



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE CHIMIE MINERALE ET CHIMIE PHYSIQUE
LICENCE D'INGENIERIE EN SCIENCES ET TECHNIQUES DE L'EAU
L.I.S.T.E

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Licence d'Ingénierie en
Sciences et Techniques de l'Eau
Intitulé :



Présenté par : DAMY Manankafatra
MAHATANA Rindra Nomenjanahary

Membres du jury :

Président : Monsieur RABESIAKA Mihasina
Professeur Enseignant chercheur à la Faculté des sciences

Examineur : Monsieur RAVELONA Andry Judicaël
Assistant et Enseignant chercheur à la Faculté des sciences

Encadreur : Monsieur RAKOTOZANAKAJY Toniniaina Arifenitra
Enseignant à la formation LISTE

01 Août 2014

REMERCIEMENTS

Par-dessus tout, nous tenons à rendre grâce à Dieu pour nous avoir toujours guidés et aidés à prendre les bonnes décisions le long de notre existence.

Nous tenons à adresser nos sincères remerciements à toutes celles et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire et plus particulièrement les personnes citées suivantes :

- *à Monsieur RAHARIMAMDIMBY Marson, Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo, Professeur titulaire à la faculté.*
- *au Docteur TINASOA Ramamonjy Manoelson, Chef du Département de Chimie Minérale et Chimie Physique, Maitre de conférence.*
- *au Professeur RAZANAMPARANY Bruno, Responsable de la formation LISTE et à tous les enseignants de la formation LISTE qui nous ont transmis leurs connaissances et savoirs faire de la meilleure façon possible et nous ont autorisé la soutenance de ce mémoire.*
- *à monsieur RABESIAKA Mihasina Hanitr'Ala, Professeur chercheur à la faculté des sciences de l'Université d'Antananarivo, d'être Président du jury de ce mémoire,*
- *à Monsieur TOMBOMORA Ndremitsirihasy Euryaldis, président de l'AJIPAD qui nous a acceptés comme stagiaires dans son organisation.*
- *à Monsieur RAVELONA Andry Judicaël, enseignant assistant de la faculté des sciences de l'Université d'Antananarivo d'avoir accepté d'être l'examineur de ce mémoire.*
- *à Monsieur RAKOTOZANAKAJY Toniniaina Arifenitra pour nous avoir fait l'honneur de nous assister et de nous diriger pendant toute la durée de notre stage ainsi que d'avoir pris en charge l'encadrement pédagogique.*
- *aux habitants des Fokontany Ankofafa Ambony et Manaotsara de la ville Fianarantsoa pour leur accueil chaleureux et leur collaboration effective.*
- *à tous les membres de nos familles qui n'ont cessé de nous soutenir que ce soit matériellement, financièrement ou moralement.*
- *à tous nos amis et collègues pour leur soutien à la réalisation de ce mémoire.*

MERCI A TOUS !!!

AVANT PROPOS

➤ La formation L.I.S.T.E

La formation L.I.S.T.E. (Licence d'Ingénierie en Sciences et Techniques de l'Eau) est une formation rattachée au Département de Chimie Minérale et de Chimie Physique de la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo. C'est une formation à vocation professionnelle est dans sa quatrième promotion. Actuellement, elle a subi une extension avec l'ouverture de son Master (MISTE).

La formation L.I.S.T.E a pour but de former des techniciens adaptés à exploiter les et procédés pour une adduction d'eau potable, pour une meilleure gestion des ressources en eau, puis à les gérer de façon à partager équitablement la consommation de l'eau ainsi que les impacts environnementaux d'une pollution non contrôlée de nos rivières. Pour cela, la formation offre une connaissance globale du secteur d'eau et des équipements associés ainsi que de compétence dans les domaines de l'utilisation rationnelle de l'eau et la conduite des activités sur les aspects technologique, humaine et financière tels que :

- L'analyse d'action sous l'aspect d'adduction d'eau (production, consommation, ect...)
- Amélioration et exploitation des systèmes de gestion des ressources en eau : des systèmes de traitement d'eau usée en tenant compte des critères socio-économique et environnementaux dans différents domaines de nouvelle technologie dans les secteurs de la chimie

Après une formation de trois ans et un stage professionnel à une fin de soutenance de mémoire, avec une moyenne exigée, l'étudiant reçoit son diplôme de Licence d'Ingénierie en Sciences et Techniques de l'eau.

Le diplôme de master en Ingénierie en Sciences et Techniques de l'eau, quant à lui, sera accessible à tout étudiant ayant suivi une formation de 4 semestres et un stage professionnel de 4 à 6 mois pour une soutenance de mémoire de fin d'études.

La formation est ainsi assurée par plusieurs spécialistes en eau comme des enseignants chercheurs de l'Université d'Antananarivo, des spécialistes en eau de la GRET, des chercheurs de la CNRE, des cadres du Ministère de l'eau, des Directeurs d'entreprise et organisations non gouvernementales.

➤ L'association AJIPAD

Il a été créé à Ambatoharanana Andrainjato, Fonkontany Andrainjato Commune Urbaine de Fianarantsoa, District Fianarantsoa. Une association dénommée : « Association des Jeunes Intellectuelles Promoteurs et Acteurs de Développement » AJIPAD régie par l'ordonnance 60-133 du 03 Octobre 1960 portant régime général des associations.

L'association « AJIPAD » a son siège au bâtiment C314 cité Universitaire Andrainjato Fokontany Andrainjato Commune Urbaine de Fianarantsoa et peut être transféré sur décision de l'Assemblée Générale. Sa durée de vie est illimitée. Elle ne fait pas de discrimination politique, de foi et d'ethnie.

Peuvent être membres, les étudiants ayant fini le second cycle de l'étude universitaire qui adhèrent aux objectifs et acceptent les principes de l'Association mentionnés dans les présents Statuts et dans son Règlement Intérieur ainsi que les dispositions relatives à la loi citée ci-dessus.

L'association AJIPAD est créée pour améliorer les conditions de vie des membres grâce à divers moyens légaux sans nuire à l'environnement, et de défendre l'intérêt des membres face au contexte socio-économique si cela s'avère nécessaire.

Suivant l'accord de l'Assemblée Générale et les dispositions mentionnées dans le Règlement Intérieur, elle exerce de façon professionnelle et permanente les activités suivantes :

- D'éduquer et préparer les jeunes pour être responsable de son avenir,
- De participer à la réduction de la propagation de la maladie IST/SIDA,
- D'animer les jeunes à l'action au développement économique, sociale et culturelle de notre pays,
- De participer au rétablissement des attitudes, valeurs et croyances malagasy,
- De témoigner envers les jeunes la foi et le développement,
- De participer à la protection des droits des jeunes,
- Participer au développement rapide de Madagascar, par la valorisation des compétences de ses membres, notamment dans le domaine technique, environnement, économique, industriel et de tout autre objet relatif au développement social à Madagascar.
- Collaborer avec les différents Partenaires Nationaux et Internationaux œuvrant pour le développement de Madagascar,
- Promouvoir les actions de développement et d'épanouissement de tout un chacun dans la vie nationale

L'association exerce ses pouvoirs conformément aux présents statuts et peut, de ce fait, entreprendre toutes les activités licites jugées nécessaires à la réalisation des objectifs

L'Association est administrée par :

Président(e) : TOMBOMORA Ndremitsirihasy Euryaldys

Vice-président(e) : RANDRIATSARAVALA Mamy Augustin

Trésorier(ère) : ANDRIANAIVONIRINA Bakoliarisoa

Secrétaire : DINA AndrialalaTanjona Théophile

Secrétaire adjoint(e) : ANDRIAMIANDRISOA ZoHariniera

Conseiller(s): RAKOTOZANAKAJY Toniniaina Arifenitra

RAZAFISOALAZA Andrianarivelo Clément

Commissaire aux comptes : TSINJOARIVONY Ioty Nierenana

L'association peut s'associer à une ou plusieurs autres associations de mêmes objectifs.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS

AVANT PROPOS

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ANNEXES

LISTE DES ABREVIATIONS

GLOSSAIRES

INTRODUCTION.....1

PARTIE 1 : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I- CADRE GEOGRAPHIQUE2

II- CONTEXTE CLIMATIQUE : 4

1- Température4

2- Pluviométrie.....5

3- Evapotranspiration.....5

4- Bilan hydrique..... 6

III- RESEAU HYDROGRAPHIQUE7

IV- DOMAINE GEOLOGIQUE7

V- SOLS ET VEGETATIONS.....8

VI- DONNEES DEMOGRAPHIQUES.....8

1- FokontanyManaotsara..... 9

2- FokontanyAnkofafa Ambony 9

VII- SITUATION SOCIO-ECONOMIQUE9

1- Social : 9

2- Economie : 10

PARTIE II : ETUDES SUR L'ASSAINISSEMENT DE MANAOTSARA ET ANKOFafa AMBONY

I. GENERALITES SUR L'ASSAINISSEMENT11

1- Domaines d'activités..... 11

2- Contexte : Assainissement de Fianarantsoa 11

II. ETUDES SUR L'ASSAINISSEMENT DE MANAOTSARA ET ANKOFafa AMBONY12

1- Enquetes auprès des menages 12

1-1- Elaboration de fiches d'enquêtes	12
1-2- Planning et réalisation des enquêtes des ménages	12
2- Resultats des enquêtes effectuées aupres des ménages.....	13
2.1 Comportement des villageois en matière d'assainissement et d'hygiène	13
a. Sources d'approvisionnement en eau potable	13
b. Consommation journalière en eau.....	14
c. Gestion des excréta	14
d. Gestion des eaux usées	15
e. Gestion des ordures	17
f. Entretien des canaux	18
g. Santé.....	18
III. SOLUTIONS ET PROPOSITIONS	19
1- Opinions publiques.....	19
2- Recommandations	19
2.1 Améliorations des canaux d'évacuation.....	19
2.2 Utilisation de latrines améliorées.....	20
2.3 Amélioration de la gestion des ordures	22
a. Triage	22
b. Compostage (Bac 1).....	22
c. Recyclage (Bac 2, Bac 3, Bac 4 et Bac 5)	23
2.4 Implication de l'Etat et de la communauté.....	23
2.5 Collaboration intersectoriel	24
 PARTIE III : AEP PAR LE SYSTEME DE POMPAGE ELECTRIQUE SISE A ANKOFafa AMBONY	
I- GENERALITES SUR L'AEP	25
II- ETUDES SUR L'AEP PAR LE SYSTEME DE POMPAGE ELECTRIQUE D'UNE MAISON SISE A ANKOFafa AMBONY	25
1. Etudes hydrogéologiques.....	25
1.1. Cycle de l'eau.....	25
1.2. Réservoir aquifère.....	26
1.3. Typologie des nappes	27
a- Nappe libre	27
b- Nappe captive	27
c- Nappe semi-captive	28
1.4. Type de nappe rencontrés à Madagascar.....	28

d- Nappe d'altération	28
e- Nappe d'alluvion.....	28
f- Nappe de socle fissuré	28
1.5 Captage des eaux souterraines	29
2- Besoin en eau.....	29
3- Etudes techniques d'AEP par le pompage électrique.....	30
III. LES CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU SITE	31
1. Les infrastructures existantes	31
2. Les infrastructures à réaliser	31
3. Analyse de l'eau du puits	32
3.1 Potabilité d'une eau de puits	32
3.1.1 Analyse.....	32
3.1.2 Mode de prélèvement	32
3.1.3 Conditions de transport et de conservation	32
3.1.4 Analyses physico-chimiques.....	33
3.1.5 Normes de potabilité.....	36
3.2 Résultats et interprétations	36
4- Les données techniques de l'installation.....	38
4.1 Le niveau statique et le niveau dynamique	38
4.2 Les courbes de rabattement	38
4.3 La hauteur manométrique totale	39
4.4 Dimensionnement de la pompe électrique : débit, HMT	41
4.5 Schéma unifilaire/hydraulique de l'installation	42
4.6 Dimensionnement des accessoires, conduites et réservoir.....	42
IV- ETUDE D'INFILTRATION D'EAU DANS LA MAISON OU HUMIDITE.....	46
1- Problématique et sources des problèmes	46
2- Etat actuel.....	47
3- Solutions proposées	47
3.1 Aérer et ventiler	47
3.2 Protection contre l'humidité.....	47
3.3 Les drainages (DTU 20-12)	48
3.4 Les coupures étanches	48
3.5 Enduits et écrans étanches.....	49
3.6 Protection contre le gel.....	49
V- ETUDES ECONOMIQUES DE L'INSTALLATION	50

1- Devis descriptif de l'AEP	50
2- Bordereau de détail estimatif	52
3- Récapitulation	55
CONCLUSION	56

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Représentation cartographique de la zone d'étude	2
Figure 2 : Vue satellitaire de deux villages étudiés:.....	3
Figure 3: Variation de la moyenne des températures mensuelles maximales et minimales de Fianarantsoa en 2012 – 2013.....	4
Figure 4: Variation de la précipitation pour la station de Fianarantsoa, 2012 à 2013.	5
Figure 5: Variations mensuelles de la moyenne d'évaporation pour la station de Fianarantsoa de 1971-2000.....	6
Figure 6: La rivière de Tsiandanitra.	7
Figure 7: Améliorations des canaux d'évacuations des eaux usées	20
Figure 8: Dalle SANPLAT et accessoires.....	21
Figure 9: répartition des bacs à ordures	22
Figure 10: Cycle de l'eau	26
Figure 11: Nappe libre.....	27
Figure 12: Nappe captive	27
Figure 13: Nappe semi-captive [f].....	28
Figure 14: Captage d'eau par un puits	29
Figure 15: Etat actuel	31
Figure 16: Courbe de variation du rabattement en fonction du temps	39
Figure 17: vase communiquant	46
Figure 18: humidité dans la maison	47
Figure 19: Drainages	48
Figure 20: Coupures étanches	48
Figure 21: Enduits et Ecrans étanches.....	49

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : bilan hydrique de la station de Fianarantsoa	6
Tableau 2: Echantillonnage de l'enquête	12
Tableau 3: résultats taux des ménages	13
Tableau 4 : sources d'approvisionnement en eau potable	13
Tableau 5: Distribution de la consommation journalière en eau de manaotsara et Ankofafa Ambony (en L.j ⁻¹).....	14
Tableau 6: Répartition des ménages selon l'utilisation des latrines.....	15
Tableau 7: évacuation des eaux usées des cuisines.....	15
Tableau 8 : évacuation des eaux des lessives	16
Tableau 9: évacuation des eaux de douches.....	16
Tableau 10: dépôts des ordures	17
Tableau 11: points de dépôt final des ordures.....	17
Tableau 12 : participants à l'entretien des canaux	18
Tableau 13 : périodes d'entretien des canaux	18
Tableau 14 : répartition des différentes maladies selon les FOKONTANY	19
Tableau 15: résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau d'un puits d'Ankofafa Ambony.....	37
Tableau 16 : récapitulation des dimensions des conduites et accessoires	45
Tableau 17: devis descriptif	51
Tableau 18: bordereau de détail estimatif	54
Tableau 19 : récapitulation de détail estimatif	55

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I : ETUDE SUR L'ASSAINISSEMENT	I
1. Contexte	i
2. Elaboration des fiches d'enquêtes.....	i
3. Situation actuelle.....	iv
4. construction d'une latrine avec dalle SANPLAT.....	v
ANNEXE II : AEP PAR SYSTEME DE POMPAGE ELECTRIQUE	VII
1. Infrastructures à réaliser :	vii
2. Dessin industriel	ix
3. Note des calculs :	xi

LISTE DES ABREVIATIONS

AEP : Adduction d'Eau Potable
Ar : Ariary
BP : Bacs Publics
CPA : Ciment Portland Artificiel
CUF : Commune Urbaine de Fianarantsoa
DTU : Documents Techniques Unifiés
ETP : Evapotranspiration Potentielle
ETR : Evapotranspiration Réelle
HMT : Hauteur Manométrique Totale
ISO : International Organisation for Standardisation
MES : Matière en Suspension
MO : Matière Organique
NTU : Néphélométrie Turbidity Unit
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
pH : potentiel Hydrogène
PPR : Poly Propylène Random
PU : Prix Unitaire
RN : Route Nationale
TAC : Titre Alcalinité Complet
TH : Titre Hydrotimétrique
TTC : Tout Taxes Comprises
TVA : Taxes sur les Valeurs Ajoutées
TV40:TwinVane40
VMA : Valeurs Maximales Admissible (Analyse de l'eau)

GLOSSAIRES

Hydromorphe à Gley : Se dit d'un type de sol se caractérisant par la présence d'eau et des échanges physico-chimiques rapides soit avec l'atmosphère soit avec les horizons inférieurs

Système de VOHIBORY : espèces des roches à schistes cristallins.

Système Androyen : Formation de socle cristallin qui existe à Madagascar

Latérite : roche rouge ou brune constituée de l'hydroxyde d'aluminium ou fer, recouvrant de croûte stérile la surface des sols tropicaux.

INTRODUCTION

Nul ne peut nier que « eau » est synonyme de « vie ». L'environnement est le milieu dans lequel cette vie subsiste et se propage. La préservation de l'environnement pour entretenir et maintenir la vie est donc un enjeu planétaire majeur. Ainsi, tous les pays du monde font d'énormes efforts pour favoriser l'adduction d'eau potable et l'assainissement qui sont des moyens pour se faire.

A Madagascar, moins de la moitié de la population a accès à l'eau potable, soit 48 %. Le taux d'accès aux infrastructures d'assainissement adéquates reste également faible dans la Grande île avec un pourcentage de 14 %. Une infime partie des Malgaches utilise des infrastructures d'assainissement non améliorées et 39 % défèquent toujours à l'air libre. [a]

Aussi le code l'eau stipule fermement le droit à l'eau potable de tout le peuple Malagasy ainsi que de l'assainissement collectif de toutes les communautés (Loi N°98-029 du 20 Janvier 1999 portant code l'eau, Titre II, Chapitre IV, Section I, Article 37, 38, 39).

AJIPAD, une association œuvrant dans les secteurs d'adduction d'eau potable en milieu rural et d'assainissement fait de son mieux pour trouver des solutions viables, rentables et durables en élaborant et en réalisant des projets à cette fin. Mais tout doit d'abord avant tout faire l'objet d'analyses préliminaires des faits. C'est dans ce contexte que le thème de cet ouvrage «**Assainissement : cas des villages Manaotsara et Ankofafa Ambony ; AEP par le système de pompage électrique d'une maison d'habitation sise à Ankofafa Ambony**» a été choisi. Des enquêtes auprès des principales concernées et des études approfondies sur la zone d'études ont donc été effectuées afin de pouvoir prévoir les actions à entreprendre.

Ce travail se divise alors en trois grandes parties distinctes dont la première aborde la présentation générale de la zone d'étude, la seconde expose les études sur l'assainissement des villages Manaotsara et Ankofafa Ambony et la troisième et dernière partie porte sur les études sur l'AEP d'une maison à Ankofafa Ambony.

**PARTIE I:
PRESENTATION
GENERALE DE LA
ZONE D'ETUDE**

I- CADRE GEOGRAPHIQUE

Les Fokontany (villages) Ankofafa Ambony et Manaotsara sont localisés dans la commune urbaine de Fianarantsoa, chef-lieu de la région Matsiatra Ambony. Ankofafa Ambony se situe à 2km au Nord du centre-ville et à 800m de la route nationale N°7. Celle-ci traverse la ville de Fianarantsoa pour relier Antananarivo et Toliary. Le Fokontany Manaotsara se trouve à 1,5km à l'Est du centre-ville et environ 700m de la route nationale N°7.



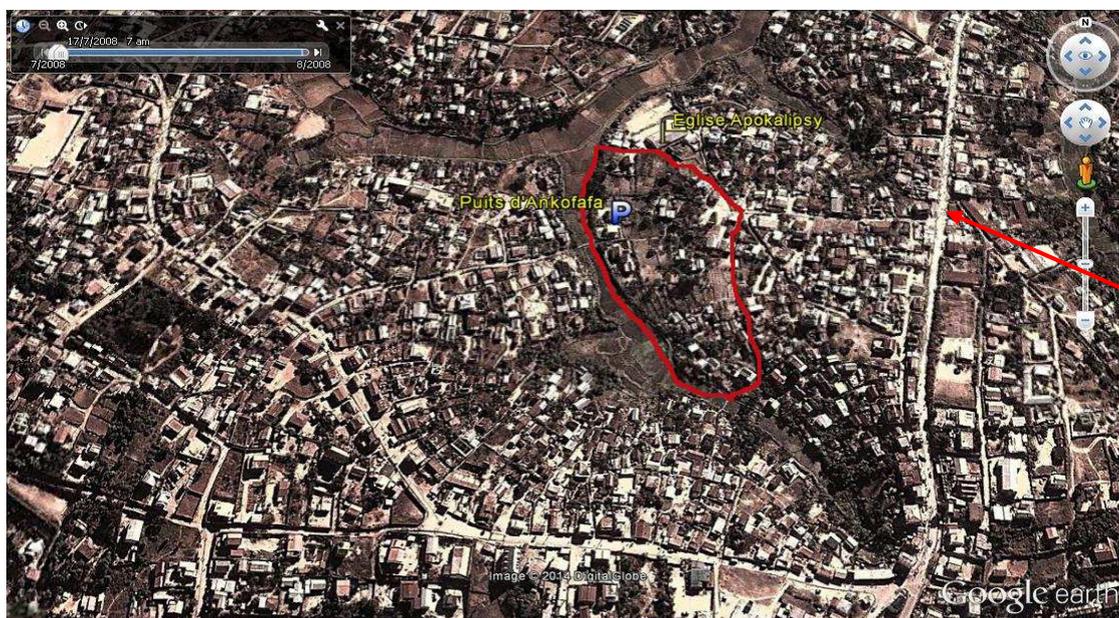
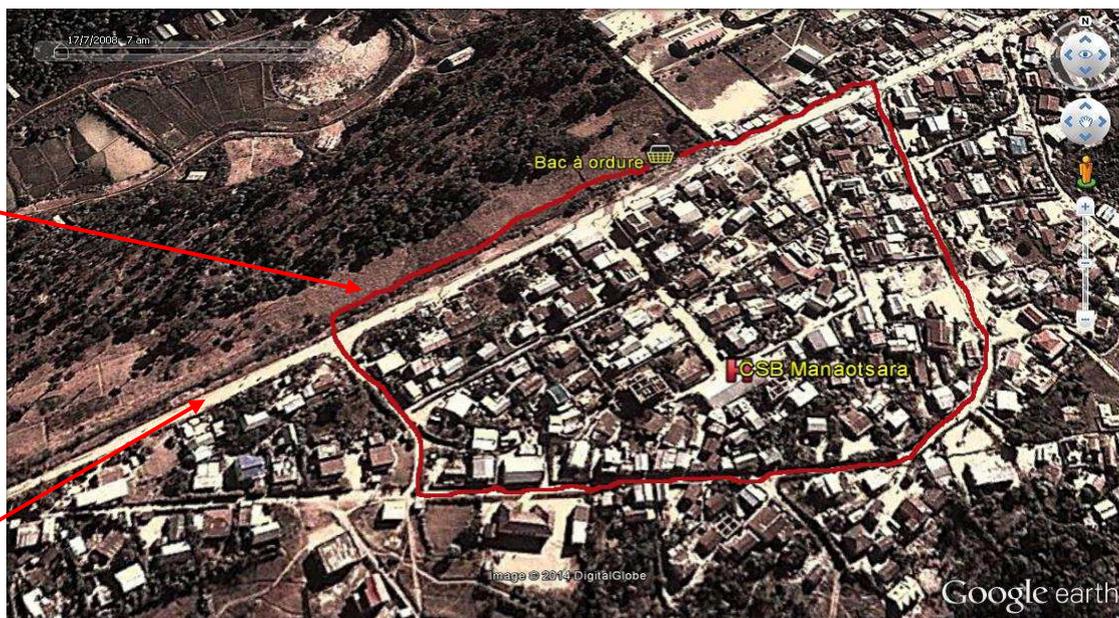
Source : Google map 2014

Figure 1: Représentation cartographique de la zone d'étude

- Routes national
- Réseau hydrographique
- + Chemin de fer

Délimitation de la zone d'étude

Route de Beravina



Route vers salésien DON BOSCO

Source : Google Earth 2014

Figure 2 : Vue satellitaire de deux villages étudiés:

II- CONTEXTE CLIMATIQUE :

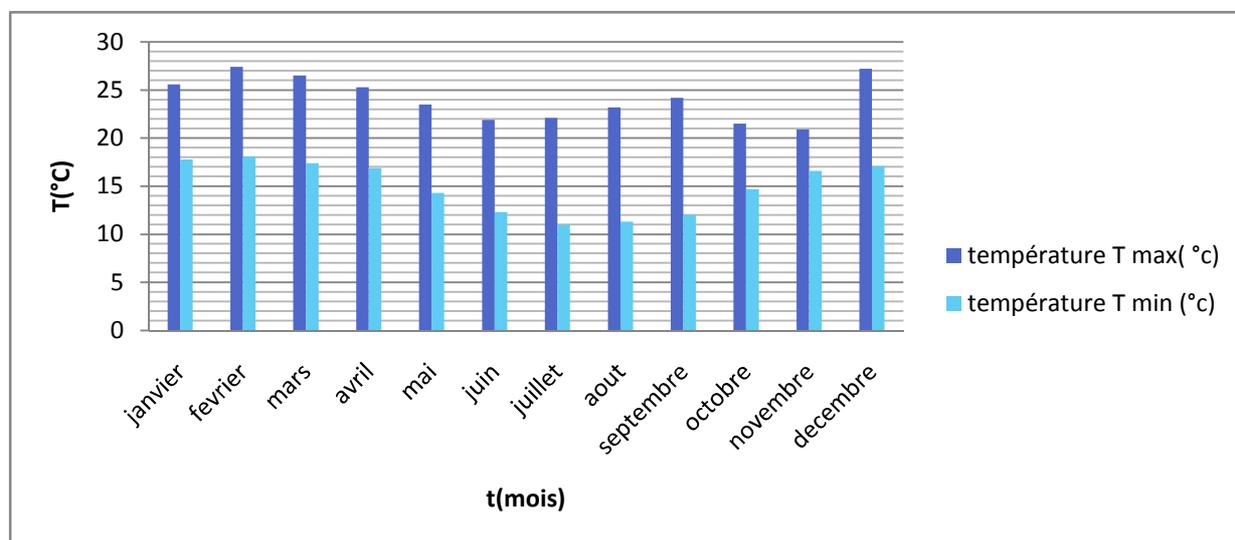
Le Climat de Madagascar est dominé et régi par les alizés du Sud - Est et est divisé en deux saisons : un chaud et pluvieux de Novembre à Avril et un sèche de Mai à Octobre.

1- Température

La température peut se définir comme une grandeur physique qui mesure le degré de chaleur d'un corps ou d'un milieu donné. Elle est exprimée en degré (°C ou °K). Son appareil de mesure est le thermomètre¹.

Les Hauts Plateaux intérieurs (région Matsiatra Ambony y compris) sont chauds et pluvieux entre novembre et avril. Pour le reste de l'année, ils sont frais et venteux. Le long de la côte Est, la moyenne maximale des températures varie entre 30°C en Février. Elle se situe à 25° en Juillet et Aout. Alors que la moyenne des températures minimales varie entre 22 °C en Janvier et 17° C en Aout. La côte Ouest est généralement plus sèche que la côte Est et les plateaux. La température moyenne y est comprise entre 26,3° C et 27,2° C. Le Sud et le Sud – Ouest de Madagascar ont un climat semi-aride. La température moyenne varie entre 21,4°C à 26,3°C.

Les températures moyennes annuelles de Fianarantsoa oscillent entre 11,0°C et 27,4°C Comme le montre la Figure3 suivante.



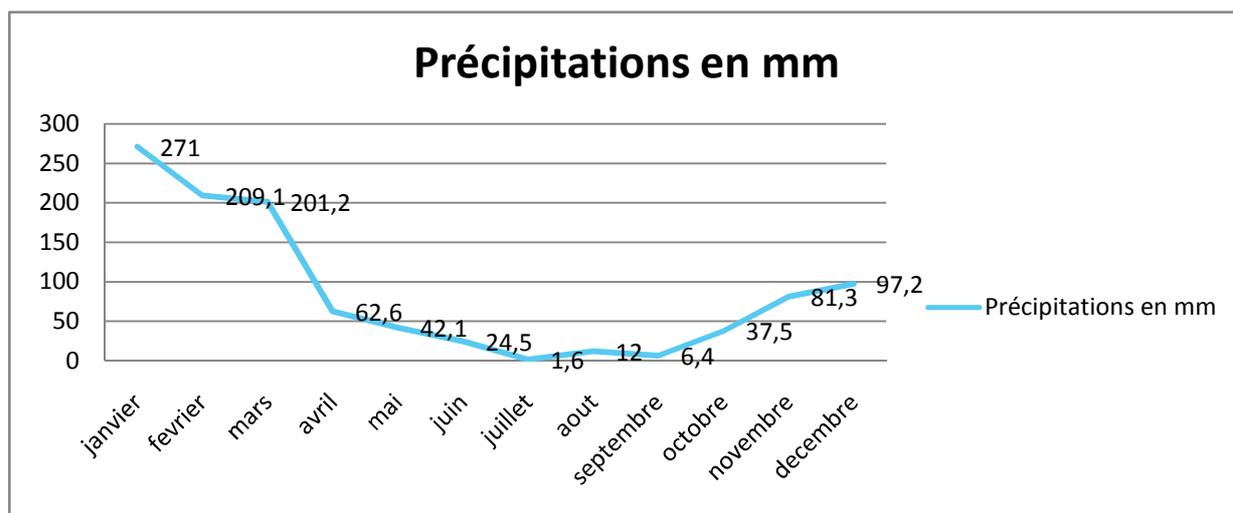
Source : service interrégional de la Météorologie BP 1119 Fianarantsoa

Figure 3: Variation de la moyenne des températures mensuelles maximales et minimales de Fianarantsoa en 2012 – 2013

2- Pluviométrie

La pluviométrie est une branche de la climatologie. Elle étudie la répartition des pluies dans l'espace et dans le temps. Le pluviomètre est un instrument qui sert à mesurer la quantité d'eau précipitée par l'atmosphère en un lieu déterminé. Elle se mesure en millimètre¹.

La courbe représentée par la Figure4 suivante démontre et expose la pluviométrie de la ville de Fianarantsoa le long des années 2012 et 2013.



Source: Service interrégional de la Météorologie BP 1119 Fianarantsoa.

Figure 4: Variation de la précipitation pour la station de Fianarantsoa, 2012 à 2013.

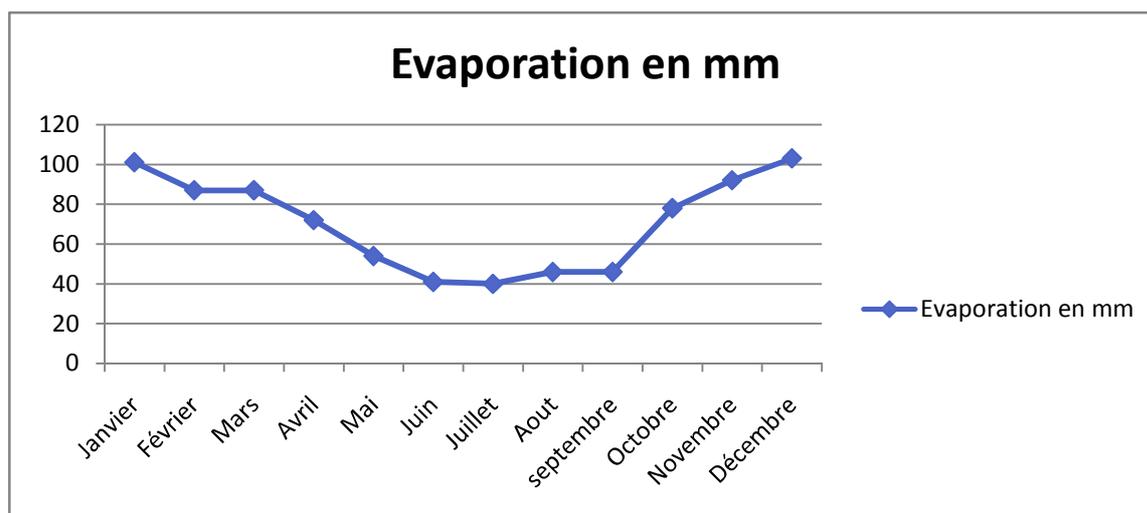
3- Evapotranspiration

C'est la quantité d'eau évaporée par le sol, les nappes liquides et transpirée par les plantes. Elle se mesure en mm¹, On distingue :

- Evapotranspiration potentielle (ETP) qui serait la quantité d'eau évaporée si la quantité d'eau précipitée disponible pour l'évapotranspiration en surface était toujours supérieure à la quantité évaporée ;
- Evapotranspiration réelle (ETR) qui désigne la quantité réellement évaporée (tenant compte des déficits ponctuels du sol en eau).

Selon les données d'évapotranspiration moyenne pour l'année 1971 à 2000 au centre météorologique d'Ampanomby, l'évapotranspiration potentielle varie de 40 à 103 mm pour la station de Fianarantsoa.

¹ Grand Usuel Larousse



Source: Service interrégional de la Météorologie BP 1119 Fianarantsoa.

Figure 5: Variations mensuelles de la moyenne d'évaporation pour la station de Fianarantsoa de 1971-2000

4- Bilan hydrique

Un bilan hydrique est le résultat chiffré de la comparaison du total des précipitations tombées dans une région et l'évapotranspiration potentielle (ETP) avec les stocks.

Le tableau suivant résume les données climatiques de la station de Fianarantsoa.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Total
P	116,8	295,6	110,9	11,8	15,50	07,3	06,7	09,6	01,8	100,7	171,2	116,2	1013,6
ETP	101,00	87,00	87,00	72,00	54,00	41,00	40,00	46,00	46,00	78,00	92,00	103,00	
P-ETP	15,80	208,6	23,9	-60,2	-39	-33,7	-33,3	-36,4	-44,2	22,7	79,2	63,2	
Stock	100,00	100,0	100,0	37,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00	
ΔS	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	
ETR	101,00	208,6	23,9	-60,2	-39	-33,7	-33,3	-36,4	-44,2	22,7	79,2	103,00	

Source: Service interrégional de la Météorologie BP 1119 Fianarantsoa.

Tableau 1 : bilan hydrique de la station de Fianarantsoa

P : précipitation, ETP : évapotranspiration potentielle, ΔS : réservoir et ETR : évapotranspiration réelle

III- RESEAU HYDROGRAPHIQUE

Le Fonkontany Ankofafa Ambony est très loin de la rivière Mahatsiatra. Il n'existe ni fleuve ni lac aux alentours. Ainsi les apports en eau proviennent des nappes.

Le Fonkontany Manaotsara, par contre se situe à l'ouest d'une rivière appelée Tsiandanitra. Celle-ci passe entre Manaotsara et Soanierana. Les riverains l'utilisent pour la lessive et l'agriculture. Les autres usages (cuisine, toilette, etc.), ils puisent plutôt l'eau des bornes fontaines de la JIRAMA.



Source : Auteurs

Figure 6: La rivière de Tsiandanitra.

IV- DOMAINE GEOLOGIQUE

La région de Haute Matsiatra est caractérisée par :

- le système de VOHIBORY. Ce système s'allonge et se rétrécit du Nord vers le Sud,
- le système du graphite, dans la partie Est de la région et parallèlement à la côte.

Entre ces deux systèmes sont plaqués :

- des roches granitiques et migmatites de Tampoketsa, sous forme de minces filets allongés

Le long des régions d'Amoron'i Mania, de la Haute Matsiatra et d'Ihorombe, toujours du Nord au Sud,

- des couches allongées parallèles à la côte et des îlots discontinus de roches granitiques,
- le système Androyen : très important dans la région. Ce système couvre environ le tiers de la région de la Haute Matsiatra dans sa partie occidentale.

Ce sont des roches essentiellement cristallines. Les terrains sédimentaires sont aussi importants dans les parties centrales et orientales de la région. [1]

V- SOLS ET VEGETATIONS

Pédologiquement, la région de Haute Matsiatra est caractérisée par des sols ferrallitiques jaunes et rouges, de superficies assez importantes, mais discontinues. L'on remarque en outre la présence de sols ferrugineux tropicaux couvrant la partie centrale de la région de la Haute Matsiatra, et des îlots d'association de sols ferrallitiques rouges et jaunes/rouges et des sols faiblement ferrallitiques.

Les bas-fonds portent essentiellement des sols hydromorphes à Gley. Leur mise en valeur a commencé depuis l'installation de la population dans la zone et comporte deux aspects : aménagement et mise en culture.

Les terrasses rizicoles (kipahy) constituent une particularité de la région. Pour pallier l'insuffisance des bas-fonds et profitant des possibilités de captage d'eau en hauteur, les paysans ont installé des terrasses irrigables sur les flancs des collines.

La région est caractérisée par la prédominance de grandes superficies de savanes herbeuses

Ce type de savanes couvre les parties centrales de la Région.

Ces types de savanes sont délimités par un mince filet de forêt dense ombrophile de moyenne altitude. [1]

VI- DONNEES DEMOGRAPHIQUES

La commune de Fianarantsoa I s'étend sur 138,69 km². Elle est peuplée par 187 123 habitants en 2013, avec une densité de 1349 hab. /km². Le Fokontany Manaotsara et Ankofafa Ambony font partie des 50 Fokotany de la commune urbaine de Fianarantsoa selon les données de l'**INSTAT FIANARANTSOA, rapport annuel 2013**.

1- Fokontany Manaotsara

Le Fokontany Manaotsara a une superficie de 16 km² avec une population de 3900habitants selon le recensement en 2012, avec une densité de population de 243 hab/km², selon les données enregistrées dans le secrétaire du Fokontany.

2- Fokontany Ankofafa Ambony

Le Fonkotany d'Ankofafa Ambony couvre une superficie de 14 km² avec une population de 12409habitants avec une densité de population de 886,3 hab/km² selon les données de l'INSTAT FIANARANTSOA, rapport annuel 2013

VII- SITUATION SOCIO-ECONOMIQUE

1- Social :

Les infrastructures existantes selon les enquêtes effectuées auprès du Chef Fokontany sont :

Fokontany Manaotsara :

- Un bureau du Fokontany
- Un Service de santé CSBII
- 3 écoles privées
- 4 bornes fontaines publics
- 3 bacs à ordures

Fokontany Ankofafa Ambony:

- Un bureau du Fokontany
- Un service de santé CSB I
- Un poste de police
- 6 établissements privés
- 1 établissement public (EPP)
- 10 bornes fontaines publics
- 4 bacs à ordures

2- Economie :

A Ankofafa Ambony, la majorité de la population a comme ressource économique la conduite de taxi ou de bus. En effet cet emploi est exercé par 55% de la population et ne laisse que 45% pour d'autres fonctions dont 37% des vendeurs et 8% des fonctionnaires.

Tandis que à Manaotsara, presque la moitié sont des agriculteurs car 42% de la population pratique cette activité; Pour le reste, 27% sont des vendeurs, 20% des chauffeurs de taxi ou de bus, et 11% des fonctionnaires.

**PARTIE II : ETUDES SUR
L'ASSAINISSEMENT DE
MANAOTSARA ET
ANKOFAFA AMBONY**

I. GENERALITES SUR L'ASSAINISSEMENT

L'**assainissement** est une démarche visant à améliorer la situation sanitaire globale de l'environnement dans ses différentes composantes. Il comprend la collecte, le traitement et l'évacuation des déchets liquides, des déchets solides et des excréments.

L'assainissement est fortement lié à la santé publique en raison des nombreuses maladies liées à un milieu malsain.

La proximité avec les eaux usées peut engendrer des maladies à transmission fécale-orale (diarrhée, typhoïde, hépatites, choléra), ou liées à un vecteur (paludisme, filariose, dengue). D'autres maladies sont également liées à un mauvais assainissement de base et en particulier à des latrines défectueuses ou inexistantes : bilharziose, nématodes ou autres vers. L'assainissement vise à assurer l'évacuation et le traitement des eaux usées et des excréments en minimisant les risques pour la santé et pour l'environnement.

Les déchets solides (reliefs de repas...) subissent une rapide décomposition, et peuvent être des sources pathogènes. Leur collecte et leur élimination contribuent également à maintenir un environnement salubre. [b]

1- Domaines d'activités

D'une manière générale, l'assainissement comprend l'évacuation et le traitement des eaux et des solides usagés. Ces matières incluent les eaux de pluie, de drainage, de lavage, les eaux usées et / ou provenant de toilettes, les excréments, et les déchets solides. Ces derniers ont différentes origines (domestique, agricole, industrielle, médicale...)¹

2- Contexte : Assainissement de Fianarantsoa

Historique de l'assainissement :

Au 19^{ème} siècle, Fianarantsoa était parmi la ville la plus propre de Madagascar. La population n'avait pas utilisée des déchets non dégradables (les sachets plastiques). Ils possédaient des fosses à ordures dans chaque ménage. Le non-respect des normes de la population, l'arrivée massive des matériaux non dégradables au marché, (habitude des vendeurs) et surtout la surpopulation dans les nouveaux quartiers en 1975 favorisent la mauvaise gestion des ordures ménagères et des « fako » dans les quartiers.

¹ Encyclopédie WIKIPEDIA

II. ETUDES SUR L'ASSAINISSEMENT DE MANAOTSARA ET ANKOFafa AMBONY

1- ENQUETES AUPRES DES MENAGES

1-1- Elaboration de fiches d'enquêtes

Afin de mener à bien les enquêtes auprès des ménages et pour mieux collecter les données sur terrain, une fiche d'enquête a été élaborée (annexe I). Elle a été établie sous forme de questionnaires et aborde la plupart des aspects de l'hygiène et de l'assainissement à savoir:

- la consommation d'eau potable ;
- l'évacuation des eaux usées domestiques dans les ménages et eau pluviale ;
- la gestion des ordures ménagères ;
- l'hygiène corporelle ;

1-2- Planning et réalisation des enquêtes des ménages

Le déroulement de l'enquête s'est fait par échantillonnage c'est-à-dire regrouper les ménages qui ont les mêmes systèmes d'évacuation d'eaux usées et de gestion des déchets domestiques. Ainsi, un seul ménage pour chaque groupe a suffi pour l'enquête.

Pour la représentation géographique, un découpage sectoriel et par quartier de chaque Fokontany a été effectué.

Les résultats de l'échantillonnage sont consignés dans le tableau suivant :

FONKONTANY	NOMBRE D'ECHANTILLONS	TOTAL
Manaotsara	50	70
Ankofafa A.	20	

Tableau 2: Echantillonnage de l'enquête

Nous avons effectuées les enquêtes ménages durant la période du 19 mars 2014 au 22 Mars 2014 dans le Fokontany de Manaotsara. Celles du Fokontany d'Ankofafa Ambony le 25 - 26 Mars 2014. Les études sont limitées par vingt foyers dans des secteurs ou des quartiers déterminés.

Les résultats des échantillonnages nous donnent la formule suivante :

Le nombre de la population touchée est égal au nombre de la population enquêté selon les échantillons par Fokontany (20 pour Ankofafa Ambony et 50 pour Manaotsara) multiplié par la moyenne de la taille des ménages.

La moyenne de la taille de ménage est le nombre total de la personne dans le foyer.

Taux= échantillons par FOKONTANY (20 ou 50) x (moyenne de la taille des ménages)

Où :

- Taux : le nombre de la population totale
- Moyenne de la taille des ménages : le nombre total de la personne dans le foyer

FOKONTANY	Nombre de population (Taux)	Total
Manaotsara	262	351
AnkofafaA.	89	

Tableau 3: résultats taux des ménages

2- RESULTATS DES ENQUETES EFFECTUEES AUPRES DES MENAGES

2.1 Comportement des villageois en matière d'assainissement et d'hygiène

a. Sources d'approvisionnement en eau potable

Le tableau ci-dessous montre les différentes sources d'approvisionnement en eau potable à Ankofafa Ambonyet Manaotsara.

FOKONTANY	Menages enquêtés	Branchement Particulier	Borne fontaine public	Branchement particulier au voisinage	Puits
Manaotsara	50	14	29	7	0
Ankofafa A.	20	0	4	0	16

Tableau 4 : sources d'approvisionnement en eau potable

Dans le FOKONTANY Manaotsara, le taux d'approvisionnement en eau de consommation au niveau des bornes fontaines publics est de 58% et 28% pour les

branchements particuliers. Certains ménages préfèrent s’approvisionner auprès de leurs voisins disposant de branchement particulier. Ils y établissent des contrats (60Ar le bidon de 20L). Quatorze pour cent (14%) des villageois optent pour cette pratique. Parmi les enquêtés, aucun ménage n’utilise pas le puits comme source d’eau de consommation.

A Ankofafa Ambony, sur les 20 ménages enquêtés, seulement 20% utilisent les bornes fontaines comme source d’eau potable et 80% dépendent de l’eau de puits.

Manaotsara s’approvisionne plus au près des bornes fontaines publiques alors que Ankofafa Ambony par le puits.

b. Consommation journalière en eau

A Manaotsara, 85% de l’eau utilisée sont pour la cuisine et la douche, 13% pour la lessive et seulement 2% sont consacrées les latrines.

A Ankofafa Ambony, les 20 ménages enquêtes affirment que 50% de l’eau qu’ils utilisent sont destinées à la lessive, 24 à 25% sont consacrées à la cuisine et de même pour la douche. Ils ont affirmé ne pas utiliser d’eau pour les latrines.

Ces résultats sont résumés dans le tableau 5 ci-dessous.

FOKONTANY	TOTAL	Cuisine	Lessive	Bain et Douche	LATRINES
Manaotsara	6832	2830	736	2905	86
Ankofafa A.	4359	1067	2225	1065	2

Tableau 5: Distribution de la consommation journalière en eau de Manaotsara et Ankofafa Ambony (en L.j⁻¹)

Ce tableau 5 met en évidence le fait qu’une grande partie de l’eau consommée à Manaotsara est fait pour assouvir la nécessité de la cuisine et l’hygiène corporelle à Manaotsara mais le faible taux d’usage de l’eau dans les latrines suppose que ces latrines sont de type traditionnel (à fosse perdue). Tandis que pour Ankofafa Ambony l’eau de la lessive domine.

c. Gestion des excréta

Dans les deux Fonkotany enquêtés les latrines traditionnelles sont les plus utilisés soit 78% pour Manaotsara et 95% pour Ankofafa Ambony.

A Manaotsara, seulement 14% des ménages utilisent des latrines peu modernes, 8% des fosses septiques et 5% pour celles d'Ankofafa Ambony.

FOKONTANY	Menages enquetes	Traditionnel	Peu moderne	Fosse septique
Manaotsara	50	39	7	4
Ankofafa A.	20	19	0	1

Tableau 6: Répartition des ménages selon l'utilisation des latrines

Quel que soit le Fokontany l'utilisation des latrines traditionnelles domine.

d. Gestion des eaux usées

- Eaux usées des cuisines

Plus de la moitié des ménages (58% à Manaotsara et 55% d'Ankofafa Ambony) évacue ses eaux usées provenant de la cuisine dans un canal situé dans la cour ou au bord de la rue.

Parmi les enquêtés, 8% des ménages à Manaotsara évacuent les eaux usées provenant de la cuisine dans la rue et aucun à Ankofafa Ambony.

Quel que soit le FOKONTANY, les ménages évacuent les eaux usées dans la cour (24% à Manaotsara et 25% à Ankofafa Ambony).

Les ménages recyclent les eaux usées pour arroser les jardins potagers familiaux et les utilisent comme composition des aliments des animaux (porc et volaille). Les chiffres s'affichent comme suit : 6% à Manaotsara contre 20% à Ankofafa Ambony.

FOKONTANY	Menages enquetes	Canal		Rue	Puits perdus	Dans la cour	Autres
		dans la cour	au bord de la rue				
Manaotsara	50	14	15	4	2	12	3
Ankofafa A.	20	11	0	0	0	5	4

Tableau 7: évacuation des eaux usées des cuisines

Autres : jardin, pour les animaux, etc....

Ankofafa Ambony n'évacue ses eaux usées des cuisines ni dans le canal au bord de la rue ni dans la rue ni dans les puits perdus.

- Eaux des lessives

Les ménages enquêtés à Manaotsara évacuent leurs eaux de lessive respectivement dans des canaux dans la cour ou au bord de la rue (22%) ;16% dans la rue, 8% dans les puits perdu et 10% à d'autres utilités. Les ménages enquêtés à Ankofafa Ambony utilisent seulement 2 systèmes d'évacuation : le canal (55%) et la cour (45%).

FOKONTANY	Menages enquetes	Canal		Rue	Puits perdus	Dans la cour	autres
		dans la cours	au bord de la rue				
Manaotsara	50	7	4	8	4	22	5
Ankofafa A.	20	11	0	0	0	9	0

Tableau 8 : évacuation des eaux des lessives

Autres : jardin, lavages des matériels (voitures, etc...)

Presque la moitié des ménages enquêtés verse leurs eaux usées de lessive dans la cour, à l'air libre.

- Eaux usées des douches

La plupart des ménages enquêtés évacuent les eaux usées provenant de la salle de bain dans le canal à Manaotsara 52% et d'Ankofafa Ambony 70%.

Presque le tiers des deux FOKONTANY laissent les eaux usées s'infiltrer et s'évaporer (36% à Manaotsara et 30% à Ankofafa Ambony). Une faible proportion des ménages utilisent les fosses comme système d'évacuation à Manaotsara (10%) et nul parmi les enquêtés à Ankofafa Ambony.

FOKONTANY	Menages enquetes	Canal	Ritras'infiltrer et s'évaporer	Aux toilette(latrine)	Fosses
Manaotsara	50	26	18	1	5
Ankofafa A.	20	14	6	0	0

Tableau 9: évacuation des eaux de douche

Il a été constaté que l'évacuation des eaux usées de douche par le canal est pratiquée par la majorité des ménages enquêtés des deux FOKONTANY.

e. Gestion des ordures

- Dépôts des ordures

Le quart des ménages enquêtés à Manaotsara (20%) utilisent les fosses pour stocker les ordures quotidiennes et deux tiers à Ankofafa Ambony (70%). La majorité des ménages à Manaotsara (76%) récupère des récipients abimés ou non utilisables pour déposer les ordures.

FOKONTANY	Ménages enquêtés	Fosses	Bac dans la cour	Autres
Manaotsara	50	10	2	38
Ankofafa A.	20	14	2	4

Tableau 10: dépôts des ordures

Autres : terrain de culture, confié à une personne payée, etc....

Manaotsara utilise plus des poubelles adaptées pour stocker les ordures que des fosses.

- dépôts final des ordures

La plupart des ménages à Ankofafa Ambony (70%) brûlent leurs ordures quand leurs dépôts sont pleins et une grande proportion des ménages à Manaotsara (78%) utilise plutôt comme point de dépôt final des ordures les Bacs Publics.

FOKONTANY	Ménages enquêtés	Brûler	Engrais	Vers bac public	Autres
Manaotsara	50	9	1	39	1
Ankofafa A.	20	14	4	1	1

Tableau 11: points de dépôt final des ordures

Autres : remblayer des fosses

Ankofafa Ambony préfère incinérer leurs ordures et Manaotsara les jettent dans les bacs à ordures communal.

f. Entretien des canaux

- Participants à l'entretien des canaux

Répartition des ménages selon la participation à l'entretien des canaux.

FOKONTANY	Menages enquetes	Participation	
		Oui	Non
Manaotsara	50	45	5
Ankofafa A.	20	20	0

Tableau 12 : participants à l'entretien des canaux

La grande majorité des ménages enquêtés participent à l'entretien des canaux.

- périodes d'entretien

Presque la moitié des ménages enquêtés à Ankofafa Ambony effectue un entretien hebdomadaire de leurs canaux contre 28% à Manaotsara.

Par contre, près de la moitié (42%) des ménages à Manaotsara réalisent seulement l'entretien en cas de besoin.

FOKONTANY	Menages enquetes	Periodes			Autres
		/J	/Semaine	/mois	
Manaotsara	50	5	14	5	21
Ankofafa A.	20	7	10	2	0

Tableau 13 : périodes d'entretien des canaux

Autres : en cas de besoin, en période de pluie, etc....

La majorité des ménages enquêtés contribue à l'entretien des canaux.

g. Santé

Il a été constaté que les maladies respiratoires (toux, grippe) sont les plus fréquentes dans les deux FOKONTANY enquêtés. Ses pathologies affectent respectivement 40 ménages pour Manaotsara et 11 ménages pour Ankofafa Ambony.

Pour les maladies à transmission hydrique (fièvre typhoïde et diarrhée) ; elles sont peu fréquentes (14%) selon les représentants des ménages enquêtés.

FOKONTANY	Ménages enquêtés	Grippe	Fièvre	Fièvre typhoïde	Toux	Diarrhée	Maux de tête
Manaotsara	50	20	19	2	20	5	3
Ankofafa A.	20	5	6	2	6	1	0

Tableau 14 : répartition des différentes maladies selon les FOKONTANY

L'entretien évoque la prédominance des maladies respiratoires. Viennent ensuite les maladies à transmission hydrique.

III. SOLUTIONS ET PROPOSITIONS

1- Opinions publiques

Les femmes des villages Manaotsara et Ankofafa Ambony (66%) proposent que les canaux d'évacuation d'eau doivent être faits en béton ou en ciment pour qu'ils soient durables. Concernant la gestion de l'ordure ménagère, elles optent pour la mise en place de bac intermédiaire et l'augmentation du nombre des BP (Bacs Publics) afin d'éviter des problèmes (débordement des ordures du BP, odeur, maladies,...).

Les chefs de ménage adoptent l'utilisation de buses pour l'évacuation des eaux de rejet, la disponibilité de bac dans chaque ménage et l'augmentation du nombre des BP pour la gestion des ordures.

Pour les jeunes, les canaux d'évacuation des eaux doivent être assez profonds pour qu'il y ait un bon drainage des eaux.

2- RECOMMANDATIONS

2.1 Améliorations des canaux d'évacuation

En termes d'évacuation, il faudrait d'abord penser à améliorer les canaux d'évacuation des eaux usées et des eaux de pluie. En effet, ces canaux devraient être

construits en fonction du débit d'eau à évacuer permettant ainsi de choisir le type de matériel à utiliser mais par rapport à la situation actuelle, il suffit d'apporter une petite amélioration.

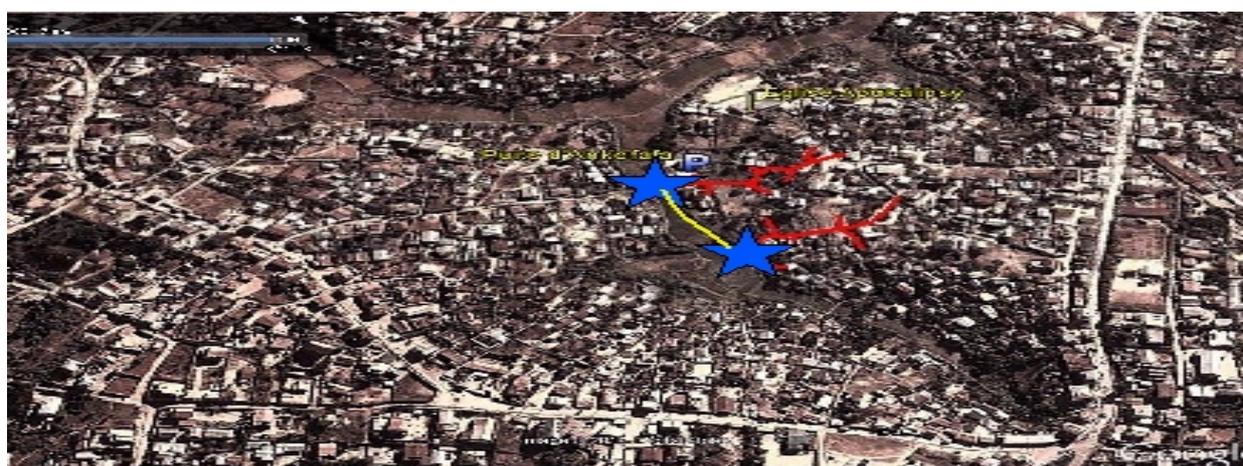


Figure 7: Améliorations des canaux d'évacuations des eaux usées

- ★ : Collectes
- ⊙ : sous collectes
- : Canaux d'évacuation simple
- : canal au bord de la rizière

Les canaux sortant directement de chaque maison (évacuation simple) doivent être profonds (au moins 20 cm de profondeur) et entretenus par les ménages qui les utilisent jusqu'aux sous-collectes.

Pour les sous-collectes, il est nécessaire que les canaux aient au moins une profondeur de 40 cm et 30 cm de largeur. Leurs entretiens sont supervisés par la direction du Fokontany jusqu'aux collectes.

Les collectes reçoivent directement toutes les eaux usées provenant des sous-collectes et les eaux de pluie ruisselées, estimant que la profondeur est de 65 cm avec une largeur de 50 cm. Pour leurs entretiens, apparemment ces canaux de collecte traversent plusieurs Fokontany et chaque Fokontany est le premier responsable de son territoire.

Pour les collectes et les sous-collectes, il est recommandé de les réaliser en maçonnerie de moellons cimentés.

2.2 Utilisation de latrines améliorées

Pour une bonne hygiène et pour pouvoir vivre dans un milieu sain, il est nécessaire d'inciter les gens à améliorer leurs latrines. Pour cela, leur former à construire des fosses de type fosse septique (fosse à 3compartiments où les excréta sont tout de suite traités)et à utiliser des dalles de type SANPLAT. Il s'agit en fait de latrines traditionnelles améliorées. C'est un type de dalle développé par l'UNICEF. Elle est munie d'un couvercle qui réduit les nuisances. Cette dalle est plus hygiénique et facile à nettoyer. Sa production est simple et moins coûteuse. [c]

La Figure 8 qui suit montre ce qu'est une dalle SANPLAT et ses accessoires.



Source : Auteurs

Figure 8: Dalle SANPLAT et accessoires

La construction d'une latrine à dalle SANPLAT est présenté en annexe I.

2.3 Amélioration de la gestion des ordures

Triage

Quant aux ordures ménagères, il devrait y avoir une gestion de ces déchets. Pour cela, la communauté devrait entrer en jeu. Il faut alors apprendre aux gens de séparer les ordures en fonction de leur nature (les ordures ménagères, les plastiques, les verres, les aluminiums, etc.).

Une fois que le processus de triage sera fait, récupérer les matières recyclables (les plastiques, les aluminiums, les verres, les cartons, etc.) et les envoyer en industrie de transformation adéquate. C'est-à-dire, nous proposons d'implanter des usines de récupération. Les matières biodégradables seront métamorphosées en engrais. Aussi, il faudrait penser à utiliser des bacs intermédiaires.

La multiplication des bacs et le partage des bacs en cage s'avèrent nécessaire.

Exemple : le modèle utilisé en Suisse

Bac 1	Bac 2	Bac 3	Bac 4	Bac 5
Ménagère	Plastique	Métallique	Verres	Carton et papiers

Source : Auteurs

Figure 9: répartition des bacs à ordures

Code couleur :

Ce procédé est efficace et avantageux car les ordures ainsi traitées sont faciles à évacuer. Dans les pays développés comme la Suisse, par exemple, les ordures ménagères sont directement traitées pour avoir des composts. Ce pays utilise la transformation des ordures ménagères en utilisant les vers de terre pour la fabrication des composts.

Compostage (BAC 1)

Le compostage figure parmi les techniques de valorisation des déchets dégradables les plus pratiquées dans beaucoup de pays. Il permet de réduire les quantités de déchets à déposer dans les décharges.

Vu les besoins croissants de matières organiques pour les cultures avec le développement des cultures biologiques d'exportation, le compostage répond aux trois critères du développement durable:

- économique : génération d'intrants agricoles (engrais)
- social : création d'emplois, amélioration de l'état sanitaire
- et environnemental : réduction des gaz à effet de serre.

Recyclage : Bac 2, Bac 3, Bac 4 et Bac 5

Actuellement, le recyclage de certaines catégories de déchets solides, non dégradables, peut être valorisé et allège le problème de gestion des déchets.

Bac 2 : récupération des plastiques (pistes, équipements en plastiques, briquette, pavés)

Bac 3 : récupération des métaux (équipement en métaux)

Bac 4 : récupération des matériaux en verres (équipement en verres car les matériaux en verres sont 100% recyclables)

Bac 5 : récupération des cartons et papiers (Déchets Cellulosiques : Brique, pavé, décorations, ...)

Cette méthode diminue la durée de remplissage des sites de décharges.

2.4 Implication de l'Etat et de la communauté

L'implication des présidents des deux FOKONTANY Manaotsara et Ankofafa Ambony concernant l'assainissement et la gestion des ordures est aussi importante car ils sont les premiers responsables des lieux. Cette responsabilité se base sur la sensibilisation des riverains sur la gestion des ordures ménagères systématiques, par exemple, un recyclage trimestriel ou semestriel. La population aussi doit suivre et adhérer aux processus de gestion des ordures ménagères.

Tous les abonnés de la JIRAMA paient la facture de l'électricité et de l'eau. Dans cette facture sont figurées les taxes pour les services publics lesquels sont ensuite versées sur le compte de la commune. Ainsi le budget alloué devrait être utilisé rationnellement.

Les contribuables devraient suivre littéralement les budgets alloués à l'assainissement ainsi que la réalisation des travaux d'assainissement dans chaque village.

2.5 Collaboration intersectoriel

-Santé et enseignement: sensibiliser les habitants concernant l'hygiène.

-Leader communautaire : adopter des lois (dina) pour sanctionner les personnes qui ne respectent pas les règles régissant la communauté.

**PARTIE III : AEP PAR LE
SYSTEME DE POMPAGE
ELECTRIQUE SISE A
ANKOFAFA AMBONY**

I- GENERALITES SUR L’AEP

L'adduction d'eau regroupe les techniques permettant d'amener l'eau depuis sa source à travers un réseau de conduites ou d'ouvrages architecturaux vers les lieux de consommation. Le terme d'adduction vient étymologiquement du latin : *ad ducere* (mener ou conduire vers, amener...). [d]

Il existe plusieurs techniques d'adduction d'eau. Exemple:

- Adduction d'eau potable gravitaire : constituée d'un captage de sources, d'une conduite d'aménée à un réservoir de stockage et d'un réseau de distribution desservant des bornes fontaines et des branchements particuliers.
- Adduction d'eau potable alimentée par un forage motorisé : utilisé pour capter l'eau à grande profondeur (jusqu'à 100 m.).
- Puits fermé équipé d'une pompe à motricité humaine : permettant de capter l'eau souterraine à faible profondeur au moyen d'une pompe manuelle. [2]

Notre étude porte sur une adduction d'eau par un puits équipé d'une pompe électrique.

II- ETUDES SUR L’AEP PAR LE SYSTEME DE POMPAGE ELECTRIQUE D’UNE MAISON SISE A ANKOFafa AMBONY

Il s'agit d'une adduction d'eau d'une maison qui se trouve dans le Fokontany Ankofafa Ambony. L'étude se base sur le dimensionnement du système de pompage d'eau constitué par le puits, la pompe, le château, le réservoir, les conduites et accessoires.

1. Etudes hydrogéologiques

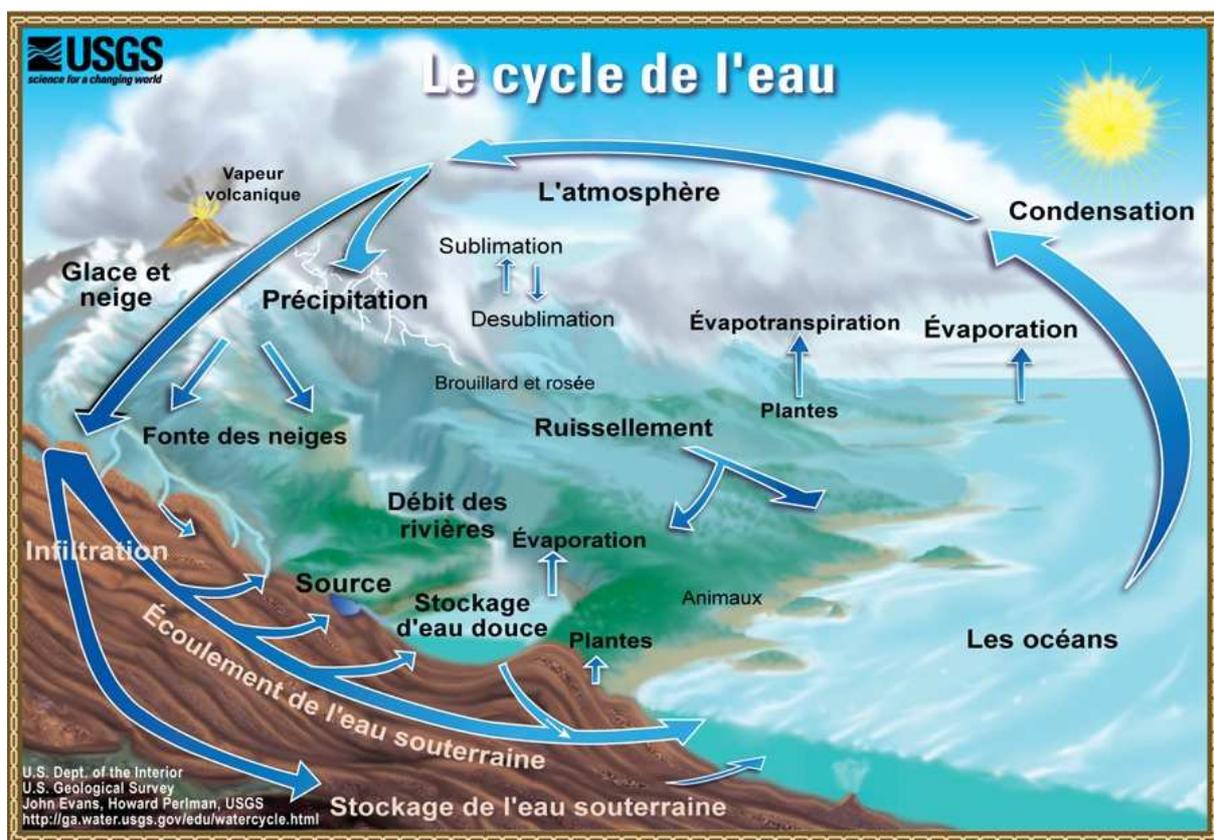
Elles concernent les eaux souterraines et les différents réservoirs qui les contiennent ; indispensables pour la construction d'un tel ouvrage. [3]

1.1. Cycle de l'eau

Le cycle de l'eau est un modèle représentant le parcours entre les grands réservoirs d'eau liquide, solide ou de vapeur d'eau sur Terre : les océans, l'atmosphère, les lacs, les cours d'eau, les nappes des eaux souterraines et les glaciers. Le « moteur » de ce cycle est l'énergie solaire qui, en favorisant l'évaporation de l'eau, entraîne tous les autres échanges.

L'eau s'évapore de toutes les étendues d'eau, depuis la simple flaque jusqu'aux océans. De l'eau s'évapore aussi de la végétation : on parle alors d'évapotranspiration. Lorsque la

quantité de vapeur d'eau dans l'atmosphère devient suffisamment grande, la vapeur se condense sur des particules en suspension dans l'air pour former les nuages. Les nuages précipitent éventuellement sous forme de pluie, de neige ou de grêle. L'eau qui est libérée retourne au sol où elle est absorbée par la végétation ou ruisselle vers les rivières et les fleuves si elle n'est pas absorbée par le sol. L'eau peut également percoler (pénétrer lentement dans le sol) vers les couches les plus profondes pour alimenter la nappe phréatique et le système des fleuves et des rivières. [e]



Source : Internet

Figure 10: Cycle de l'eau

1.2. Réservoir aquifère

Au cours du cycle de l'eau, des transferts incessants de masses d'eau se produisent entre les différents réservoirs de la planète (océans, eaux continentales, atmosphère). Ce phénomène entretient l'idée que l'eau est une ressource inépuisable. Or, l'eau ne circule pas constamment d'un réservoir à l'autre.

La recharge des nappes est essentiellement tributaire des eaux de pluie. Alors que les deux tiers des pluies repartent dans l'atmosphère, sous forme de vapeur d'eau, les pluies efficaces, celles qui rechargent les nappes, ne représentent que le tiers restant.

Un aquifère est caractérisé par un plancher imperméable et un toit perméable ou imperméable.

Généralement, un aquifère peut présenter les formations suivantes :

- Roches poreuses : alluvions, sables, grès.
- Roches karstiques : calcaires durs
- Roches fissurés : socle cristallin, roche métamorphique.

Cas des roches karstiques et fissurés : l'aquifère est hétérogène avec perméabilité de fissure et la vitesse de percolation est plus rapide.

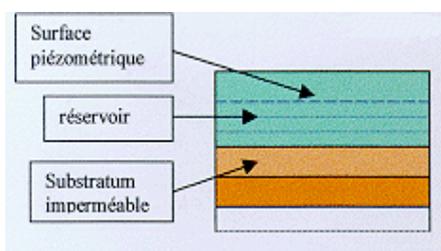
Le réservoir présente 3 grandes fonctions :

- -Fonction capacitive: stockage et libération d'eau.
- Fonction de conduite : transport d'eau, transmission de différences de pression...
- Fonction d'échange : interactions physico-chimiques entre la roche et l'eau. [3]

1.3. Typologie des nappes

Plusieurs types de nappes peuvent être rencontrées au sous-sol, mais elles peuvent être regroupées en trois catégories : nappe libre, nappe captive et nappe semi-captive.

a- Nappe libre

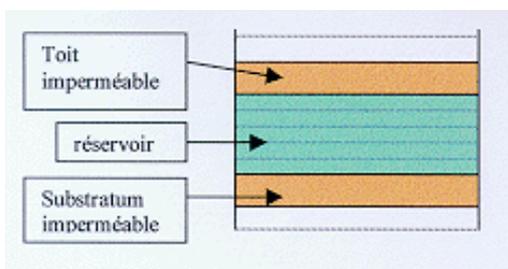


Les aquifères à nappe libre

La base de l'aquifère, le substratum est imperméable. La limite supérieure est hydrodynamique : la surface piézométrique peut s'élever ou s'abaisser librement dans la formation hydrogéologique perméable formant le réservoir.

Figure 11: Nappe libre

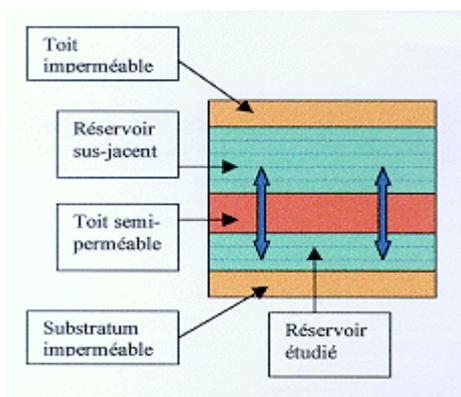
b- Nappe captive



Les aquifères à nappe captive.

Les eaux souterraines sont emprisonnées entre 2 formations imperméables fixes : le substratum et le toit. L'aquifère subit une pression, dirigée de haut en bas, due au poids de la colonne de terrain. Cette pression est équilibrée par la pression de couche à l'intérieur de l'aquifère

Figure 12: Nappe captive

c- Nappe semi-captive

Les aquifères à nappe semi-captive. Le toit, le substratum ou les deux sont constitués par une formation hydrogéologique semi-perméable. Celle-ci permet dans certaines conditions des échanges d'eau avec un aquifère superposé ou sous-jacent. On parle alors d'aquifère multicouche.

Figure 13: Nappe semi-captive

[f]

1.4. Type de nappe rencontrée à Madagascar

Les types de nappe retrouvés à Madagascar sont constitués de nappe d'altération, nappe d'alluvion et nappe de socle fissuré.

d- Nappe d'altération

Elle renferme deux types d'aquifères :

- Aquifère à nappe libre logée (nappe d'altérite) rencontrée dans les formations altérées argilo-sablo-kaolinite, elle est alimentée par l'eau de pluie. C'est de l'eau déminéralisée à conductivité égale à $40\mu\text{s}/\text{cm}$.
- Aquifère à nappe semi-captive, nappe d'arène rencontrée sous les formations micacées argileuses. Elle est peu minéralisée à conductivité égale à 200 à $300\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$.

e- Nappe d'alluvion

Les nappes d'alluvions inter collinaires sont rencontrées en outre dans les bas-fonds.

Cette nappe est profonde de 5 à 20m et le débit d'exploitation de ces nappes est limité à $0.2\text{m}^3/\text{h}$. Cette eau est peu minéralisée mais riche en fer.

f- Nappe de socle fissuré

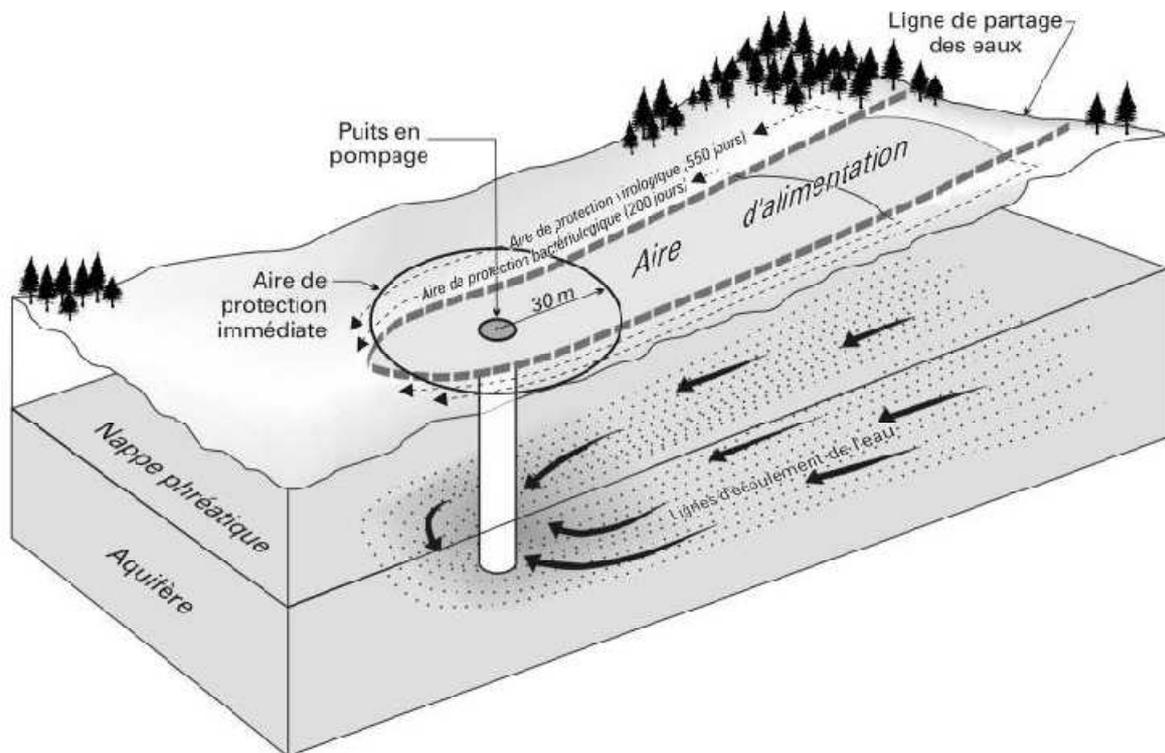
La nappe de socle fissuré dispose une perméabilité supérieure à celle de la nappe d'altération. Elle donne un débit d'exploitation intéressant, supérieur à $3\text{m}^3/\text{h}$. Dans les

fractures des roches, la couverture latéritique est profonde de 25 à 100 m avec eau peu minéralisée. [4]

1.5 Captage des eaux souterraines

Les eaux souterraines englobent toutes les eaux rencontrées dans le sol et le sous-sol, c'est-à-dire l'eau d'adsorption, l'eau de rétention, l'eau gravitaire. Seule l'eau gravitaire peut être captée au niveau des sources et au niveau des systèmes aquifères à l'aide des puits, forages ou des sondages. [g]

A Madagascar, le captage par un puits est le plus utilisé pour des raisons économiques et la simplicité de la technique.



Source : Internet

Figure 14: Captage d'eau par un puits

2- Besoin en eau

La détermination des besoins en eau pour la consommation d'une population donnée dépend essentiellement de son mode de vie. Elle est en relation entre le climat et les usages divers de l'eau comme la boisson, la cuisine, la lessive et la toilette. [5]

Selon la norme, le besoin en eau à Madagascar est estimé à 20 à 30L/j/pers pour les zones rurales et 60L/j/pers pour les zones urbaines (normes Malagasy).

Dans notre cas, la maison à un étage qui comprend 6 chambres (3 en haut et 3 en bas) dont 2 salles de bain (1 en haut et 1 en bas), 2 WC (1 en haut et 1 en bas), 2 cuisines (1 en haut et 1 en bas) est habitée par 16 personnes* consommant environ 1,2368m³ d'eau par jour.

*16 personnes : 2 personnes pour chaque chambre, donc 12 personnes en tout et 4 personnes de plus pour la projection ou en cas de visite.

L'étude se base alors sur ce nombre (16 personnes).

$$\text{besoin en eau} = \frac{60 \frac{\text{L}}{\text{j}}}{\text{pers}} \times 16 \text{ pers} = 963 \frac{\text{l}}{\text{j}} = 0,963 \text{ m}^3/\text{j}$$

Besoin en eau en heures de pointe:

Les heures de pointe sont les heures où tous les points d'eau de la maison s'ouvriraient en même temps. Les débits sont calculés à partir des débits de base indiqués par le constructeur des appareils (robinets) à chaque ouverture de point d'eau.

Les débits de base de l'appareil sont présentés en annexe (Annexe II).

Robinets :

$$Q_{\min} = \text{nbr de points d'eau} \times Q_{\min} \text{ normalisé} = 4 \times 0,33 \text{ l/sec}$$

W.C

$$Q_{\min} = \text{nbr de points d'eau} \times Q_{\min} \text{ normalisé} = 2 \times 0,12 \text{ l/sec}$$

Douche :

$$Q_{\min} = \text{nbr de points d'eau} \times Q_{\min} \text{ normalisé} = 2 \times 0,20 \text{ l/sec}$$

$$\text{total} = 1,96 \frac{\text{l}}{\text{s}} \cong \frac{2\text{l}}{\text{s}} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$\text{Besoin en eau à la pointe} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

A partir de ces besoins, les dimensions du réservoir et le diamètre des conduites sortant au réservoir peuvent être calculés.

3- Etudes techniques d'AEP par le pompage électrique

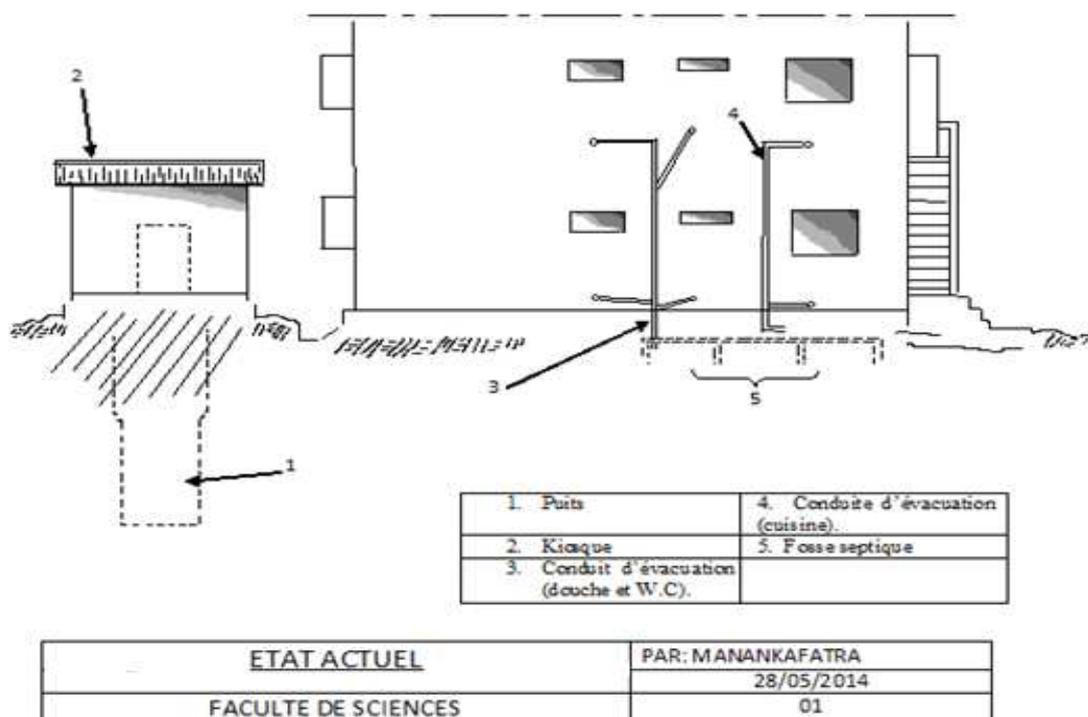
L'A.E.P par pompage électrique est l'adduction d'eau potable par la pompe électrique pour mener l'eau d'un point à un autre.

III. LES CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU SITE

1. Les infrastructures existantes (Figure présentée en annexe : Annexe II)

Il s'agit d'une maison à six pièces ; composée à l'étage comme au rez de chaussée, de 3chambres principales, d'une cuisine, d'une cabine de douche et d'une cabine de WC. Elle comporte déjà un système d'évacuation des eaux usées et des fosses septiques pour la réception et le traitement des excréta sortant des WC.

A l'extérieur, à 2,30m au Nord de la maison, se situe un puits traditionnel de 5,30m de profondeur dont le diamètre du captage (surface en profondeur) est de 1,27m et celui du cuvelage 1,37 m (surface à l'extérieur). Au-dessus du puits se trouve un kiosque (système de protection du puits).



Source : Auteurs

Figure 15: Etat actuel

2. Les infrastructures à réaliser

- Il s'agit d'un puits moderne dont le cuvelage est en brique et le captage en buse préfabriqué. La protection du puits nécessite une réhabilitation du kiosque préexistant.

- Un Château sera construit au-dessus du Kiosque. Ainsi, les poteaux du château feront partie de mur du Kiosque. Ce château est totalement réalisé en béton armé.

Les creusements ou sondages du mur doivent être effectués sur l'habitation pour la circulation des conduites.

3. Analyse de l'eau du puits

3.1 Potabilité d'une eau de puits

L'eau de puits fait partie des eaux souterraines et est encore considérée comme eau potable. Elle est fragile et souvent vulnérable à différentes sources de contamination humaine.

Une fois contaminée, elle présente un risque pour les personnes qui la consomment. De plus, son traitement peut s'avérer très long et coûteux, voire, dans certains cas, impossible. Ainsi, il est impérieux de les protéger d'une façon adéquate contre les risques de contamination qui les menacent constamment.

3.1.1 Analyse

L'analyse de la qualité de l'eau pour garantir sa potabilité s'avère essentiel. Les résultats ainsi obtenus vont permettre de prendre les mesures nécessaires pour résoudre les problèmes particuliers.

Il est donc possible de savoir les mesures adéquates contre d'éventuelle contamination et de choisir le traitement approprié.

3.1.2 Mode de prélèvement

L'objectif de l'échantillonnage vise à obtenir des prélèvements représentatifs de l'élément que l'on désire analyser (eau). Une quantité de 1 litre d'eau est suffisante pour un échantillon destiné à une analyse physico-chimique.

L'eau doit être prélevée dans des bouteilles particulièrement propres et rincées plusieurs fois avec l'eau à examiner.

3.1.3 Conditions de transport et de conservation

Il est important de conserver l'eau durant son transport car la concentration des paramètres dans l'eau peut varier. La température et l'agitation peuvent changer le taux de ces constituants. Dans ce cas, le délai le plus court possible entre le prélèvement et l'analyse au

laboratoire doit être recommandé. Pour les eaux potables, il est favorable de faire l'analyse le jour même du prélèvement.

Les conditions suivantes doivent être respectées durant le transport des échantillons :

- Réfrigérer les échantillons à une température de +4°C en utilisant des blocs réfrigérateurs ou de la glace fondante ;
- Protéger les échantillons contre les rayons solaires ;
- Surveiller et enregistrer la température pour les échantillons transportés pendant une durée supérieure à 8 heures ;

3.1.4 Analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques de l'eau consistent à chercher les paramètres chimiques :

- Les **paramètres organoleptiques** permettent de déterminer l'odeur, la couleur et la saveur désagréable.

Odeur et goût

L'odeur et le goût de l'eau sont dus essentiellement à la présence des produits ou des processus naturels et biologiques dans l'eau.

Le goût de l'eau varie avec la teneur en sels et gaz dissous, et l'odeur avec les matières organiques. Pour l'eau de consommation, le goût et l'odeur ne doivent pas être désagréables.

Couleur

Une eau potable distribuée à une collectivité ne doit pas présenter une coloration dépassant 20 unités qui est une échelle colorimétrique au platino-cobalt. (Norme Internationale pour les eaux de consommation).

- Les **paramètres physiques**, généralement effectués in situ, servent à identifier la température, la turbidité, la conductivité et le pH.

Température

Une température élevée favorise la croissance des microorganismes. Elle peut accentuer le goût, l'odeur et la couleur de l'eau.

La température dépend de la provenance de l'eau, mais en général, une température de 25°C est admise.

Turbidité

La turbidité est due à la présence dans l'eau de particules en suspension minérales ou organiques.

La concentration en matière organique ne doit pas dépasser 2 mg/l. Une turbidité inférieure à 5NTU est généralement acceptable pour qu'une eau soit consommée.

Conductivité

La conductivité électrique permet de connaître la capacité de l'eau à conduire le courant électrique.

La conductivité de l'eau de consommation ne doit pas dépasser 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

- 50 à 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$: qualité excellente
- 400 à 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$: bonne qualité
- 750 à 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$: qualité médiocre mais eau utilisable
- Supérieur à 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$: minéralisation excessive.

pH

Le pH détermine l'acidité ou l'alcalinité de l'eau.

- Une eau à $\text{pH} < 7$ est dite acide
- Une eau à $\text{pH} > 7$ correspond à une eau basique
- L'eau à $\text{pH} = 7$ est neutre.

Pour une eau destinée à la consommation humaine, le pH est compris entre 6,5 et 8,5.

Dureté

La dureté ou titre hydrométrique est l'indicateur de la minéralisation de l'eau. Toute eau contenant une teneur en calcium (Ca^{++}) et en magnésium (Mg^{++}) élevée est dite eau dure.

Sur le plan sanitaire, l'eau relativement dure est préférable. L'arrêté relatif à l'eau potable fixe la dureté optimale de l'eau de consommation de l'ordre de 10 à 15°F.

Chlore

Pour le chlore (chlorures), le nombre guide est de 25 mg/l. La valeur maximale à ne pas dépasser est de 200 mg/l. La présence de chlore dans l'eau est souvent due à la nature des terrains traversés.

Sulfate

La valeur guide est estimée à 25 mg/l. La concentration maximale s'élève : 250 mg/l.

Des concentrations supérieures à 25mg/l ne sont pas dangereuses mais comportent un risque de troubles diarrhéiques, notamment chez les enfants.

Matières organiques

La contamination des eaux par des matières organiques est mesurée par l'oxydabilité au permanganate de potassium.

Valeur guide est fixée à 2 mg/l d'oxygène et la valeur maximale à 5 mg/l d'oxygène.

Ammonium

Valeur guide : 0 mg/l, concentration maximale 50mg/l.

Nitrites

Nombre guide : 0 mg/l, concentration maximale : 0,1mg/l.

La présence de nitrite dans les eaux témoigne un signe de pollution.

Nitrates

Nombre guide : 25mg/l, concentration maximale : 50mg/l.

Fer

Nombre guide : 0,3mg/l, concentration maximale : 5mg/l.

Arsenic

L'arsenic est un des principaux polluants des cours d'eaux et des eaux souterraines.

Cadmium

C'est un métal lourd peu répandu dans la croûte terrestre. Il est localisé dans les minerais de zinc ou de plomb. Sa présence est d'origine anthropique, notamment par les rejets industriels liés à la métallurgie, au traitement de surface et industrie des colorants.

Mercur

Le mercure fait partie des métaux lourds que l'on retrouve dans les zones volcaniques. Il se concentre souvent sur les particules en suspension dans l'eau. Ainsi, on peut le trouver dans les sédiments des rivières. L'origine de sa présence dans les eaux

souterraines est due à la pollution d'origine industrielle (électriques et chimique de chlore).

3.1.5 Normes de potabilité

Les traitements appropriés pour rendre l'eau en eau potable nécessite la connaissance des normes de potabilité.

D'après l'article 38 du code de l'eau, les eaux de consommation doivent être conformes aux exigences de la propreté et de la salubrité. En effet, il faut s'assurer que l'eau potable ne contienne ni microorganisme, ni parasite ou autre substance dangereuse pour la santé publique.

3.2 Résultats et interprétations

Dans le tableau 15, ci-dessous présente les résultats d'analyses effectuées sur l'eau du puits d'Ankofafa Ambony.

Paramètre	Examen au laboratoire	VMA
Aspect	Limpide	Limpide
Odeur	Absence	Absence
Couleur		Incolore
Température, en °C	20,6	25
Turbidité, en NTU	2,04	5
pH	6,56	6,5 – 9,5
Conductivité à 20°C, en µs/l	57,5	3000
Minéralisation, en mg/l	52	
MES en mg/l		
Dureté TH, en °F	2,70	50
TH Ca, en °F	1,40	
Alcalinité TA, en °F	0,00	
TAC, en °F	0,50	
Chlore résiduel en mg/l		

M.O., mg O ₂ /l (alcalin)	0,90	2
(acide)		5
Cations	mg/l	VMA
Calcium	5,60	
Magnésium	3,16	
Sodium	4,47	
Potassium		12
Ammonium	0,00	0,5
Fer		0,5
Fer total	0,00	0,5
Magnèse		0,05
Aluminium		0,2
Anions	mg/l	VMA
Carbonates	0,00	
Bicarbonates	6,10	
Chlorures	8,52	250
Sulfates	0,00	250
Nitrites	0,00	0,1
Nitrates	18,24	50
Phosphate		1,5
Fluorures		
Hydroxyde	0,00	

Tableau 15: résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau d'un puits d'Ankofafa Ambony.

Suivant ces données, l'eau de ce puits est conforme aux normes de potabilité imposées à Madagascar. En effet, tous les paramètres y afférant semblent le confirmer. Les paramètres

comme la dureté, le TAC, le TH et même le pH indiquent que cette eau est douce, donc propre à la consommation humaine (boisson et les autres activités). Le faible taux de fer démontre l'absence de roches dans la zone d'étude. Les faibles taux de nitrite et de nitrate indiquent l'absence de pollution dans la zone.

4- Les données techniques de l'installation

L'état de lieu du site d'étude s'avère nécessaire pour alimenter la maison en eau.

4.1 Le niveau statique et le niveau dynamique

Le niveau statique (NS) d'un puits ou d'un forage est la distance du sol à la surface de l'eau avant pompage tandis que le niveau dynamique (ND) d'un puits ou d'un forage est la distance du sol à la surface de l'eau pour un pompage à débit donné.

La différence entre NS et ND est appelée « rabattement ». [d]

Pour le calcul de HMT, le niveau dynamique est calculé pour un débit moyen.

Après la mesure effectuée, NS=2,40 m et ND =3,17 m ; la quantité d'eau pompée (Q) est égale à 975,41 L/ 34mn

Ce résultat du Q est calculé d'après les données suivantes :

Début de la mesure au NS=10h 44mn

Début de la mesure après le pompage ou au ND=11h 18mn

Diamètre du puits où se trouve l'eau=1,27m

On a $Q = V \cdot S$, ou $Q = \frac{\pi d^2}{4} \times \frac{X}{T}$

Où : $X = H$

V : vitesse de l'eau en m/h, ou m/s

S : surface qui contient l'eau, en m²

4.2 Les courbes de rabattement

L'essai de pompage a été réalisé pour tester à plusieurs paliers de débit de courte durée (chaque 20 mn) avec mesure du plan d'eau dans le puits de pompage et d'observation.

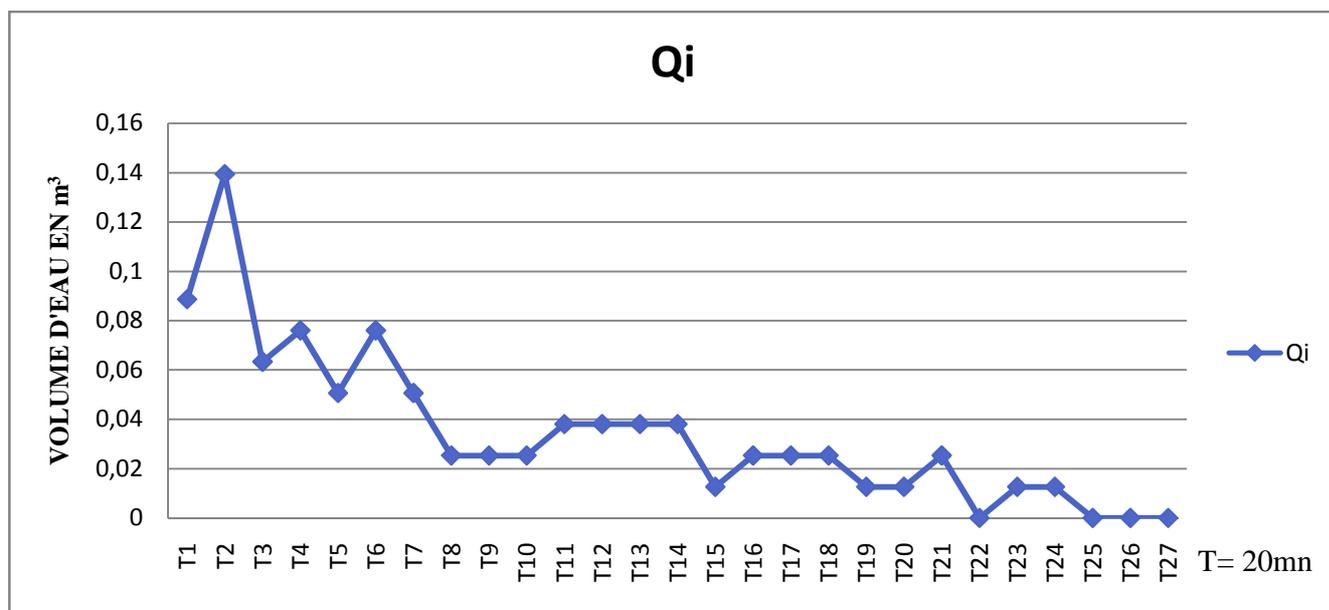
L'eau a été pompée jusqu'à l'obtention d'une eau limpide ou claire.

Le but de cet essai est de :

- Etudier quantitativement les caractéristiques de l'aquifère : forme, limite

- Déterminer les paramètres hydrodynamiques : porosité, perméabilité, transmissibilité, etc,...

La courbe de rabattement est tracée à partir des valeurs de débit sur chaque mesure. La méthode consiste à mesurer le ND chaque 20 mn du chronomètre.



Source : Auteurs

Figure 16: Courbe de variation du rabattement en fonction du temps

Au début, de t_1 à t_3 , le niveau de l'eau monte à grande hauteur puis décroît d'une façon non linéaire jusqu'à t_{25} , et enfin il reste stable.

Par cette courbe, le débit moyen du puits est calculé ; il est égale à 4,09 L/ mn.

4.3 La hauteur manométrique totale

Pour déterminer la puissance d'une pompe immergée dans un puits ou volumétrique, il est nécessaire de connaître la Hauteur Manométrique Totale (HMT) ainsi que le débit que l'on souhaite obtenir au robinet en m^3/h (Q). Pour pouvoir estimer le débit souhaité, il faut d'abord déterminer le besoin en eau dans cet habitat.

En d'autres termes, on considère que la pompe immergée ou de surface installée doit fournir une certaine pression appelée aussi Hauteur Manométrique Totale pour amener l'eau d'un point à un autre.

Cette pression dépend des conditions d'aspiration et de refoulement.

Calcul de HMT :

La HMT est la pression totale que doit fournir une pompe. Elle est exprimée en mètre ou mètre de colonne d'eau, en bars ou en kg/cm². La hauteur manométrique totale est calculée suivant l'équation suivante.

$$H.M.T = (H_a + H_r + P_c) + P_u \quad \text{ou} \quad HMT = HMA + HMR$$

HMA : Hauteur manométrique à l'aspiration

HMR : Hauteur manométrique de refoulement

- H_a : hauteur d'aspiration, correspond à la hauteur entre la surface de l'eau et l'axe de la pompe. Dans le cas d'une pompe immergée de puits ou de forage, $H_a = 0$
- H_r : hauteur de refoulement, correspond à la hauteur entre l'axe de la pompe et le point le plus haut de refoulement (par exemple le robinet le plus haut).
- P_c : il s'agit des pertes de charges moyennes dans les canalisations qui sont fonction du nombre et du type de raccords (coudes, tés, jonctions) présents le long de raccordement. Ces pertes de charge sont dues aux frottements de l'eau dans le tuyau qui sont causés par des obstacles tels que : coudes, courbures, vannes, etc. présents le long de la conduite. Ces obstacles freinent le passage de l'eau et réduisent donc les performances de la pompe.
- P_u : c'est la pression utile souhaitée à l'ouverture du robinet. On la choisit en moyenne aux alentours de 2,5 bars, soit 25m de pression.

Les calculs des deux types de pompe sont effectués :

- *Pompe immergée :*

$$HMT = (H_a + H_r + P_c) + P_u$$

Pour cette pompe, $H_a = 0$

$$H_r = 4 \text{ m}, \quad P_c = (0,1 \times 4),$$

5m: Longueur du tuyau au refoulement

$$P_u = 25 \text{ m}$$

D'après le calcul, $HMT_{pi} = 30 \text{ m C.E.}$ (mètre de Colonne d'Eau)

(Calcul : voir annexe II)

- *Pompe à l'extérieur ou volumétrique*

$$\text{HMT} = (\text{Ha} + \text{Hr} + \text{Pc}) + \text{Pu}, \text{ ou } \text{HMT} = \text{HMA} + \text{HMR}$$

$$\text{HMA} = \text{Ha} + \text{Pa} (\text{Perte de charge à l'aspiration});$$

$$\text{HMR} = \text{Hr} + \text{Pr} + \text{Pu}$$

$$\text{Pr} = (\text{Perte de charge au refoulement})$$

$$\begin{aligned} \text{Ha} &= 4,5 \text{ m}; \text{ Hr} = 5 \text{ m}; \text{ Pa} = (0,1 \times 4,5) \text{ en m}; \text{ Pr} = (0,1 \times 5) \text{ en m}; \text{ Pu} \\ &= 25 \text{ m} \end{aligned}$$

D'où, $\text{HMT} = 35,45 \text{ m C.E}$ (calcul : voir annexe II)

Les résultats sur la pompe volumétrique donnent un HMT plus grand, donc, la pompe immergée a été choisie pour cette étude. De plus, elle est la plus économique et abordable sur le marché. [d]

4.4 Dimensionnement de la pompe électrique : débit, HMT

- Définition d'une pompe électrique

Une pompe électrique est un appareil à moteur électrique destiné à faire circuler l'eau par aspiration, refoulement, pression. C'est une pompe centrifuge à roues multi-étagées sur la partie hydraulique.

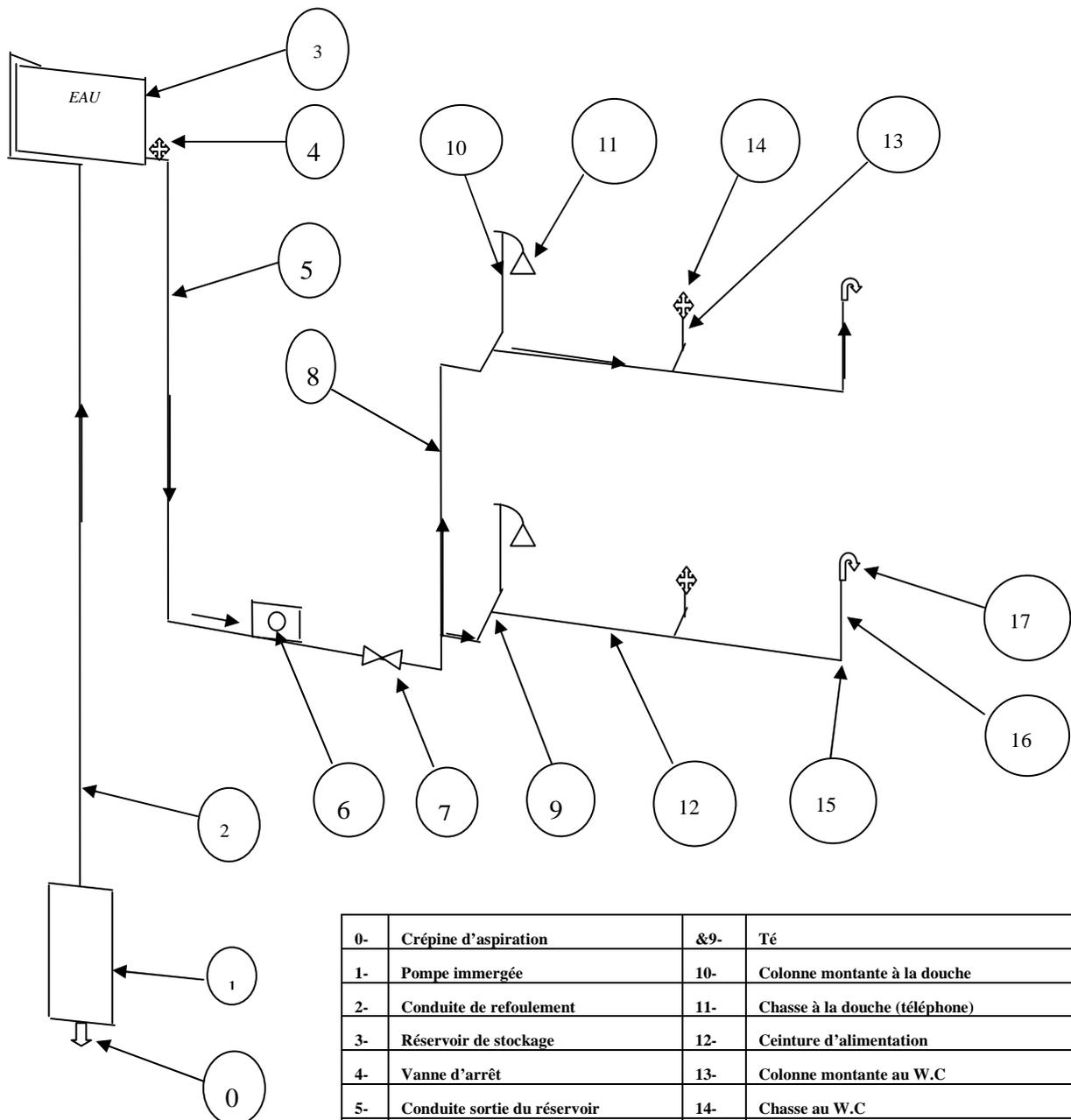
Les pompes sont déterminées de la façon suivante :

La hauteur manométrique totale (H.M.T.) à débit nominal correspond au point de fonctionnement de la pompe. On peut la choisir sur la courbe débit-pression fournie en général par le fabricant de la marque choisie. [d]

On dimensionne la pompe à partir de la valeur de HMT égale à 30 m C.E,

On sait que le besoin en eau journalier de cette maison est $0,963 \text{ m}^3/\text{j}$ et $0,12 \text{ m}^3/\text{j}$ à la période de pointe, donc il faut une pompe qui fournit $1,5 \text{ m}^3/\text{j}$ au minimum ou $1 \text{ m}^3/\text{h}$ à la période de pointe.

4.5 SCHEMA UNIFILAIRE/HYDRAULIQUE DE L'INSTALLATION



0-	Crépine d'aspiration	&9-	Té
1-	Pompe immergée	10-	Colonne montante à la douche
2-	Conduite de refoulement	11-	Chasse à la douche (téléphone)
3-	Réservoir de stockage	12-	Ceinture d'alimentation
4-	Vanne d'arrêt	13-	Colonne montante au W.C
5-	Conduite sortie du réservoir	14-	Chasse au W.C
6-	Compteur général(pas obligatoire)	15-	Coude
7-	Robinet d'arrêt général	16-	Colonne montante au cuisine
8-	Colonne montante à l'étage	17-	Robinet d'arrêt de la cuisine

Source : Auteurs

4.6 Dimensionnement des accessoires, conduites et réservoir

Le réservoir sert à stocker temporairement l'eau potable en attendant sa distribution.

La capacité du réservoir sera déterminée selon les besoins en eau journaliers et l'autonomie requise du système.

Selon les besoins en eau journaliers ($0,963 \text{ m}^3 \cdot \text{j}^{-1}$), il faut donc un réservoir à un volume de $1,5 \text{ m}^3$.

Conduites et accessoires :

A la sortie du réservoir, on sait que :

$$Q = V \times S$$

Avec V : vitesse d'écoulement

S : section des conduites

Q : débit total de tous les points d'eau à la pointe :

$$Q = 2L/s$$

Où - $0,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} < V < 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (remarque en Annexe II)

$$- S = \frac{\pi \times d^2}{4}$$

$$- \text{diamètre du tuyau, } d = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}} = 0,040 \text{ m ou } 40 \text{ mm,}$$

- longueur du tuyau,

$$L = 6,5 + 4,35 + 0,6 = 11,45 \text{ m ou } 11,5 \text{ en arrondissement}$$

La pression atmosphérique étant :

$$P_0 = P_{\text{atm}} = 10 \text{ m, ou } 10^5 \text{ Pa}$$

Ceinture d'alimentation au réz de chaussée :

Q_{min} à la période de pointe = 1 l/s au réz de chaussée

$$d = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times x}} = 0,0292 \text{ m équivaut à } 30 \text{ mm,}$$

$$L = 6,42 \text{ m,}$$

Ceinture d'alimentation à l'étage :

Les dimensionnements de tous les appareils sont égaux à la ceinture d'alimentation au rez de chaussée.

Colonne montante à l'étage:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times v}} = 0,025 \text{ m}$$

Longueur du tuyau=2,65 m,

Conduite montante à la douche :

Toutes les dimensions doivent suivre la norme, (normes françaises appliquées à Madagascar, en annexe II), sauf la longueur du tuyau.

Longueur=1,6 m

Diamètre intérieur minimal de la conduite=12 mm, (exigé par les normes)

Conduite montante au W.C :

Toutes les dimensions doivent suivre la norme, (normes françaises appliquées à Madagascar, en annexe II), sauf la longueur du tuyau.

Longueur=0,9 m,

Diamètre intérieur minimal de la conduite=10 mm, (exigé par les normes)

Conduite montante au robinet de cuisine :

Longueur=1,35 m,

Diamètre intérieur minimal de la conduite=12 mm, (normes).

[6]

Récapitulation :

Désignations	Longueur du tuyau (m)	$\varnothing_{\text{int min}}$ du tuyau (mm)	Accessoires
Refoulement au réservoir	10	Correspond à la pompe	Fixation de la pompe, deux jonctions et attaches
A la sortie du réservoir	11,5	40	3 coudes, 1 Té, 1 robinet vanne
Ceinture d'alimentation	6,42	30	3 coudes, 2 Tés, attaches
Colonne montante à l'étage	2,65	25	1 coude, attaches
Ceinture à l'étage	6,42	25	3 coudes, 2 Tés, attaches
Colonne montante à la douche	1,6	12	1 chasse d'eau, 1 robinet rond $\frac{3}{4}$
Colonne montante à la cuisine	1,35	12	1 coude, 1 robinet $\frac{1}{2}$, attaches
Colonne montante au W.C,	0,9	10	1 chasse d'eau, réservoir avec flotteur

Tableau 16 : récapitulation des dimensions des conduites et accessoires

Comme c'est une maison à étage, les dimensions sont multipliées dans les colonnes montantes à la cuisine, à la douche et au W.C.

En général, dans une petite installation comme celle-ci, toutes les pertes de charges peuvent être négligeables au dimensionnement d'après les expériences de tous les constructeurs. Pour

la pression, le principe des vases communiquant est adopté, l'eau reste en même niveau à l'air libre.

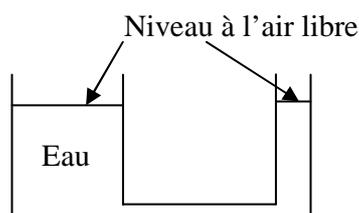


Figure 17: vase communicant

IV- ETUDE D'INFILTRATION D'EAU DANS LA MAISON OU HUMIDITE

L'eau profite du moindre passage (cave au grenier, murs, sol ou entre les éléments de couverture), pour pénétrer dans la maison et provoque l'humidité.

L'humidité est un désordre qui atteint, dit-on, un quart des foyers, de façon plus ou moins importante. Elle peut être généralisée ou ponctuelle et concerne plus particulièrement une pièce ou un élément de construction. Ses causes sont multiples. [h]

1- Problématique et sources des problèmes

Il peut s'agir d'une eau qui pénètre de l'extérieur, en s'infiltrant par des fissures ou en pénétrant sous l'effet du vent. Le phénomène survient souvent avec les intempéries et les pénétrations se font par le sol autant que par les parties exposées à l'air. L'humidité peut aussi se créer à l'intérieur de l'habitation, par condensation ou par la production (naturelle ou artificielle) de vapeur d'eau.

Ses effets sont particulièrement mauvais. Ils concernent d'abord la santé des occupants. L'humidité participe à la pollution de l'air intérieur en favorisant le développement d'organismes pathogènes, aggravant ainsi les problèmes d'asthme, etc....

Elle attaque ensuite les matériaux en fonction de leur nature, en facilitant l'apparition de champignons avec des effets destructeurs. Il en est ainsi pour le mûre qui se développe sur le bois. Les attaques sont parfois plus « superficielles » et peuvent se traduire par des décollements de papiers peints, des délitements de plâtre, des cloques dans les peintures, etc....

2- Etat actuel

Les taches d'humidité se concentrent souvent aux liaisons murs-dalles et l'enduit sur le mur commence à s'éclater.



Source : Auteurs

Figure 18: humidité dans la maison

3- Solutions proposées

La mesure la plus efficace contre l'humidité générale consiste à l'aération ou à la ventilation. Ces bonnes pratiques sont devenues d'autant plus indispensables que les maisons sont de mieux en mieux isolées et étanches à l'air extérieur.

3.1 Aérer et ventiler

L'aération de chaque pièce constitue le meilleur moyen pour lutter contre l'humidité dans la maison et ceci de 10 à 20 minutes par jour en coupant le chauffage aux heures les plus chaudes de la journée en hiver et en tirant les volets ou stores aux heures les plus fraîches en été.

Parfois, il sera nécessaire d'envisager des travaux plus importants avec une étanchéification des fondations.

3.2 Protection contre l'humidité

Trois dispositions peuvent être prises (indépendamment ou conjuguées), pour protéger les bâtiments de l'humidité du sol.

3.3 Les drainages (DTU 20-12)

Ils sont utilisés uniquement pour les terrains humides et peu perméables. Deux dispositions sont possibles :

- Le drainage de proximité figure 19 (1.a), le plus économique car réalisé dans la fouille existante.
- Le drainage à distance figure 19 (1.b), le plus efficace.

La Figure 19 (2) montre la constitution d'un drainage.

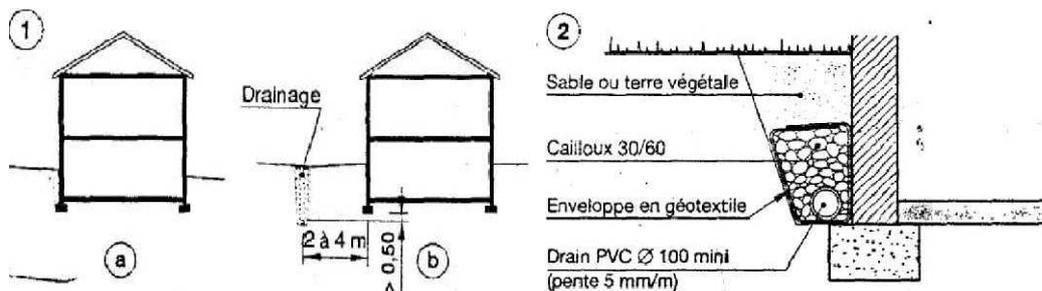


Figure 19: Drainages

3.4 Les coupures étanches

Elles visent à empêcher les remontées capillaires dans les murs, et conseillées dans tous les cas. Les coupures peuvent être réalisées par :

- Des bandes ou feuilles de polyéthylène de 200 μ .
- Des bandes bitumineuses 27S ou TV40
- Des arases au mortier hydrofugé de 2 cm d'épaisseur.

Le Figure 20 (1 et 2) montre des coupures étanches dans les cas de dallage et de vide sanitaire (ou sous-sol).

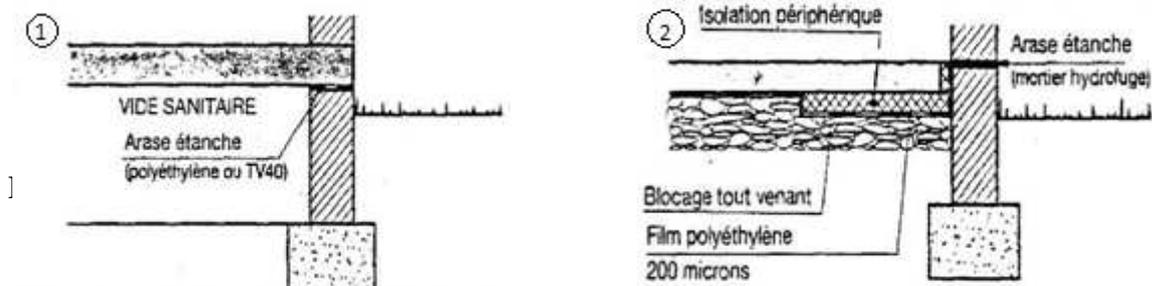


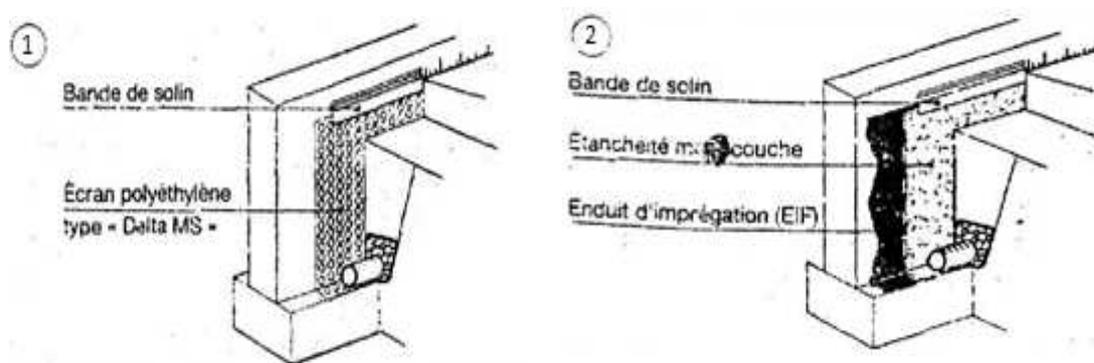
Figure 20: Coupures étanches

3.5 Enduits et écrans étanches

Ils ont pour but de protéger le parement extérieur des murs enterrés.

Trois dispositions peuvent être utilisées :

- Une peinture bitumeuse (dans tous les cas).
- Un enduit traditionnel hydrofuge en 2 couches.
- Un écran polyéthylène de type « DELTA-MS » (fig. 21(1)).
- Une étanchéité monocouche en bitume élastomère dans les cas de forte présence d'eau (fig. 21(2)).



Source : Internet

Figure 21: Enduits et Ecrans étanches

3.6 Protection contre le gel

Détermination de la profondeur

- Elle ne fait pas l'objet d'une norme, bien que les D.T.U. préconisent 0,50 m en région tempérée et 1m au moins en montagne.
- Ces valeurs sont à majorer en fonction de l'altitude de 5cm par tranche de 200m, au dessus 150m d'altitude.

[h]

V- ETUDES ECONOMIQUES DE L'INSTALLATION

1- Devis descriptif de l'AEP

	DESIGNATION	CONCERNE	METRE
	I. INSTALLATION DE CHANTIER		
0.01	Installation de chantier	Installation, amené des matériaux, matériels	1,000 (unité)
	PUITS		
	II. CAPTAGE		
2.01	Béton armé dosé à 350Kg/m ³	Construction de la dalle de fond	1,000 (unité)
2.02	Béton armé dosé à 350Kg/m ³	Construction des buses barbacanées	2,000 (unité)
2.03	Gravillon	Pour le lit filtrant et massif filtrant	1,700 (m ³)
	III. CUVELAGE		
3.01	Brique	Pour soutenir la partie cuvelage	0,414 (m ³)
3.02	Mortier dosé à 300Kg/m ³	Pour un enduit étanche	0,180 (m ³)
	IV. SUPERSTRUCTURE		
4.01	Maçonnerie de moellon	Construction de la margelle	42,000 (unité)
4.02	Mortier dosé à 300Kg/m ³	Pour un enduit étanche	
4.03	Béton armé dosé à 350Kg/m ³	Pour le couvercle du puits	1,000 (unité)
4.04	Béton dosé à 300Kg/m ³	Aire d'assainissement	0,110 (m ³)
4.05	Mortier dosé à 300Kg/m ³	Construction du support d'embase	

	V. KIOSQUE		
5.01	Béton de forme dosé 300Kg/m ³	Construction de la fondation du Kiosque	0,45 (m ³)
5.02	Brique	Mur du kiosque	320 (unité)
5.03	Mortier dosé à 300Kg/m ³	Pour un enduit étanche	
5.04	Tôle	Pour la porte	1,000 (unité)
5.05	Tôle	Pour la toiture du kiosque	1,000 (unité)
	VI. CHATEAU		
6.01	Béton armé dosé à 350Kg/m ³	Pour la fondation et les poteaux	1,215 (m ³)
6.02	Planche sapin	Pour coffrer les poteaux et ses ceintures	38,000 (unité)
6.03	Béton armé dosé à 350Kg/m ³	Palier pour le réservoir de stockage d'eau	0,520 (m ³)
6.04	Planche sapin	Pour coffrer le palier	18,000 (unité)
6.05	Béton armé dosé à 350K/m ³	Ceinture des poteaux	0,272 (m ³)
6.06	Béton armé dosé à 350Kg/m ³	Pour la protection du réservoir	0,400 (m ³)
6.08	Mortier dosé à 300Kg/m ³	Pour un enduit étanche	0,080 (m ³)
	VII. POMPE ELECTRIQUE		
7.01	Pompe électrique immergée	Système de pompage	1,000 (unité)
7.02	Réservoir makiplast	Pour stocker l'eau au château	1,000 (unité)
7.03	Conduites et accessoires	Pour mener l'eau	
	VIII. ANALYSE DE L'EAU		
8.01	Echantillon d'1 et ½ litres d'eau du puits	Pour une analyse physico-chimique	1,000 (unité)

Tableau 17: devis descriptif

2- Bordereau de détail estimatif

Il consiste à estimer la quantité et le coût des travaux à réaliser

BORDEREAU ESTIMATIF D'AMELIORER UN Puits EQUIPE D'UNE POMPE ELECTRIQUE IMMERGEE					
Numéro	Désignations	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)
	1. FRAIS GENERAUX				
1.001	Installation de chantier	ftt	1,00	105 000	105 000
	SOUS TOTAL FRAIS GENERAUX (Ar)				105 000
	PUITS				
	2. CAPTAGE				
2.001	Buse barbacane préfabriqué de Ø=1,27 m dosé à 350Kg/m ³ de CPA, y compris toutes sujétions de mis en œuvre	Unité	2,000	170 000	340 000
2.002	Dalle de fond préfabriqué de Ø=1m dosé à 350Kg/m ³ de CPA, y compris toutes sujétions de mis en œuvre	Unité	1,000	75 000	75 000
2.003	Lit filtrant de 0,3 m de hauteur	m ³	0,300	25 000	7 500
2.004	Massif filtrant	m ³	1,400	25 000	35 000
	SOUS TOTAL CAPTAGE (Ar)				457 500
	3. CUVELAGE				
3.001	Brique de soutènement de 2m de hauteur	Unité	140	60	8 400
3.002	Enduit totale de cuvelage dosé à 300Kg/m ³	m ³	0,180	140 000	25 200
	SOUS TOTAL CUVELAGE (Ar)				33 600

4. SUPERSTRUCTURE					
4.001	Margelle en maçonnerie de moellon	Unité	42,000	135	5 670
4.002	Couvercle préfabriqué de Ø=1,57m en béton armé dosé à 350Kg/m ³ y compris toutes sujétions de mis en œuvre	Unité	1,000	87 000	87 000
4.003	Aire d'assainissement en béton dosé 300Kg/m ³ y compris toutes sujétions de mis en œuvre	m ³	0,110	201 000	22 110
4.004	Enduits total de la superstructure dosée à 300 Kg/m ³	m ³	0,530	149 000	78 970
4.005	Totaux de cimentations de la partie superstructure dosée à 300Kg/m ³	m ³	2,000	149 000	298 000
	SOUS TOTAL SUPERSTRUCTURE (Ar)				491 750
5. KIOSQUE					
5.001	Fondation de kiosque	m ³	0,45	35 000	15 750
5.002	Mur en brique du kiosque	Unité	320	60	19 200
5.003	Porte en tôle	Unité	1,000	22 000	22 000
5.004	Toiture et accessoires	ftt	1,000	82 000	82 000
5.005	Accessoires de la porte	ftt	1,000	15 000	15 000
5.006	Enduits pour le mur	ftt	1,000	23 500	23 500
	SOUS TOTAL KIOSQUE(Ar)				177 450
6. CHATEAU D'EAU					
6.001	Fondation et 4 poteaux	m ³	1,215	90 000	109 350
6.002	Coffrage d'un poteau	ftt	4,000	29 000	116 000
6.003	Palier	m ³	0,52	95 000	49 400

6.004	Coffrage du palier	ftt	1,000	148 000	148 000
6.005	Ceinture des poteaux	m ³	0,272	90 000	24 480
6.006	Clôture du réservoir y compris toutes sujétions de mis en œuvre	ftt	1,000	22 000	22 000
	SOUS TOTAL CHATEAU D'EAU (Ar)				469 230
	7. POMPE ET RESERVOIR				
7.001	Pompe immergée avec flotteur	ftt	1,000	560 000	560 000
7.002	Réservoir d'eau makiplast	ftt	1,000	1 350 000	1 350 000
	SOUS TOTAL POMPE ET RESERVOIR (Ar)				1 910 000
	8. CONDUITES ET ACCESSOIRES				
8.001	Conduite au refoulement et accessoires	ftt	1,000	95 000	95 000
8.002	A la sortie du réservoir	ftt	1,00	67 100	67 100
8.003	Colonne montante	ftt	1,00	16 325	16 325
8.004	Deux ceintures	ftt	1,00	54 500	54 500
8.005	Cuisine, douche et W.C	ftt	2,00	150 402	300 804
	SOUS TOTAL CONDUITES ET ACCESSOIRES (Ar)				533 729
	9. ANALYSE DE L'EAU				
9.001	Analyse physico-chimique	ftt	1,000	76 753,2	76 753,2
	SOUS TOTAL ANALYSE (Ar)				76 753,2

Tableau 18: bordereau de détail estimatif

3- Récapitulation

Numéro	Désignations	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)
0,00	FRAIS GENEREUX	ftt	1,00	105 000	105 000
100	CAPTAGE	ftt	1,00	457 500	457 500
200	CUVELAGE	ftt	1,00	33 600	33 600
300	SUPERSTRUCTURE	ftt	1,00	491 750	491 750
400	KIOSQUE	ftt	1,00	177 450	177 450
500	CHATEAU D'EAU	ftt	1,00	469 230	469 230
600	POMPE ET RESERVOIR	ftt	1,00	1 910 000	1 910 000
700	CONDUITES ET ACCESSOIRES	ftt	1,00	533 729	533 729
800	ANALYSE	ftt	1,00	76 753,2	76 753,20
	TOTAL HORS TAXE (Ar)				4 255 012,2
	TVA 20% (Ar)				851 002
	TOTAL TTC (Ar)				5 106 014

Tableau 19 : récapitulation de détail estimatif

Le montant global d'une AEP d'un puits équipé d'une pompe électrique immergée d'une habitation à Ankofafa Ambony Fianarantsoa est estimée à cinq millions cent six mille quatorze Ariary (5 106 014 Ar) y compris la taxe sur la valeur ajoutée (TVA 20%).

Bref, l'AEP par pompage est un gros investissement mais résout le problème d'accès à l'eau potable et épargne les gens de payer des factures mensuelles.

CONCLUSION

A Fianarantsoa, les infrastructures d'assainissement manquent et spécialement dans les Fokontany Manaotsara et Ankofafa Ambony. Effectivement, par manque d'éducation, les habitants de Manaotsara (58%) ne construisent pas leurs canaux d'évacuation comme il faut et à Ankofafa Ambony, ces canaux n'existent même pas. Les bacs à ordures ne sont pas proportionnels aux ordures et ne sont pas entretenus à Manaotsara contrairement à Ankofafa Ambony. Mais en général, les latrines restent traditionnelles dans les deux Fokontany.

Pour résoudre ces problèmes, les riverains proposent d'améliorer la situation en multipliant le nombre de bacs à ordures, en construisant les canaux d'évacuation en ciment ou en béton armé et en les aidant pour l'installation des latrines. Mais avant tout, il appartient à l'Etat de s'impliquer directement dans la vie des habitants en finançant des campagnes de sensibilisation et d'éducation de la population en matière d'assainissement que ce soit individuel ou collectif. Aussi, il devrait aider les Fokontany pour les travaux d'amélioration des infrastructures d'assainissement puisque les habitants affirment vouloir participer à cette amélioration et aussi car les coûts des matériels, de construction et de transport sont assez énormes. Donc, il faudrait instaurer un planning prévisionnel début de sensibilisation pendant les vacances scolaires et éducation citoyenne systématique.

Dans le cas de l'AEP d'une maison, le principe de vase communiquant est proposé. Pour faire face au problème d'humidité dans la maison, le drainage de la fondation de la maison est une solution pour les maisons près des nappes phréatiques mais est pourtant coûteux.

La pompe immergée pour la réalisation de l'AEP est un choix judicieux puisqu'elle convient à la situation existante et est la moins coûteuse. Quoiqu'il en soit, réaliser une AEP dans une maison coûte cher mais c'est une solution pérenne pour faciliter la vie.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] REPOBLIKAN'I MADAGASIKARA, MINISTERE DE L' AGRICULTURE, DE L'ELEVAGE et DE LA PECHE, Monographie de la région haute matsiatra, juillet 2003, 108 pages
- [2] MINISTERE DE L' ENERGIE ET DES MINES (MADAGASCAR),DIRECTION DE L'EAU ET DE L' ASSAINISSEMENT, « *MANUEL DE PROCEDURE POUR LA MISE EN PLACE DES PROJETS EAU ET ASSAINISSEMENT*», *Contrat N° 05-04/MEM/PAEPAR/BP/AEPG, Juin2005*, 162 pages.
- [3] Fondation de l'eau, 87065 Limoges Cedex, Stage de formation sur la gestion et la mobilisation des eaux souterraines.
- [4] RAKOTOVAO Vatosoa R, Mémoire de fin d'étude année 2011, Analyse de la situation hydrogéologique de la Fokontany d'Antsapanana, 57 pages.
- [5] REPUBLIQUE DU MALI MINISTERE DES MINES, DE L'ÉNERGIE ET DE L'EAU DIRECTION NATIONALE DE L'HYDRAULIQUE « guide méthodologique des projets d'alimentation en eau potable version final, », 185 pages.
- [6] RazakiBALLE , DIMENSIONNEMENT DES RESEAUX D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE ET D'EVACUATION DES EAUX USEES DANS UN LOGEMENT, projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur de conception, Département du génie Electromécanique, ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES, 62 pages.

Site internet

- [a]. <http://www.newsmada.com/index.php/societe/38964-assainissement-et-eau-a-madagascar--la-rhn-2014-une-occasion-dattirer-lattention-internationale>(02 mai 2014)
- [b]www.wikiwater.fr/spip.php?mot19 (15 mai 2014)
- [c] <http://www.sanplat.com> (17 mai 2014)
- [d]. http://wikipedia.org/wiki/adduction_d%27eau (15 mai 2014)
- [e] www.aquavalor.fr (15 mai 2014)
- [f]<http://www.aquaportail.com/definition-4981-nappe-captive.html#ixzz31mkwyVha> (15 mai 2014)
- [g] www.mddep.gouv.qc.ca/eau/souterraines (18 mai 2014)
- [h]. <http://www.humidité.com/definition>(17 mai 2014)

ANNEXES

Annexe I : Etude sur l'assainissement

1. Contexte

Les problèmes de l'hygiène et de l'assainissement concernent tout groupement humain, quel que soit son degré de développement, car ils sont à la base de nombreuses maladies qui influent fortement sur la santé des populations et sur les activités socio-économiques.

2. Elaboration des fiches d'enquêtes

Les fiches d'enquêtes ont été créées par nous (stagiaires),....

Fiches

village enquêté :.....

Fokontany :.....

Commune :.....

District :.....

Enquêteurs :.....

DATE :..... /..... /.....

I. ASSAINISSEMENT

1. Nom de la personne enquêtée :

.....

2. Est-il chef de ménage ? OUI . NON

3. Profession du chef de ménage

.....

4. L'habitation est-elle familiale ? OUI NON

5. Taille de ménage :

.....

6. Ou puisez-vous l'eau ?

.....

7. Quantité d'eau consommée par jour (en litre)

8. Répartition de l'utilisation de cette eau :

-Cuisine :

-Lessive :

-Bain et douche :

-Toilette (WC) :

Autres :

9. Ou évacuez-vous l'eau usée :

-Cuisine :

-Lessive :

-Bain et douche :

-Toilette (WC) :

Autres :

10. Si le système d'évacuation d'eau est un canal,

a) vous êtes le seul ménage à l'utiliser ? OUI NON

❖ Si NON, préciser :

b) l'utilisation du canal ne pose pas des problèmes aux voisinages ? OUI

NON

❖ SI OUI, préciser :

c) Est qu'il y a entretien du canal ? OUI NON

❖ SI OUI, préciser :

d) Sortie finale du canal :

e) Y- a- t-il des problèmes a la sortie du canal ? OUI NON

Si OUI, préciser :

11. Vous êtes satisfaits du votre façon d'évacuation des eaux usées ?

.....

12. Acceptez- vous s'il y a amélioration d'évacuation des eaux usées ? pourquoi ?

13. Vous avez des propositions pour l'amélioration des évacuations des eaux usées ?

14. S'il y a amélioration, pouvez-vous y prendre part ou y participer ? OUI
NON

I. II. DECHETS MENAGERS

1. Ou déposez-vous les déchets ménagers ?

2. Tous les déchets ménagers sont-ils déposés dans un même endroit ? OUI
NON
SI NON, préciser et pourquoi ?

3. Quand votre bac à ordures est plein, que faites-vous ?

4. Connaissez-vous la responsabilité de la commune concernant la gestion des ordures ?
OUI NON
SI OUI, lesquels ?

5. Êtes-vous satisfaite de votre gestion des ordures ? OUI NON
SI NON, préciser :

6. Quels sont les maladies plus fréquentes dans la famille ?

7. Avez-vous des propositions pour améliorer la gestion des ordures ? OUI NON
SI OUI, lesquels ?

8. S'il y a un projet d'amélioration de la gestion des ordures, pouvez-vous y participer ?

Questions générale

1. Prendre riez-vous part s'il y a une participation financier ou cotisation ?

OUI NON

SI OUI, expliquez :

2. Accepteriez-vous la mise en place des sanctions, ceux qui ne suivent pas les règles imposées ?

OUI NON

3. Situation actuelle

a) Les points d'eau

- Les bornes-fontaines (ou BF)

Ce sont les points d'eau publics, qui desservent les habitants non abonnés (qui n'ont pas debranchement privé.

- Les branchements privés (ou BP)

Ce sont les points d'eau à l'intérieur des concessions ou dans la cour, le foyer ayant ce point d'eau est unabonné du service de l'eau (il paye chaque mois par exemple).

- Les puits:Un puits est un simple trou creusé dans le sol, communiquant directement avec la nappe la

moins profonde (la nappe phréatique) afin de puiser directement dedans avec des moyens simples (cordes et puisettes ou seaux, plus rarement une pompe à motricité humaine ou même une pompe motorisée).



Branchement privé



Borne fontaine public



Puits

b) Systèmes d'évacuations d'eau utilisés :

les canaux sont les plus utilisés



c) bac à ordure utilisé

Il y a une insuffisance des bacs à ordures à Manaotsara



4. construction d'une latrine avec dalle SANPLAT

La construction s'effectue de la manière suivante :

- Creuser une fosse de 120 cm de longueur sur 60 cm de largeur avec au moins 2 m de profondeur (Photo 1) ;
- Placer les traverses dans le sens de la largeur de sorte à avoir 60 cm entre les deux traverses (Photo 1) ;
- Prendre les mesures pour placer les deux traverses (60 cm entre l'extérieur des deux traverses) ;
- Creuser une dizaine de centimètres de part et d'autre pour positionner les traverses (la partie supérieure des traverses doit se situer au niveau du sol) (photo 1) ;
- Mettre les deux traverses de niveau (photo 1) ;

- Positionner la dalle sur les deux traverses (photo1) ;
- Ne pas hésiter à mettre des cales en bois sous certains coins pour éviter que la dalle ne bouge pas ;
- Placer la dalle au même niveau que les traverses des bois (carrés ou ronds) de manière à fermer le trou (photo 2) ;
- Installer des bois (carrés si possible) entre les deux traverses pour protéger les côtés de la dalle (photo 2) ;
- Mettre une couche de terre (la plus argileuse possible) sur les bois (couche de quelques centimètres) afin d'éviter les mauvaises odeurs et bien la tasser (Photo 3) ;
- Sur cette couche de terre, sont rajoutés du sable ou des graviers afin de rendre le milieu plus propre.

Créer la superstructure avec des matériaux locaux et puis utiliser les latrines. Les photographies ci-dessous illustrent les étapes de la construction.



Photo 1

Photo 2

Photo 3

Quand la fosse se remplit, il convient de déplacer la dalle au-dessus d'une autre fosse. Recouvrir l'amas de déjections de terre qui devient du compost pour les champs au bout de 6 à 12 mois.

Annexe II : AEP PAR LE SYSTEME DE POMPAGE ELECTRIQUE

1. Infrastructures à réaliser :

a. Mise en place du captage

Le captage est la partie du puits située au-dessous du niveau de l'eau. Il permet à l'eau de parvenir au puits tout en maintenant les terrains aquifères en place.

Le captage est constitué de buses crépinées et du massif de gravier filtrant.

- **Les buses crépinées :** En général, elles sont en béton armé et préfabriquées. Elles sont empilées les unes sur les autres, la liaison étant assurée par des encoches à angle droit ou par des étriers boulonnés, de manière à former une colonne monolithique.

L'eau peut passer à travers la buse grâce à des trous de 1 cm de diamètre inclinés à 45° vers l'extérieur.

La première buse mise en place comporte une trousse coupante qui facilite la descente de la colonne.

- **Le massif filtrant** est un massif de gravier placé entre le terrain et la paroi extérieure des buses.

Il permet de filtrer l'eau et d'arrêter les éléments fins comme le sable. Il est constitué de gravier d'un diamètre de 10 mm environ. Le gravier doit être en quartz et arrondi. Un bon filtre comporte une dizaine centimètres d'épaisseur.

- **Dalle de fond.**

Quand le puits est réalisé dans des terrains instables, pour éviter que les éléments fins ne remontent, déposer une couche de gravier au fond du puits, ensuite poser au dessus une dalle dite de fond qui doit avoir un diamètre un peu plus petit que le diamètre intérieur des buses de captage. Cette dalle a une épaisseur de 10 cm environ. Elle est percée de trous qui laissent passer l'eau.

Quand le puits est effectué par une machine, le cuvelage et le captage sont faits avec des buses préfabriquées empilées les unes sur les autres.

Les buses couramment employées mesurent 1 m de haut.

b. Construction du cuvelage

La paroi de la fouille est entièrement recouverte de brique. Selon la stabilité du terrain, deux méthodes son utilisée:

- Si le terrain est instable, placer le cuvelage au fur et à mesure du fonçage par passe de 0,50 ou de 1 m ;
- Si le terrain est stable, réaliser la totalité du trou puis faire le cuvelage après.

c. Les équipements de surface

Il s'agit de la dernière phase de réalisation d'un point d'eau. Ces équipements sont essentiels pour conserver le puits dans un bon état et pour assurer une bonne qualité de l'eau puisée. Les équipements de surface doivent comprendre :

- La margelle ;
- Le trottoir ;
- Une aire assainie anti-bourbier ;
- Les abreuvoirs, les zones de lavage ;

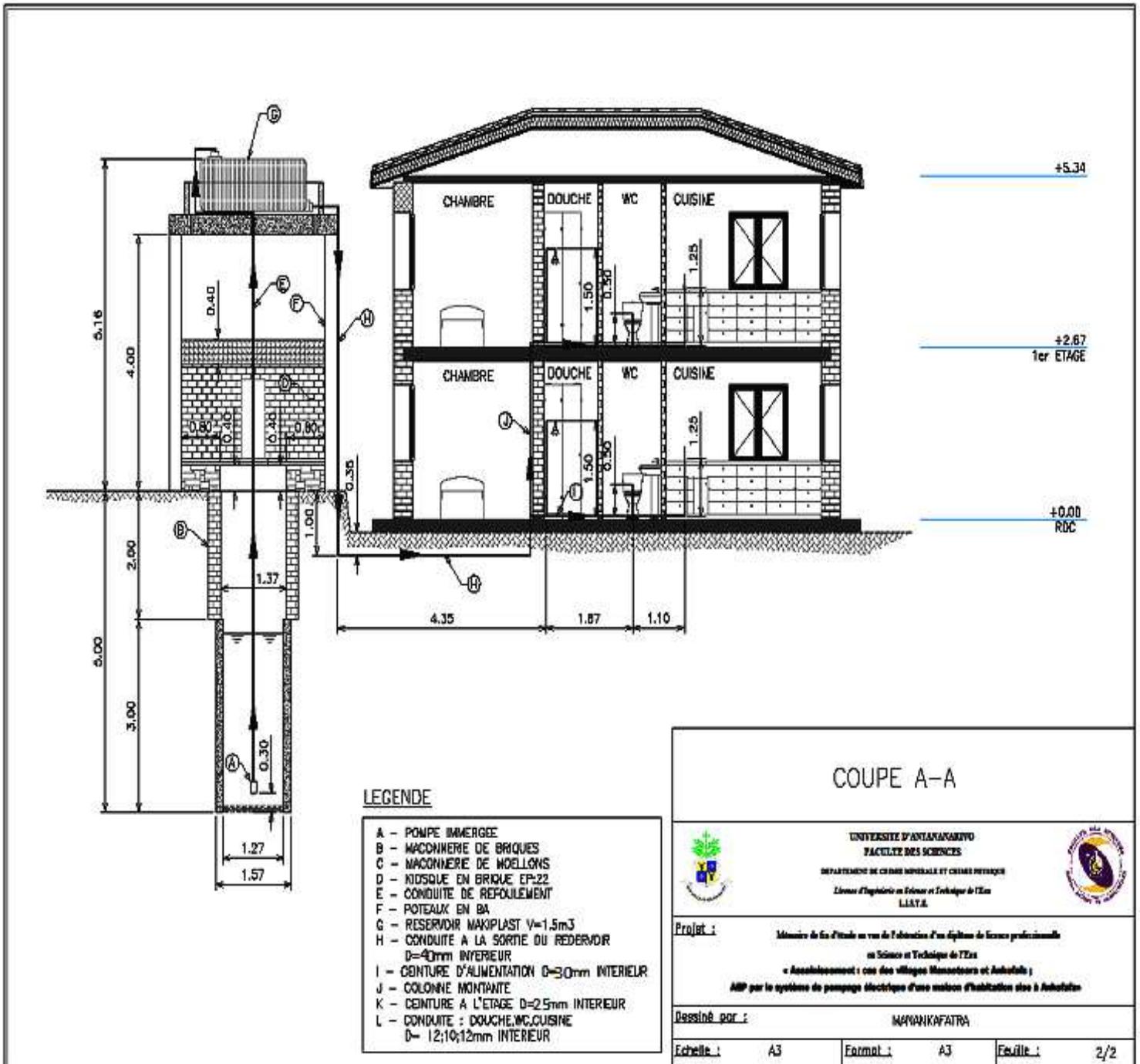
d. Kiosque

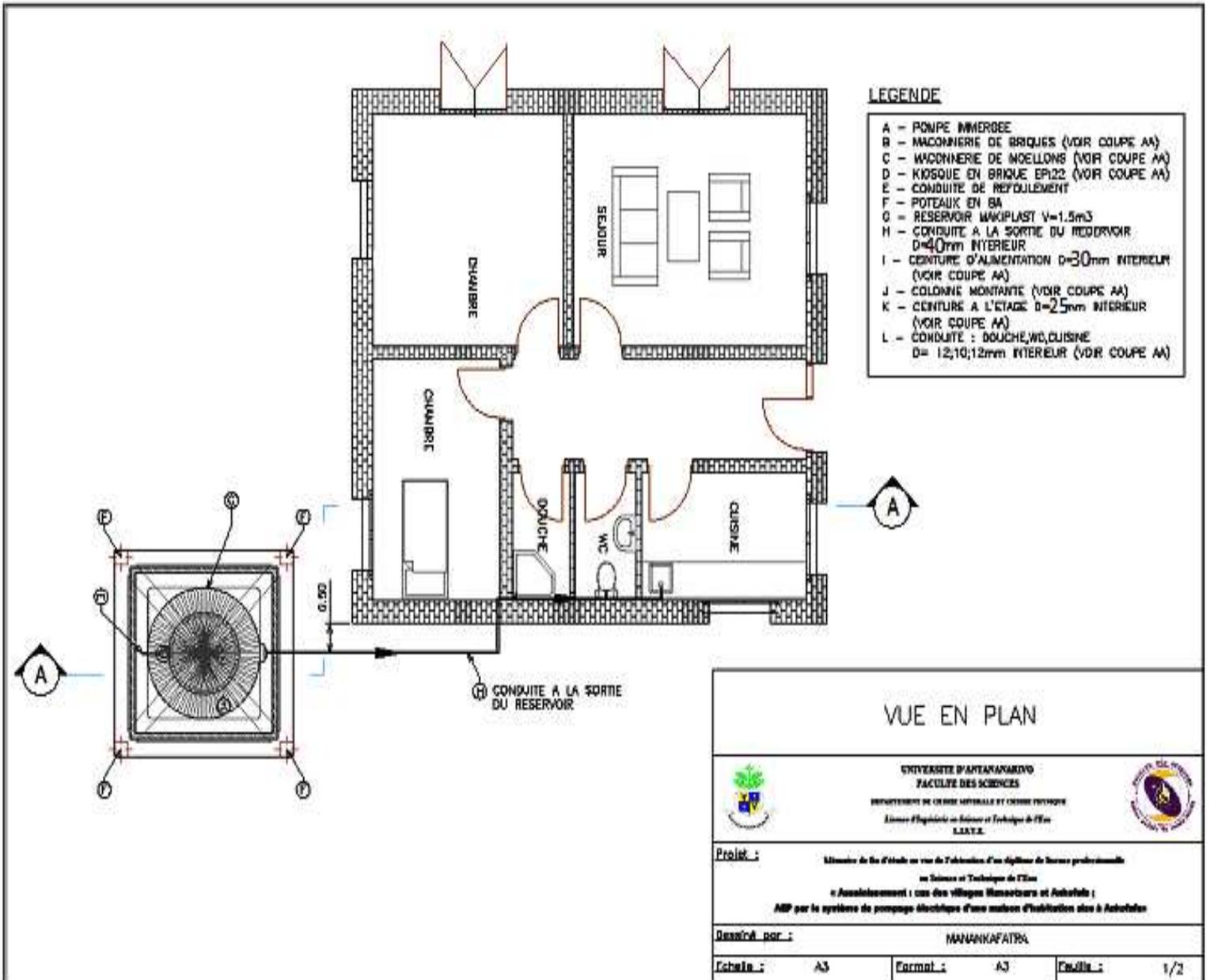
Le kiosque est construit en maçonnerie de moellon pour sa fondation. Cette dernière mesure 4 x 200cm de longueur, 30cm de largeur et de 45cm de profondeur. Le mur est en maçonnerie de brique avec 22cm d'épaisseur. La Toiture et la porte sont en tuile ondulée.

e. Château :

Tous les œuvres sont réalisées en béton armé. Il est construit au dessus du Kiosque. Il supporte le réservoir d'eau dont la hauteur respect le principe de vase communicant pour approvisionner l'habitation.

2. Dessin industriel





3. Note des calculs :

a- Essai de pompage

Dans notre cas après la mesure est effectuée, dont NS=2,40 m avec Tin=10h 44mn et ND =3,17 m avec Tfin=11h 18 mn

Le diamètre du puits où se trouve l'eau=1,27m

On a $Q = V.S$, ou $Q = \frac{\pi d^2}{4} \times \frac{X}{T}$ avec $X = H$

V : vitesse de l'eau en m/h, ou m/s

S : surface qui contient l'eau, en m²

$$X = NS - ND = 2,40 - 3,17 = 0,77\text{m}, \text{ et } T = T_f - T_i = 11\text{h } 18 - 10\text{h } 44 = 34\text{mn}$$

$$\rightarrow Q = \frac{\pi \times 1,27^2}{4} \times \frac{0,77}{34} = 0,0286 \text{ m}^3/\text{mn} = 975,41 \text{ l}/34 \text{ mn}$$

donc, quantité d'eau pompée = 975,41 l/34 mn

Rabattement :

Temps Par 20 mn	ND (m)	Qi en m ³ /20mn
TO= 0 mn	3,17	0
T1	3,12	0,0886
T2	3,05	0,1393
T3	2,94	0,0633
T4	2,89	0,0760
T5	2,83	0,0506
T6	2,79	0,0760
T7	2,73	0,0506
T8	2,69	0,0253
T9	2,67	0,0253
T10	2,65	0,0253

T11	2,63	0,0380
T12	2,60	0,0380
T13	2,57	0,0380
T14	2,54	0,0380
T15	2,51	0,0126
T16	2,50	0,0253
T17	2,48	0,0253
T18	2,46	0,0253
T19	2,44	0,0126
T20	2,43	0,0126
T21	2,42	0,0253
T22	2,40	0
T23	2,40	0,0126
T24	2,39	0,0126
T25	2,38	0
T26	2,38	0
T27	2,38	0

Le calcul se fait par la formule du débit ci-dessus, pour Q_i .

D'après les valeurs du Q_i , on a calculé le débit moyen du puits qui est :

$$Q = \left(\frac{\sum Q_i}{\sum \text{mesures} = (27)} \right) \div 20\text{mn} = 4,09 \text{ l/mn}$$

b- Calcul HMT :

- *Pompe immergée :*

Pour cette pompe, $H_a = 0$ (hauteur d'aspiration)

On a $HMT = H_r + P_c + P_u$

$$HMT = 4 + (0,1 \times 9,5) + 25 = 29,95 \cong 30 \text{ m C. E}$$

- *Pompe volumétrie :*

- $HMT = H_a + H_r + P_c + P_u$, ou $HMT = HMA + HMR$

- $HMA = H_a + P_a$ (perte de charge à l'aspiration) = $4,5 + (0,1 \times 4,5) = 5,05 \text{ m}$

- $HMR = H_r + (0,1 \times L_r) + P_u = 5 + (0,1 \times 5) + 25 = 30,55 \text{ m}$

- $HMT = 5,05 + 30,55 = 35,60 \text{ m C. E}$

c- *Dimensionnement des accessoires, conduites*

• Calcul des diamètres des conduites :

$Q = V \times S$, (Débit utile)

$V = \sqrt{2 \times g \times h}$ (vitesse) ; Et $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (accélération de pesanteur)

$$S = \frac{\pi \times d^2}{4} \text{ (Surface qui contient l'eau)}$$

A partir de ces formules, le diamètre est déterminé par:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}}$$

• Autre méthode pour avoir le diamètre extérieur de la conduite, perte de charge et vitesse de l'eau souhaitée : tableau ci-dessous.

Exemple :

Le débit de pointe est de 2,00 l/s

Vitesse entre 0,3 et 2 m/s donc $v=1,53 \text{ m/s}$ et R : perte de charge égale à 5,89 mbar/m

On a $D_{Ext}=50 \text{ mm}$,

Remarque :

En général les pertes de charge singulières représentent 10 % des pertes de charge linéaires. Ainsi les pertes de charge totales sont égales aux pertes de charges linéaires majorées de 10 %.

Les vitesses dans les conduites devront être comprise entre une valeur minimale de 0.3 m/s et 2m/s. car :

Pour $V < 0.3 \text{ m/s}$: il y a risque de dépôt et acheminement de l'air difficilement vers les points hauts.

Et pour $V > 2 \text{ m/s}$: il y a un accroissement du risque de dégradation de la conduite en plus d'un puissant coup de bélier.

(Razaki BALLE)

Pertes de charge par frottement R et vitesse de circulation linéaire v en fonction du débit \dot{V}

Température: 20 °C

\dot{V}		Di- men- sion	20,0 mm	25,0 mm	32,0 mm	40,0 mm	50,0 mm	63,0 mm	75,0 mm	90,0 mm	110,0 mm	125,0 mm	160,0 mm	200,0 mm	250,0 mm
0,90 l/s	54,0 l/min	R	123,97	40,10	11,90	4,14	1,41	0,47	0,20	0,08	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00
		v	4,37	2,75	1,67	1,08	0,69	0,43	0,30	0,21	0,14	0,11	0,07	0,04	0,03
1,00 l/s	60,0 l/min	R	150,58	48,60	14,39	5,00	1,70	0,56	0,24	0,10	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00
		v	4,85	3,06	1,85	1,20	0,76	0,48	0,34	0,24	0,16	0,12	0,07	0,05	0,03
1,20 l/s	72,0 l/min	R	211,10	67,87	20,02	6,94	2,35	0,78	0,33	0,14	0,05	0,03	0,01	0,00	0,00
		v	5,82	3,67	2,23	1,44	0,92	0,58	0,41	0,28	0,19	0,15	0,09	0,06	0,04
1,40 l/s	84,0 l/min	R	281,32	90,12	26,49	9,17	3,10	1,02	0,44	0,18	0,07	0,04	0,01	0,00	0,00
		v	6,79	4,28	2,60	1,68	1,07	0,67	0,47	0,33	0,22	0,17	0,10	0,07	0,04
1,60 l/s	96,0 l/min	R	361,15	115,34	33,81	11,67	3,94	1,30	0,55	0,23	0,09	0,05	0,01	0,01	0,00
		v	7,76	4,90	2,97	1,92	1,22	0,77	0,54	0,38	0,25	0,20	0,12	0,08	0,05
1,80 l/s	108 l/min	R	450,55	143,49	41,95	14,45	4,87	1,60	0,68	0,29	0,11	0,06	0,02	0,01	0,00
		v	8,73	5,51	3,34	2,16	1,38	0,87	0,61	0,42	0,28	0,22	0,13	0,09	0,05
2,00 l/s	120 l/min	R	549,50	174,56	50,90	17,51	5,89	1,93	0,82	0,34	0,13	0,07	0,02	0,01	0,00
		v	9,70	6,12	3,71	2,40	1,53	0,96	0,68	0,47	0,31	0,24	0,15	0,10	0,06
2,20 l/s	132 l/min	R	657,95	208,53	60,67	20,83	7,00	2,29	0,98	0,41	0,16	0,08	0,03	0,01	0,00
		v	10,67	6,73	4,08	2,64	1,68	1,06	0,74	0,52	0,35	0,27	0,16	0,10	0,07
2,40 l/s	144 l/min	R	775,89	245,39	71,25	24,42	8,20	2,68	1,14	0,48	0,18	0,10	0,03	0,01	0,00
		v	11,64	7,34	4,45	2,88	1,84	1,16	0,81	0,56	0,38	0,29	0,18	0,11	0,07
2,60 l/s	156 l/min	R	903,30	285,14	82,62	28,28	9,48	3,10	1,32	0,55	0,21	0,11	0,04	0,01	0,00
		v	12,61	7,95	4,82	3,11	1,99	1,25	0,88	0,61	0,41	0,32	0,19	0,12	0,08
2,80 l/s	168 l/min	R	1040,16	327,76	94,79	32,40	10,85	3,54	1,50	0,63	0,24	0,13	0,04	0,01	0,00
		v	13,58	8,57	5,19	3,35	2,14	1,35	0,95	0,66	0,44	0,34	0,21	0,13	0,09
3,00 l/s	180 l/min	R	1186,48	373,24	107,76	36,78	12,30	4,01	1,70	0,71	0,27	0,15	0,05	0,02	0,01
		v	14,55	9,18	5,56	3,59	2,29	1,45	1,01	0,71	0,47	0,37	0,22	0,14	0,09
3,20 l/s	192 l/min	R	1342,23	421,59	121,52	41,42	13,84	4,51	1,91	0,80	0,30	0,17	0,05	0,02	0,01
		v	15,52	9,79	5,94	3,83	2,45	1,54	1,08	0,75	0,50	0,39	0,24	0,15	0,10
3,40 l/s	204 l/min	R	1507,41	472,79	136,07	46,33	15,46	5,03	2,13	0,89	0,34	0,18	0,06	0,02	0,01
		v	16,50	10,40	6,31	4,07	2,60	1,64	1,15	0,80	0,53	0,41	0,25	0,16	0,10
3,60 l/s	216 l/min	R	1682,01	526,85	151,41	51,49	17,16	5,58	2,36	0,99	0,37	0,20	0,06	0,02	0,01
		v	17,47	11,01	6,68	4,31	2,75	1,73	1,22	0,85	0,57	0,44	0,27	0,17	0,11
3,80 l/s	228 l/min	R	1866,03	583,75	167,53	56,91	18,95	6,16	2,60	1,09	0,41	0,22	0,07	0,02	0,01
		v	18,44	11,63	7,05	4,55	2,91	1,83	1,28	0,89	0,60	0,46	0,28	0,18	0,12
4,00 l/s	240 l/min	R	2059,46	643,50	184,44	62,58	20,82	6,76	2,86	1,19	0,45	0,25	0,08	0,03	0,01
		v	19,41	12,24	7,42	4,79	3,06	1,93	1,35	0,94	0,63	0,49	0,30	0,19	0,12
4,20 l/s	252 l/min	R	2262,30	706,09	202,12	68,51	22,77	7,39	3,12	1,30	0,49	0,27	0,08	0,03	0,01
		v	20,38	12,85	7,79	5,03	3,21	2,02	1,42	0,99	0,66	0,51	0,31	0,20	0,13
4,40 l/s	264 l/min	R	2474,55	771,52	220,59	74,70	24,81	8,04	3,40	1,41	0,54	0,29	0,09	0,03	0,01
		v	21,35	13,46	8,16	5,27	3,37	2,12	1,49	1,03	0,69	0,54	0,33	0,21	0,13
4,60 l/s	276 l/min	R	2696,19	839,79	239,84	81,14	26,92	8,72	3,68	1,53	0,58	0,32	0,10	0,03	0,01
		v	22,32	14,07	8,53	5,51	3,52	2,22	1,55	1,08	0,72	0,56	0,34	0,22	0,14
\dot{V} = Débit (l/s)			R = Perte de charge (mbar/m)						v = Vitesse (m/s)						

INDUSTRIE DU PLASTIQUE ET ACCESSOIRES

Zone Industrielle Ksar Saïd
2086 Douar Hicher - TUNISIE

Fax : +216. 71 545 558

E-mail : ipa@planet.tn ; Web : www.ipalpex.com

d- Débits de base des appareils selon la norme

Désignation de l'appareil	Débit/ base eau froide	Débit/ base eau chaude
<i>Norme NF P. 41 204</i>	Litre/sec	Litre/sec
Evier timbré d'office	0,2	0,2
Lavabo	0,1	0,1
Lavabo collectif par jet	0,05	0,05
Bidet	0,1	0,1
Baignoire/service d'eau chaude	0,35	0,35
Baignoire/chauffe-bain	0,25	0,25
Douche/eau froide ou mélange	0,2	0,2
Poste d'eau	0,15	-
W.C avec réservoir de chasse	0,12	-
W.C avec robinet de chasse	1,5	-
Urinoir avec réservoir de chasse	0,005	-
Urinoir avec robinet de chasse	0,1	-
Stalle d'urinoir	0,5	-
Pierre à laver (buanderie)	0,4	-
Robinet de cours/bouche d'arro.	0,7	-

(Razaki BALLE)

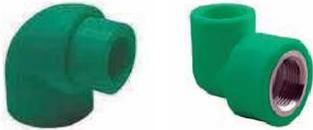
e- Pompe, conduite et accessoire



Pompe immergée avec flotteur



COUDE INTERMÉDIAIRE 90° : PPCI



COUDE RÉDUIT 90°



PPCRTÉ INTERMÉDIAIRE : PPTI



TÉ RÉDUIT



: PPRTUBES EN PPR

Nom : **DAMY**

Nom : **MAHATANA**

Prénom : **Manankafatra**

Prénom : **Rindra Nomenjanahary**

Adresse : VS 12 GA Antsahamamy

Adresse : LOT BA 234/9 Ampitatafika

GSM : +261 34 72 617 96

GSM : +261 34 04 897 82

E-mail : manankafatra2@gmail.com

E-mail : mahatana4@gmail.com

Titre : assainissement : cas des villages Manaotsara et Ankofafa Ambony ; AEP Par le système de pompage électrique d'une maison sise Ankofafa Ambony

Nombre de pages : 56

Nombre de figures : 21

Nombre de références bibliographiques : 14

Nombre de tableaux : 19

Nombre d'annexes :20

RESUME

L'assainissement des Fokontany Manaotsara et Ankofafa Ambony de la ville de Fianarantsoa est encore loin de respecter les normes. Sur les 70 ménages enquêtés 95% utilisent des canaux d'évacuation inappropriée et 45% utilisent des fosses à ordures dans la cour. L'amélioration des canaux d'évacuation, de la gestion des ordures, l'incitation des gens à l'usage de latrines améliorées (type SANPLAT), sensibilisation concernant l'hygiène et l'implication effective de l'Etat dans la vie de la population sont les solutions à ce problème.

L'AEP d'une maison sise à Ankofafa Ambony, nécessite une étude détaillée de tous les paramètres y référant comme le débit moyen du puits qui est de 4,09 L/ mn avec une profondeur de 5,40 m, l'HMT est déterminée à 30 m C.E et le besoin en eau de cette maison est $0,963 \text{ m}^3/\text{j}^{-1}$. Il fallait donc une pompe immergée qui fourni au moins $1,000 \text{ m}^3/\text{j}^{-1}$. Le devis d'estimation du coût financier du projet est estimé à cinq millions cent six mille quatorze Ariary (5 106 014 Ar). Mais la source d'eau se situe tout près de la maison et génère de l'humidité au niveau du rez de chaussée dont l'élimination se fait par aération.

Mots clés : Assainissement, Manaotsara, Ankofafa Ambony, AEP, pompe, puits, humidité.

ABSTRACT

Title: Sanitation: Manaotsara and Ankofafa Ambony villages;
Potable water electric pumping system of a house located Ankofafa Ambony

Number of pages: 56

Number of figures: 21

Number of references: 14

Number of tables: 19

Number of attachments: 20

Sanitation at the Fokontany of Manaotsara and Ankofafa Ambony, the city in Fianarantsoa is still far from the standards. Of the 70 households surveyed: 95% use of inappropriate disposal and 45% channels use refuse pits in the courses. Improved drainage canals, waste management, encouraging people to use improved WC (San Plat type) awareness of hygiene and effective state involvement in the life of population are the solutions to this problem.

The ASP of a house located in Ankofafa Ambony requires a detailed study of all the parameters referring to it as the average yield of the well is 4.09 L / min with a depth of 5.40 m, the HMT is determined at 30 m water and the water requirement of this house is $0.963 \text{ m}^3 / \text{d}^{-1}$. So we had a submersible pump that provides at least $1,000 \text{ m}^3 / \text{d}^{-1}$. The quote estimate the financial cost of the project is estimated at five million one hundred and six thousand and fourteen Ariary (5106014 Ar). But the water source is located close to the house and generates moisture at the ground floor of which disposal is by aeration.

Encadreur :

Monsieur RAKOTOZANAKAJY Toniniaina Arifenitra

Doctorant en Energie et Ingénieur en électromécanique de l'Ecole Supérieure
Polytechnique d'Antsiranana

GSM : +261 33 12 685 18

Skype : kajytony