U) solaire	50 m <sup>3</sup> /jour	Ar900million ¥50.000.000	Ar6.154/m <sup>3</sup> ¥341/m <sup>3</sup>	Ar.9.2million ¥510.000/mois

## 8.5 Programme d'exécution de projet

Le programme d'exécution du projet est indiqué sur la Figure 8.5– 1.

Le plan alternatif exigera par la suite l'exécution du projet, sur la base de la priorité politique et financière. En même temps, nous recommandons vivement le support technique de l'AES et la gestion ainsi que les travaux de suivi (F/U = Follow-Up).



**Figure 8.5-1 Plan directeur d'approvisionnement en eau (2007 - 2015)**

## **8.6 Coût de l'eau**

### **8.6.1 Stratégie du coût de l'eau**

Les points de vue suivants ont été pris en considération pour la stratégie du nouveau prix de l'eau.

- 1) Le prix de l'eau est fixé pour considérer la ligne profitable pour les installations hydrauliques.
- 2) Amélioration de la condition d'approvisionnement en eau pour les communes éloignées.
- 3) Le nouveau prix convient aux bénéficiaires disposés à payer l'eau
- 4) Tarif officiel de l'AES 100 Ar/seau de 13 litres en 2006

### **8.6.2 Evaluation du coût de l'eau en 2005**

Quand nous considérons le nouveau coût de l'eau, nous devons revoir le prix actuel et le coût de production. Le Tableau 8.6.2-1 indique l'eau vendue et le coût de la production en 2005. Les activités de l'AES se composent en trois catégories différentes comme suit.

- 1) Le système d'Ambovombe est prévu principalement pour l'approvisionnement en eau par camions citerne
- 2) Le système de canalisation de Tsihombe Beloha
- 3) Les 5 centres d'approvisionnement en eau de l'AEP/AES

#### 1) Le système de camions citernes d'Ambovombe

Le bureau d'Ambovombe fournit l'eau par camions citernes ont obtenu à travers les accords d'aide japonaise dans les années 90. À ce moment-là, il y avait 24 camions citernes, mais actuellement 2 seulement sont en service et fournissent de l'eau à 6.612m<sup>3</sup>/an (18 m<sup>3</sup>/jour) en 2005. Le coût de production estimé est de 126 Ar/seau de 13 litres contre le tarif officiel de 100Ar/seau. D'autre part, l'eau est également vendue par unité de camion de 6 m<sup>3</sup> estimée à 75.000 Ar/unité (168 Ar/seau) en 2006 dû à l'augmentation du coût de carburant. Le prix du carburant était de 347 FMG/litre (31 ¥/litre) en 1990, 1.700 Ar/litre (94 ¥/litre) en 2005, et 2.200Ar/litre (122 ¥/litre) en 2006. La station de traitement d'Amboasary située à environ 35 Km de la ville d'Ambovombe avec les camions citernes, fournissait de l'eau à environ 200 m<sup>3</sup>/jour dans les années 90. Il existe un puits appartenant à AES et qui représente la source d'eau principale pour la ville d'Ambovombe dont la capacité est de 40 m<sup>3</sup>/jour environ par une pompe électrique en 2006.

#### 2) Le système de canalisation de Tsihombe Beloha

Les installations de traitement des effluents composé du système de canalisation de Tsihombe Beloha avec une canalisation de 142 Km ont été construites avec le don japonais de 1997 à 1999, et la production était de 280 m<sup>3</sup>/jour pour 80.000 bénéficiaires au début des années 2000. La moyenne de production des 7 années après l'achèvement du système de canalisation avec 7 camions citernes était de 70 m<sup>3</sup>/jour en 2005. D'autre part, l'approvisionnement en eau récente en 2005/2006 était seulement de 7 m<sup>3</sup>/jour avec 2 camions citernes dû au coût de carburant élevé et au nombre réduit de camions. Le coût de production estimé est de 392 Ar/seau de 13 litres contre le tarif officiel de 100Ar/seau.

#### 3) Les 5 centres d'approvisionnement en eau de l'AEP/AES

Les 5 centres d'approvisionnement en eau AEP/AES à savoir Antanimora, Andalatanosy, Beraketa, Isoanala et Tsivory fournissaient les eaux souterraines aux 5 villes dont la quantité s'élevaient à 26.385 m<sup>3</sup>/an (72 m<sup>3</sup>/jour) en 2005. Le coût de production estimé est de 64 Ar/seau de 13 litres contre le tarif officiel de 100 Ar/seau. Le système est profitable grâce aux raccordements privés et au système de pompage solaire des eaux souterraines à l'exclusion des camions de service de l'eau. L'AES a donc essayé le système d'autogestion en matière d'approvisionnement en eau identique au AEP.

**Tableau 8.6.2-1 Prix unitaire de production de l'AES en 2005**

<b>A) Coût unitaire total d'approvisionnement (total de l'AES : Comprenant la subvention d'environ 50% des dépenses totales de l'AES qui est presque égal au coût de main d'oeuvre ; y compris le coût de la main d'oeuvre)</b>					
paramètre	Approvisionnement en eau (quantité) (A)	Dépenses totales (B)	Revenu total (C)	Coût unitaire de production (B/A)	Remarques
	(m <sup>3</sup> / année)	(Ars)	(Ars)	(Ars/seau)	
	<b>36.116</b>	293.130.856	28.063.377	<b>105</b>	
<b>B) Détails du coût unitaire de production</b>					
paramètre	Quantité d'approvisionnement en eau (A)	(* Dépenses de production) (B) ( À l'exclusion du coût de main d'oeuvre )	Reçu du coût de l'eau (C)	(* Coût unitaire de production) (D=B/A) ( À l'exclusion du coût de la main d'oeuvre)	Coût unitaire de production estimé (D*2) ( y compris le coût de la main d'oeuvre )
Système d'Ambovombe	7.266 ( Y compris 6.612 m <sup>3</sup> livré par camion du service d'eau)	34.974.200	-	63	126
Système de canalisation Tsihombe-Beloha	2.465	37.116.021	14061738	196	392
Sous total	<b>9.731</b>	72.090.221	-	96	<b>192</b>
* Au-dessus de deux systèmes au centre d'approvisionnement					*(100)
5 AEP/AES	26.385	63.300.592	54.489.605	32	64

### 8.6.3 Considération du coût de l'eau pour les plans alternatifs

Le seuil de profit pour le prix de l'eau est estimée ci-après selon la quantité minimum d'approvisionnement en eau, moins du 10% de la quantité moyenne d'approvisionnement journalier en eau, et le coût d'exploitation et de maintenance.

**Tableau 8.6.3-1 Nouveau prix de l'eau dans le Plan alternatif d'approvisionnement**

Items	Plan D1 Source d'Ambovombe	Plan D4 Source d'Antanimora		Plan S2 Réhabilitation de canalisation existante	Remarques	
1. Quantité maximum quotidienne d'approvisionnement en eau (m <sup>3</sup> /jour)	630	2.040		50 (* Plus le nouveau pompage solaire)	Consommation d'eau : 10 l/ jour /habitant	
2. Quantité moyenne quotidienne d'approvisionnement en eau (m <sup>3</sup> /jour)	440	<b>690</b>	<b>1,430</b>	*50	Moyenne quotidienne : 70% de la quantité maximale d'approvisionnement	
		2.120				
3. Quantité d'eau disponible à transporter (m <sup>3</sup> /jour)	600 (Capacité: 1 puits)	1.600 (Capacité: canalisation de DN 300 mm)		*50 (Capacité: 1 unité génération solaire )	Quantité : à cause de la capacité des équipements	
		2.120				
Temps d'opération de pompe en moyenne	Opération diesel : huit heures/jour ou moins Opération de pompage solaire : six heures/jour ou moins				Opération quotidienne	
Quantité minimum d'approvisionnement en eau pour la ligne profitable de	400	200	500	*50	Quantité fixée pour la ligne profitable minimum de	
		700				
l'approvisionnement en eau (m <sup>3</sup> /jour)						
A	Cas A – Coût de ligne profitable (Ar/seau )	20	23	15	80	Non compris le coût de renouvellement du service
B	Cas B – Coût de ligne profitable (Ar/seau)	25	35	20	130	Y compris le coût de renouvellement du service (Pompe et générateur )
C	l'autre coût	5-10	0-5	0-5		
<b>Nouveau coût de l'eau</b> (Ligne profitable) (Ar/seau)		<b>30-40</b>	<b>35-40</b>	<b>20-30</b>	<b>80-100</b> Charge actuelle =100	(À l'exclusion du système canalisation existant)
Note		Comptabilité auto support disponible.	Comptabilité auto support disponible.		* Comptabilité auto support non disponible	* À cause d'une petite quantité d'énergie solaire
Eau disponible de population desservie		<b>38.000</b>	<b>101.000</b> <b>38.000</b>   <b>63.000</b>		<b>80.000</b> (Pop. de conception)	À cause de l'état hydraulique

Note) Le coût renouvelable du service comprend seulement la pompe et le générateur.

\*\*\*\*\*

## **CHAPIRE 9 CONSIDERATIONS ENVIRONNEMENTALES ET SOCIALES**

### **9.1 Contexte**

#### **9.1.1 Grandes lignes JICA pour les considérations environnementales et sociales**

L'Agence japonaise de coopération internationale (ci-après désignée la "JICA") a établi en avril 2004 les "Grandes lignes de l'Agence japonaise de coopération internationale pour les considérations environnementales et sociales" (ci-après désignées "Grandes lignes JICA") pour répondre au souci croissant pour les considérations environnementales et sociales dans le développement vers une société durable. Depuis la date de leur validation, toutes les études de développement, les études préliminaires pour les projets de Coopération financière non-remboursable et les projets de coopération technique menées par la JICA doivent adopter les procédures stipulées.

Les procédures sont stipulées conformément aux types de projets, et chaque projet est classé en Catégorie A, B ou C selon l'impact attendu. Cette étude est de type Etude de développement (plan directeur) et classé dans la Catégorie B.

Les grandes lignes stipulent que les étapes ci-dessous pour les procédures de considérations environnementales et sociales pour ce type de projet, à l'étape pleine étendue de l'étude:

- i) Collecter des informations et mener une étude approximative de la zone, tenir des consultations et les gouvernements bénéficiaires et préparer les ébauches d'étendue.
- ii) Si nécessaire, révéler les ébauches d'étendue et tenir des consultations avec les parties prenantes locales.
- iii) Planifier le TDR (Terme de Référence) pour les considérations intégrant les résultats de la consultation ci-dessus. Le TDR doit inclure la compréhension des besoins, l'impact à estimer, les méthodes d'étude, une analyse des alternatives, le programme et d'autres questions.
- iv) Conformément au TDR et en collaboration avec les gouvernements bénéficiaires, la JICA effectuera des études de considérations environnementales et sociales de niveau IEE (Evaluation environnementale préliminaire (EEP)), et analysera les alternatives en incluant une situation "sans projet".
- v) La JICA consultera les parties prenantes locales après révélation des informations en collaboration avec les gouvernements bénéficiaires, si nécessaire.
- vi) Sur la base de la procédure ci-dessus, la JICA établira des ébauches de rapport final incluant les résultats des études de considérations environnementales et sociales, et les expliquera aux gouvernements bénéficiaires pour obtenir leurs commentaires. La JICA consultera les parties prenantes locales en collaboration avec les gouvernements bénéficiaires après révélation des ébauches de rapport final, si nécessaire.
- vii) La JICA établira des rapports finaux incluant les résultats de l'étude, et les soumettra aux gouvernements bénéficiaires après avoir confirmé que les rapports satisfont les exigences des Grandes lignes.

#### **9.1.2 Système EIA (Evaluation des impacts sur l'environnement) à Madagascar**

Le gouvernement malgache a adopté "la mise en compatibilité des investissements avec l'environnement" (Décret n° 99-954, ci-après désigné le "MECIE") en décembre 1999 qui établit les procédures du système d'Evaluation de l'impact sur l'environnement (EIA) du pays. En 2004, le décret a été modifié par le décret n° 2004-167. Basé sur le MECIE, l'EIA peut se résumer comme suit.

(1) Types d'EIA à exécuter et étendue des projets concernés

Le proposeur d'un projet stipulé à l'Article 4 doit soumettre un EIA, et un EEP (Programme d'engagement environnemental) doit être soumis pour un projet de plus petite étendue stipulé à l'Article 5. L'EIA du MECIE est défini comme "une étude consistant en l'analyse scientifique et préliminaire des impacts potentiels possibles d'une activité donnée sur l'environnement, l'examen de l'acceptabilité de leur niveau et les mesures de mitigation qui pourraient assurer l'intégrité de l'environnement dans les limites des meilleures technologies disponibles, à un coût économiquement acceptable", alors que l'EEP est défini comme "un programme directement géré par l'unité environnementale du ministère sectoriel en charge de l'activité, qui consiste en l'engagement du proposeur de prendre certaines mesures pour la mitigation des impacts de son activité sur l'environnement, ainsi que pour des mesures de réaménagement possibles pour le site".

Les types de projets et leur étendue stipulés comme cibles pour l'EIA ou l'EEP sont définis en détail respectivement dans les Annexes I et II, et entre autres, les projets concernés par cette étude (plan directeur) sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 9.1.2 -1 Types et étendue des projets pour l'EIA ou l'EEP concernés par cette étude**

Type	Etendue des projets pour l'EIA	Etendue des projets pour l'EEP
Toutes activités	Toute installation, travail ou activité dans des zones sensibles*	-
Toutes activités	Tout plan, programme ou mesure modifiant potentiellement l'environnement naturel ou l'emploi de ressources naturelles, et/ou la qualité de l'environnement humain dans des zones urbaines et/ou rurales	-
Excavation de sol	Plus de 20.000 m <sup>3</sup>	-
Pompage d'eau	Plus de 30 m <sup>3</sup> /h	-

\* Note: les zones sensibles sont définies par le Décret n° 95-377 et 92-326; entre autres, les zones qui peuvent être ciblées par cette étude sont: des zones arides ou semi-arides qui peuvent être désertifiées.

(2) Procédure de l'EIA à Madagascar

Les procédures pour l'EIA stipulées dans le MECIE se résument comme suit:

- i) Le proposeur doit rédiger un document indiquant le résumé du projet, et le soumettre à l'ONE pour commencer la procédure EIA.
- ii) L'ONE doit accepter le résumé du projet, et le CTE (Comité Technique d'Evaluation, comité ad hoc de l'ONE) évaluera le document soumis du point de vue de l'impact sur l'environnement.
- iii) Le CTE effectuera une sélection par l'évaluation environnementale préliminaire (PREE, Programme d'Engagement Environnemental) pour plusieurs cas d'inspection sur site avec le proposeur. Si le CTE juge que l'impact est faible en ce point, l'autorisation environnementale sera émise au proposeur.
- iv) Si le CTE juge que le projet a un impact majeur potentiel, il effectuera une définition d'étendue et établira des Termes de référence (TDR). L'ONE devra effectuer la sélection et la définition d'étendue dans les 60 jours.
- v) Le proposeur effectuera à ses propres frais l'EIA conformément au TDR.
- vi) Le proposeur soumettra le rapport EIA à l'ONE pour revoir avec lui les dépenses.
- vii) La participation du public au réexamen se fait par consultation sur site des documents, ou par enquête, ou par audition publique. L'ONE décidera de la forme de la participation publique.
- viii) L'ONE donnera des instructions au proposeur en tenant compte des résultats du réexamen environnemental, et des conseils pour le Plan de gestion du projet environnemental (PGEP). Le proposeur fera les modifications en conséquence, et rédigera le rapport EIA final.
- ix) Après acceptation du rapport EIA final, l'ONE émettra l'autorisation environnementale du projet.

### 9.1.3 Cadre légal de la conservation à Madagascar

Les lois pertinentes sur l'environnement sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 9.1.3-1 Lois pertinentes sur l'environnement et leur date de promulgation**

Numéro de la loi	Nom des lois
Loi n° 99-033 du 21 décembre 1990	Charte malgache de l'environnement
Loi n° 95-017 du 25 août 1995	Code du tourisme
Loi n° 98-029 du 20 janvier 1999	Code de l'eau
Loi n° 99-022 du 19 août 1999	Code minier
Décret n° 95-607 révisant le décret n° 95-312 du 25 avril 1995	Création et organisation de l'Office National de l'Environnement (ONE)
Décret n° 99-954 du 15 décembre 1999 annulant le décret n°95-377 du 23 mai 1995	Compatibilité des investissements avec l'environnement
Décret n°96-1293 du 30 décembre 1996	Création et gestion des zones d'importance touristique
Décret n°97-822	Création, organisation et fonctionnement du Conseil national pour l'environnement (CNE) fixant les attributions du Ministère de l'Environnement, et l'organisation générale du département
Décret n° 98-962 annulant le décret n°97-355 du 10 avril 1997	Exigences d'application de la Loi n°99-022 du Code minier
Décret n°2000-170	Définition et délimitation des zones sensibles
Ordre interdépartemental n° 4355/97 du 13 mai 1997	Création et organisation du Comité technique pour l'évaluation de l'impact sur l'environnement
Arrêt n° 4743/97/MINEV	

### 9.1.4 Résultats de la consultation avec l'ONE

(1) Date et personnel consulté

- Date: 24-5-2005

- Personnel : Paul ANDRIANAIVOMAHEA, Directeur de l'évaluation de l'environnement, ONE

- Personnes présentes: Razanamihaja ME RAKOTOMAHARO, Directeur de l'eau et de l'assainissement, MEM, Marcel RAKOTOMAVO, MEM

(2) Résultats

- Le résumé du projet ainsi que l'étendue ébauchée ont été soumis.

- Considérant que la zone de développement est limitée dans la zone cible, et que l'objectif de ce projet répond à des besoins sociaux importants, il a été décidé que le permis environnemental était inutile, ainsi que l'EIA comme stipulé dans le MERCIE.

### 9.1.5 Point important pour les considérations environnementales et sociales dans ce projet

Comme indiqué plus haut, il a été décidé que l'EIA stipulé dans le MECIE était inutile pour ce plan. Aussi, une EIA de pleine envergure ne sera pas exécutée pour les considérations environnementales et sociales dans cette étude, mais une considération de niveau IEE à la place.

## 9.2 Résumé du plan directeur

### 9.2.1 Contexte du plan

La zone cible, qui est la région sud de Madagascar, souffre du manque d'eau potable, à cause de son climat très aride (précipitation annuelle de 400 à 500 mm) et de l'absence de ressources en eau, comme les

rivères et les puits. En particulier, dans la zone côtière au sud d'Ambovombé, les habitants sont obligés d'acheter de l'eau chère aux vendeurs d'eau, parce qu'il n'y a pratiquement pas de ressources d'eaux souterraines, très peu de pluies et que les camions citernes d'eau publics sont souvent en panne.

### 9.2.2 Objectif du plan

L'objectif du plan est de formuler un plan d'approvisionnement en eau fournissant de l'eau salubre, durable et de manière autonome.

### 9.2.3 Zone cible du plan

- (1) La zone cible de l'approvisionnement en eau est Ambovombé et ses environs, ainsi que la zone au sud de la Route nationale 10 entre Ambovombé et Tsihombe jusqu'aux zones côtières. 15 communes sont concernées, la population cible étant de 277.980 habitants (en 2005).
- (2) La zone de développement des eaux souterraines est la zone cible, ainsi que le long de la Route nationale 13, vers Antanimora.

### 9.2.4 Résumé du plan d'approvisionnement en eau

Le tableau ci-dessous indique des alternatives au plan d'approvisionnement en eau.

**Tableau 9.2.4-1 Résumé des alternatives au plan d'approvisionnement en eau**

Plan	Résumé	Source d'eau	Zone d'alimentation en eau	Principales installations
D1	• Installations hydrauliques pour alimenter la ville d'Ambovombé en utilisant une source d'eau en banlieue d'Ambovombé (avec un générateur diesel)	Forage en banlieue d'Ambovombé (près de F015)	Ville d'Ambovombé	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 forage (profondeur 150 m)</li> <li>• Générateur et cabine de générateur</li> <li>• Citerne surélevée (100 m<sup>3</sup>)</li> <li>• Système de canalisations (10 km)</li> <li>• Bornes fontaines (35)</li> </ul>
D2	• Comme ci-dessus, mais en utilisant l'électricité JIRAMA	Comme ci-dessus	Comme ci-dessus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 forage (profondeur 150 m)</li> <li>• Citerne surélevée (100 m<sup>3</sup>)</li> <li>• Système de canalisations (10 km)</li> <li>• Bornes fontaines (35)</li> </ul>
D3	• Installations hydrauliques pour alimenter la zone côtière de dunes en utilisant une source d'eau en banlieue d'Ambovombé (avec un générateur diesel)	Comme ci-dessus	Zone côtière de dunes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 forages (profondeur 150m)</li> <li>• Générateur et cabine de générateur (6 jeux)</li> <li>• Réservoir de collecte d'eau (200 m<sup>3</sup>)</li> <li>• Pompe relais</li> <li>• Réservoir de distribution d'eau (600 m<sup>3</sup>, 100 m<sup>3</sup>, 50 m<sup>3</sup> x 6)</li> <li>• Canalisation de distribution (60 km)</li> <li>• Système de canalisations (20km)</li> <li>• Bornes fontaines (36)</li> </ul>
D4	• Installations hydrauliques pour alimenter la ville d'Ambovombé et la zone côtière de dunes en utilisant une source d'eau à Antanimora (avec système de pompage solaire)	Forage à Antanimora (près de F006, F006B)	Ville d'Ambovombé et zone côtière de dunes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 forages (profondeur 63m)</li> <li>• Cabines de pompage solaire (4 jeux)</li> <li>• Canalisation de distribution (115km)</li> <li>• Citerne surélevée (150m<sup>3</sup>, 100m<sup>3</sup>)</li> <li>• Réservoir de distribution d'eau (600m<sup>3</sup>, 100m<sup>3</sup>, 50m<sup>3</sup>x6)</li> <li>• Système de canalisations (30km)</li> <li>• Bornes fontaines (77)</li> </ul>

D5	• Comme ci-dessus (avec un générateur diesel)	Comme ci-dessus	Comme ci-dessus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 forages (profondeur 63m)</li> <li>• Générateur et cabine de générateur (3 jeux)</li> <li>• Canalisation de distribution (115km)</li> <li>• Citerne surélevée (150m<sup>3</sup>, 100m<sup>3</sup>)</li> <li>• Réservoir de distribution d'eau (600m<sup>3</sup>, 100m<sup>3</sup>, 50m<sup>3</sup>x6)</li> <li>• Système de canalisations (30km)</li> <li>• Bornes fontaines (77)</li> </ul>
D6	• Installations hydrauliques pour alimenter la ville d'Ambovombé en utilisant une source d'eau à Antanimora (avec un générateur diesel et la gravité)	Comme ci-dessus	Ville d'Ambovombé	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 forage (profondeur 63m)</li> <li>• Générateur et cabine de générateur (3 jeux)</li> <li>• Canalisation de distribution (62km)</li> <li>• Citerne surélevée (150m<sup>3</sup>, 100m<sup>3</sup>)</li> <li>• Système de canalisations (30km)</li> <li>• Bornes fontaines (35)</li> </ul>

### 9.3 Situation actuelle dans la zone cible

#### 9.3.1 Environnement naturel

##### (1) Climat et hydrologie

La zone cible est la région la plus aride de Madagascar. Les précipitations annuelles moyennes (1998-2004) sont seulement de 400 mm dans la commune d'Antaritarika à l'extrême sud. L'isohyète va plus haut vers le nord, et la commune d'Antanimora la plus au nord a des précipitations annuelles de 700 mm. Les précipitations moyennes à Ambovombé, la zone urbaine centrale de la zone cible, atteignent seulement 541 mm. La saison des pluies va généralement de décembre à mars, et pratiquement toutes les pluies tombent pendant ces trois mois.

A l'est de la zone cible s'écoule la rivière Mandrare, et à l'ouest la rivière Mananbovo, mais il n'y a pas de rivières à flux continu toute l'année dans le bassin d'Ambovombé ou dans la zone côtière de dunes. Soit dit en passant, la rivière Mandrare s'écoule même pendant la saison sèche, alors que la rivière Mananbovo a très peu d'eau pendant la saison sèche.

##### (2) Topographie, géologie et hydrogéologie

L'altitude d'Ambovombé va de 120 à 250 m au-dessus du niveau de la mer et ondule graduellement vers le bas vers le sud-ouest. L'altitude à Ambovombé est la plus basse de la zone, allant de 130 à 136 m au-dessus du niveau de la mer. Dans le sud, le long de la zone côtière, se trouvent des dunes de sable d'une altitude de 150 à 300 m.

La géologie de cette zone peut se classer en 3 types: zone du socle précambrien au nord, sédiments jeunes épais dans le Bassin d'Ambovombé et dunes de sable côtières au sud.

Hydrogéologiquement, de l'eau artésienne de qualité relativement bonne se trouve dans la zone du socle autour d'Antanimora, et d'autre part, de l'eau artésienne très salée là où des sédiments épais sont déposés dans le bassin d'Ambovombé et la zone côtière de dunes.

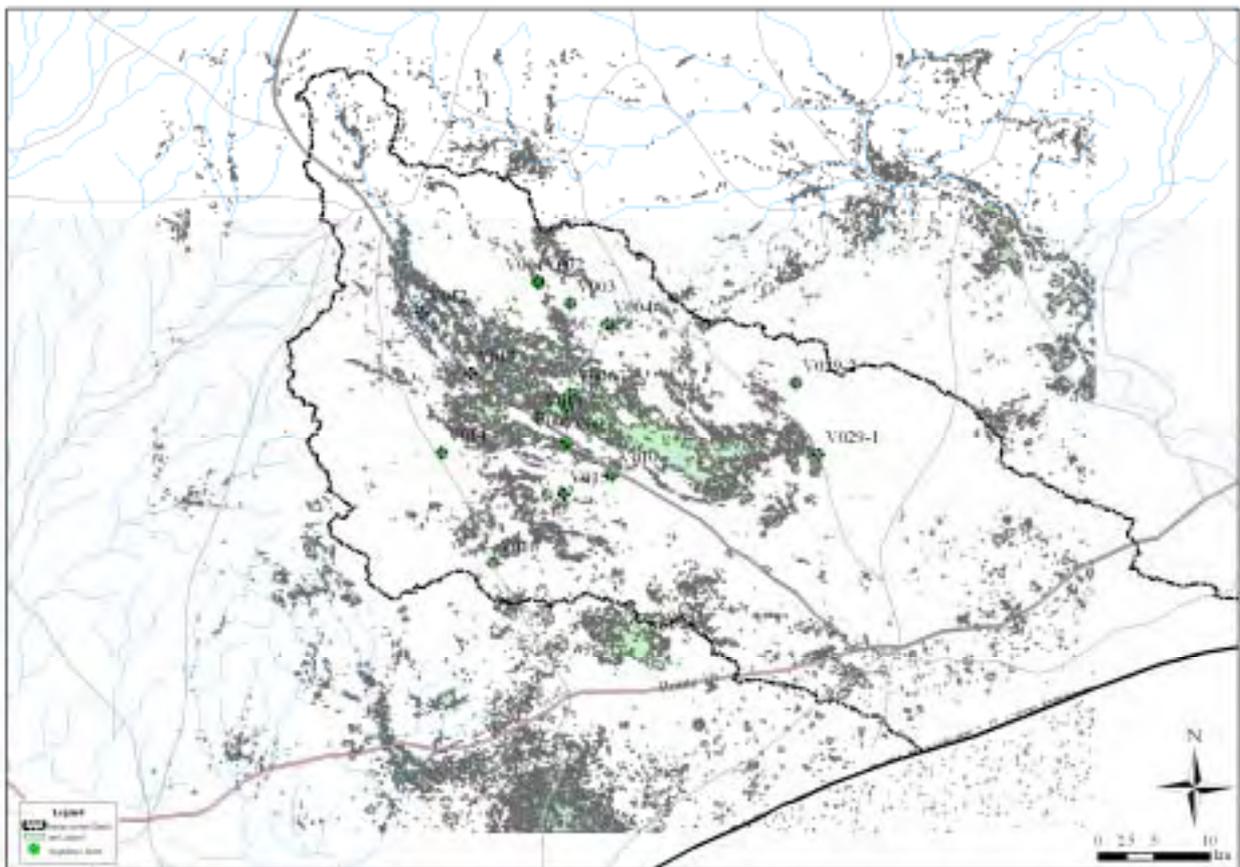
##### (3) Ecosystème

Comme l'île de Madagascar s'est séparée du continent africain il y a 150 millions d'années, les plantes et les animaux sur l'île ont évolué et se sont adaptés à leur environnement particulier, et beaucoup des espèces qui habitent l'île sont endémiques.

La zone cible est dans la région la plus aride de Madagascar, et le sol est sablonneux et sec, ce qui signifie qu'il n'est pas adapté à la croissance des plantes. Mais même sous ses conditions difficiles, certaines plantes se sont adaptées à l'environnement, et s'y développent de manière endémique. A cause de cette originalité, tout le sud de Madagascar (la zone cible y compris) est désignée par le WWF comme un Global 200 (238 écosystèmes sont sélectionnés dans le monde pour leur importance).

Deux études écologiques d'ensemble centrées sur la végétation ont été faites du 26 au 30 septembre 2005 (bassin d'Ambovombé: Antanimora – Ambondro – Ambovombé) et le 22 juin 2006 (zone de dunes de sable côtière: Ambovombé – Antaritarika). De plus, des images de satellite ont été analysées avec l'analyse de vérité terrain pour obtenir et comprendre la distribution générale de densité de la végétation.

Dans le bassin d'Ambovombé, en particulier des deux côtés de la route nationale 13 d'Antanimora à Ambovombé, une forêt semi-aride de la famille des Didieraceae (famille endémique à Madagascar) comme *Allaudia procera*, *A. dumosa*, *Diderea Trollii*, ainsi que la famille des Euphorbiaceae typifiée par *Euphorbia plagiantha*, *E. stenocrada* sont visibles. *Cederelopsis grevi* (*Ptaeroxylaceae*), bien que n'étant pas une espèce dominante, doit être énuméré parmi les arbustes communs dans la zone. Ce type de forêt semi-aride a dû être un type de végétation dominant autrefois, mais comme sont des ressources pratiques pour les habitants, utilisables pour le bois de feu, le charbon de bois et pour les activités commerciales, et les planches pour la construction, il ne reste plus que des forêts semi-arides épineuses que dans de petites zones. En ce qui concerne la zone cible, une forêt relativement dense et à maturité s'étend le long de la NR13, en particulier au sud-est d'Antanimora, et le long de la route secondaire vers Ambondro. La Figure 9.3.1-1 montre la zone de distribution de cette forêt semi-aride relativement dense, basée sur l'étude de terrain et les images de satellite.



**Figure 9.3.1-1 Distribution de la forêt semi-aride dense d'épineux dans la zone cible**



**Figure 9.3.1-2 Allaudia Procera et la forêt semi-aride dense d'épineux (près de V-014)**

Il est à noter que pendant cette étude, beaucoup de groupes de Sifaka de Verreaux (*Propithecus verreauxi*) ont été observés, et à cette occasion, des *lemur catta*, les deux dans cette forêt dense. Ces deux espèces sont classées "vulnérables" sur la Liste rouge IUCN des espèces en voie de disparition. On peut facilement donc évaluer cette forêt comme très importante pour l'écosystème de la zone.



**Figure 9.3.1-3 Forêt de Diderea trollii (près de V-029-1)**

D'autre part, la zone côtière de dunes comprend principalement de terres à nu ou de terres cultivées, mais dans les endroits comme autour des cimetières, la végétation naturelle (forêt semi-aride) est bien préservée conformément aux coutumes locales.



**Figure 9.3.1-4 Terres à nu typiques s'étendant dans la zone côtière de dunes**



**Figure 9.3.1-5 Forêt préservée dominée par Allaudia Commosa**

### 9.3.2 Environnement social

#### (1) Système administratif et population

La zone cible comprend 1 province, 1 région, 2 districts et 15 communes. En 2005, la population totale de la zone était de 277.980 habitants, dont 38.213 vivant dans la Commune d'Ambovombé, la ville principale de la zone.

La croissance de la population dans les 15 communes cibles a été de 35,5% au cours des 3 dernières années, ce qui est supérieur au taux de croissance de toute la région. L'analyse de courbe logistique laisse prévoir que la population devrait atteindre 306.000 habitants en 2015.

(2) Société et culture

Les Antandroy sont le groupe ethnique dominant dans la zone. La principale religion est chrétienne, regroupant 60% de la population si les 3 groupes principaux (protestants, FLM et catholiques) sont combinés. Mais les croyances traditionnelles sont encore une religion importante, avec un quart de la population y adhérant.

Légalement, les terres dans la zone sont généralement la propriété de l'Etat, mais dans la pratique, le chef du village ou le chef de clan (*olom-be*) décide de la distribution des terres pour la culture. Il est donc important de consulter le chef du village avant de décider de la position d'un forage. Il y a aussi des terres comme les cimetières ou la forêt sacrée qui sont interdites pour toute activité, ce qui signifie qu'il faut faire attention pour l'utilisation des terres pour les forages ou installations hydrauliques.

Bien que cela change depuis quelques années, les femmes sont généralement assises à l'arrière sur le lieu de réunion et ont peu d'occasions de donner leur avis. Tirer l'eau est principalement le travail de la femme si la source d'eau se trouve à une distance parcourable à pied, mais c'est le travail de l'homme si la source d'eau est éloignée du village et qu'il faut une charrette tirée par un bœuf pour aller en chercher.

(3) Economie

La principale occupation des habitants de la zone cible est la culture de racines plantes, suivie de la pêche dans la zone côtière de dunes.

Bien que ce ne soit pas la principale activité dans la zone, l'existence des vendeurs d'eau doit être prise en compte en considérant un plan d'approvisionnement en eau. Les vendeurs d'eau sont particulièrement importants pour les habitants pendant la saison sèche. Beaucoup dépendent de leur eau pendant cette saison. Bien que ce soit le gagne-pain de certains vendeurs d'eau, la plupart d'entre eux ont une autre occupation comme l'agriculture, et la vente de l'eau est seulement une activité secondaire. Les vendeurs d'eau ne sont pas du tout organisés, et ne travaillent pas sur la base d'une autorisation du gouvernement.

(4) Situation actuelle d'approvisionnement en eau dans la zone

La zone cible est la région la plus aride de Madagascar, et l'approvisionnement en eau y est généralement très mauvais. Les principales sources d'eau de la zone peuvent se classer comme suit: structure artificielle utilisant l'eau de pluie (bassin, impluvium, réservoir artificiel), utilisation des eaux souterraines (forage, puits, vovo), utilisation de l'eau de surface (rivières, bassins, flaques d'eau) et utilisation des services d'approvisionnement en eau (service de camions citernes de l'AES, vendeurs d'eau).

L'étude sociale a montré que de 43% des villages de la zone utilisent les eaux souterraines comme source d'eau principale, suivie des rivières et de l'eau de pluie. Mais il est à noter qu'à cause des conditions d'approvisionnement en eau difficiles dans la zone, les habitants ont tendance à utiliser toute source d'eau utilisable, par exemple l'eau des flaques d'eau aux environs constitue une source d'eau importante pour les habitants.

## 9.4 Résultats des considérations environnementales et sociales

(1) Economie régionale (incluant l'emploi et les moyens d'existence)

Plan N°	Effets possibles	Mitigation
D1 D2 D3 D4 D5 D6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Si la canalisation est achevée et que des bornes fontaines sont installées dans la zone, et que les habitants peuvent obtenir de l'eau plus facilement et moins chère que des vendeurs d'eau, alors cela aura un effet fatal sur les activités des vendeurs d'eau. Mais comme la plupart des vendeurs d'eau ne se consacrent pas totalement à cette activité (la plupart d'entre eux sont des fermiers), peu d'entre eux seront totalement sans emploi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comme il y a très peu de vendeurs d'eau à temps complet, il est inutile de prendre des mesures pour protéger leur emploi. De plus, de nouveaux emplois seront créés comme gardien de borne fontaine, qui pourraient être des occasions d'emploi pour les vendeurs d'eau sans travail.</li> </ul>

(2) Capital social et institutions de prise de décision locales

Plan N°	Effets possibles	Mitigation
D1 D2 D3 D4 D5 D6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A la décision de l'emplacement d'un forage, d'une canalisation ou d'une autre installation, l'approbation du chef du village est nécessaire. Sans son approbation, il ne peut pas y avoir de coopération des habitants.</li> <li>• Les sites des forages d'essai ont déjà été approuvés par les chefs de village.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La consultation et l'approbation du chef du village est nécessaire avant la décision de l'emplacement d'un nouveau forage, d'une canalisation ou d'une autre installation. En particulier, des précautions spéciales sont requises pour construire toute installation dans un cimetière ou une forêt sacrée.</li> </ul>

(3) Les pauvres, les indigènes et les minorités ethniques

Plan N°	Effets possibles	Mitigation
D1 D2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ces plans sont prévus pour fournir de l'eau seulement aux zones urbaines d'Ambovombé, ce qui signifie d'autres zones, en particulier des zones pauvres de la zone côtière qui souffrent encore de pénurie d'eau.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A long terme, il sera nécessaire de construire une canalisation jusqu'aux zones côtières, mais à court terme, il faut construire des impluvia pour améliorer l'approvisionnement en eau dans les zones côtières.</li> </ul>
D3 D4 D5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il peut y avoir des distributions inégales des avantages selon l'agencement des bornes fontaines.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agencer les bornes fontaines pour éviter autant que possible les injustices.</li> </ul>
D6	Comme D1 et D2.	Comme D1 et D2.

(4) Distribution inégale des impacts négatifs et des bénéfiques

Plan N°	Effets possibles	Mitigation
D1 D2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ces plans sont prévus pour fournir de l'eau seulement aux zones urbaines d'Ambovombé, ce qui signifie d'autres zones, en particulier des zones pauvres de la zone côtière qui souffrent encore de pénurie d'eau.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A long terme, il sera nécessaire de construire une canalisation jusqu'aux zones côtières, mais à court terme, il faut construire des impluvia pour améliorer l'approvisionnement en eau dans les zones côtières.</li> </ul>
D3 D4 D5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il peut y avoir des distributions inégales des avantages selon l'agencement des bornes fontaines.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agencer les bornes fontaines pour éviter autant que possible les injustices.</li> </ul>
D6	Comme D1 et D2.	Comme D1 et D2.

(5) Conflit d'intérêts parmi les parties prenantes

Plan N°	Effets possibles	Mitigation
D1 D2 D3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il ne devrait pas y avoir de conflits entre les parties prenantes parce que la source d'eau et la zone d'approvisionnement sont identiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucune en particulier</li> </ul>
D4 D5 D6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La source d'eau se trouve à Antanimora, mais la zone d'approvisionnement s'étend d'Ambovombé vers le sud. Il pourrait donc y avoir un conflit entre la zone de source d'eau et la zone d'approvisionnement. Mais comme un nombre considérable de forages sont construits dans la zone et que des bornes fontaines seront installées au point de source dans ce projet, il y a peu de chances de conflits.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avant la construction, des explications et un accord avec les habitants de la zone d'Antanimora sont nécessaires.</li> </ul>

(6) Questions problématiques entre hommes-femmes

Plan N°	Effets possibles	Mitigation
D1 D2 D3 D4 D5 D6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comme la zone d'approvisionnement en eau s'étend plus, on peut prévoir que le travail des femmes sera allégé. Mais il est à craindre que la participation des femmes soit insuffisante lors de la décision des procédures de fonctionnement et de maintenance.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un programme d'éducation pour la participation des femmes est nécessaire pour la décision sur les procédures O&amp;M.</li> </ul>

(7) Droit à l'eau

Plan N°	Effets possibles	Mitigation
D1 D2 D3	• Il ne devrait pas y avoir de conflit pour le droit à l'eau parce que la source d'eau et la zone d'approvisionnement sont identiques.	• Aucune en particulier
D4 D5 D6	• La source d'eau se trouve à Antanimora, mais la zone d'approvisionnement s'étend d'Ambovombé vers le sud. Il pourrait donc y avoir un conflit concernant le droit à l'eau entre la zone de source d'eau et la zone d'approvisionnement. Mais comme un nombre considérable de forages sont construits dans la zone et que des bornes fontaines seront installées au point de source dans ce projet, il y a peu de chances de conflits.	• Avant la construction, des explications et un accord avec les habitants de la zone d'Antanimora sont nécessaires.

(8) Eaux souterraines

Plan N°	Effets possibles	Mitigation
D1 D2 D3 D4 D5 D6	• Avec l'utilisation des eaux souterraines, la baisse du niveau d'eau des puits environnants comme les vovos est à craindre. Mais comme les puits sont à moins de 20 m comparés à la profondeur des forages prévus à 60 – 150 m, l'aquifère cible est différent, et il ne peut donc pas y avoir de baisse du niveau d'eau.	• Aucune en particulier

(9) Régime hydrologique des rivières, lacs et eaux de l'intérieur des terres

Plan N°	Effets possibles	Mitigation
D1 D2 D3 D4 D5 D6	• Comme des eaux souterraines sont la source d'eau, il ne devrait pas y avoir d'effet sur les eaux de surface.	• Aucune en particulier

(10) Biota/écosystèmes

Plan N°	Effets possibles	Mitigation
D1 D2	• Comme ce projet d'approvisionnement en eau prévoit de transporter de l'eau d'Ambovombé à Ambovombé, il ne devrait pas y avoir d'effet sur l'écosystème environnant.	• Aucune en particulier
D3	• Il ne reste que peu de forêts entre Ambovombé et Antarititika, mais des forêts endémiques subsistent autour des cimetières et forêts sacrées. La canalisation ou le réservoir d'eau prévu pourra se trouver dans ces forêts.	• Eviter autant que possible ces forêts lors de la construction, et aucun développement ne doit être autorisé dans les zones de bambous comme autour des cimetières ou forêts sacrées.
D4 D5	• La coupe d'arbres dans les bonnes forêts restantes entre Antanimora et Ambovombé est possible.	• La canalisation principale sera posée le long de la route nationale pour réduire les coupes. Il est inévitable de couper certaines parties de la forêt restante entre la source d'eau et la route nationale, mais la zone de coupe sera réduite au minimum.
D6	• Entre Antanimora et Ambovombé, comme en D4, D5. • Entre Ambovombé et Antarititika, comme en D3.	• Entre Antanimora et Ambovombé, comme en D4, D5. • Entre Ambovombé et Antarititika, comme en D3.

\*\*\*\*\*

## **CHAPITRE 10 INSTITUTION POUR L'EXPLOITATION ET LA MAINTENANCE**

### **10.1 Exploitation et Maintenance pour les systèmes d'approvisionnement en eau**

#### **10.1.1 Établissement d'organisation d'une communauté de base**

Considérant l'opération et l'entretien du service d'approvisionnement en eau au niveau de villageois, il est nécessaire de formuler le comité de gestion d'eau et une association d'utilisateurs dans les villages concernés. Puisque la zone rurale de la région du sud du Madagascar ont une expérience sur la gestion des systèmes d'approvisionnement en eau, notamment les forages équipés d'une pompe manuelle, puits, réservoir de stockage d'eau de pluie, les bénéficiaires dans les communautés rurales sont disposés pour participer à l'exploitation et l'entretien du système d'approvisionnement en eau.

Sous le projet pilote dans cette étude en 2005/2006, le comité de point d'eau (CPE) a été établi et gère les systèmes d'approvisionnement comme le système de pompage solaire, Rope pompe et Pompe Vergnet. L'équipe d'Etude de la JICA a aidé les villages pour la formation du CPE par le biais d'une ONG locale, elle a aussi expliqué l'exploitation et l'entretien aux bénéficiaires et le paiement des frais de l'eau par eux-mêmes. Comme résultats de la surveillance des activités pour CPE en 2006, l'équipe d'étude a conclu qu'il était très important pour les villageois d'exploiter et de maintenir le système par eux-mêmes, et en même temps l'organisation expérimentée en approvisionnement en eau dans la zone, l'AES était l'organisation la plus appropriée pour l'opération et l'entretien du système d'approvisionnement en eau pour un direct et/ou indirect appui aux équipements d'approvisionnement en eau des CPE dans le secteur.

#### **10.1.2 Organisation de l'AES**

L'AES a été établi en 1982 et approvisionne la zone d'étude en eau, son siège est dans la capitale à Antananarivo et le bureau régional à Ambovombe au centre de la région du sud de Madagascar. Le bureau technique d'Ambovombe assure l'exploitation et la maintenance pour l'approvisionnement en eau dans le secteur. D'ailleurs, l'AES a un bureau dans la ville de Beloha, et un bureau de liaison dans la ville de Tsihombe, dans le secteur d'approvisionnement en eau par système de canalisation de Beloha Tsihombe qui a été établi par l'aide du gouvernement du Japon en 1995 à 1999.

L'AES a agi en tant qu'agence principale pour le projet d'approvisionnement en eau en corporation avec le Japon et avec d'autres bailleurs dans la région du sud du Madagascar plus de 25 ans. Les équipements principaux d'approvisionnement en eau appartiennent à AES et les appuis aux maintenances sont les suivants:

- 1) les camions citernes à Ambovombe
- 2) le Pipeline de 140km à Beloha jusqu'à Tsihombe ville
- 3) Approvisionnement en eaux souterraines dans les communes avec le système de pompage solaire notamment les 5 centres AEP
- 4) Appui et entretien des systèmes de pompage solaires des CPE dans 7 villages
- 5) Développement d'eaux souterraines équipés d'une pompe à main subventionné par la banque mondiale et l'UNICEF

Basé sur les études des consultants de la banque mondiale et de l'AES lui-même, la proposition pour l'amélioration de l'AES a été discutée maintes fois avec le MEM et agences intéressées à partir de septembre 2005. Le colloque important commandité par MEM pour la durabilité de l'eau potable dans le sud a été

tenue le 24 et 25 mars, 2006 dans la ville d'Ambovombe pour discuter des solutions multiples. Il est possible d'améliorer les situations actuelles d'AES, techniquement et financièrement, mais il est impossible sans n'importe quels investissement et/ou amélioration et innovations techniques de la gestion du système existant à cause revenu principal venant de la vente d'eau de l'AES. C'est seulement 36,000m<sup>3</sup>/an et/ou environ 100 m<sup>3</sup>/jour en 2005. Par conséquent, le nouveau projet et/ou réhabilitation des équipements d'approvisionnement en eau existants aura de l'impact sur le secteur et n'importe quels autres opérations et entretiens seront contrôlés par AES.

Par conséquent, l'AES est l'organisation la plus importante pour l'approvisionnement en eau, l'exploitation et l'entretien dans la région sud de Madagascar, pour le présent et le futur. L'AES a plus de 25 ans d'expérience dans divers types d'équipements d'approvisionnement en eau, de même pour l'exploitation et la maintenance dans la zone d'étude.

### 10.1.3 Aspect financier de l'AES

La dépense la plus courante d'AES est le coût d'opération des camions citernes d'Ambovombe et du système de canalisation de Tsihombe - Beloha. Le bilan actuel est montré dans le tableau 10.1.3-1. L'aspect financier de 1999 à 2005 est devenu meilleurs récemment qu'avant. Le tableau 10.1.3-2 montre à la production d'eau et le prix de revient unitaire par AES en 2005.

**Tableau 10.1.3 -1 Aspect financier d'AES de 1999-2005 (en Ariary)**

Année	prix de l'eau	Coût D'Opération	Bilan (1999-2004)	Subvention de l'état
1999	107.601.955	372.327.788	236.535.100	(63,5%) Subvention
2000	190.421.539	495.501.068	312.719.400	(63,1%) Subvention
2001	184.558.000	496.677.400	312.119.400	(62,8%) Subvention
<b>2004</b>	<b>106.682.323</b>	<b>251.329.333</b>	<b>-144.647.010</b>	<b>-(57,6%)</b>
<b>2005</b>	<b>57.212.675</b>	<b>58.626.171</b>	<b>-1.413.495</b>	<b>-(24,1%)</b>

Données: AES, Rapport d'activité Annuel, Février 2006

La quantité d'approvisionnement en eau d'AES en 2005 était 36.116m<sup>3</sup>/année, (98,9m<sup>3</sup>/jour) et le prix de revient unitaire d'approvisionnement moyen était de 105 Ar/seau de 13 litres à l'exclusion du coût de main d'oeuvre en 2005 comme montré dans le tableau 10.1.3-2.

- 1) Les camions citernes d'Ambovombe a fourni la zone en eau d'une quantité de 7.266m<sup>3</sup>/an (19,9m<sup>3</sup>/jour), et le coût de production estimé étaient de 63 Ar/seau à l'exclusion du coût de la main d'oeuvre en 2005.
- 2) Le pipeline de Tsihombe Beloha a fourni de l'eau d'une quantité de 2.465m<sup>3</sup>/an (6,8m<sup>3</sup>/jour), et le coût de production estimé était 196 Ar/seau à l'exclusion du coût de la main d'oeuvre en 2005.
- 3) Les 5 centres AEP/AES a fourni de l'eau d'une quantité de 26.385m<sup>3</sup>/an (72,3m<sup>3</sup>/jour), et le coût de production estimé était 32 Ar/seau à l'exclusion du coût de la main d'oeuvre en 2005.

A cause de l'augmentation du coût du carburant, l'AES a supporté l'opération et l'entretien pour l'approvisionnement en eau par lui-même, le seul le revenu est la production d'eau de 36.116m<sup>3</sup>/an (98,9m<sup>3</sup>/jour). Par conséquent, l'AES a besoin de produire plus d'eau.

**Tableau 10.1.3.-2 Production de l'eau d'AES et prix de revient par unité en 2005**

Paramètre	Quantité d'Approvisionnement En eau (m <sup>3</sup> /an)	Dépenses (Ar)	Revenu (Ar)	Prix de revient d'Approvisionnement unitaire (Ar/seau)	Remarques
	A	B	C	B/A	
<b>Total en 2005</b>	<b>36.116</b> (98,9m <sup>3</sup> /jour)	<b>293.130.856</b>	<b>286.063.377</b>	<b>105</b>	Y compris la Subvention (environ 50% des dépenses totales)
<b>Décomposition</b>	Quantité d'Approvisionnement En eau	Dépenses de Production	Prix de l'eau	Prix de revient d'Approvisionnement unitaire	Exclure Les dépenses pour le personnel
1) Système d'Ambovombe	7.266 (19,9m <sup>3</sup> /jour)	34.974.200	-	63	Inclure 6.612m <sup>3</sup> /an (18,1m <sup>3</sup> /jour) livré par camions citerne
2) Pipeline de Tsihombe-Beloha	2.465 (6,8m <sup>3</sup> /jour)	37.116.021	14.061.738	196	
<b>Sous Total</b>	<b>9.731</b> (26,7m <sup>3</sup> /jour)	<b>72.090.221</b>	<b>-</b>	<b>96</b>	
Centre d'Approvisionnement				*(100)	
3) les 5 AEP/AES	26.385 (72,3m <sup>3</sup> /jour)	63.300.592	54.489.605	32	

Données: AES, 2005 Rapport d'activité Annuel, Février 2006

#### 10.1.4 Recommandation pour l'amélioration de l'AES

L'AES est l'établissement expérimenté pour l'approvisionnement et l'exploitation de l'eau, et également pour l'entretien des équipements d'approvisionnement en eau dans la région sud de Madagascar. Les recommandations suivantes sont pour l'amélioration de l'AES.

Quand le nouveau projet d'approvisionnement en eau démarre, AES sélectionne et forme le groupe de travail qui dépend individuellement du domaine de l'étendue du projet. Cela requiert une nouvelle gestion de l'AES pour ce projet est requise soit qu'il travaille en travaillant conjointement avec des donateurs donateurs et/ou lui-même soit qu'il travaille individuellement. Le programme proposé d'approvisionnement en eau potable, autonome et durable dans la région sud de Madagascar doit recruter le manager chef en premier lieu à partir d'AES et organiser l'équipe du projet en travaillant conjointement avec l'équipe Japonaise, et en se basant sur la base des expériences de cette Etude. Après l'achèvement du projet pour l'approvisionnement en eau dans la région sud de Madagascar, l'équipe AES qualifiée travaillera sur l'exploitation et la maintenance sur le projet. Le plan de l'organisation du personnel et de leur rôle dans les nouvelles installations en eau est indiqué dans le Tableau.

##### (1) Généralités

- 1) Recrutement de mécaniciens et d'électriciens.
- 2) Fourniture des pièces de rechange.
- 3) Fourniture d'outils d'entretien
- 4) Achat des véhicules, camions citernes et camions poids lourds.

##### (2) Système de canalisation existante

- 1) Réadaptation et entretien de la canalisation existante et de la station de pompage  
 Réadaptation du générateur de chaque stations de pompage notamment Imanombo, Sampeza et Ambalanosy.
- 2) Exécuter des travaux de maintenance des forages et puits pour la canalisation à partir de Tsihombe

- jusqu'à Ampotaka. (Nettoyage des réservoirs de chaque station et de l'AEP de Beloha.)
- 3) Remplacement des compteurs de Marovato et Antanimalangy.
  - 4) Activer l'exploitation des camions citernes qui ont été immobilisés à Tsihombe aussi bien que ceux de Beloha.
  - 5) Renouvellement de la batterie des camions citernes et les générateurs
  - 6) Formation du personnel du pipeline pour le service et l'entretien de l'eau
  - 7) Recruter un responsable d'exploitation du camion à Beloha
  - 8) Électrification de la station de Tsihombe pour l'exploitation, soit par panneau solaire ou par l'électricité de la JIRAMA

**Tableau 10.1.4-1 Plan de l'organisation du personnel et rôles dans les nouvelles installations**

Lieu	Type d'emploi	No d'employés	Rôle	Organisation	
Comité de direction	Fonctionnaire comité/audit		Responsable/Audit	Gouvernement: MEM, District, Commune	
Siège: Ambovombe	Personnel pour l'ingénierie d'approvisionnement en eau et son assistance	Plusieurs personnes (y compris le Directeur Général)	Contrôle global de la gestion /Ingénierie	Gouvernement: AES	
	Secrétaire	Plusieurs personnes	Affaires générales et assistance de la gestion générale		
	Techniciens: Plombier, Mécanicien et Electricien	Plusieurs personnes	E/M des installations (Exploitation, réparation, surveillance des installations, contrôle des fuites)		
	Section comptable	Plusieurs personnes	Comptabilité		
	Ressources humaines	Plusieurs personnes	Contrôle des ouvriers/ formation du personnel		
	Gestion matérielle	Plusieurs personnes	Gestion / approvisionnement en matériel/ équipement		
	Section des services	Plusieurs personnes	Contrôle global / comptabilité des ventes d'eau et collecte des frais		
	Autres emplois	Plusieurs personnes	Chauffeur, sécurité, autres		
Bureau des Sources d'eau	Opérateur, contrôle des fuites	Plusieurs personnes /lieu	E/M des installations (puits, pompes, réservoirs, pipelines)	Gouvernement: AES ou Consignation	
Centre d'approvisionnement	Ville d'Ambovombe	Vente d'eau	Le même que le numéro du lieu d'approvisionnement= (1 chef et environ 20 employés et expéditeurs)	Ventes d'eau et collecte des frais. E/M des installations de service	Gouvernement: t: AES ou Consignation
	Commune/ Fokontany	Vente d'eau: vente en dépôt	Le même que le numéro du lieu d'approvisionnement = (20 employés)	Vente d'eau E/M des installations de service	Comité pour l'Eau de la Commune/Fokontany ou Consignation
Autres (AEP)	E/M des installations existantes		Aménagé avec la nouvelle organisation		

\*\*\*\*\*

## CHAPITRE 11 EVALUATION DU PROJET

### 11.1 Evaluation financière et économique

Dans cette étude, les plans alternatifs d'approvisionnement en eau sont conçus pour satisfaire le besoin de base humain (BHN), de réduire la pauvreté des villageois et remonter leur niveau de vie surtout l'environnement de l'eau. Ces derniers habitent dans des zones reculées loin des sources d'eau et arides au sud de Madagascar. Au total, dans 5 sites, 3 types d'approvisionnement en eau ont été installés dans la zone d'étude. Il s'agit d'un système de pompage solaire, pompe Vergnet et Rope pompe. Identique au site du Projet Pilote, les villageois ont directement ou indirectement reçu les divers avantages suivants :

Le bénéfice direct inclut parmi tant d'autres est les suivants:

- 1) Augmentation du volume d'eau par jour
- 2) Amélioration de la santé et de l'assainissement
- 3) Gain de temps pour la recherche d'eau hors du village
- 4) Réduit le dur labeur du transport d'eau
- 5) Economise l'argent pour l'achat d'eau chère des vendeurs d'eau

En outre, les avantages indirecte prévus peuvent être listés comme suit:

- 1) Augmente le développement économique dû au gain de temps et l'opportunité de pouvoir s'offrir d'autres activités telles que l'horticulture et élevage.
- 2) Réduction de la morbidité et la mortalité infantile dû à l'amélioration de l'assainissement et le temps pour les femmes de prendre soin de ses enfants.
- 3) Une activité croissante de la population rurale pour le développement communautaire dû à l'organisation d'un comité de point d'eau.

D'autre part, le plan d'approvisionnement en eau proposé incluant le système de canalisation était évalué techniquement et financièrement. Et l'évaluation économique confirme que le profit dépassera le coût si le système d'approvisionnement est géré correctement. L'approvisionnement en eau dans la Région sud de Madagascar est exécuté par l'AES. Elle vend une quantité d'eau de 36,116m<sup>3</sup>/an, environ 100m<sup>3</sup>/jour dans la zone en 2005. Il existe une manque d'eau sérieuse dans la ville d'Ambovombe et le littoral, donc le premier plan alternatif proposé et d'approvisionner une quantité de 400m<sup>3</sup>/jour en supposant un bénéfice tout en réduisant le prix de l'eau de 100AR/seau de 13litres. Le prix de l'eau est prévu à 50Ar/seau conte le prix officiel de 100Ar/seau en 2006.

En plus, il est supposé que l'amélioration de l'approvisionnement en eau apportera des effets plus positifs au niveau social que économique. Il est prévu de contribuer aux activités de développement dans la zone et un impact économique favorable engendré par ce développement va s'étendre plus loin.

### 11.2 Evaluation Environnementale

Cette Etude concerne le développement des eaux souterraines et les sources alternatives pour l'approvisionnement en eau. Considérant le coté environnement, l'approvisionnement en eau pour la ville d'Ambovombe et le littoral par le développement des eaux souterraine et l'installation d'un système de canalisation n'est pas un grand projet pouvant affecter sérieusement l'environnement.

Cependant, le système d'approvisionnement en eau doit être durable, exploité et géré à long terme plus de 10ans. Toutefois, les quatre paramètres concernant le pompage d'eau souterraine et la construction de canalisation montré ci-dessous doivent être suivis.

- 1) L'influence des forages existant sur le changement du niveau d'eau par le pompage de l'eau souterraine.
- 2) L'intrusion de l'eau salée et/ou le changement de la qualité de l'eau par le pompage d'eau souterraine.
- 3) L'affaissement de terrain dû au pompage d'eau souterraine pour u système d'approvisionnement.
- 4) La dégradation de l'environnement née de la construction de la canalisation.

D'un coté, en considérant l'approvisionnement en eau de la ville d'Ambovombe, il n'existe aucune dégradation sérieuse de l'environnement causée par la mise en œuvre et l'exploitation du projet. Pourtant l'approvisionnement en eau stable dans la ville et les environs augmentera la quantité des eaux usées, donc l'assainissement de l'environnement doit être considéré par les habitants eux-mêmes. L'impact positif du projet est l'amélioration des conditions de vie par l'augmentation d'utilisation de l'eau par la population et la réduction de la corvée de recherche d'eau par les femmes et les enfants. Le stockage d'eau potable, et l'encouragement des activités économiques dans la zone est considérable si on ne compte pas les impacts négatives.

### **11.3 Evaluation sur l'Organisation et l'Institution**

Concernant l'approvisionnement en eau dans la zone d'étude, l'AES/MEM ont fait des efforts pour améliorer le service continuellement. Financièrement AES doit être indépendant et doit faire du profit avec le soutien des CPS/Commune et Fokotany qui dépendent largement de l'approvisionnement eau par l'AES. Pour l'AES et/ou une nouvelle organisation, le maintien d'un service et un contact plus efficace par les bénéficiaires est encouragé sous une stratégie d'organisation. Dans cette étude, l'équipe d'étude recommande le maintien de l'AES pour promouvoir l'approvisionnement en eau comme étant un système nouveau.

Le projet pilote est mis en œuvre pour confirmer la faisabilité de l'exploitation et la maintenance au niveau villageois. Pendant l'exécution du projet pilote les problèmes sont vérifiés et l'organisation et l'établissement appliqués de comité de point d'eau ont été évalués. Le Comité de Point d'Eau (CPE) a à peine eu ce genre d'expérience d'opération et d'entretien pour commencer un nouveau système d'approvisionnement en eau en raison de l'éloignement de la ville et à cause du niveau de connaissance, et l'Equipe d'Etude /MEM qui était responsable de l'exécution du projet pilote ont eu l'opportunité d'obtenir des connaissances et une expérience de valeur. Particulièrement l'approche appliquée concernant les discussions ouvertes avec les dépositaires comme CPS/Commune et Fokotany et villageois lors des ateliers et/ou réunions individuelles pendant les étapes de planification et d'exécution se faisait à travers l'ONG locale sous-traitant. On le considère que ces connaissances et expériences ont été inculquées à AES.

L'AES est assez capable de satisfaire les exigences de base vis-à-vis des questions techniques d'exploitation, la gestion et l'entretien du service d'approvisionnement en eau. Mais, l'AES a effectué pendant de longues années l'approvisionnement en eau par camions-citernes, à frais généraux élevés et années d'utilisation courtes, en tant qu'activité d'approvisionnement en eau principal sous subvention du gouvernement, ce qui ne lui a pas permis d'assurer l'autonomie financière appropriée en tant qu'entreprise publique. Pour le développement de l'organisation AES, il faut renforcer ses capacités pour qu'il fasse les diverses activités avec l'autonomie financière en tant qu'entreprise publique.

En même temps la mise en place d'un système assurant l'approvisionnement en eau stable dans le sud est

requis par la mise au clair du rôle du gouvernement pour qu'il poursuive en continu l'approvisionnement en eau des zones difficiles, qui est une activité de nature hautement publique, en résistant aux variations économiques et sociales imprévues.

De plus, l'AES doit poursuivre ses activités d'approvisionnement en eau dans cette zone avec la collaboration des habitants comme ci-après ; faire des efforts pour approfondir la communication continue avec eux, établir un programme d'alimentation en eau satisfaisant leurs souhaits, ouvrir les installations d'alimentation en eau au public, assurer la participation des habitants à la gestion et collecter des frais d'eau de ceux pouvant les payer.

D'autre part, vu le système d'approvisionnement en eau comprenant la canalisation, une action nécessaire comme la nomination de personnel d'AES pour être responsable du service technique d'approvisionnement en eau et pour l'exploitation et l'entretien avec le bureau d'AES Ambovombe est suggérée et doit être bien contrôlée.

## 11.4 Evaluation technologique concernant l'approvisionnement en eau

### (1) Evaluation Technologique

L'évaluation au sujet du service d'approvisionnement en eau du projet pilote est montrée ci-dessous. Les données au sujet du pompage d'eau et consommation du système de pompage solaire sont accumulées et enregistrées dans le rapport journalier du CPE, le prix de l'eau pour l'opération et la maintenance rassemblée par le CPE. L'opération est faite par excellence pour chaque emplacement d'approvisionnement en eau notamment le système de pompage solaire, le Rope pompe et la pompe Vergnet, et une opération plus efficace sera prévue basée sur les résultats de surveillance et l'appui de l'AES/MEM dans l'avenir. Basé sur les expériences sur la construction, l'opération et gestion du projet pilote particulièrement le système de pompage solaire, le plan d'approvisionnement en eau proposé comprenant le système de canalisation sera bien mis en application techniquement dans le secteur en utilisant la technologie et les expériences vécues. Les 6 systèmes de pompage solaires fonctionnent dans la zone d'étude depuis 1999 maintenus par AES, et ce projet pilote indique maintenant l'amélioration de la technologie. Par conséquent, la technologie du système de pompage solaire sera recommandée pour réduire le coût du carburant.

- 1) Système de pompage solaire, Site F006, Antanimora
  - Nombre d'habitants à approvisionner: 650
  - Capacité d'approvisionnement: 20 m<sup>3</sup>/jour
  - Capacité de la pompe: 4,0 m<sup>3</sup>/heure
  - Charge hydraulique: 50m
  - Réservoir d'Eau: 10m<sup>3</sup> x 2 unités
  - Borne fontaine publique: 4 robinets x 1 unité
  - La garantie du système solaire de pompage est de cinq (5) ans
  
- 2) Rope Pompe au niveau de deux (2) sites, P009 à Ambovombe et P010 à Sihanamaro
  - Niveau d'eau statique: environ de 10m à 20m
  - Puit creusé à la main
  
- 3) Pompe Vergnet au niveau de deux (2) sites
  - HPV-60 (Niveau d'eau statique: moins de 60m) :F014 à Ambovombe
  - HPV-100 (Niveau d'eau statique: Moins de 100m) :F006 à Antaritarika
  - Outils de Maintenance

## (2) Travaux de construction

Les travaux de construction dans ce projet pilote avaient lieu à partir de fin octobre 2005 à mi mars 2006. Bien que les travaux aient été effectués selon le programme prévu, les facteurs, qui ont affecté les travaux de construction dans ce projet pilote, sont récapitulés ci-dessous.

- 1) Retarde du dédouanement et des processus légaux pour l'exonération d'impôt pour l'équipement de pompage solaire
- 2) États de délabrement des voies d'accès dues à la saison des pluies
- 3) Retard du transport des matériaux et de l'équipement aux sites à cause du mauvais temps.
- 4) Problème foncier, particulièrement les avis et attitudes privés des villageois, et ainsi de suite.

Les points suivants devraient être considérés avant le début du projet.

- 1) Eviter des saisons des pluies pour les travaux de construction et accorder assez de temps dans le programme,
- 2) Prêter plus d'attentions aux voies d'accès, et demander aux agences appropriées immédiatement au cas où il y aurait quelques facteurs négatifs,

La construction du plan d'approvisionnement en eau que nous avons proposé pour la région du sud du Madagascar où il y a souvent des facteurs imprévisibles. Jusqu'ici le progrès des travaux de construction n'a pas été sérieusement détourné du programme initial, mais des plans complets sont exigés pour anticiper le reste du programme.

## 11.5 Evaluation économique

Le plan d'approvisionnement en eau proposé par cette étude est destiné à la population qui est la plus pauvre à Madagascar, dont la condition de l'approvisionnement en eau est la plus faible. Par ailleurs, l'organisation en charge de l'approvisionnement en eau connaît des difficultés financières. C'est pourquoi les plans proposés dans la présente étude mettent l'importance à l'amélioration des conditions de vie des habitants et de l'état financier de l'organisation concernée.

### (1) Effets de la réalisation des plans proposés

#### 1) Effets de réalisation des plans

La réalisation des plans prioritaires D1-D6 apportera l'amélioration de la santé pour tous les bénéficiaires à travers de l'approvisionnement en eau de bonne qualité. Elle contribue à l'augmentation du temps pour les activités productives en état sain et la réduction des frais médicaux. La baisse de tarif de l'eau aussi fait un effet économique pour les habitants de la ville d'Ambovombé et de la zone côtière.

#### 2) Réduction de tarif de l'eau

La réduction de tarif de l'eau est un des objectifs importants des plans proposés. Les tarifs de l'eau des plans prioritaires, soit D1-D6, sont estimés à entre Ar 20 et Ar 40 par seau de 13 litres (voir Tableau 8.6.2-1), qui sont moins chers que les tarifs actuels du service de l'AES et de vendeurs privés de l'eau. Pourtant, il est nécessaire de considérer l'existence des points d'eau gratuite. L'eau est gratuite à 37 % des 1.204 points d'eau comme rivières ou mares. Pour les habitants qui bénéficient ces points d'eau, par conséquence, l'effet de réalisation des projets semble négatif.

3) Amélioration de la qualité de l'eau

L'amélioration de la qualité de l'eau est un autre objectif important des plans. Dans les plans prioritaires, deux sources d'eau, eau souterraine de nappes profondes dont la qualité est bonne, ont été sélectionnées. L'eau actuellement consommée par la population de la zone, est-elle non seulement contaminée par colibacille mais aussi souvent l'eau saumâtre. Généralement elle n'est pas appropriée à l'eau potable selon la norme de l'eau potable de Madagascar et de l'OMS. Donc la réalisation de plans apportera l'amélioration de condition de l'alimentation en eau potable pour tous les bénéficiaires. Cela contribuera à l'amélioration de leur santé, et à la réduction des frais médicaux.

4) Réduction du temps de puisage d'eau

Actuellement, les habitants vont aux sources d'eau qui se trouvent à plus d'un km de leur maison et le puisage prend leur temps. Les points d'eau proposés par les plans (réservoir de distribution : centre de distribution d'eau) ne sont pas disponibles à chaque village ou chaque fokontany. Selon les plans, point d'eau peut être parfois jusqu'à 10 km de distance depuis leur maison au maximum. Cependant les plans contribueront à l'amélioration des conditions les pires de la saison sèche pour la population.

(2) Amélioration de l'état financier de l'AES

D'après le Rapport annuel de l'AES, son bilan financier de 2005 est à peu près 1,4 millions d'Ariary de déficit dû principalement à la quantité limitée de l'eau vendue. Par la réalisation du plan D1 ou plan D2 (adduction de l'eau de F015), la capacité de l'eau à distribuer sera en moyenne de 600 m<sup>3</sup> par jour. Il est estimé que recette de l'AES atteindra à 1,23 millions d'Ariary par jour si elle vend 400 m<sup>3</sup> de l'eau comme planifié à 40 Ariary par seau de 13 litres (y compris le frais de renouvellement de pompe et de groupe électrogène). Ce montant est supposé d'améliorer la situation financière de l'AES susmentionnée.

\*\*\*\*\*

## CHAPITRE 12 TRANSFERT DE TECHNOLOGIES

### 12.1 Transfert de technologies

Le transfert de technologies est un des objectifs de l'Etude. Le transfert de technologies en termes d'étude sur le potentiel des nappes phréatiques et le programme d'approvisionnement en eau a été effectué envers les homologues de la partie Madagascar à savoir MEM et AES au travers l'Etude. En ce qui concerne les homologues du MEM, l'Equipe d'étude JICA a fait particulièrement attention à les faire participer à la période de l'étude de base socio-économique et étude des ménages, l'étude géophysique, l'étude d'inventaire hydrogéologiques, les essais de forage, le contrôle du niveau d'eau et des variations de qualité de l'eau tout au long de l'année, ainsi qu'un projet pilote pour la construction d'installations pour l'approvisionnement en eau et les travaux d'exploitation et de maintenance par les villageois. Le résumé du transfert de technologies est décrit ci-dessous.

**Tableau 12.1 -1 Contenu du Transfert de Technologies**

Objectif	Contenu du Transfert de Technologies	
Services Techniques	1. Etude socio-économique et étude des ménages	1) Etude sur terrain et débat avec les agences locales du district, de la commune, des fokontans et des villages 2) Etude des ménages au niveau du village
	2. Etude et développement du potentiel des nappes phréatiques, et étude de la gestion des ressources en eau	1) Etude géophysique telles que VES, IP et TEM pour la sélection des forages d'essai 2) Etude hydrogéologique et étude de l'inventaire des ressources en eau 3) Supervision des forages d'essai, de l'exploitation des forages, essai de pompage et évaluation du potentiel des nappes phréatiques 4) Analyse de la qualité de l'eau 5) mesure du niveau statique mensuelles et saisonnières de l'eau avec les variations de qualité de l'eau 6) Etablir le profil de la qualité de l'eau
	3. Projet d'installations pour l'approvisionnement en eau	1) Etude des installations existantes pour l'approvisionnement en eau 2) Etude de l'exploitation et de la maintenance des installations pour l'approvisionnement en eau 3) Etude du projet de traitement de l'eau avec un pipeline incluant les sources d'eau et les installations de prises d'eau 4) Contrôle du système de pompage solaire AEP/AES
	4. Exploitation et Maintenance (E/M)	1) Débat sur l'exploitation et la maintenance durable pour les installations d'approvisionnement en eau et les installations d'approvisionnement en eau de substitution
Exploitation et Maintenance	Exploitation et Maintenance (E&M)	2) Exploitation et maintenance des installations pour l'approvisionnement en eau au niveau du village 3) Contrôle du projet pilote pour l'exploitation et la maintenance et l'encaissement de la vente d'eau au niveau du CPE 4) Débat sur les rapports journaliers pour E & M au niveau CPE et assistance technique de MEM/AES 5) Débat sur les taxes sur l'eau pour E & M incluant les rapports des coûts reconductibles et des données journalières

## **12.2 Mise en oeuvre du Séminaire pour le Transfert de Technologies**

Le Séminaire pour le Transfert de Technologies aura lieu dans la capitale Antananarivo le 24 octobre 2006 et dans la ville Ambovombe afin d'expliquer les technologies appliquées pour les Etudes réalisées dans les Phases I et II, et la mise en oeuvre du Projet Pilote aux homologues participants du MEM, d'AES et d'autres agences concernées et afin d'échanger les connaissances, expériences et la compréhension entre tous. Les domaines du transfert de technologies sont : études géophysique et hydrogéologique, supervision de travaux de construction de forages, installations d'approvisionnement en eau, exploitation et maintenance. Les participants sont composés des homologues du MEM et AES et du personnel d'autres organisations, y compris les organismes gouvernementaux, les unités d'approvisionnement en eau / installations sanitaires des préfectures et des municipalités de districts, et autres.

## **12.3 Instructions pour le CPE au niveau du village concernant le Projet Pilote**

Les instructions et suggestions sont données aux membres du CPE sur les sites du Projet Pilote ainsi qu'aux Services Techniques d'AES/MEM dans toute la construction, l'exploitation la maintenance et le contrôle. Les instructions incluent l'exploitation et la maintenance des installations d'approvisionnement en eau.

Les employés des Services Techniques d' AES/MEM ont participé à l'Etude depuis le début, et que les homologues ont également participé à l'E&M après avoir remis, achevé et exploité les installations pour l'approvisionnement en eau du Projet Pilote. Il est nécessaire d'expliquer aux bénéficiaires et membres du CPE les concepts de cette exploitation durable et de la maintenance des installations pour l'approvisionnement en eau, c'est-à-dire le système de pompage solaire et les pompes manuelles, sur les sites du Projet Pilote, après avoir obtenu l'eau potable.

Le contenu des instructions pour l'E&M est comme suit :

1. Aperçu des systèmes d'approvisionnement en eau et des installations
2. Comment exploiter et effectuer la maintenance des pompes immergées
3. Comment exploiter et effectuer la maintenance des sources d'énergie, c'est-à-dire le système de pompage solaire
4. Comment exploiter et effectuer la maintenance des pompes manuelles c'est-à-dire la Rope pompe et la pompe Vergnet
5. Comment percevoir les droits et prix de l'eau
6. Que faire quand des problèmes surgissent
7. Comment enregistrer l'exploitation, la maintenance et la gestion journalière incluant tarif d'eau

\*\*\*\*\*

## CHAPITRE 13 CONCLUSION ET RECOMMANDATION

### 13.1 Conclusion

Basés sur une série de discussions techniques entre l'Equipe de l'Etude, le MEM/DEA et la JICA, les conclusions et recommandations sont issues à travers les études effectuées à Madagascar et au Japon. Les résultats de l'Etude concernant l'approvisionnement en eau potable, autonome et durable pour la population d'Ambovombe et ses environs effectués dans les Phases I et II depuis le mois de Janvier 2005 jusqu'en octobre 2006 à Madagascar et au Japon révèlent les faits suivants :

- 1) L'Etude de base comprenait des études hydrogéologique, socio-économique, géophysique, de mesure du niveau de l'eau, de la qualité de l'eau et un inventaire des puits. Ces études ont été menées en étroite collaboration avec le MEM, la DEA et des homologues désignés par ces derniers, en mettant l'accent sur le transfert de technologie, pour l'AES et les agences concernées par la coopération et l'assistance sur le terrain, notamment à Ambovombe et ses environs.
- 2) La zone de l'étude, dans la région Sud du Madagascar, se caractérise par la sécheresse et le problème dû au manque d'eau potable, à cause du climat défavorable et de l'absence des sources d'eau. Selon le rapport annuel de l'AES publié en 2005, l'approvisionnement en eau pour la ville d'Ambovombe et ses villages environnants rencontre de grave problème, au point que l'AES ne pouvait pas fournir assez d'eau pour la population au nombre de 278.000 incluant celle d'Antaritarika en 2005. La capacité d'approvisionnement était de 36.116m<sup>3</sup>/an (99m<sup>3</sup>/jour), environ 0,4 lit/cap/jour seulement à cause de la diminution du nombre de camions citernes la hausse du prix du carburant de 694 Ar/litre en 2004 à 1.680 Ar/litre en 2005 et 2.200 Ar en 2006.
- 3) Le débordement de la rivière Mandrare suite au cyclone en mars 2005 a endommagé la station de traitement d'eau d'Amboasary, construite par la JICA (Agence Japonaise de Coopération Internationale) en 1990. L'adoption des mesures d'urgence pour la protection de la station de traitement en 2005 était nécessaire. Par ailleurs, la station de traitement d'Ampotaka, construite dans le cadre de la coopération japonaise de 1995 à 1999 a été également sérieusement endommagée par le même cyclone. Ainsi, des mesures de protection et de réparations doivent être exécutées. Le plan alternatif de réhabilitation recommande l'amélioration du pipeline, à cause de la hausse du prix du carburant et la diminution en nombre des camions citernes. En 2005 seul 7m<sup>3</sup>/jour de volume d'eau était vendus par ce système. L'exploitation n'est plus profitable parce que la production générée par la vente d'eau est estimée à 15.057Ar/m<sup>3</sup> (837¥/m<sup>3</sup>) en 2005. Donc la réhabilitation doit inclure l'utilisation d'un système de pompage solaire au minimum 50m<sup>3</sup>/jour, le seuil profitable.
- 4) Le nombre de la population de la Zone d'Etude était de 146.078 en 1993 selon le recensement, puis 277.247 en 2000 d'après EDF, et de 207.419 en 2004 d'après le Bureau régional d'Ambovombe. Par ailleurs, le total de la population d'Ambovombe et celle de la zone côtière est de 277.980 d'après les données de l'Equipe d'Etude de la JICA en 2005, et pour l'an 2015, l'année du 'Millenium Development Goals' (MDG), le nombre est estimé à 400.000. Ces chiffres sont en effet estimés par l'application du modèle de calcul de prévision par courbe logistique.

**Tableau 13.1.1 Population de la zone d'Etude de 1993 à 2015**

	<b>Commune Ambovombe</b>	<b>Hors Ambovombe</b>	<b>Total</b>
1993	-	-	146 078
2004	44 059	163 360	207 419
2005	38 213	239 767	277 980
2015	42 034	358 000	400 778

Le nombre de la population de la commune Ambovombe était estimé à 38.213 en 2005 et sera 42.034 en 2015. Donc la demande en eau dans la zone d'Etude sera de 4.000 m<sup>3</sup>/jour en supposant que la moyenne de la quantité d'approvisionnement en eau dans les zones rurales est de 30 litres/jours/personne dont 420 m<sup>3</sup>/jour pour la commune d'Ambovombe et 3.580 m<sup>3</sup>/jour pour les autres endroits dans la zone d'étude.

**Tableau 13.1.2 Demande en eau de al zone d'Etude en 2015**

	<b>Commune Ambovombe</b>	<b>Hors Ambovombe</b>	<b>Total</b>
10 litres/personne/jour	420 m <sup>3</sup> /jour	2 400 m <sup>3</sup> /jour	2 820 m <sup>3</sup> /jour
30 litres/personne/jour	1 261 m <sup>3</sup> /jour	7 900m <sup>3</sup> /jour	9 160 m <sup>3</sup> /jour

- 5) La condition d'approvisionnement d'Ambovombe est un peu améliorée depuis l'utilisation des camions citernes de l'AES. De 2005 à 2006, 30 à 40 m<sup>3</sup>/jour environ sont produits en utilisant la pompe immergée dont la source d'énergie est l'électricité de la JIRAMA. L'AES a pompé 36.116m<sup>3</sup>/an (98,9m<sup>3</sup>/jour) de volume d'eau en 2005. Les camions citernes ont produits 7.266m<sup>3</sup>/an (19,9m<sup>3</sup>/jour), le pipeline de Tsihombe Beloha a produit 2.465m<sup>3</sup>/an (6,8m<sup>3</sup>/jour), et les 5 centres AEP/AES ont produit 26.385m<sup>3</sup>/an (72,3m<sup>3</sup>/jour) . Donc, les 277.980 personnes dans la zone d'Etude a été desservie en eau par AES de 0,1 litre/jour/personne seulement dû au manque de source d'eau et au nombre des camions citernes. Les 5 centres AEP/AES sont bien gérés et ont vendu les 73% de la production d'eau de l'AES en 2005.
- 6) Basé sur l'étude hydrogéologique incluant la prospection géophysique, la présence d'aquifère non confinée sans potentiel d'eau souterraine suffisant dans la commune d'Ambovombe a été détectée, à une profondeur de 20 à 30 m, et qui n'a pas été entièrement exploité. Le potentiel de cet aquifère a été étudié lors des forages d'essai exécutés durant la Phase 2 de la présente Etude, commencée en juillet 2005 à mars 2006.

Le potentiel d'eau souterraine de l'aquifère non confinée, dans la commune d'Ambovombe n'est pas négligeable sur le plan de Capacité Spécifique (CS) et de transmissibilité. La CS est de l'ordre de 225 à 356 m<sup>3</sup>/jour/m. Ainsi, en supposant que le rabattement est de 1,0 m, le potentiel en eaux souterraines serait environ de 225 à 356 m<sup>3</sup>/jour. D'autre part, on note que l'épaisseur de la couche aquifère est de quelques mètres seulement et la fluctuation annuelle est de 1,5 m environ, récemment les deux systèmes de pompage solaires et le puits d'AES pompent les eaux souterraines pour 56 m<sup>3</sup>/jour seulement en mai 2005 contre la demande en eau prévue à 380 m<sup>3</sup>/jour tout en supposant qu'en 2005, le nombre de la population est de 38.213 et que le taux d'approvisionnement est de 10 litres/personne/jour.

**Tableau 13.1.3 Potentiel d'eau souterraine à Ambovombe (Aquifère non confinée du Quaternaire)**

Age géologique	Zone	T. D. (m)	N.E.S. (m)	Q (m <sup>3</sup> /h)	Δs (m)	C.S. (m <sup>3</sup> /jour/m)	Potentiel (m <sup>3</sup> /jour)
Test de pompage par la JICA, 1982-1983	1) Androy	21,4	20,0	9,8	0,66	356	356
	2) Puits A1	27,6	26,0	3,0	0,32	225	225
	3) Puits A2	25,3	24,2	3,0	0,29	248	248

Note: AES/MEM/JICA, 1990

L'autre zone à potentiel en eaux souterraines est la zone du socle où les roches précambriennes érodées affleurent à partir d'Antanimora jusqu'à Manave, environ 50 à 60 km au nord-ouest de la commune d'Ambovombe et où des couche aquifère confinée de bonne qualité a été exploitée par le MEM, l'AES, et les projets de la Banque Mondiale et de l'UNICEF. Le potentiel en eaux souterraines du socle précambrien pourrait être de 80 m<sup>3</sup>/jour/puits sur la base de l'analyse du MEM. Pourtant, le projet n'a pas mis au clair le potentiel dû au manque de pompage, le niveau d'eau statique et le niveau du pompage. Donc, un nouveau seuil du potentiel en eaux souterraines a été étudié lors des essais de forages dans cette Etude en 2005

**Tableau 13.1.4 Potentiel d'eau souterraine de roches précambriennes d'aquifère confiné aux environs d'Antanimora**

Zone	Résultats de forages		T. D. (m)	N.S. (m)	Q (m <sup>3</sup> /h)	C.E. (mS/m)	Potentiel (m <sup>3</sup> /jour)	
Roches précambriennes	107	Réussi	69 (64%)	14 – 54	2 – 17	0,5 – 10	50 – 240	80
		Sec	20 (19%)	60 – 63	-	0,1	311-600	-
		Saline	18 (17%)	11 – 49	-	0,2- 4,8	300-900	-

Note: Donnée analysée de BURGEAP/MEM, 2005

- 7) Les essais de forages effectués au cours de la présente Etude (2005 à 2006) ont été aussi conduits dans la zone d'Antanimora, à savoir le forage F001, F006 et F006B. Des résultats de débit positifs d'eau souterraine de l'ordre de 15 à 30m<sup>3</sup>/h/puits et dont l'eau est de bonne qualité et sont produits par ces forages. La Conductivité Electrique (CE) est de 77mS/m à 122mS/m, et le niveau d'eau souterraine est de l'ordre de 14m à 17m à partir du sol. L'altitude des forages à succès est de 250m à 300m environ au-dessus du niveau de la mer, et la ville d'Ambovombe est située à 150m environ au-dessus du niveau de la mer. Par conséquent, les villages dans le bassin d'Ambovombe pourraient être ravitaillés en eau potable par écoulement naturel depuis Antanimora. Le potentiel en eau souterraine est confirmé 500m<sup>3</sup>/jour/puits selon les essais de pompage, et peut être utilisé pour l'approvisionnement de la ville d'Ambovombe y compris le littoral. Le système de pompage solaire du projet pilote a été installé en 2006 sur un forage à succès, le F006, Antanimora

Par ailleurs, des forages d'essai ont été réalisés dans la commune d'Ambovombe. Cinq (5) forages ont été effectués à une profondeur de 50 à 200m. Un seul forage s'est avéré positif avec un débit de 300m<sup>3</sup>/jour et une CE de 302mS/m, qui est la limite de la norme de potabilité à Madagascar. Le niveau d'eau statique est de 134m et l'aquifère est captif. C'est une bonne source d'eau pour la commune d'Ambovombe et il est possible d'approvisionner la zone des dunes côtières à partir de cette source.

- 8) La principale zone cible pour l'approvisionnement en eau est la commune d'Ambovombe, et le littorale où plusieurs villages sont dispersés à cause du moyen de subsistance tel que la pêche et l'agriculture et la seule source d'eau potable est l'eau de pluie uniquement. Les forages d'essai ont été ainsi effectués, toutefois on note un faible potentiel en eau avec une salinité non négligeable. Par

conséquent, la source d'eau devrait provenir de l'extérieur, Antanimora et/ou d'Ambovombe.

- 9) L'AEP est le point focal de services d'approvisionnement en eau géré par l'AES. Il y a actuellement 5 centres, mais ils sont exploités et gérés de manière individuelle et durable tels qu'Antanimora, Andalatanosy, Beraketa, Isoanala et Tsivory. D'un autre côté, le système de pompage solaire des services d'approvisionnement en eau est utilisé au niveau villageois, et a été exploité et géré par le CPE en collaboration avec la FONDEM France et l'AES de 1999 à 2001. Ainsi, la présente Etude préconise l'adoption de ces systèmes d'exploitation, de maintenance et de gestion pour le Projet pilote pour vulgariser les méthodes durables et autonomes de CPE et d'AEP, et il en est de même pour le plan d'amélioration de l'approvisionnement en eau dans la zone d'étude
- 10) La capacité d'approvisionnement en eau par le système de pompage solaire dans la Zone d'Etude est de 8 m<sup>3</sup>/jour à 44 m<sup>3</sup>/jour et est géré par les CPE au niveau villageois. La population desservie est environ de 320 à 3.600, et l'AES a porté son appui à la maintenance pendant plus de 5 ans sans rencontrer de grave problème. La période de garantie des équipements fournis par le projet est de un (1) an, sauf clauses contraires. Comme précisé dans une étude de cas sur l'exploitation et la maintenance du système de pompage solaire, il existe une période de garantie de plus de 5 à 10 ans pour le système de pompage solaire à cause du caractère renouvelable du système auprès des communautés bénéficiaires. Un approvisionnement stable en eau est donc assuré pendant 6 ans pour les villageois, alors que les frais peuvent être collectés et mis en réserve pour pourvoir aux frais de maintenance. Cela assurera l'exploitation à long terme du système. Par conséquent, cette période de garantie pour l'équipement était de cinq (5) ans adaptée au projet pilote, et un système de pompage solaire de capacité de 20 m<sup>3</sup>/jour était installée afin de se conformer au mode de gestion des CPE et AEP au niveau des villages
- 11) Le bailleur assure plus de dix (10) ans d'exploitation pour les installations d'approvisionnement en eau. Durant cette période, les communautés peuvent collecter des fonds pour l'exploitation et de la maintenance, ce qui devrait permettre l'exploitation du système à long terme (de 15 à 20 ans). Le système de pompage solaire comprend une pompe immergée, des panneaux solaires, un onduleur, un réservoir d'eau et un dispositif de contrôle. Quant au Projet pilote, la période de garantie est de cinq (5) ans, et assurée par le fournisseur/contractant local TENEMA. L'exploitation et la maintenance associées à un système de pompage solaire et un équipement de contrôle de l'exploitation de l'approvisionnement en eau sont mises en œuvre à F006, à Antanimora à l'intérieur de la Zone d'Etude
- 12) L'installation de pompage manuel était sélectionnée en fonction de la disponibilité des pièces de rechange et de la facilité de réparation dans la Région. Concernant les types de pompes manuelles existantes, deux (2) types étaient installés pour ce Projet pilote:

a) Rope Pompe : 2 sites, à savoir P009 et P010

b) Pompe Vergnet: 2 sites, à savoir F009 et F022

Le système d'exploitation et de maintenance de la pompe manuelle était effectué au niveau du village appliquant le système adopté par le CPE. L'équipe d'étude en coordination avec l'O.N.G. TARATRA est chargée de la mise en œuvre de la participation communautaire et du renforcement des capacités pour l'exploitation et la maintenance par les villageois eux-mêmes. Le système d'exploitation et de maintenance existant lancé par les projets de l'UNICEF et de la Banque Mondiale a été l'objet de suivi en termes de durabilité et d'autonomie. Au cours des Etudes avec le MEM, l'Equipe d'Etude a effectuée l'évaluation du tarif de l'eau pour l'exploitation et la maintenance par le CPE au niveau villageois, afin d'assurer le suivi de la gestion du CPE existant ensemble avec les Sites pilote en septembre 2006

- 13) Récemment, douze (12) sites utilisant le système de pompage solaire à l'intérieur de la Zone d'Etude sont exploités par le CPE et l'AEP. Ils ont été construits de 1999 à 2001. Sept (7) systèmes sont gérés par les CPE des villages concernés avec l'appui en maintenance de l'AES. Le tarif d'eau appliqué ainsi que le service d'approvisionnement en eau auprès de la population diffèrent suivant la localité et sont gérés par le CPE et AEP/AES

**Tableau 13.1.1-1 Système de pompage solaire existant géré par AES, Ambovombe**

Année	Village	Capacité	Population	Prix de l'eau	Gestion
1999	Ambondro Nanahera (Ambovombe)	22 m <sup>3</sup> /jour x 2	3.600	20 Ar/15 lit	CPE
2001	Mahavelo Mitsangana (Ambovombe)	10 m <sup>3</sup> /jour	1.000	20 Ar/15 lit	CPE
2001	Toby Mahavelo (Ambovombe)	8 m <sup>3</sup> /jour	360	20 Ar/15 lit	CPE
2001	Ifotaka (Amboasary Sud)	18 m <sup>3</sup> /jour	1.820	200Ar/m/famille	CPE
2001	Lovaso Ranopiso (Fort Dauphin)	12 m <sup>3</sup> /jour	320	20Ar/15 lit	CPE
2003	Antanimora (Ambovombe)	19 m <sup>3</sup> /jour	2.000	40Ar/15 lit	AEP/AES

- 14) L'eau potable est un élément vital pour la vie humaine. Dans le monde entier, la maque d'eau est due à la pauvreté, au climat aride et semi-aride, à la sècheresse et aux changements climatiques globaux. L'approvisionnement en eau est l'approche la plus efficace et une introduction au programme de réduction de pauvreté en raison des facteurs essentiels incluant la sensibilisation, la participation, l'appropriation, l'éducation, le renforcement de capacité de la population ainsi que la mise en place d'une coopération, d'un système d'exploitation, de maintenance et de gestion est nécessaire. Les principaux bénéficiaires sont les femmes et les enfants du fait que leurs tâches consistent à la collecte quotidienne d'eau potable pour toute la famille. La clé d'un projet d'approvisionnement en eau potable autonome et durable réside dans l'esprit de volontariat des bénéficiaires. Aussi, le prix de l'eau devra être fixé volontairement par la population.

Quant à la réduction de la pauvreté, tout projet d'approvisionnement en eau bien organisé devra porter une attention particulière à toute mesure supplémentaire pouvant générer la moindre source de revenu aux villages pauvres en milieu rural, et ce afin qu'ils puissent s'acheter l'eau nécessaire. L'Equipe d'Etude requiert au Comité de pilotage et aux agences concernées, l'assistance aux villageois pauvres en milieu rural dans différents domaines spécifiquement susceptibles de leur générer le moindre revenu pour l'achat d'eau potable.

## 13.2 Recommandation

Les recommandations générées par cette Etude sont les suivantes:

- 1) En dressant les résultats complets de cette Etude sur le développement des eaux souterraines dans le bassin d'Ambovombe et ses environs, 20 forages et 5 puits creusés manuellement ont été accomplis dans le délai. Pourtant, l'eau souterraine potable a été trouvée à Antanimora seulement, à 60km au Nord Ouest de la ville d'Ambovombe, et l'eau à usage domestique et à la limite de la norme de potabilité malgache a été trouvée dans la banlieue d'Ambovombe.
- 2) En conséquence, nous recommandons une installation d'approvisionnement en eau par canalisation de 120km à partir d'Antanimora jusqu'à Antaritarika en passant par Ambovombe pour une population plus de 206.500, y compris la ville d'Ambovombe et la zone côtière. Des avantages sont engendrés par la canalisation du fait que l'approvisionnement en eau potable se fait gravitationnellement depuis

Antanimora jusqu'à Antaritarika. Le potentiel du forage F006B est de 600m<sup>3</sup>/jour/forage avec 10m de rabattement et le niveau d'eau statique de 14,4m et la profondeur est de 62m. La Conductivité Electrique de l'eau est de 125mS/m qui respecte la norme de l'OMS. Le pompage est convenable pour un système de pompage solaire, environ 100m<sup>3</sup>/jour/forage pour 6 heures d'opération. Le concept initial du plan permet la capacité maximum journalière de 1.600 m<sup>3</sup>/jour, cependant nous avons évalué la quantité minimum journalière à 500m<sup>3</sup>/jour en moyen annuel rentable. Concernant la source d'énergie, le plan D4, qui a examiné sur l'appropriation du coût d'investissement initial, propose la combinaison des 4 systèmes de pompage solaire et de 2 systèmes thermiques qui vont pomper de l'eau et distribuer gravitationnellement depuis Antanimora jusqu'à Antaritarika par canalisation de 120km. Le cout de production de l'eau est calculé de 20 à 30Ar/seau de 13 litres ( $1.538 - 2.307\text{Ar}/\text{m}^3 = \text{¥}85-128/\text{m}^3$ ). Donc le plan contribue à beaucoup diminuer le prix d'eau par seau actuel de l'AES (100Ar/seau de 13 litres). Le calcul indicatif montre que, si la quantité moyenne annuelle est monté jusqu'au plus de 500m<sup>3</sup>, on peut compter le profit.

- 3) D'autre part, le développement d'urgence du forage à succès F015 dans la banlieue de la ville d'Ambovombe est recommandé. Nous recommandons une installation d'un système d'approvisionnement en eau pour les 40.000 personnes de la ville d'Ambovombe. Le manque d'eau est sérieux. Et c'est le système d'approvisionnement en eau le plus économique à cause de sa position près de la zone principale de desserte. Le potentiel est grand à un débit de 300 m<sup>3</sup>/jour/forage avec 1m de rabattement, mais le niveau statique est très profond à 134m et la profondeur est de 150m. La conductivité électrique est de 302mS/m, la limite de la norme de potabilité à Madagascar. L'eau n'est pas potable mais pour l'usage domestique seulement notamment pour la cuisson, lavage et autres usages. A cause de la profondeur du niveau statique de l'eau, le pompage se fait avec un moteur thermique mais non pas avec un système de pompage solaire. Le concept initial du plan permet la capacité maximum journalière de 600 m<sup>3</sup>/jour, cependant nous avons évalué la quantité minimum journalière à 200m<sup>3</sup>/jour en moyen annuel rentable. Concernant la source d'énergie, le plan a examiné sur l'appropriation du coût d'investissement initial, et il propose les 2 systèmes thermiques qui vont pomper de l'eau. Le prix d'eau profitable est calculé de 30 à 40Ar/seau ( $2.308 - 3.076\text{Ar}/\text{m}^3 = \text{¥}128-171/\text{m}^3$ ). Le calcul indicatif montre que, si la quantité moyenne annuelle est monté jusqu'au plus de 200m<sup>3</sup>, on peut compter le profit.
- 4) Actuellement il existe l'électricité commerciale de JIRAMA à Ambovombe mais dont l'actuelle capacité est limitée. Donc on attend le futur emploi de cette source énergie. L'AES a une division technique à Ambovombe ville et vend l'eau à 100Ar/le seau de 13 litres en 2006, et la capacité d'approvisionnement est seulement de 20 m<sup>3</sup>/jour dans la zone et 100m<sup>3</sup>/jour dans la totalité de sa zone d'action par camion citerne, plus le pipeline de 140km, et les 5 centres AEP/AES. Par conséquent, les approvisionnements en eau réguliers de 400 m<sup>3</sup>/jour dans la ville d'Ambovombe apportent une grande amélioration sur le manque d'eau dans le secteur et sur la gestion financière de l'AES.
- 5) Sur les 5 sites du projet pilote dans la zone d'Etude, un système de pompage solaire, les Rope pompes et les pompes Vergnet étaient installées, et le système d'approvisionnement complet a été remis au CPE par l'intermédiaire du MEM. Ainsi, le transfert de technologie sur la gestion et la maintenance a été exécuté lors de la mise en œuvre du projet pilote à travers une ONG sous contractant. C'est le programme d'approvisionnement en eau le plus durable et autonome que nous avons développé sur les sites cibles, pour la population dont le nombre est de 500 à plusieurs milliers. Malheureusement, l'eau potable n'a pas été trouvé dans chaque site cible parce que le potentiel en eau souterraine dans le bassin d'Ambovombe et dans la zone côtière est presque négative et est salée. Cependant, nous

recommandons que ce type de projet pilote est le plus approprié en approvisionnement en eau rurale partout dans Madagascar.

- 6) Sur la considération et l'attention à la réduction de la pauvreté dans la zone d'Etude, l'eau et la participation communautaire sont les mot-clés de cette Etude, et donc, le point de vu sociologique a été examiné de près tout au long de l'Etude. La population rurale des pays en voie de développement, qui avait été passive est réceptonnaire des projets financés par les bailleurs est maintenant active dans le développement avec l'approche participative. Surtout l'approvisionnement en eau dans les districts, commune et/ou au niveau du Fokotany dans la région sud de Madagascar était gratuit par le service public gouvernemental. Pourtant, due à la contrainte financière du gouvernement, le service d'approvisionnement en eau même dans les milieux ruraux se faisait de manière discontinue. Restaurer le service d'approvisionnement en eau et rétablir l'exploitation, la gestion et la maintenance basée sur la politique de paiement par les usagers est nécessaire pour sécuriser la durabilité et la gestion autonome. A cette fin, la compréhension du concept parmi les dépositaires locaux comme le District, autorité local, communes, Fokotany et villageois est nécessaire. Des ateliers ont été tenu pour encourager leur participation tout au long du projet pilote par le biais d'une ONG contractant avec l'Equipe d'Etude, et les mots-clés sus mentionnés ont été accentués en conséquence. L'Organisation d'un comité, la volonté des villageois à payer l'eau, la mise en place d'une gestion capable pour le système d'approvisionnement en eau et le soutien de l'autorité locale, l'AES/MEM étaient les issues du système existant.
- 7) L'utilisation des procédures appliquées et les leçons tirées lors de cette étude de développement des eaux souterraines et le plan d'approvisionnement en eau par la contrepartie est recommandé pour l'amélioration de la couverture d'approvisionnement (environ 3%) en rénovant l'approvisionnement en eau dans la ville d'Ambovombe, en premier et les villages ruraux après, basés sur le plan proposé. En même temps, le système de captage d'eau de pluie requis d'urgence par le district et la commune sont aussi recommandés afin d'impliquer l'équipe d'Etude et/ou les ONGs pour la construction ainsi que l'éducation sanitaire due à la disponibilité limitée de l'eau en saison de pluie.
- 8) En ce qui concerne l'exploitation durable, la gestion et la maintenance des systèmes construits dans le Projet Pilote, plus les conseils et soutiens sont requis et l'envoi des experts à court terme à cette fin est suggéré. L'activité de base communautaire à travers le ONG est aussi nécessaire pour promouvoir l'exploitation, la gestion et maintenance du système de pompage solaire et pompe manuelle, l'éducation sur la santé, l'assainissement et le renforcement de capacité des villageois, en introduisant « le Programme de renforcement communautaire » est en effet possible. L'envoi d'une équipe d'expert et/ou technicien à court terme soutiendra de façons intégrées l'amélioration de la réduction de la pauvreté et le revenu en espèces des villageois
- 9) A l'occasion des ateliers et séminaires pour le transfert de technologie dans le but d'éviter la duplication du projet et de partager les leçons avec d'autres bailleurs et ONG qui oeuvrent pour l'amélioration de l'approvisionnement en eau, l'échange d'idée et présentation des cas ont été effectués dans cette étude. Pour le développement futur et l'établissement d'une coopération étroite, une coordination avec d'autres organisations est exigée.
- 10) Le développement d'un système d'approvisionnement en eau utilisant l'eau souterraine comme source est recommandé pour l'approvisionnement en eau dans le milieu rural pour une population de plusieurs milliers jusqu'à dix mille et dépend de la potentialité de l'eau souterraine. Mais, il faut faire attention sur le problème au niveau de la qualité notamment la salinité pour le cas des zones côtières. Pour le

développement de cette étude, l'Equipe d'Etude a effectuée différents travaux à titre d'exemple l'Etude sur le potentiel en eau souterraine, l'Etude géophysique, essais de forage, suivis des niveaux d'eau souterraine, etc. a été correctement effectués. Les matériels des suivis et les équipements sont à remettre aux agences concernées. Le MEM et l'AES doivent coopérer et la formation de leurs propre personnel pour être des experts en développement d'eau souterraine et planification d'approvisionnement en eau est exigé.

- 11) Concernant l'approvisionnement en rural dans la région sud, l'AES doit mener l'amélioration des services d'approvisionnement en eau dans la zone d'Etude. Dans le cadre du Projet Pilote, le coté technique, le volet social (sensibilisation et participation communautaire), le coté finance, l'économie (subvention) et des mesures légales ont été présentées comme modèle de ce genre d'activité. Et davantage, la vulgarisation de ce genre d'activité pour l'exécution réelle du programme d'amélioration d'approvisionnement en eau au niveau national est prévue.

Afin de pousser le programme d'approvisionnement en eau dans les villes et les villages ruraux MEM/AES procédera son propre réforme institutionnelle pour installer une organisation plus efficace pour favoriser de nouveaux systèmes d'approvisionnement commerciale et/ou d'obtenir un appui des gouvernements centraux, provinciaux et les autorités au niveau du district. Et la co-subvention pour aider les systèmes d'approvisionnement en eau ruraux financièrement vulnérables par des systèmes financièrement forts dans les villes et les villages ruraux sous la gestion de MEM peut être également considérée.

\*\*\*\*\*

## REFERENCES

A 1389. Service Géologique. Sondage Ferme AMBOVOMBE. Reprise failing 1958, J. AUROUZE. Août 1958.

A 1357. Service Géologique. Sondage ERADA (ANDROY). Rapport de fin de sondage, J. AUROUZE. 16 Juin 1958.

A 1379. Service Géologique. Sondage d'exploitation ANKATRAFAY. Observation sur les essais de pompages. J. AUROUZE, 17 Juillet 1958.

A 1475. Service Géologique. LES RECHERCHES HYDROGEOLOGIQUE DANS LE BASSIN D'AMBOVOMBE par Henri Besairie, 1<sup>er</sup> Mars 1959.

HY. 567. Ministère de l'Economie et des finances. Direction Général de l'Economie. Direction des Mines et de l'Energie. Service de l'eau et de l'électricité. Subdivision d'Hydrogéologie. Compte rendu d'une tournée effectuée dans la province de Tuléar (sous préfecture d'Antanimora, Ambovombe, Tsihombe et Beloha) du 27 novembre au 9 décembre 1972.

Haut Commissariat de Madagascar et Dépendances. NOTICE EXPLICATIVE sur la CARTE HYDROGEOLOGIQUE DU SUD DE MADAGASCAR à l'échelle du 1/500 000 par Jean AUROUZE. Service Géologique Tananarive 1957.

Haut Commissariat de Madagascar et Dépendances. TRAVAUX DU BUREAU GEOLOGIQUE numéro 16. Carte hydrogéologique du Sud de Madagascar par Henri BESAIRIE et Rotislav PAVLOVSKY.

Inspection Générale de l'Elevage et des Industries Animales de Madagascar. DONNEES POUR L'EQUIPEMENT D'HYDRAULIQUE PASTORALE DE L'EXTREME SUD DE MADAGASCAR. BURGEAP R 195, décembre 1956.

RECHERCHES HYDROGEOLOGIQUE DANS L'EXTREME SUD DE MADASACAR (CAMPAGNE 1949) par Rotislav Pavlovsky.

HY 733. Les Eaux Souterraines de Madagascar par Rakotondrainibe J.H. avril 1983

HY 648. Projet de Développement des Eaux Souterraines. Rapport sur la mission Japonaise d'étude préliminaire du 25 mars au 8 avril 1979 dans le sud.

HY 567. Compte rendu d'une tournée effectuée dans la province de Tuléar (Antanimora, Ambovombe, Tsihombe, Beloha) du 27 novembre au 9 décembre 1972 par MARCHAL J.

HY 612. HYDROGEOLOGIE DE L'EXTREME SUD (zone comprise entre le Menarandra et le Mandrare)

Leroux B. remarque au sujet du problème dans le secteur de Marovato (sous-préfecture d'Ambovombe-Arrondissement Tsihombe) novembre 1966.

Leroux B. Hydrogéologie de la région d'Ambovombe.

Leroux B. Région sud et sud-est, examen de la situation hydrogéologique de villages situés dans la sous-préfecture de Betioky, Ampanihy Ouest, Ambovombe, Amboasary, et Bekily. Février 1969.

Rakotondrainibe J.H. Essais de pompage à Ambovombe. Juillet 1979.

Rakotondrainibe J.H. Rapport concernant la qualité des eaux des puits de la ville d'Ambovombe.

Rakotondrainibe J.H. Note concernant la structure de gestion et de maintenance des installations de distribution d'eau dans la région de Tsihombe, Ambovombe, et Amboasary. (Région concernée par le projet Japonais).

Recueil des textes officiels sur la structure, le fonctionnement et les attributions des collectivités décentralisées. Direction des Appuis aux structures décentralisées. Octobre 1985. Antananarivo.

Recensement général de la population et de l'habitat, volume I, tableau statistique, tome V. Institut National de la statistique. Novembre 1996. Antananarivo.

Société d'investissement australien (SIAM). Etude d'Impact Environnemental du projet Minier de saphir dans les 8 carres des permis d'exploitation n° 4246/E& 7541/E Toliara à Andranondambo. Préparée par Aquaterre Antananarivo. Décembre 2005.

Campagne de forage à Ambatovy. Rapport de fin de forage. Pierre O BERNER Ph. D. Dynatec Madagascar SARL. 29 novembre 2004.

Direction de l'Eau et de l'Assainissement. PAEPAR-PROJET PILOTE D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE ET ASSAINISSEMENT EN MILIEU RURAL. CREDIT N° 3025 MAG « MANUEL DE PROCEDURE POUR LA MISE EN PLACE DES PROJETS EAU ET ASSAINISSEMENT » contrat n° 05/MEM/PAEPAR/BP/AEPG. RAPPORT FINAL PROVISOIRE. Organisation Taratra.

Map Guide of Water Distribution. Daïho Corporation. Issued december 1992

Procès verbal de la réunion extraordinaire du conseil d'administration de AES. Septembre 2005.

Principe de base de la conservation de la biodiversité par Richard B Primack et Joelisoa Ratsirarson. 2005

Plan d'action National de lutte contre la désertification. Ministère de l'environnement. Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification. N°02/2002.

DMD n°958 p. 4&5 : 'Mandrare le vrai développement rural'.

PCD, Plan Communal de Développement, Commune rurale Ambovombe. Avril 2003

PCD, Plan Communal de Développement, Commune rurale Ambovombe. 2006.

PCD, Plan Communal de Développement, Commune rurale Ambanisarika. 2006.