UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
FACULTE DES SCIENCES
(DOMAINE SCIENCES ET TECHNOLOGIE)
MENTION SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'ENVIRONNEMENT
PARCOURS HYDROGEOLOGIE ET ASSAINISSEMENT (HYDROASS)
MASTER PROFESSIONNEL EN SCIENCES DE LA TERRE (MPST)

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme MASTER
En spécialité : Hydrogéologie et Assainissement

Etude de Faisabilité Technique du réseau gravitaire pour les communautés de Mbatsé et de Hoani (Ile de Moheli) Comores

Membres de Jury :
Président : RAKOTONDRAZAFY Raymond
Encadreur : RAHOBISOA Jean-Jacques
Examinateur : RAMBOLAMANANA Voahangy

Présenté par : RASATARIMANANA Andriniaina Ignace

Date de soutenance: 17 Février 2017

Etude de Faisabilité Technique du réseau gravitaire pour les communautés de Mbatsé et de Hoani (Ile de Moheli) Comores

Membres de Jury :

Président : RAKOTONDRAZAFY Raymond

Encadreur : RAHOBISOA Jean-Jacques

Examinateur : RAMBOLAMANANA Voahangy

Présenté par : RASATARIMANANA Andriniaina Ignace

REMERCIEMENTS

J'adresse mes premiers mots de remerciements à Dieu tout puissant pour sa miséricorde et sa grâce en m'aidant et en me guidant pour la réalisation de mon travail.

Je tiens aussi à remercier toutes les personnes, qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce document à savoir :

- Monsieur **RAHERIMANDIMBY Marson**, Professeur titulaire, Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo ;

- Monsieur **ANDRIAMAMONJY Solofomampiely Alfred**, Maître de conférences, Responsable de la Mention des Sciences de la Terre et de l'Environnement

- Monsieur **RAKOTONDRAZAFY Raymond**, Professeur, Vice Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo, Président du jury, qui m'a fait un grand honneur en acceptant de présider cette soutenance. Je vous suis reconnaissant et vous exprime ma haute considération.

- Madame **RAMBOLAMANANA Voahangy**, Maître de conférences qui a bien voulu être mon examinateur.

- Monsieur **RAHOBISOA Jean-Jacques**, Maître de conférences, Responsable Parcours, encadreur pédagogique pour son dévouement et ses précieux conseils qui m'ont été bénéfiques pour la réalisation de ce mémoire ;

J'exprime également ma profonde gratitude aux enseignants, qui ont donné le meilleur d'eux même pour la formation en **MASTER PROFESIONNEL EN SCIENCES DE LA TERRE parcours HYDROGEOLOGIE et ASSAINISSEMENT**, ainsi que pour l'assistance qu'ils m'ont dispensé tout au long de cette année d'études.

J'exprime également ma profonde gratitude à ma femme, à mon garçon, mes parents, mes frères et ma sœur ; à toute ma famille, le personnel du bureau d'étude X²Z qui m'a apporté leur soutien moral, affectif et financier.

A vous tous, Merci.

LISTE DES ACRONYMES

AEP	: Adduction d'Eau Potable
BF	: Borne Fontaine
CTGREF	: Centre Technique du Génie Rural, des Eaux et Forêts
DN	: Diamètre Nominale
EIE	: Etude d'Impact Environnemental
PEHD	: Polyéthylène à Haute Densité
PNUD	: Programme des Nations Unies pour le Développement
PVC	: Polychlorure de Vinyle
TDR	: Termes de références

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS ..... *IV*
LISTE DES ACRONYMES ..... *V*
TABLE DES MATIERES ..... *VI*
LISTE DES TABLEAUX ..... *IX*
LISTE DES FIGURES ..... *X*
LISTE DES PHOTOS ..... *XI*
LISTE DES ANNEXES ..... *XII*

INTRODUCTION .....

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LA ZONE D'ETUDE .....

1.1. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE 2
1.2. MILIEU PHYSIQUE. 3
1.2.1. Climatologie. *3*
1.2.2. Relief et Sols. *4*
1.2.3. Végétation. *5*
1.2.4. Hydrographie. *5*
1.3. POPULATION ET SERVICES SOCIAUX 5
1.3.1. Démographie. *5*
1.3.2. Services sociaux *5*
1.3.2.1. Education 5
1.3.2.2. Santé 6
1.4. ACTIVITES ECONOMIQUES. 6
1.4.1. Agriculture. *6*
1.4.2. Elevage et pêche. *7*
1.4.3. Artisanat. *7*
1.5. CONTEXTE GEOLOGIQUE. 7
1.6. SITUATION ACTUELLE DE L'ADDUCTION D'EAU POTABLE DE MBATSE ET DE HOANI 9

CHAPITRE II : METHODOLOGIE. .....

2.1. MISSION DE RECONNAISSANCE 11
2.2. EVALUATION DES BESOINS EN EAU 12
2.2.1. Estimation démographique *12*
2.2.2. Consommation journalière *13*
2.2.3. Débit de pointe *13*
2.2.4. Débit moyen *14*
2.2.5. Débit par tronçon *15*

2.2.6. Besoin annuel *15*
2.3. EVALUATION DE LA RESSOURCE EN EAU 15
2.4. ANALYSE DE L'EAU 16
2.5. LEVES TOPOGRAPHIQUES 17
2.6. DIMENSIONNEMENT DU RESEAU 18
2.6.1.1. Calcul hydraulique : perte de charge linéaire et perte de charge singulière 19
2.7. DIMENSIONNEMENT DU FILTRE 21
2.8. DIMENSIONNEMENT DU RESERVOIR 21

CHAPITRE III: RESULTATS ET INTERPRETATION .....

3.1. ESTIMATION DE LA POPULATION A 20 ANS 22
3.2. EVALUATION DES BESOINS EN EAU 22
3.3. EVALUATION DE LA RESSOURCE EN EAU 23
3.4. QUALITE DE L'EAU 24
3.5. DIMENSION DU RESEAU 25
3.6. ADEQUATION DES RESSOURCES ET BESOINS EN EAU. 27
3.7. DIMENSION DES OUVRAGES 27
3.7.1. Unité de traitement de l'eau *27*
3.7.2. Réservoir *30*
3.8. POSTES DE DISTRIBUTION. 32
3.9. ESTIMATION DES COUTS DES TRAVAUX 34
3.10. ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL 34
3.10.1. Objectifs de l'étude *34*
3.10.2. Description des composantes environnementales *35*
3.10.2.1. Zone abritant le Point de captage et le tracé des conduites d'amenée 35
3.10.2.2. Analyse des impacts potentiels du projet 36
3.10.2.3. Description des impacts 37
3.10.2.3.1. Sol 37
3.10.2.3.2. Eau 37
3.10.2.3.3. Flore et faune 37
3.10.2.3.4. Santé publique 38
3.10.2.3.5. Cohésion sociale 38
3.10.2.3.6. Economie 38
3.10.3. Critères de caractérisation des impacts *38*
3.10.3.1. Intensité de l'impact 38
3.10.3.2. Portée et durée de l'impact 39
3.10.4. Degré Importance de l'impact *39*

3.11. PRESCRIPTIONS ENVIRONNEMENTALES 40

CHAPITRE 4. : DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS .....

4.1. DISCUSSION 46

4.1.1. Evaluation des besoins en eau 46

4.1.2. Evaluation des ressources en eau 46

4.1.3. Analyse de l'eau 46

4.1.4. Le mode de gestion développés et acteurs impliqués 47

4.1.4.1. Le rôle de l'autorité locale 48

4.1.4.2. Le rôle de la Société Privée 48

4.1.4.3. Le rôle des usagers 49

4.2. RECOMMANDATIONS 49

4.2.1. Aire de captage 49

4.2.2. Sur le plan technique 49

4.2.3. Sur le plan organisationnel 50

4.2.4. Le tarif de l'eau est contrôlé 50

CONCLUSION .....

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 52

ANNEXES 54

RESUME .....

ABSTRACT .....

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU.1. Illustre de la situation éducative 6
TABLEAU.2. Effectif du Cheptel.....7
TABLEAU.3. Calcul de la population future dans les villages à desservir à l'année 2032 ...22
TABLEAU.4. Consommation journalière et annuel.....22
TABLEAU.5. Calcul du débit de pointe.....22
TABLEAU.6. Résultats du Caractéristique du Bassin Versant (à Hoani) 23
TABLEAU.7. Les différents débits.....23
TABLEAU.8. Résultats d'Analyse physico chimique 24
TABLEAU.9. Résultats d'analyse bactériologique.....24
TABLEAU.10. Simulation du réservoir.....30
TABLEAU.11. Récapitulatif des bordereau détails estimatifs.....34
TABLEAU.12. Matrice des impacts.....36
TABLEAU.13. Matrice de caractérisation des impacts.....40
TABLEAU.14. Mesures correctives relatives aux impacts majeurs et modérés 42
TABLEAU.15. Mesures correctives relatives aux impacts mineurs.....44

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte de localisation- Mohéli.....2
Figure 2 : Diagramme climatique 3
Figure 3 : Carte de relief de l'île de Mohéli.....4
Figure 4 : Carte Géologique de Mohéli 9
Figure 5 : plan de masse et réseau d'AEP de Hoani et de Mbatsé 26
Figure 6 : plan de masse et réseau d'AEP de Hoani et de Mbatsé après Logiciel EPANET....26
Figure 7 : Coupe AA du Filtre 28
Figure 8 : Coupe BB du Filtre 29
Figure 9 : Plan du réservoir.....32
Figure 10 : Plan de la borne fontaine 33

LISTE DES PHOTOS

PHOTO 1 : Réunion avec les bénéficiaires de Mbatsé et de Hoani 12
PHOTO 2 : Localisation du point de captage 35

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Calcul du débit à chaque point.....55
ANNEXE 2 : Dimensionnement des conduites d'AEP HOANI et MBATSE.....57

INTRODUCTION

La création de projet de développement communautaire et la multiplication du taux de production s'avèrent donc être des éléments de lutte contre la pauvreté dans le pays de développement comme le Comores. L'île de Mohéli qui est le petit sur les trois îles du Comores et plusieurs projets d'alimentation en eau potable ont alors été mis en application jusqu'à ce jour par ces derniers surtout dans les milieux ruraux Comoriens ou le taux de desserte est très faible. Le gouvernement Comoriens collabore avec des bailleurs de fonds dans le souci d'améliorer l'accès à l'eau potable. L'application des nouvelles politiques d'augmentation de 35% d'accès à l'eau potable en 2013 à 65% en 2015 (**Plan de Développement Durable de la communauté de Mbatsé et de Hoani**, **2013**) ne vise pas seulement à améliorer la qualité de l'eau, mais également à accroître les résultats économiques dans certains secteurs.

L'objectif principal de ce projet est non seulement l'amélioration de l'accès à l'eau potable, mais aussi de la santé et l'hygiène des villageois, augmenter la qualité de vie des femmes et des enfants en libérant de la corvée du transport de l'eau ; le renforcement de la gestion quantitative et qualitative des ressources en eau des villageois.

Ainsi, l'accès à l'eau potable aux Unions de Comores est problématique. Le taux moyen d'accès à la distribution d'une eau de qualité se situe entre 30% de la population. Ce taux d'accès est inégalement réparti d'une part entre les trois îles du Comores (Grande Comores, Anjouan et Mohéli) et d'autre part entre les zones urbaines et les zones rurales : 10% des ruraux et 40% des urbains. Dans les milieux urbains, le MAMOUWE responsable de l'eau et l'électricité n'arrive pas à satisfaire les besoins de la population. En milieu rural, les sources d'eau sont en effet éloignées des communautés villageoises provoquent de lourdes corvées pour les femmes et les enfants. Le projet d'aménagement et de réhabilitation d'infrastructures de captage et de stockage à des fins domestiques sur le bassin versant de Chongodjoua et Mouhoudzoundzou s'inscrit dans le cadre des actions en cours en faveur de l'Île de Mohéli. C'est pourquoi ce projet **« étude de faisabilité technique du réseau gravitaire dans les communautés de Mbatsé et de Hoani** »a été entrepris.

Ce mémoire comprend 4 (quatre) chapitres :

- Chapitre 1 : Généralités sur la zone d'études ;
- Chapitre 2 : la Méthodologie adapté pour la mise en œuvre de l'étude
- Chapitre 3 : les résultats ;
- Chapitre 4 : Discussion et recommandation.

Chapitre I : GENERALITES SUR LA ZONE D'ETUDE

1.1.Localisation géographique et administrative.

L'archipel de Comores est situé à l'entrée Nord du canal de Mozambique, dans le Sud-Ouest de l'Océan Indien entre le Sud-Est du continent africain et le Nord-Ouest de Madagascar, l'Archipel des Comores est à égale distance (environ 300 km) du continent africain et de Madagascar. Les îles principales sont de l'Est à l'Ouest, la Mayotte ou Maoré, l'Anjouan ou Ndzuani, le Mohéli ou Mwali et la Grande Comore ou Ngazidja. A l'Est de l'Archipel se trouvent des territoires aujourd'hui submergés : le Banc de Geyser et le Banc de Leven ; et les îles Glorieuses au Nord-Est de l'Archipel.

Notre projet se trouve sur l'île de Mohéli et il est situé au Sud-Est de Ngazidja au Sud-Ouest de Ndzuani**(fig.1).** Le site de Mbatsé-Hoani se situe au Nord Est de Mohéli, dans la commune de Hoani et dans la préfecture du Centre, entre le village de Domoni (à l'Est) et la capitale Fomboni (à l'Ouest), entre les latitudes 12°15'12,70 '' et 12°17'35,9'' Sud et les longitudes 43°40'07,7''et 43°42'07,9' Est. La principale voie d'accès est la route nationale N° 32 qui est goudronné et praticable en toute saison. Les villages de Mbatsé et Hoani sont traversés chacun par une rivière et séparés par deux collines qui sont Chongodjoua et Mouhoudzoundzou.

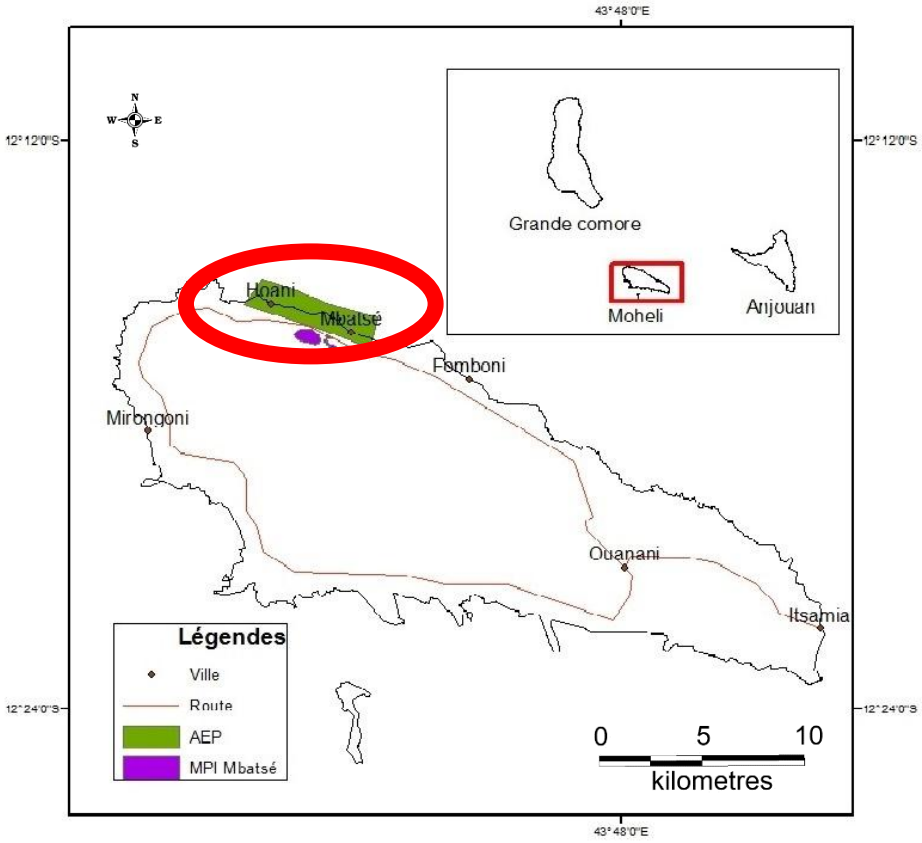

Figure 1 : Carte de localisation- Mohéli

1.2.Milieu physique.

L'étude du milieu physique sera abordée ici avant d'entamer le projet proprement dit à savoir son climat, l'hydrographie, sa végétation, et le contexte géologique.

1.2.1. Climatologie.

Le climat du site est à quelques exceptions près, identiques à celui qui règne dans l'ensemble de l'île avec un climat tropical humide. La pluviométrie moyenne annuelle oscille autour de 1600mm et elle est plus importante sur les altitudes. Les températures moyennes varient entre 21°C et 28°C avec un maxima pouvant atteindre 35°C (Service de la météorologie de Hoani) **fig.2**.

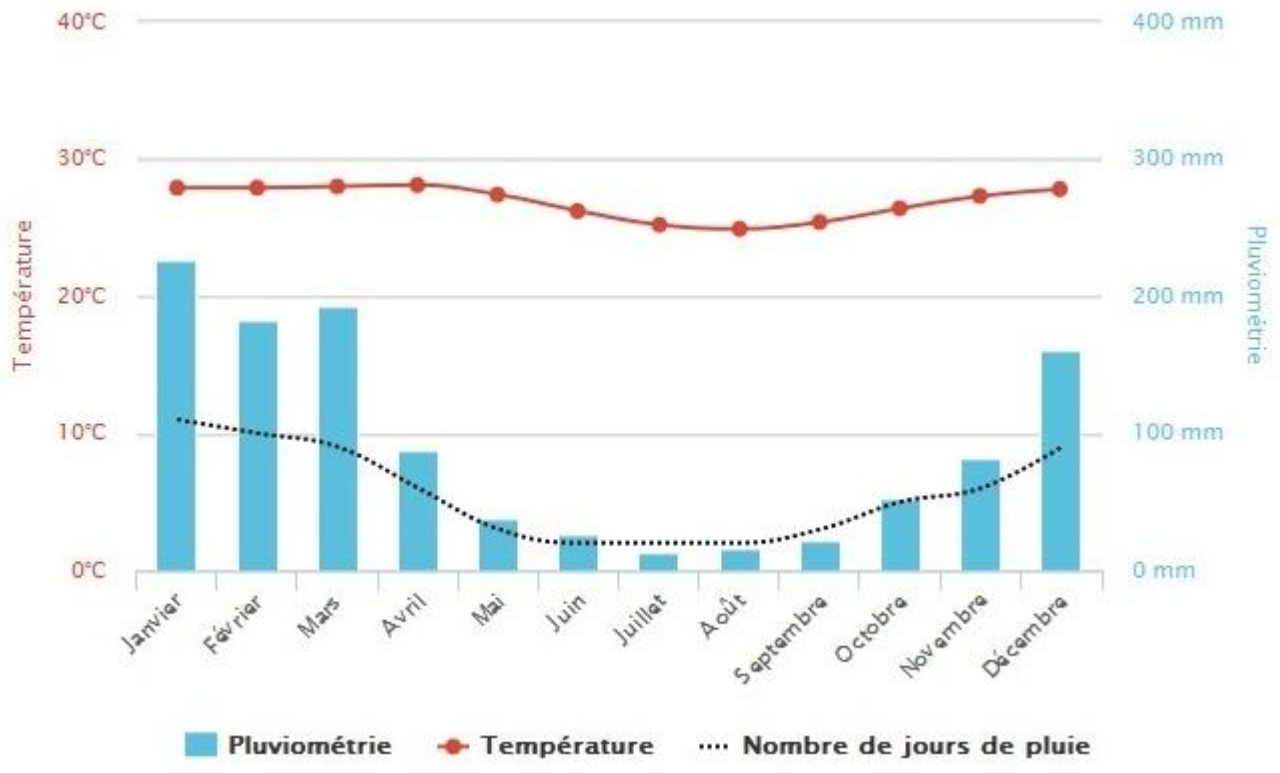

Figure 2 : Diagramme climatique

L'année est marquée par deux saisons bien reparties de six mois chacune : une saison chaude et humide de novembre à avril et une saison fraîche et sèche de mai à octobre.
Tout comme les autres îles de l'archipel des Comores, Mohéli est exposée pendant la saison des pluies aux inondations, aux dépressions tropicales et aux cyclones. Nonobstant, ces derniers sont assez rares en raison de la protection offerte par Madagascar. En saison sèche qui correspond aux mois d'Août jusqu'à novembre, l'influence des vents de mousson est bien

notée et les pluies sont rares : les débits des rivières diminuent considérablement, en particulier, celle qui alimente le réseau d'adduction d'eau du village de Mbatsé.

1.2.2. Relief et Sols.

Mohéli présente un relief très bas formé d'un plateau d'une altitude de 350 m, c'est le plateau de Djandro. Ce Plateau de Djandro est traversé d'Est en Ouest par une arrête axiale longue et escarpée qui culmine à 790 m. Il s'agit du Mont Mze Kukulé et qui constitue le sommet le plus haut de l'île. Au sud de Mwali se trouve un archipel d'îlots dont les plus importants sont Manyunyi, Kandzoni, Wénéfu, Shandzi et Méa.

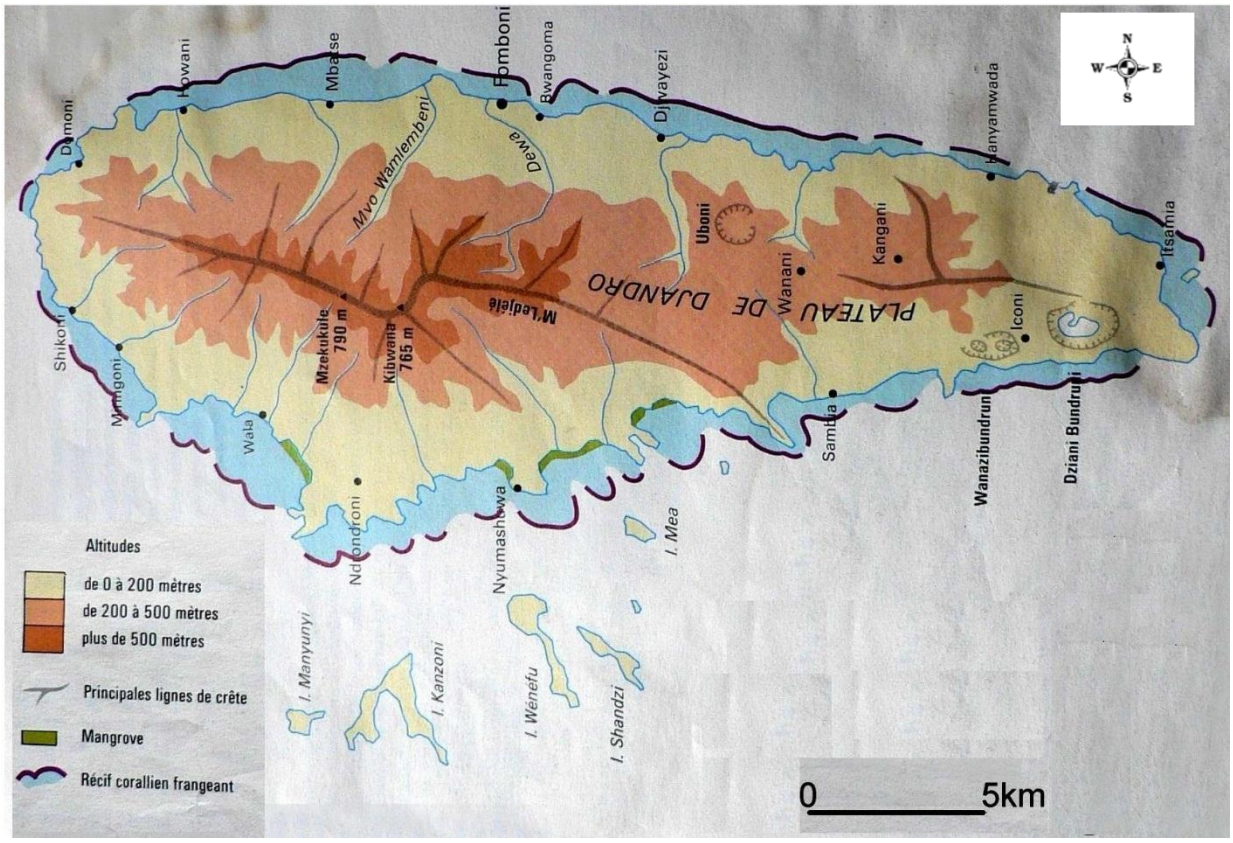

Figure 3 : Carte de relief de l'île de Mohéli

L'île de Mohéli est la plus petite des Comores. Elle est formée d'un plateau basaltique étalé à l'Est et se redresse à l'ouest en crête par le mont Kibouana à 765 m d'altitude et par quelques montagnes de roches granitiques qui sont formées par des sols ferralitiques plus ou moins remaniés. En raison du relief accidenté, les sols sont naturellement fragiles et sensibles à l'érosion. Cette sensibilité est fréquemment accrue par la déforestation.

1.2.3. Végétation.

La végétation est dominée par des arbres fruitiers (manguiers, jaquiers, orangers, arbre à fruit à pins, mandariniers, bananiers, arbres de tourne sol, etc…) mélangés par d'autres arbres tels que des cocotiers, des cotonniers, des Mtsiro, des badamiers. Sur les bassins versants, des cultures de rente comme la vanille et le girofle s'observent, et une forêt secondaire constituée essentiellement par des goyaviers s'observe.

1.2.4. Hydrographie.

Les îles de Maoré, de Ndzuani et de Mwali, les trois îles australes de l'Archipel, ont des cours d'eau permanents toute l'année. Des lacs contenant des eaux douces de bonne qualité y trouve également (lac Dziani Boundouni à Mwali, lac Dzialandzé à Ndzuani). Cependant, l'île de Ngazidja est dépourvue de cours d'eau en raison de sols très poreux dus à un volcanisme très récent.

Deux rivières qui traversent les deux villages en eau douce. Malheureusement, celle qui alimente le village de Mbatsé et les parcelles agricoles environnantes coule temporairement. Cette situation est la conséquence de la déforestation avancée dans la zone. Mais Hoani est riche en eaux souterraines, elles se présentent sous forme de source sur les flancs de la montagne.

1.3.Population et services sociaux

1.3.1. Démographie.

Selon le recensement général de de la Direction Générale du Plan en 2012, la population totale des deux villages est estimée à 5152 dont 3148 à Mbatsé et 2004 à Hoani.

1.3.2. Services sociaux

1.3.2.1. Education

D'une manière générale, l'insuffisance d'enseignants et des équipements scolaires sont les obstacles majeurs du développement de l'éducation du village. En effet, deux écoles primaires se trouvent à Hoani, un enseignant s'occupe de 60 élèves et il n'y a que quatre enseignants au niveau de chaque Ecole primaire publique.

On trouve un collège mais il n'y a pas de Lycée dans les 2 villages car la plupart des enfants ont arrêté leurs études jusqu'en classe de 3ème. Ceux qui veulent continuer ces études sont obligées de se déplacer vers Fomboni à 20 Km du village, ou aller à Moroni (Grande Comores).

TABLEAU.1. Illustre de la situation éducative

Ecole	Nombres d'élèves	enseignants
Ecole primaire publique Hoani	256	4
Ecole primaire publique Hoani	213	4
Collège publique (Hoani)	213	7

1.3.2.2. Santé

Les deux villages ne disposent pas de Centre de Santé de Base sur leur territoire et les habitants doivent donc se rendre à Fomboni ou vers à Moroni (Grande Comores) pour se soigner.

Les maladies les plus rencontrées sont le paludisme et les diarrhées qui touchent essentiellement les enfants de bas âges et les femmes adultes.

1.4.Activités économiques.

1.4.1. Agriculture.

Le site est une localité à vocation agricole qui occupe 90% des ménages. L'agriculture est du type extensif utilisant des moyens de production rudimentaires. Trois types de culture y sont surtout pratiquées : cultures vivrières (banane, manioc, taro), cultures maraîchères (tomate, oignons, salade, choux, carotte et des brèdes (felk mafana) et cultures de rente (vanille, girofle, café) .La banane et le manioc qui sont les principaux aliments de base sont cultivés presque par tous les ménages. La production est destinée en grande partie à l'autosuffisance (70%) avec toute une partie (30%) est vendu au marché de Fomboni et même à Moroni (Grande Comore).

A Mbatsé, l'agriculture est dominée par les cultures vivrières au Sud en bordure des forêts et les cultures maraîchères au Nord proche de la mer. Les cultures maraîchères sont pratiquées à Mbébani (23ha) et à Ziarani(11ha). A Hoani, les spéculations pratiquées sont principalement les cultures vivrières et de rente au Sud proche de la forêt.

1.4.2. Elevage et pêche.

L'élevage est peu pratiqué par les habitants des deux villages. Il reste au niveau familial, du type extensif malgré la présence du fourrage naturel. En saison sèche, les points d'abreuvement ne sont pas suffisants avec le tarissement des sources d'eau. L'effectif du cheptel est présenté dans le tableau ci-après :

TABLEAU.2. Effectif du Cheptel

Nature	Bovin	Ovin	Caprin	Volaille
Mbatsé	225	120	700	500
Hoani	482	50	1446	2410
Total	707	170	2146	2910

A Mbatsé, la pêche est une activité de subsistance pratiquée par une dizaine de pêcheurs. Les principales pratiquées sont rudimentaires avec utilisation de pirogues à rames et de lignes. La prise journalière dépasse à peine les 5Kg en moyenne. Par contre à Hoani, la pêche représente une activité importante. On dénombre une trentaine de pêcheurs avec des moyens plus modernes : embarcations motorisées en plus des barques à pagaies. Le poisson constitue un élément important dans l'alimentation des habitants. Les quantités prises varient en fonction de la saison entre 5 et 10 par jours.

1.4.3. Artisanat.

Les activités artisanales sont moins pratiquées, se limitant à des petites œuvres liées notamment à la confection des nattes, de chapeaux, de paniers, d'objets de décoration, de sacs pour les filles, notamment les élèves. Elles font également des chécias, des draps et des boutons à ornement traditionnel ainsi que de la poterie.

1.5.Contexte Géologique.

Les îles Comores sont formées après Madagascar, lors de la dislocation du super continent Gondwana, à l'ère mésozoïque.

L'histoire géologique des Comores ne commence qu'à la fin de l'ère cénozoïque, alors que le canal de Mozambique avait déjà à peu près la largeur que nous lui connaissons actuellement.
Les îles de l'Archipel des Comores ne sont pas émergées en même temps, il y a eu une migration du volcanisme au cours des temps géologiques de l'Est vers l'Ouest de l'Archipel. Maoré, l'île la plus orientale, constitue l'île la plus ancienne. Elle existait dès le début du

Miocène, il y a environ 15 MA, sous forme d'un grand volcan bouclier. Aujourd'hui, il ne reste que le flanc oriental de ce volcan bouclier complètement disséqué par l'érosion.

Ndzuani et Mohéli ont été bâties à la fin du Miocène ou au début du Pliocène. Dans ces deux îles, l'érosion a disposé de quelques millions d'années pour entailler profondément les vieux volcans à l'origine des îles. Au Quaternaire, il s'est encore produit des manifestations volcaniques limitées dans les trois îles orientales ainsi déjà formées (Maoré, Ndzuani et Mohéli). Ces manifestations volcaniques se traduisent par des cratères d'explosion et des cônes stromboliens de scories. Toutefois, l'événement majeur qui s'est produit dans ce temps du Quaternaire est bien la formation de Ngazidja, la quatrième île de l'Archipel.

Les activités volcaniques, à l'origine du soulèvement de l'Archipel des Comores, sont également à l'origine des volcaniques composées essentiellement de basalte, de trachyte, et de projection de scories volcaniques, de pouzzolane, de ponces plus ou moins compactes. L'altération et l'érosion, ultérieurement ont entraîné la désagrégation de ces roches donnant des sols très fertiles aux cultures et des poussées de toutes sortes de plantes (plantes tropicales, tempérées).

L'origine volcanique de l'Archipel des Comores comprend trois phases volcaniques (Saint-Ours, 1958) :

- Une phase volcanique inférieure marquant le début de l'édification de Maoré à la fin du Miocène ou au début du Pliocène, il y a environ 15 Millions d'Années (M.A),
- Une phase volcanique intermédiaire d'âge Pliocène à Quaternaire ancien marquant la formation d'une grande partie de Ndzuani et de Mohéli,
- Une phase volcanique supérieure d'âge Quaternaire qui marque l'édification de la Grande Comores.

Bien que contestée par certains scientifiques, l'hypothèse d'un point chaud au-dessus duquel aurait défilé la plaque somalienne selon une trajectoire sud-est nord-ouest puis nord-est sud-ouest, pourrait rendre compte des âges progressivement décroissants vers l'ouest de ces massifs volcaniques (l'Archipel des Comores).

Il est difficile de rattacher le soulèvement de l'Archipel des Comores à un quelconque système des chaînes de Madagascar ou de la côte d'Afrique. Il ne peut non plus être pris pour un prolongement sous-marin des chaînes de la grande île malgache. Son émersion tient aux éruptions qui ont sillonné dans tous les sens la mer des Indes et produit d'innombrables archipels. Dans le Canal de Mozambique ces éruptions ont formé tantôt des îles, tantôt, comme

aux environs des Comores, de simples bas-fonds dont la forme semi-circulaire décèle l'origine volcanique (*Gevrey A*., 1870).

Toutefois, l'affinité entre la flore comorienne et la flore malgache est certaine. La présence du Banc du Leven, long d'une centaine de kilomètres à l'extrême Nord-Ouest de Madagascar entre la Montagne d'Ambre et l'Archipel des Comores pourrait expliquer en partie cette affinité. En effet, ce banc à aspect tabulaire présente des sédiments coralligènes pouvant être attribués à la présence d'un récif corallien durant la Glaciation de Würm » (*M.W Callmander, 2002*).

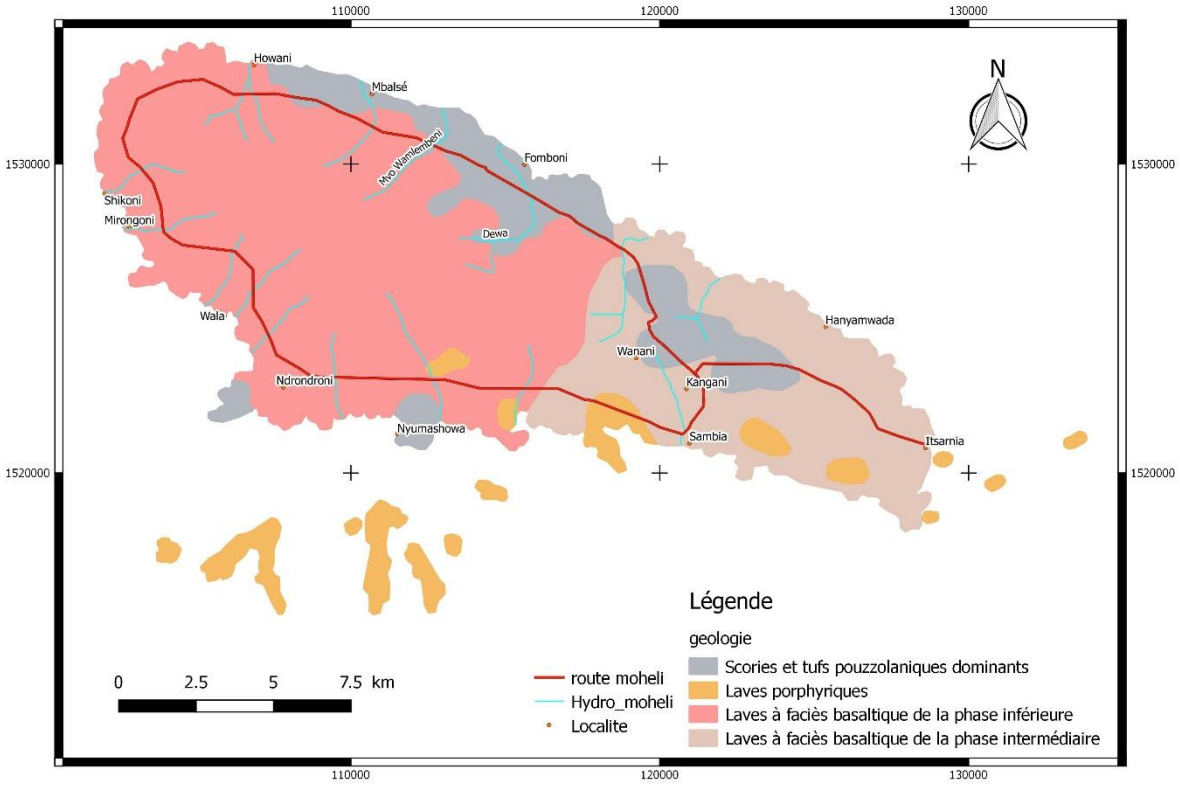

Figure 4 : Carte Géologique de Mohéli

La géologie de l'île de Mohéli (*Saint-Ours*, 1958) comprend la grande dorsale, qui correspondrait à la « phase volcanique inférieure » définie à Ndzuani tandis que la région du plateau de Djandro serait de «phase intermédiaire », lui aussi est façonné dans des basaltes dans la partie orientale de l'île.

1.6.Situation actuelle de l'adduction d'eau potable de Mbatsé et de Hoani

Le problème d'alimentation en eau potable concerne la qualité de l'eau (potabilité) et les difficultés de puisage. Les principaux obstacles freinant le développement en eau potable sont les suivants :

- L'inexistence de plan national sur la gestion de l'eau tel que des agences ou organismes gouvernementaux ou non gouvernementaux versés dans la planification et le système d'alimentation en eau potable devraient se discuter, se former, se réunir et œuvrer ensemble pour définir et exécuter la création ce plan national sur la gestion de l'eau.
- Disponibilité de l'eau :
- Situation de la localité à desservir par rapport à la source
- Protection et conservation des ressources existantes
- Adéquation ressources – besoin en eau en rapport avec l'évolution démographique.
- Suivi et entretien des systèmes en eau potable existants.

Il semble que la principale cause de l'insuffisance actuelle des infrastructures d'alimentation en eau potable réside dans la déficience des moyens mis en œuvre, particulièrement les moyens financiers.

Les ouvrages de captage du village de Mbatsé et de Hoani étaient construits en 1986 et réhabilité en 2003 pour améliorer l'approvisionnement en eau du village. L'alimentation en eau du village de Mbatsé est assurée par un ouvrage de prise sommaire au fil de l'eau. Il y a un ouvrage de traitement spécifique de volume 15 m^3 pour acheminer l'eau vers un réservoir de volume 82 m^3. Ce système ne fonctionne plus normalement par le manque d'entretien et l'insuffisance d'eau. L'alimentation en eau du village de Hoani est assurée par un barrage de captage. Il n'existe pas d'unité de traitement spécifique. L'eau est acheminée vers le réservoir de volume 62.5 m^3. Ce système ne fonctionne plus également par manque d'entretien. La plupart des bornes fontaines (BF) dans les deux villages ne sont plus fonctionnelles.

Chapitre II : Méthodologie.

Quelques démarches ont été entreprises pour identifier les aspects généraux du réseau et les faisabilités techniques de l'approvisionnement en eau par gravitaire tels que:

- Mission de reconnaissance ;
- Evaluation des besoins en eau comme estimation démographique ; consommation journalière; débit journalier, débit de point, débit moyen, débit à chaque Borne Fontaine, besoin annuel,
- Le besoin en eau de la population cible ;
- L'évaluation de la ressource en eau,
- L'analyse de l'eau : en utilisant le KIT Del Agua;
- Levé topographique : l'utilisation d'un appareil topographique et du GPS pour lever le tracé du réseau et l'emplacement des ouvrages à mettre en place,
- Le dimensionnement du réseau,
- Le dimensionnement des ouvrages : filtre, réservoir.

Dans cette étude, l'approche participative, progressive et concertée ont été alors adoptés. Pour qu'ils puissent s'approprier réellement les techniques d'exploitation et de la maintenance des infrastructures à réhabiliter et/ou à construire, de ce fait, les bénéficiaires du projet sont associés à toutes les étapes d'études.

2.1. Mission de reconnaissance.

La mission de reconnaissance sur les deux sites de Mbatsé et de Hoani (Mohéli) a été effectuée le mois de Novembre et Décembre 2014 et a été facilitée par la présence de Mr le Secrétaire Général de la Vice-Présidence chargée de la Production, de l'Environnement, de l'Energie, de l'Industrie et de l'Artisanat, le Directeur Général de l'Environnement et des Forêts, le Coordinateur du Projet et le VNU spécialiste en hydroagricole représentant de PNUD. Elle a permis de présenter l'objet de l'étude et d'introduire l'équipe du consultant, conduite par le chef de mission, auprès de la population locale et, surtout, auprès des bénéficiaires du projet. Au cours de cette mission, quelques mises au point ont été formulées sur la consistance des prestations à effectuer pour tenir compte des réalités de terrain.
En effet, cette descente a permis de recentrer et de préciser certains points des termes de références et de recueillir les premiers commentaires et observations des bénéficiaires.

PHOTO 1 : Réunion avec les bénéficiaires de Mbatsé et de Hoani

L'analyse de cette situation actuelle va permettre de corriger les carences du réseau actuel et d'apporter des améliorations nécessaires pour son bon fonctionnement.

Cette descente sur terrain a permis de voir de visu l'état actuel de l'ancien système et aussi de recueillir les informations auprès des bénéficiaires et aux informations purement technique pour finaliser les diagnostique.

2.2. Evaluation des besoins en eau

L'évaluation des besoins en eau et des ressources en eau disponibles ont débuté l'étude. Elle sera suivie par les travaux topographiques nécessaires pour constituer le fond de plan du projet. Ces données seront traitées au bureau pour concevoir le système d'adduction à mettre en place et à dimensionner les différents équipements nécessaires au projet : filtre, réservoir, tuyauterie.

En effet, l'année de références est l'année d'études avec le nombre de population au moment de l'étude.

L'évaluation se base sur le nombre de population à desservir. En principe, on se fixe un horizon de 10 à 20 ans. Normalement l'année de référence est l'année de l'étude c'est-à-dire le nombre de la population au moment de l'étude mais malheureusement les données disponibles sont celles de l'année 2012.

2.2.1. Estimation démographique

Suite au recensement général de la population en 2012 de Hoani et de Mbatsé. Ces données ont été prises comme référence de base dans le calcul. Le nombre de la population future à un temps (n) qui est égal 20 ans c'est-à-dire en 2032 est déterminé par la méthode

rationnelle qui constitue la méthode la plus utilisée pour la projection future de la population, elle s'écrit:

$$P_n = P_0.(1 + t_C)^n$$

Dans laquelle :

P_n : nombre de la population future de l'année 2032 ;

P_o : nombre de la population actuelle ;

t_c : taux de croissance démographique annuel ;

n : nombre d'années pour dimensionner le réseau.

2.2.2. Consommation journalière

Deux types de débit seront à déterminer : le débit de pointe et le débit moyen pour assurer l'alimentation du réseau fonctionnant 24h/24. Ces deux débits seront calculés pour dimensionner le réseau qui correspond aux besoins en eau dans 20 ans.

Pour calculer ce débit, le nombre de la population future **P_n** des deux villages Hoani et Mbatsé est nécessaire. La consommation journalière est donnée par la formule suivante :

$$C_J = P_{20} \, . \, q$$

Avec :

Cj : Consommation journalière en l/j ;

P_{20} : population avec une marge de sécurité pour que le besoin en eau de la population soit satisfait ;

q : débit unitaire est égal à 70 l/j/personne selon les enquêtes menées auprès de la population.

2.2.3. Débit de pointe

La consommation en eau de la population est variable au cours de la journée et tout au long de l'année. Pour pouvoir assurer cette consommation variable, le réseau doit faire transiter un débit de pointe horaire. Ce débit de pointe est utilisé pour dimensionner le réseau de distribution.

Le débit de pointe est calculé à partir de la formule:

$$Q_p = \frac{k_1 . K_2 . V_{jm}}{24}$$

Avec :

Qp: débit de pointe en [m^3/h] ou [l/s]

$K1$: coefficient de pointe journalière

$K2$: coefficient de pointe horaire

$\mathbf{V_{mj}}$: le débit moyen journalier en m^3

Dans le cas pratique, on a besoin de calculer le coefficient de pointe saisonnière et coefficient de pointe horaire pour avoir exactement le débit moyen journalière et le débit de pointe par point.

Le coefficient de pointe journalière est un coefficient de sécurité pour le calcul de débit de pointe. Il est pris égal à 1,2 pour le cas du monde rural.

Pour le coefficient de pointe saisonnière K1 est calculé à partir des explorations de consommation des années 2011 et 2010.

$$\boldsymbol{k_1 = \frac{C_j\,(2011)}{C_j\,(2012)}}$$

Avec Cj : consommation journalière en l/j

- Si K1 < 1,2 l/s; on prend K1 = 1,2 l/s; pour avoir une minimum de sécurité.

Le coefficient de pointe journalière K_J est exprimé par la formule suivant :

$$\boldsymbol{k_j = \frac{Q_{pmax}}{Q_j}}$$

Avec :
Qpmax : Débit de pointe maximale en l/s
Qj : Débit journalier en l/s

Le coefficient de pointe horaire K2 est exprimé par la formule suivante :

$$\boldsymbol{k_2 = \frac{Q_{pmax}}{Q_{pm}}}$$

Avec :
Qpmax : Débit de pointe maximale en l/s
Qpmoy : Débit de pointe moyenne en l/s

2.2.4. Débit moyen

Le débit moyen journalier est calculé à partir de la formule suivante :

$$\boldsymbol{Qmj = \frac{(Cj.k1)}{86400}}$$

Avec :

$\mathbf{Q_{mj}}$: le débit moyen journalier en l/s ;

K_1: le coefficient de pointe saisonnière ;
Qj : Consommation journalière en l/j.

2.2.5. Débit par tronçon

Le débit par tronçon est nécessaire dans l'étude de projet AEP. Le calcul est basé sur le recensement général de la population par village et par quartier. Le débit de dimensionnement des tronçons est calculé d'aval en amont en faisant la somme des débits à chaque point. Et, la condition suivante doit être respectée :

- Si le débit de pointe Qp < 0,22 l/s, on prend Qp = 0,22 l/s ;
- Si Qp > 0,22 l/s, Qp le débit de pointe dans chaque tronçon est calculé à partir de la formule suivante :

$$\boldsymbol{Qp = Qmj.k2}$$

Avec :
Qmj : le débit moyen journalier en l/s ;
K2: le coefficient de pointe horaire.

2.2.6. Besoin annuel

Le besoin annuel correspond au besoin net en eau de la population. Il est calculé en faisant le produit du volume moyen journalier par le nombre de jours dans l'année.

$$\boldsymbol{Besoins\ nets_{eau} = V_{jm}.365}$$

2.3. Evaluation de la ressource en eau

La formule du CTGREF permet de calculer approximativement le débit Q d'un cours d'eau en fonction de la superficie du bassin versant et de la pluviosité.

Les apports ont été estimés par la méthode de CTGREF. Elle calcule l'apport moyen annuel en (l/s) avec les données :

$$\boldsymbol{Q = \left(\frac{S}{31,5}\right).\left(\frac{P_m}{B}\right)^{\left(\frac{5}{3}\right)}.\left(\frac{Z_m}{100}\right)^{\left(\frac{1}{3}\right)}}$$

- La pluviométrie moyenne annuelle en mm ;
- la superficie du bassin versant en km² ;
- l'altitude moyenne en m ;
- B : paramètre régional ;

- le coefficient de répartition mensuel R.

Mais on a aussi estimé le débit d'un cours d'eau par les indications suivantes :

- on détermine la surface du débit (coupe travers : profondeur moyenne x largeur moyenne du cours d'eau) ;
- On détermine la vitesse de l'eau en mesurant la distance que parcourt un objet léger, posé sur le cours d'eau, en répétant l'opération plusieurs fois et on prend la moyenne ;
- On détermine le débit par le résultat obtenu par la formule :

$$\boldsymbol{Q = S.V}$$

Avec :
Q: le débit de la rivière en m^3/s ;
S: surface du coupe en travers en m^2 **;**
V: vitesse de l'eau en m/s **;**

2.4. Analyse de l'eau

Pour s'assurer de la qualité de l'eau, une analyse physico-chimique et un examen bactériologique ont été effectué sur le terrain. L'analyse physico-chimique fait connaître les emplois auxquels convient une eau donnée :

- besoins ménagers (eau de cuisson ou de lavage, ...) ;
- besoins industriels (eau de réfrigération ou de fabrication, ...).

Elle décèle les eaux risquant d'exercer une action chimique sur les canalisations et facilite la mise au point des traitements qui suppriment les inconvénients révélés.

Ou par contre l'examen bactériologique permet de déterminer la potabilité s'il y a lieu, d'établir les caractéristiques des traitements de stérilisation à lui faire subir.

Il n'existe à ce jour qu'un seul laboratoire d'analyse d'eau potable sur l'archipel (indépendant des exploitants), le laboratoire de l'Université de Moroni. Le laboratoire manque de personnel et d'équipement, ce qui limite considérablement le volume possible d'analyses. Par ailleurs, il existe peu de contraintes en termes d'analyses des eaux aux Comores, y compris pour l'eau mise en bouteille.

Le laboratoire de l'Université de Moroni est une structure récente qui a des moyens relativement limités. Il est en mesure de réaliser les analyses physico-chimiques et microbiologiques de base mais ne peux le faire sur tous les paramètres de potabilité.

Le Code de l'eau est toujours en révision au niveau des Comores, et il n'existe donc légalement aujourd'hui aucune contrainte réglementaire pour les producteurs d'eau.

Les analyses physico chimique, bactériologique faites sur l'eau de la rivière de Hoani sont réalisées par le PNUD et eux qui vérifient ses conformités à la norme physico chimique, le matériel utilisé est le **Kit Del Agua**.

2.5. Levés topographiques

Dès que l'adéquation ressources et les besoins en eau sont déterminés, et le nombre de villages à desservir est connu, les tracés des conduites, les emplacements des ouvrages et les Bornes Fontaines (BF) ont été déterminés à partir de levées topo. Le but des levés topographiques est basé sur les différentes pressions de l'eau tout le long du réseau de l'ouvrage de captage à chaque robinet de distribution.

Le choix du nombre de Bornes Fontaines dépend du nombre d'habitants dans chaque village et tient compte des critères techniques, économiques et d'exploitation.

Les Bornes Fontaines sont placées en fonction des critères suivants :

- la concentration de la population servie par un robinet doit être compris entre 125 et 250 personnes;
- la distance maximale à effectuer par une personne pour chercher de l'eau doit être inférieure à 150 m.

Après l'analyse des résultats d'enquêtes effectuées sur le terrain, des solutions tenant compte des critères techniques et économiques sont proposés: le tracé le plus simple et le plus approprié pour une exploitation et un entretien aisés et à moindre coût sera adopté
Les cotes topographiques des ouvrages à implanter ont permis la faisabilité technique d'un système gravitaire pour l'approvisionnement en eau des deux villages Hoani et Mbatsé avec un débit continu et un entretien à moindre coût.

La disponibilité de ressource en eau et le résultat d'analyse nous permet d'envisager d'éventuel projet d'approvisionnement en eau potable. Et la disposition géométrique, tels que l'altitude et la répartition des hameaux du site, favorise l'établissement d'une adduction d'eau par système gravitaire.

2.6. Dimensionnement du réseau

Le dimensionnement du réseau consiste à déterminer le diamètre de la conduite à installer pour assurer l'amenée de l'eau vers le réservoir et la distribution de l'eau à chaque bornes fontaines.

On a utilisé deux méthodes pour le calcul de dimensionnement l'un par programmation par EXCEL et l'autre par le logiciel EPANET. Et dans ce travail, l'explication des éléments à utiliser pour effectuer la simulation en Excel sera exposée en détail et le logiciel EPANET sera utilisé pour vérifier le calcul de l'EXCEL.

La simulation du comportement hydraulique du réseau peut se faire à l'aide du logiciel de calcul d'écoulement en charge dénommé EPANET ; la vérification des anomalies pouvant survenir sur le réseau se fait dans la simulation ; où les dimensions de différentes conduites et l'état du réseau pourront être testés.

EPANET a été développé par la Division de Ressources et d'Alimentation en Eau du Laboratoire National pour l'Investigation sur la Gestion de Risques, de l'Agence d'Environnement des États-Unis.

La manipulation du logiciel EPANET s'emploie facilement. Les étapes à faire pour la simulation sont les suivantes :

- Configuration du projet,
- Traçage du Réseau d'adduction,
- Saisie des Propriétés des Objets,
- Exécution d'une Simulation d'Écoulement Permanent,
- Affichage et enregistrement des résultats.

Il existe plusieurs méthodes de dimensionnement mais la celle proposée dans ce projet est basée sur l'utilisation des tables de pertes de charges dans les conduites d'eau pleines de PONT - A - MOUSSON.

Le dimensionnement a été basé sur le débit de pointe car c'est le volume d'eau que les habitants ont besoins chaque heures ou chaque jours. .

le diamètre de conduite a été choisi en fonction du débit et de la vitesse moyenne; pour éviter le coup de bélier, la vitesse suivante a été prise :

V = D + k avec k = 0,5 à 0,75

où:

V = vitesse moyenne de l'eau dans la conduite en m/s

D = diamètre intérieur de la conduite en m

Le tableau de calcul de pression en tout point du réseau a été établi après avoir choisi le diamètre de chaque tronçon.
Ce calcul est basé sur l'application du théorème de Bernoulli dont les données de base nécessaires sont :

- les côtes des points amont et aval du tronçon,
- la longueur du tronçon,
- le débit véhiculé,
- la charge ou la pression au point de départ (par exemple sortie d'un réservoir),

Les valeurs lues dans les tables sont: les pertes de charges linéaires et la vitesse moyenne de l'eau.
Et Les valeurs à calculer concernent la charge H, la grandeur $V^2/2g$ et la pression $p/\rho g$,

Dans ce cas, on veille à ce que la pression en tout point du réseau ne descend pas en dessous de 5 m (0,5 bars) et ne dépasse pas 80 % de la pression admissible pour la conduite choisie.

2.6.1.1. Calcul hydraulique : perte de charge linéaire et perte de charge singulière

Pour les calculs des pertes de charges, on distingue les pertes de charge linéaire qui sont les pertes de charges créées par la canalisation et les pertes de charge singulière qui sont les pertes de charges induites par les accessoires.

Différentes formules pouvant être utilisé dans le calcul des pertes de charges mais celle de BERNOULLI a été choisi et s'exprime de la manière suivante :

$$\boldsymbol{H = \frac{V^2}{2g} + \frac{P}{\rho g} + Z = constante}$$

dans laquelle :

H : hauteur de charge en m ;
Z : côte du réseau en m ;
$P/\rho g$: pression dans la conduite en m ;
V : vitesse de l'eau dans la conduite en m/s.

Entre deux points amont (A) et aval (B) d'un réseau, la perte de charge est donnée par la formule suivante :

$$\boldsymbol{\frac{V_A^2}{2g} + \frac{P_A}{\rho g} + Z_A = \frac{V_B^2}{2g} + \frac{P_B}{\rho g} + Z_B + j}$$

Avec :

j : la perte de charge entre A et B en m.

Cette perte de charge est égal à :

$$\boldsymbol{j = j_l + j_s}$$

avec : j_l : la perte de charge linéaire ;

j_s : la perte de charge singulière.

On utilise la formule de Lechapt-Calmon qui est une formule approchée de celle de Colebrook et qui se présente comme suit :

$$\boldsymbol{J = L.\frac{Q^M}{D^N}}$$

La perte de charge unitaire varie selon les diamètres des conduites utilisées. L, M, N sont les coefficients de Lechapt et Calmon variables selon le type des conduites (coefficient de rugosité K). Pour les conduites lisses en PVC et en PEHD, ces valeurs des pertes de charge unitaire sont obtenues après lecture de cet abaque en connaissant le débit véhiculé dans la conduite et en fixant le diamètre, ainsi on obtiendra la valeur de la perte charge en respectant les vitesses dans la conduite. :

K = 0 et 0,05 < D < 0.2 m ;

L = 0.916 ; M = 1.78 ; et L = 4.78 ;

Où Q : le débit de l'eau dans la conduite en m^3/s ;

D : le diamètre de la conduite en m.

Cette valeur de perte de charge unitaire permet d'obtenir la valeur des pertes de charge linéaire en appliquant la formule :

$$\boldsymbol{j_l = J.L'}$$

Avec : L' la longueur du tronçon en m ;

J la perte de charge unitaire

Les pertes de charge singulières sont généralement faibles devant les pertes de charges linéaires. Elle s'exprime par :

$$\boldsymbol{j_s = k.\frac{V^2}{2g}}$$

Où : k : coefficient variable selon le changement brusque de la conduite ;

js : perte de charge singulière en m ;

v : vitesse moyenne de liquide dans la section considéré en m/s

La valeur de $V^2/2g$ est très faible (varie de 0,009 et 0,073) alors que la valeur maximale de K est égale à 1. De ce fait, nous pouvons négliger la perte de charge singulière. Ainsi, nous n'avons pris en compte dans les calculs que la perte de charge linéaire.

Ce type de perte de charge est négligeable pour le dimensionnement de réseau d'AEP. Suivant toutes les formules citées ci-dessus, le diamètre de la conduite peut être calculé avec la pression de chaque tronçon. Toutefois, il faut respecter les conditions de pression suivantes:

- la pression dans la conduite doit être supérieure à 0 ;
- pour le cas des deux villages, on utilisera des tuyaux à haute pression PEHD et PVC 10 bars seront utilisés.

2.7. Dimensionnement du Filtre

La surface du bassin filtrant dépend des critères suivants : le débit de l'eau à filtrer ; le coefficient de perméabilité des matériaux et la perte de charge voulue à chaque compartiment.

La formule du débit $\boldsymbol{Q = V \times S}$ permet de dimensionner le bassin.

Où

Q : débit à l'entrée du bassin ;
S : surface du lit filtrant ;
V : vitesse de filtration.

La vitesse de la filtration est de 0.6 m/h et le débit à l'entrée du bassin est de 0.0125 $m3$/s = 45 $m3$/h

Q= V.S donc S= QV

Soit S = 75 $m2$

Le filtre a donc une longueur de 30 m et une largeur de 2.5 m.

2.8. Dimensionnement du Réservoir

D'après le calcul de pré dimensionnement la formule du volume théorique du réservoir est :

$$\boldsymbol{V = \pi R^2 \times H}$$

Avec :

R : rayon du réservoir (m);
H : hauteur du réservoir (m)

Et le rayon et hauteur du réservoir sont :

$$\boldsymbol{R = \sqrt{H \times \frac{V}{\pi}}} \text{ et } \boldsymbol{H = \frac{V}{\pi R^2}}$$

Si R est fixe alors on cherche la valeur de H, et vice versa.

Le rôle du réservoir tient trois rôles dont :

- Régulateur de variation de la consommation ; en effet, il assure aux heures de pointe le débit demandé, mais il se charge pendant les heures creuses de la consommation ;
- Facilitation par sa présence de la régularité de fonctionnement des ouvrages hydrauliques en amont,
- Réserve d'eau qu'il fournit en cas de nécessité absolue d'eau, par exemple en cas d'incendie.

Chapitre III: Résultats et Interprétation

Pour que la compréhension des résultats soit facile, les résultats sont présentés sous forme de tableau.

3.1. Estimation de la population à 20 ans

TABLEAU.3. Calcul de la population future dans les villages à desservir à l'année 2032

Localité	Po			t_c	n	P_{2032}
	2010	2011	2012			
Hoani	1884	1943	2004	0,0270	20	3 414
Mbatsé	1347	1390	3148	0,0270	20	5 363
TOTAL			**5152**			**8 778**

Avec :

P_o : nombre de la population actuelle ;

t_c : taux de croissance démographique annuel ;

n : nombre d'années pour dimensionner le réseau.

3.2. Evaluation des besoins en eau

TABLEAU.4. Consommation journalière et annuel

No (habitants)	5 152
Taux de croissance (%)	2,70
Horizon du projet (ans) de l'année 2032	20
Nombre d'habitant en 2032 (habitants)	8 778
Débit unitaire (l/j/hab)	70
Consommation journalière (l/j)	614 445
Consommation annuel (m^3)	224 272,42
Débit journalier (l/s)	7,11

La consommation journalière est donc 614 445 litres et le volume journalier est de 614,45 m3 alors le débit journalier est de 7, 11 l/s.

TABLEAU.5. Calcul du débit de pointe

Horaires	]3-9]	]9-10]	]10-14]	]14-15]	]15-16]	]16-21]	]21-3]	Total		
Période (h)	6	1	4	1	1	5	6	24		
Coefficient de perte	0,40	0,00	0,25	0,00	0,00	0,35	0,00	1,00		
Volume puisé (l)	245 778	0	153 611	0	0	215 056	0	614 445		
Qp(l/s)	11,38	0,00	10,67	0,00	0,00	11,95	0,00	19,06	11,95	4,86

Débit de pointe (l/s)	11,95
Coefficient de pointe journalière	1,68

La consommation de pointe pour le réseau de distribution des deux villages est de 11,95 l/s sans tenir compte du coefficient de pointe journalière et horaire du réseau et le débit de pointe moyen est de 4,86 l/s.

3.3. Evaluation de la ressource en eau

Les caractéristiques des bassins versants sont présentées dans le tableau ci-dessous :

TABLEAU.6. Résultats du Caractéristique du Bassin Versant (à Hoani)

Pm	S (km²)	L (km)	Z_{max} (m)	Z_{MIN} (m)	Z_{MIN} (m)	I (m/km)
1 416,44	0,71	1,5	751	80	415.5	424,97

Avec :

- la surface : S ;
- le périmètre : P ;
- le coefficient de Gravellus : K=0.28* P/√S
- L'altitude maximale : Zmax ;
- l'altitude minimale : Zmin ;
- la pente moyenne : I.

TABLEAU.7. Les différents débits

Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct	Nov.	Déc
R	15,70	16,26	11,18	11,14	10,62	9,98	5,23	5,15	3,55	5,25	6,62	9,97
$Q_{0,2}$ m (l/s)	17,16	17,76	12,21	12,17	11,60	10,90	5,72	5,63	3,87	5,74	7,24	10,89
$Q_{0,1}$ m (l/s)	11,23	11,63	8,00	7,97	7,60	7,14	3,74	3,68	2,54	3,76	4,74	7,13

Le débit évalué au mois de Septembre 2014 est de 20 l/s alors que le débit d'étiage évalué au mois de novembre 2014 (lors de notre investigation de terrain) est de 30 l/s. D'après ce calcul la période la plus sèche de l'année suivant l'apport quinquennal sec mensuel est de 3,87 l qui est le mois de Septembre. Donc, on se contente des résultats trouvés par le PNUD lors de l'essai des débits sur terrain le mois de septembre car c'est la réalité sur le terrain.

3.4. Qualité de l'eau

Les caractéristiques de la potabilité de l'eau citées dans les résultats d'analyses sont les suivantes :

TABLEAU.8. Résultats d'Analyse physico chimique

	Résultat d'analyse	**Normes International**
Couleur	Incolore	Incolore
Température	22,3 °C	25°C
Turbidité	≤ 5 NTU	≤ 5 NTU
pH	6,5	6 ,5 - 9,0
Conductivité	280 µS/cm à 20°C	3 000 µS/cm
Fer	0.28 mg/L	0,5- 50 mg/L
Nitrates	27,52 mg/L	50 mg/L
Ammonium $NH4^+$	0,17 mg/L	0,3 mg/L
Aluminium	0,12 mg/L	0,2 mg/L
Fluor	1,31 mg/L	1,5 mg/L
Manganèse	0,19 mg/L	0,4 mg/L
Odeur	Inodore	Inodore
Goût	Doux	

TABLEAU.9. Résultats d'analyse bactériologique

NOM DE LA BACTERIE	Valeur	
Coliformes totaux (CT 37°)	2,2	<2
Escherichia coli (EC)	<3	<3
Entérocoques (SF)	<3	<3
Salmonelles	Absence	Absence

Les analyses bactériologiques montrent que l'échantillon signale la présence de germes tests de contamination fécale qui conduit à considérer l'eau comme bactériologiquement mauvaise ou menacée de pollution, en particulier la présence de Escherichia coli et de streptocoques fécaux (Entérocoques). L'eau est alors non potable en présence des coliformes totaux mais on peut prendre quelques dispositifs pour la protection du captage pour diminuer le taux de ces coliformes sur le captage à Hoani.

Ceci est la conséquence de la proximité d'activités humaines et les bétails qui rendent aux alentours (jardins potagers dans les talwegs) et à la faible profondeur de la nappe.

Ce taux de coliformes totaux sera réduit dans un premier temps quand le périmètre de protection des ouvrages de captage sera mis en place.

Toutefois, toutes les eaux pourront être traitées par une filtration très lente, de l'ordre de 3 m/j où les colloïdes et la majeure partie des germes microbiens seront arrêtés par la membrane filtrante (couche de sable et charbon actif) ; cette filtration permettra aussi la rétention d'éventuelles MES (matières en suspension).

3.5. Dimension du réseau

Pour éviter tout dépôt il est recommandé que la vitesse moyenne dans les conduites soit entre 0,5 m/s et 1,20 m/s.

La pression d'eau minimum dans une conduite ne devra pas descendre au-dessous de 0,5bar.
Les résultats et les détails du calcul sont présentés en **annexe 2** (Dimensionnement du réseau)

Le choix de la tuyauterie PEHD et PVC à haute pression (10 bars) de différents diamètres 25 mm; 32 mm ; 40 mm; 50 mm; 63 mm ; 75 mm ; 90 mm ; 110 mm; 125 mm pour la conduite d'amenée et les conduites de distribution.

Le choix de ce type se base sur les avantages suivants :

- il pourra suivre facilement la forme des canalisations par sa souplesse ;
- il résiste aux chocs accidentellement subit par le réseau ;
- il est facile à poser par sa longueur et avec ses accessoires disponibles : rouleau de 50 ou 100 m selon les dimensions ;
- sur le plan économique, le PEHD est le moins chère des tuyauteries.

Lors du dimensionnement de la conduite principale des deux villages, le débit de pointe obtenu est de 9.864 l/s pour Hoani, il est de 13.743 l/s pour Mbatsé.
Les débits pour dimensionner les tronçons sont calculés d'aval en amont en faisant la somme des débits en chaque point.
Les résultats et les détails du calcul sont présentés en **annexe 1** (calcul du débit à chaque point**)**.

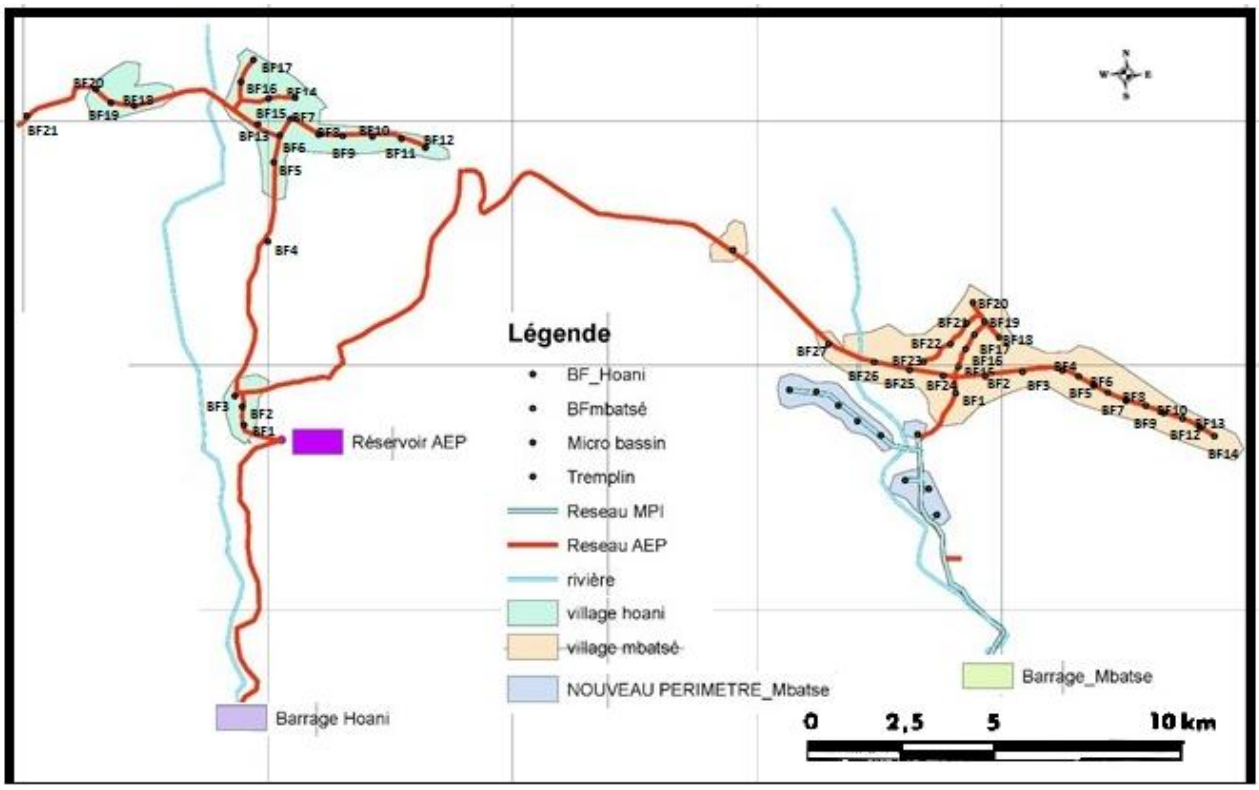

Figure 5 : plan de masse et réseau d'AEP de Hoani et de Mbatsé

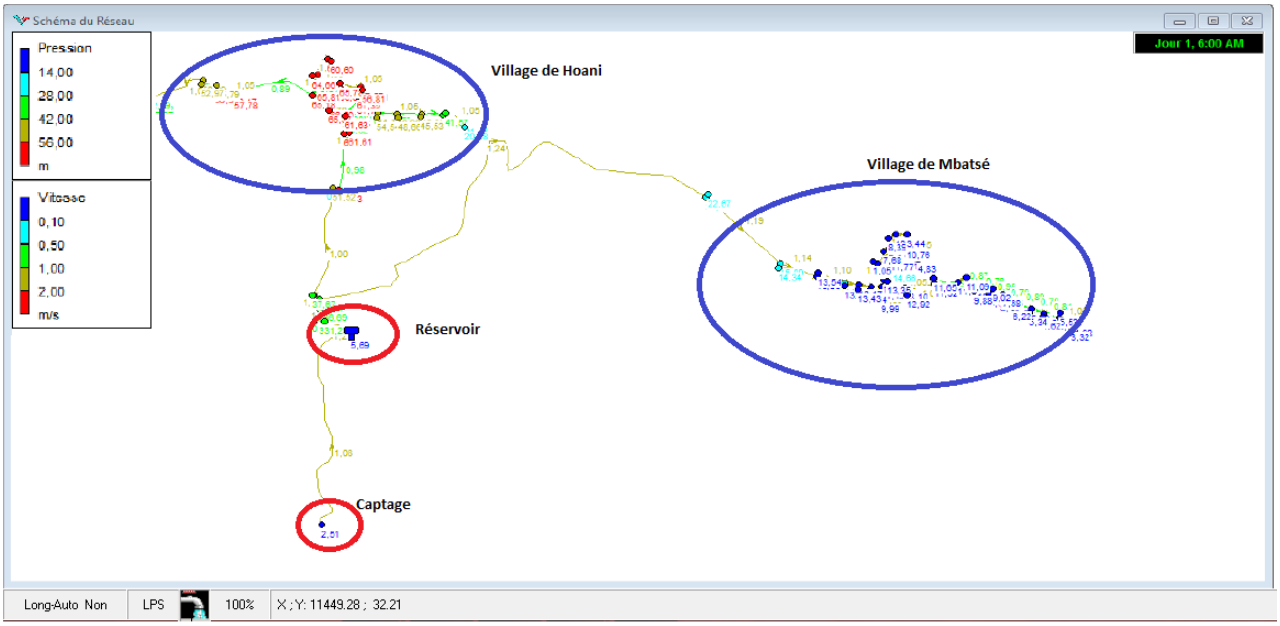

Figure 6 : plan de masse et réseau d'AEP de Hoani et de Mbatsé après Logiciel EPANET

Après la simulation par EPANET, les pressions et les vitesses dans les conduites sont respectés les normes et toute les Bornes Fontaines ont reçu le débit voulu alors la simulation avec le Logiciel EPANET est réussi et le calcul dans l'Excel sont exactes, il n'y plus d'erreur. Donc, la communauté de Hoani a bénéficié vingt et un bornes fontaines et 99 % de la population seront servi alors pour la communauté de Mbatsé a bénéficié de vingt-sept bornes fontaines et 98 % de la population seront servi d'eau potable.

3.6. Adéquation des ressources et besoins en eau.

Le débit de la source au mois de Septembre, en période d'étiage est estimé à 20 l/s au point de captage et d'après le calcul, le débit de pointe pour les deux villages est de 23.607 l/s. En supposant que le temps d'utilisation (ou de remplissage du réservoir) du réseau d'amenée est de 24 heures et si la demande atteint le maximum, l'eau de la source est suffisant pour alimenter le village d'une façon continue tous les jours.

En effet, les besoins en eau des villages sont variables au cours d'une journée et de l'année. La mise en place d'un réservoir permet d'alimenter le réseau d'adduction à un débit fixe donné en constituant une réserve qui permettra de faire face aux pointes de consommation et de bien assurer la continuité de l'approvisionnement en eau.

3.7. Dimension des ouvrages

3.7.1. Unité de traitement de l'eau

Vue les résultats d'analyse, on prévoit cette installation du filtre lent pour traiter l'eau et cette ouvrage de traitement est déjà utilisé dans les différents projets d'adduction d'eau tels que celui dans la Commune Rurale d'Ambohimanga Rova, Commune Rurale d'Avarakady et dans le Commune Rurale d'Avaratsena et les résultats ont été satisfaisantes c'est-à-dire les ouvrages qui ont été installé sont très efficace à 90%.

Avant que l'eau arrive dans le réservoir, l'eau brute venant de la chambre de captage subit une filtration. Afin d'améliorer la qualité et d'éviter les dépôts pouvant obstruer la conduite, le filtre sera implanté au point de coordonnées **43°40'23.8''E et 12°16'39.0''S**.selon le plan type est présenté à la figure N°6.

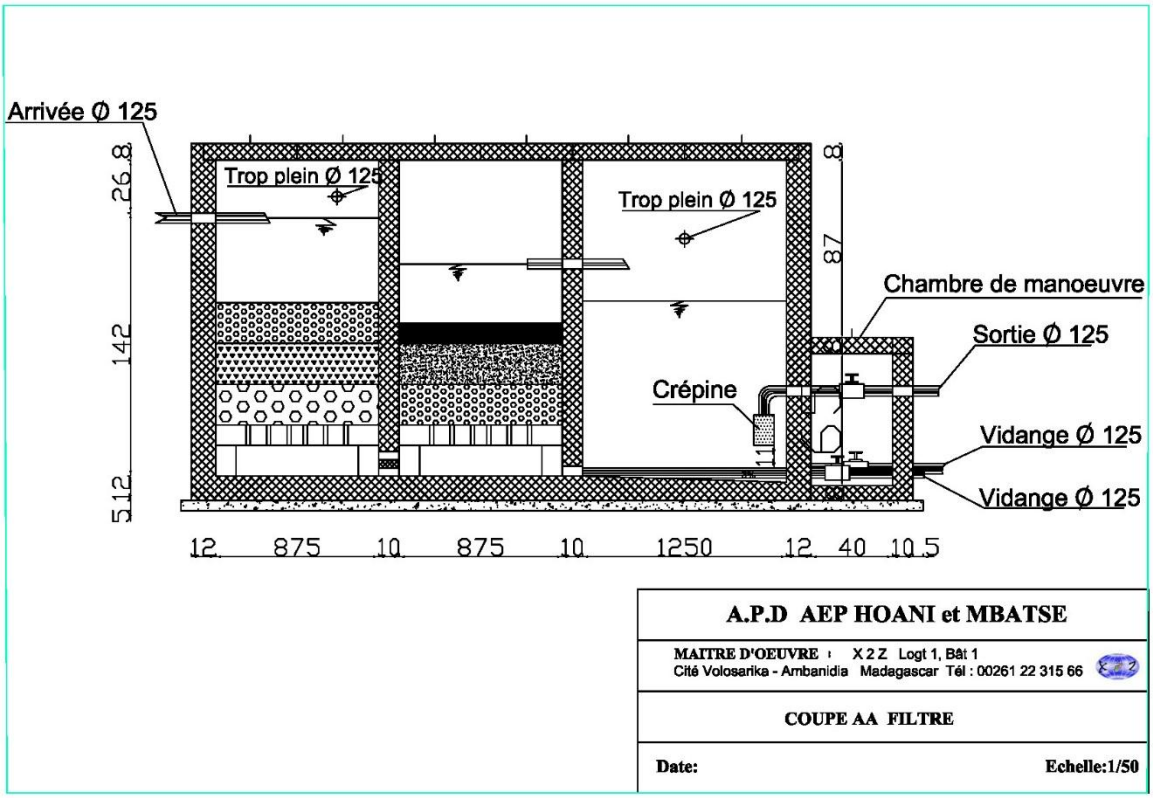

Figure 7 : Coupe AA du Filtre

La filtration lente n'agit pas uniquement par un simple processus de filtrage mécanique. Elle fonctionne surtout par une action combinée biologique et filtrante. L'action biologique est la plus importante. Le filtre est constitué par des couches alternées de caillasse (Ø> 45 mm), du gravier (Ø=10 mm), du charbon actif (Ø> 35 mm), de gravillons (Ø=5 mm), du gravier (Ø> 2,5 mm), dont trois compartiments seront utilisés pour le traitement de l'eau car chaque compartiment joue un rôle primordialement pour traiter l'eau qui est présenter ci-dessous le rôle de chaque compartiment.

Le nombre de lits filtrants dépendra de la quantité d'eau que l'on désire obtenir, ainsi que la dimension de chaque lit. Comme les filtres doivent être nettoyés de temps en temps, il faut prévoir un lit supplémentaire pour assurer un fonctionnement sans interruption.

Le filtre est un bassin rectangulaire en béton armé de dimensions 30 x 2,50 x 1,68 m. Le filtre est constitué par des couches alternées de caillasse, de gravier, de charbon actif et de gravillons, dont trois compartiments seront utilisés pour le traitement de l'eau qui est présenté à la figure N°7:

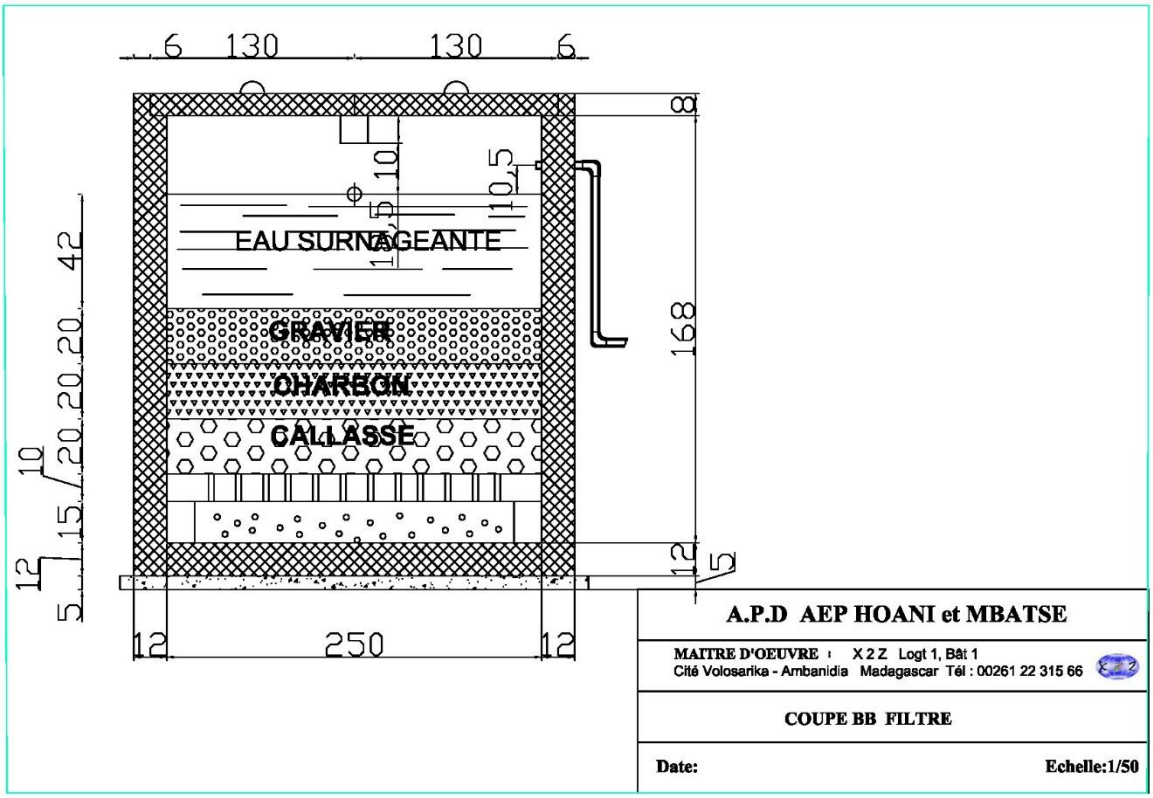

Figure 8 : Coupe BB du Filtre

- Le premier compartiment contenant de gros matériaux est destiné à amortir la chute d'eau entrante et sert de pré filtre, d'autre part l'épaisseur des couches sont les suivantes : le gravier 20cm ; le charbon 20cm et le callasse 20cm ;
- Le deuxième compartiment joue le rôle de filtration proprement dit, contenant les couches filtrantes (sable grossier 20cm, gravier 20cm, gravillon 10cm) ;
- Le troisième compartiment : un bassin d'accumulation d'eau sert en même temps de bassin de décantation de l'eau et de mise en charge du réseau d'alimentation.

La surface du bassin filtrant dépend des trois critères dont le débit de l'eau à filtrer ; le coefficient de perméabilité des matériaux : Sable et gravier : 0,01cm/s ; gravillon : 4 cm /s ; anthracite(Charbon) : 0.3 cm/s ; perte de charge voulue à chaque compartiment.

La purification a lieu non seulement à la surface mais également à une certaine profondeur dans le lit filtrant. Le charbon actif est utilisé en traitement des eaux pour l'élimination des goûts, des odeurs, des micropolluants tels que phénols, métaux lourds, hydrocarbures, détergents, pesticides.

3.7.2. Réservoir

L'emplacement du réservoir est prévu à un endroit qui doit dominer l'ensemble de l'agglomération du point de vue altitude. Ainsi, le réservoir sera placé à 984,25 m d'altitude et aux coordonnées **43°40'31.62''E et 12°16'8.9''S** et l'altitude des deux de village est de 922,5 m L'emplacement est justifié par la raison de dénivellation favorable depuis la source jusqu'au point le plus haut et le plus loin du village. Aucun obstacle ne doit perturber l'écoulement le long du réseau de distribution.

Il est préférable que l'évolution du stockage réel dans le réservoir soit toujours positive. Le volume de réservoir est égal au moins au volume de production cumulé maximum moins le volume de consommation maximale de l'évolution de stockage. Les résultats obtenus par ce calcul sont présentés dans le tableau ci-dessous :

TABLEAU.10. Simulation du réservoir

Heure	Coef. modul.	Débit distr.	Débit prod.	Vol.cons.	Vol. prod.	Différence	Cons. cumulé	Prod. Cumulé	Diff.
1	0,000	0,00	12,50	0,00	45,00	45,00	0,00	45,00	45,00
2	0,000	0,00	12,50	0,00	45,00	45,00	0,00	90,00	90,00
3	0,055	11,38	12,50	40,96	45,00	4,04	40,96	135,00	94,04
4	0,065	11,38	12,50	40,96	45,00	4,04	81,93	180,00	98,07
5	0,065	11,38	12,50	40,96	45,00	4,04	122,89	225,00	102,11
6	0,065	11,38	12,50	40,96	45,00	4,04	163,85	270,00	106,15
7	0,065	11,38	12,50	40,96	45,00	4,04	204,81	315,00	110,19
8	0,065	11,38	12,50	40,96	45,00	4,04	245,78	360,00	114,22
9	0,065	11,38	12,50	40,96	45,00	4,04	286,74	405,00	118,26
10	0,045	10,67	12,50	38,40	45,00	6,60	325,14	450,00	124,86
11	0,045	10,67	12,50	38,40	45,00	6,60	363,55	495,00	131,45
12	0,045	10,67	12,50	38,40	45,00	6,60	401,95	540,00	138,05
13	0,045	10,67	12,50	38,40	45,00	6,60	440,35	585,00	144,65
14	0,045	10,67	12,50	38,40	45,00	6,60	478,75	630,00	151,25
15	0,000	0,00	12,50	0,00	45,00	45,00	478,75	675,00	196,25
16	0,055	11,95	12,50	43,01	45,00	1,99	521,77	720,00	198,23
17	0,055	11,95	12,50	43,01	45,00	1,99	564,78	765,00	200,22
18	0,055	11,95	12,50	43,01	45,00	1,99	607,79	810,00	202,21
19	0,055	11,95	12,50	43,01	45,00	1,99	650,80	855,00	204,20
20	0,055	11,95	12,50	43,01	45,00	1,99	693,81	900,00	206,19
21	0,055	11,95	12,50	43,01	45,00	1,99	736,82	945,00	208,18
22	0,000	0,00	12,50	0,00	45,00	45,00	736,82	990,00	253,18
23	0,000	0,00	12,50	0,00	45,00	45,00	736,82	1 035,00	298,18
24	0,000	0,00	12,50	0,00	45,00	45,00	736,82	1 080,00	343,18
	1,000			736,82	1 080,00	343,18		min	45,00
								Max	343,18

Afin d'assurer de manière continue l'approvisionnement en eau du village, le réservoir doit pouvoir stocker au minimum 45 m3.

343,18

Pour avoir un réserve d'eau qu'il fournit en cas de nécessité absolue d'eau, par exemple en cas d'incendie, on a appliqué un certain coefficient de majoration on a pris 57 m3 pour obtenir un volume de réservoir de 400 m3 pour des raisons de sécurité.

D'après le calcul ci-dessus, le débit de la source est insuffisant pour couvrir les besoins de la population. Pour combler la consommation en heure de pointe avec les variations sensibles de consommation La différence entre l'apport cumulé et le volume puisé cumulé permet de calculer les dimensions du réservoir.

Selon l'estimation lors de la descente sur terrain en Septembre 2014 par le PNUD, le débit moyen journalière pourra être fourni par la source car le débit de la source de Hoani dispose de 20 l/s mais seuls les 2/3 de ce débit soit 13,3 l/s pourront être utilisé alors dans cette simulation du réservoir et pour éviter l'affaissement de la nappe.

Le débit de production = 12,50 l/s ;
Le débit journalier=7,11 l/s
Le volume du réservoir= 400m3

Le débit de production est supérieur au débit journalier calculé pour le réseau. Nous pouvons donc conclure que la source de Hoani convient à alimenter le réseau d'AEP des deux villages Hoani et Mbatsé.

Le plan type du réservoir est présenté figure N°8 et l'unité utilisé est en centimètre.

Le réservoir est de forme cylindrique et semi enterré avec les dimensions suivantes: hauteur de 8,60 m et rayon de 3,85 m pour une capacité de 400 m^3. Sa forme est choisie pour assurer la stabilité de l'infrastructure; pour éviter les dépôts et toute stagnation propice au développement des micro-organismes aux points anguleux ; et enfin pour présenter une vue esthétique du paysage.

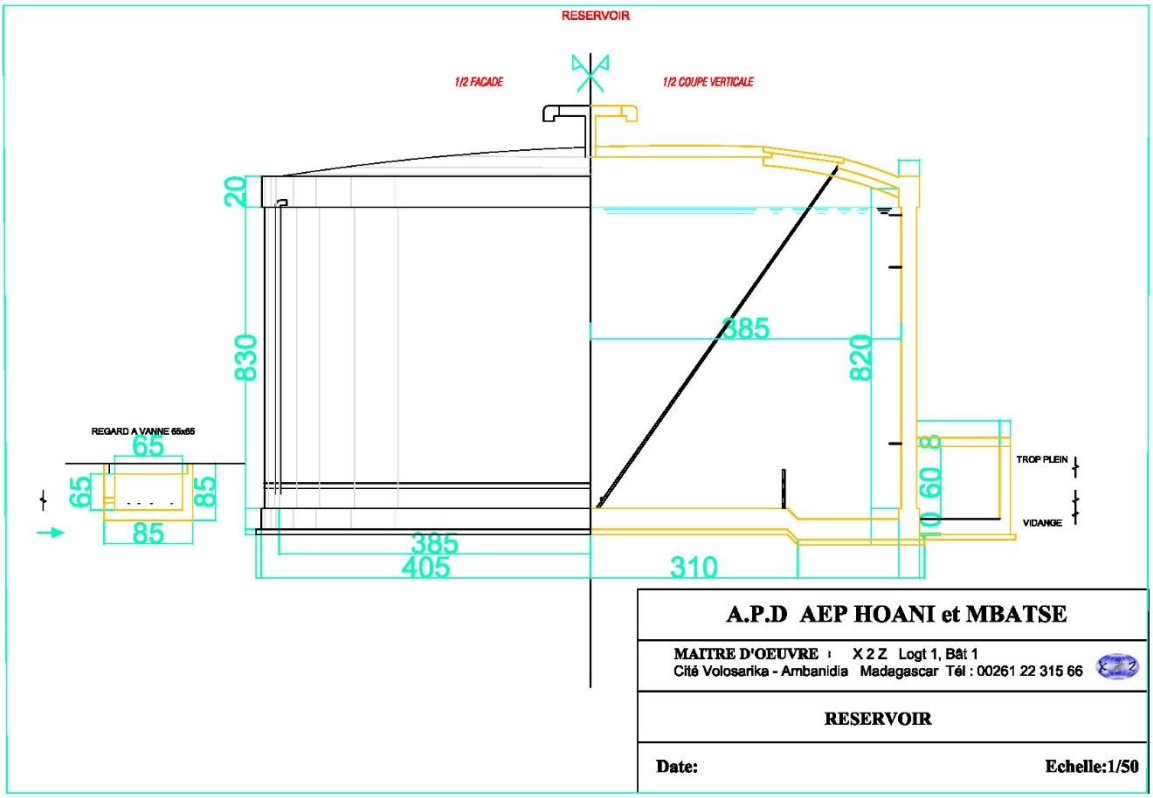

Figure 9 : Plan du réservoir

3.8. Postes de distribution.

Les bornes fontaines (BF) ont constituées de socles en béton légèrement armé. Chacune est équipée de robinet type 20/27.

Chaque branchement partant de la conduite maîtresse vers un poste de distribution devrait être muni d'une vanne d'arrêt : ce qui permettra d'effectuer des travaux de réparations sur un secteur sans interrompre l'adduction d'eau principale.

Le plan type de la borne fontaine est présenté ci-dessous :

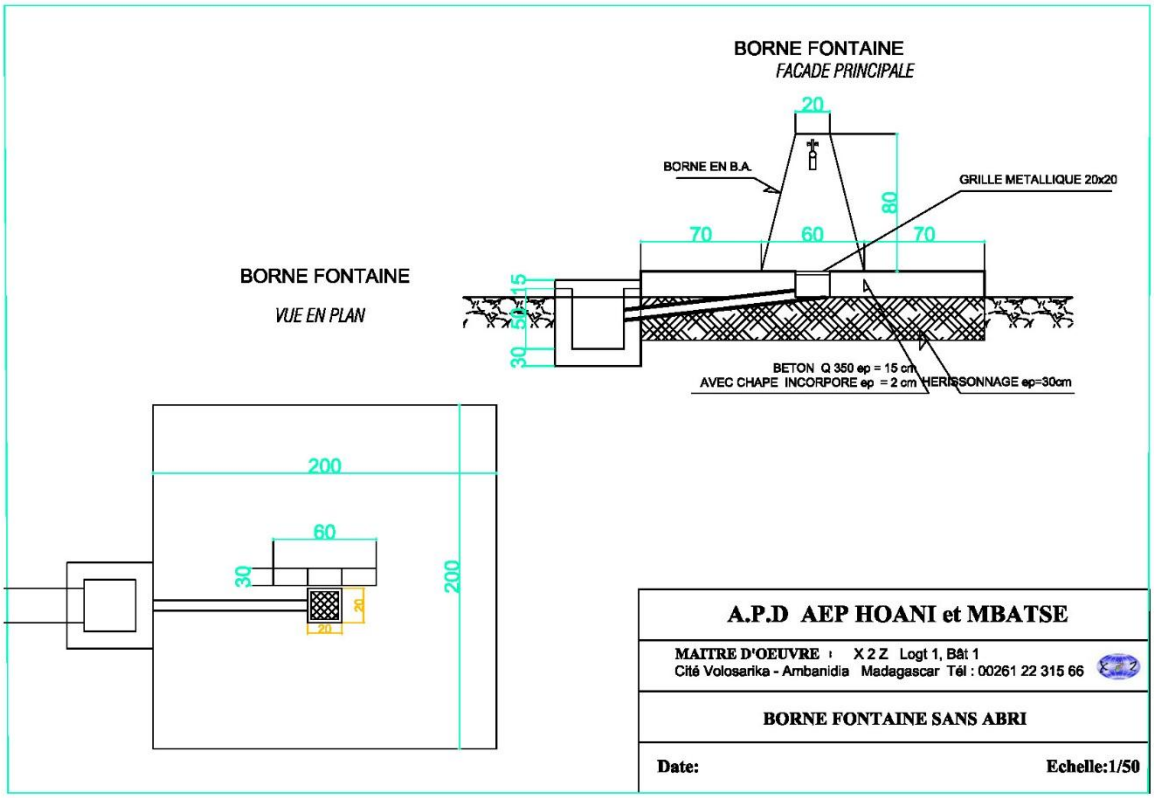

Figure 10 : Plan de la borne fontaine

Tous les ouvrages et les bornes fontaines (BF) sont munis de canaux d'évacuation d'eaux excédentaires. Les eaux seront évacuées jusqu'à la zone de culture pour être réutilisées. Le réseau d'assainissement limitera l'érosion des sols. Leur bon fonctionnement dépend d'une bonne conception et d'un bon entretien pour éviter tout phénomène d'érosion.

Tous les ouvrages seront protégés par des fossés de crêtes en amont. Ces fossés concentrent toutes les eaux de ruissellement pour les eaux excédentaires vers un ouvrage de décharge.

3.9. Estimation des coûts des travaux

Le coût de l'aménagement est récapitulé dans les tableaux suivants :

TABLEAU.11. Récapitulatif des bordereau détails estimatifs

Désignation	Montant (KMF)	Montant en US($)
Installation et repli de chantier	5 000 000	13 477
Etanchéisation du barrage de retenue	727 580	1 961
Construction ouvrage de captage	3 458 701	11 898
Construction du Filtre	51 897 852	139 886
Construction du réservoir	45 515 264	122 683
Mise en place des conduites d'amenée et de distribution	123 021 644	331 595
Construction des Bornes Fontaines	60 026 602	161 797
Canalisation conduite	71 456 000	192 604
Analyse des eaux	11 400 000	27 399
Suivi et Contrôle	10 165 000	27 399
TOTAL	**382 668 642**	**1 034 028**

KMF : Franc Comorien

3.10. Etude d'impact environnemental

3.10.1. Objectifs de l'étude

L'étude d'impact sur l'environnement (EIE) est un instrument institué par la loi n°94-018/AF du 19 juin 1995, portant cadre relative à l'environnement, afin d'assurer une meilleure intégration des considérations environnementales au développement, une meilleure utilisation des ressources et la bonne gestion de l'espace.

L'objectif global de cette étude est de prendre en compte les préoccupations environnementales durant les phases d'installation, de construction/réhabilitation et d'exploitation des infrastructures de retenues et de traitement d'eau

De plus, le présent document d'EIE entend apporter les réponses aux exigences d'information dans l'Union des Comores, et également les meilleures pratiques internationales en matière d'évaluation environnementale suivants :

- définir les composantes de l'environnement susceptible d'être affectées par les activités du projet ;

- prévoir et déterminer les conséquences écologiques et sociales positives et négatives du projet ;
- définir les mesures d'atténuations ou de compensations des impacts négatifs et leur mode de mise en œuvre ;
- développer des alternatives du projet moins dommageables pour l'environnement ;
- élaborer un Plan de Gestion Environnementale et Sociale adéquat aux activités du projet.

3.10.2. Description des composantes environnementales

Les composantes environnementales du milieu récepteur du projet d'AEP sont de deux natures : d'une part, celles qui abritent les infrastructures comme le filtre et le réservoir et d'autre part, celles qui bénéficieront des ouvrages.

3.10.2.1. Zone abritant le Point de captage et le tracé des conduites d'amenée

Le point de captage sera situé à la lisière de la forêt dégradée surplombant le village de Hoani et abritant déjà l'ancien barrage de retenue d'eau. Cette forêt humide de moyenne altitude est en état de dégradation avancée comparative à la forêt primaire plus en amont en haute altitude. En fait, la pression foncière est telle que la population des villages environnants n'hésite guère à coloniser les flancs des collines recouvrant les zones forestières.

PHOTO 2 : Localisation du point de captage

3.10.2.2. Analyse des impacts potentiels du projet

Cette analyse porte à la fois sur l'identification et la caractérisation des impacts négatifs/positifs que le développement du projet d'adduction d'eau potable des deux villages de Mbatsé et Hoani pourrait entrainer sur les composantes biophysiques, biologiques, sociales et éventuellement économique de la zone ciblée. Pour ce faire, les activités susceptibles d'avoir des liens avec l'environnement sont catégorisées en trois phases dont:

- phase d'installation de chantier
- phase des travaux de construction d'ouvrage et/ou réhabilitation
- phase d'exploitation des infrastructures.

La matrice des impacts (Tableau n°12) renseigne sur l'existence ou non des impacts sur chacune des composantes environnementales. L'inscription d'un signe (--) indique un impact négatif au niveau de la composante environnementale concernée, tandis que le signe (+) marque un effet positif.

TABLEAU.12. Matrice des impacts

	Biophysique		Biologique		Sociale		Economique
	Sol	Eau	Flore	Faune	Santé publique	Emploi	agriculture
Phase 1 : Installation de chantier							
Montage du camp de base	**--**		**--**	**--**	**--**	**+**	
Accès au site de captage	**--**		**--**	**--**			
Phase 2 : construction de l'ouvrage							
Décapage de la berge du cours d'eau de captage	--		--	--			
Construction du barrage de retenue d'eau		--	--	--		+	
Réhabilitation des réseaux d'amenée					--	+	
Démobilisation du chantier	+					--	
Phase 3 : Exploitation du système d'AEP							
Utilisation des BF					**+**		**+/-**
Pérennité du point de captage		**--**					

NB : **+/-** : il y a des impacts positifs et des impacts négatifs

Disponibilité des matériaux de construction : les moellons, gravillons, sables existent sur les carrières aux environs du site. Leur choix devrait se fonder sur leur régularité vis-à-vis des exigences légales et réglementaires en vigueur dans le pays. Par conséquent, les impacts potentiels résultent de l'exploitation de telles carrières sont directement gérés au niveau des exploitants concernés, et ne font pas l'objet de cette étude.

3.10.2.3. Description des impacts

3.10.2.3.1. Sol

Le sol sera dénudé à deux endroits. D'une part, le site qui devrait abriter le camp de base devrait être suffisamment élagué pour sécuriser l'endroit et ainsi que de permettre l'installation du camp du personnel de chantier et le stockage des matériaux nécessaires aux travaux. La surface décapée sera la stricte nécessaire opérationnelle (environ 100 m2). D'autre part, l'opération d'élagage concerne également les berges du point de captage afin de pouvoir y aménager l'ouvrage de retenue d'eau. La surface impactée se résumera à l'aire de support de l'ouvrage (environ 20 m2).

3.10.2.3.2. Eau

La ressource en eau subira des perturbations au cours de la construction de l'ouvrage de retenue d'eau. Les changements concernent essentiellement la turbidité qui s'accentuerait avec les matières en suspensions constituées de boues et également, le changement de débit du cours d'eau de façon intermittente au fur et mesure que l'ouvrage prendra forme.

Une fois les travaux terminés, la pérennité (qualité et quantité) de la ressource est conditionnée par la protection contre tout risque de contamination.

La « tragédie des communs » pourrait également frapper cette ressource dans la mesure où chacun des usagers, pensant agir dans ses droits et croyant ne pas ébranler la pérennité de la ressource, augmenterait sa consommation d'eau, risquant d'épuiser précipitamment la ressource.

3.10.2.3.3. Flore et faune

Les décapages nécessaires à la préparation du camp de base, l'ouverture de piste d'accès vers le site de captage et également l'élagage des berges du cours d'eau au point de retenue d'eau entrainerait indubitablement des pertes de couvert forestier. Force est de noter que la perte de la faune ne résulterait pas d'atteinte directe des activités du projet, mais plutôt de la disparition partielle de leur habitat. Néanmoins, la faune aquatique de la rivière, pourrait

subir des perturbations durant la construction du barrage de dérivation et les installations connexes.

3.10.2.3.4. Santé publique

La présence d'un camp d'ouvriers isolé dans la nature draine des flux humains difficilement contrôlables. Les diverses pollutions (déchets ménagers, effluents, etc.) résultant de la vie du camp exposent l'ensemble de la population en aval à des risques de contamination provoquée par le « transport » de telles pollutions jusque dans les zones d'habitation des deux villages. Par ailleurs, la réhabilitation des réseaux d'amenée (tuyauterie, bornes fontaines) priverait momentanément une partie de la population directement concernée par les équipements, de l'eau potable, le temps de la réparation.
Par contre, la réalisation du projet apporterait beaucoup à l'amélioration de qualité de la santé de la population bénéficiaire de ce projet.

3.10.2.3.5. Cohésion sociale

Un réseau d'adduction en eau potable nécessite indubitablement une organisation rigoureuse de la part des usagers. Le risque majeur réside sur le comportement de « passager clandestin » de la part de certaines personnes bénéficiant des infrastructures mais ne seraient pas enclin à s'impliquer dans la maintenance et la pérennisation des installations, et ce au détriment d'une frange qui irait en diminuant.

3.10.2.3.6. Economie

L'impact économique positif du projet se fera sentir au niveau du nombre d'emploi que génère ce projet, ainsi que les effets économiques locaux induits. Néanmoins, une option non négligeable subsiste au niveau de l'utilisation de la ressource en eau, au sens où elle pourrait être détournée vers l'usage agricole. Une telle pratique boosterait la productivité agricole mais entamerait de façon inquiétante la disponibilité de la ressource en eau elle-même.

3.10.3. Critères de caractérisation des impacts

L'importance des impacts est évaluée à partir de trois critères prédéterminés dans le cadre de cette étude :

3.10.3.1. Intensité de l'impact

L'intensité de l'impact est fonction de l'ampleur des modifications sur la composante du milieu touché par une activité du projet ou encore des perturbations qui en découleront :

- une forte intensité est associée à un impact qui résulte en des modifications importantes de la composante du milieu, qui se traduisent par des différences également importantes au niveau de son utilisation, de ses caractéristiques ou de sa qualité.
- Un impact de moyenne intensité engendre des perturbations de la composante du milieu touché qui modifient modérément son utilisation, ses caractéristiques ou sa qualité.
- une faible intensité est associée à un impact ne provoquant que de faibles modifications à la composante visée, ne remettant pas en cause son utilisation, ses caractéristiques ni sa qualité.

3.10.3.2. Portée et durée de l'impact

La portée de l'impact correspond à l'ampleur spatiale de la modification de l'élément affecté. Pour ce projet, il sera distingué trois niveaux d'étendue : ponctuelle, locale et régionale :

- La portée est régional, si un impact sur une composante est ressenti dans un grand territoire (l'ensemble de l'île) ou affecte une grande portion de sa population.
- La portée est locale, si l'impact est ressenti sur une portion limitée de la zone d'étude ou par un groupe restreint de sa population ;
- La portée est ponctuelle, si l'impact est ressenti dans un espace réduit et circonscrit ou affecte seulement quelques individus ;

Un impact peut être qualifié d'occasionnel, de temporaire ou de permanent :

- un impact permanent possède un caractère d'irréversibilité et est observé de manière définitive ou à très long terme (au-delà de la vie du projet).
- un impact temporaire peut s'échelonner sur une période inferieure à la durée de vie des infrastructures et installations, mais ressenti de façon continue ou intermittente, mais régulière (environ 10 années) ;
- un impact occasionnel peut se manifester sur une courte durée, pour laquelle l'effet serait ressenti sur une période de temps limitée, correspondant généralement à la période de mise en place (trois mois) ou moindre ;

Dans ce projet, la portée la durée seront étudiés suivants les descriptions des impacts.

3.10.4. Degré Importance de l'impact

La corrélation entre les descripteurs de durée, de portée et d'intensité permet d'établir une appréciation globale des divers impacts. L'appréciation globale est classée selon les trois catégories suivantes et seront appliqués dans ce projet :

- Impact majeur : les répercussions sur le milieu sont très fortes et peuvent difficilement être atténuées. Le changement enregistré pourrait entamer l'intégrité de la nature d'un élément et son utilisation ; l'impact met en danger la vie des individus ou la survie d'une espèce animale ou végétale ;
- Impact modéré : les répercussions sur le milieu sont appréciables mais peuvent être atténuées par des mesures spécifiques. L'intégrité de la nature d'un élément et son utilisation sont modifiées partiellement ;
- Impact mineur : les répercussions sur le milieu sont insignifiantes et réduites.

Passés au crible des critères de caractérisation, les impacts négatifs précédemment identifiés, présentent (Tableau n°13) des degrés d'importance différents.

TABLEAU.13. Matrice de caractérisation des impacts

	Intensité	**Portée**	**Durée**	**Degré d'Importance**
Sol dénudé – camp de base	Forte	Ponctuelle	Occasionnelle	Mineur
Sol dénudé – berges du site de retenue	Moyenne	Ponctuelle	Occasionnelle	Mineur
Accroissement de la turbidité de l'eau	Forte	Ponctuelle	Occasionnelle	Mineur
Intermittence du débit du cours d'eau	Moyenne	Locale	Temporaire	Modéré
Perte de couvert forestier	Faible	Ponctuelle	Occasionnelle	Mineur
Fuite de faune	Faible	Locale	Temporaire	Modéré
Dégradation de la santé publique (déchets, effluents)	Moyenne	Locale	Occasionnelle	Modéré
Indisponibilité momentanée de l'eau potable	Faible	Ponctuelle	Occasionnelle	Mineur
Contamination de l'eau (au point de captage)	Forte	Locale	Temporaire	Modéré
Surexploitation de la ressource en eau	Forte	Locale	Temporaire	Modéré
Perturbation de l'habitat de la faune aquatique au niveau du barrage	Faible	Ponctuelle	Occasionnelle	Mineur
Ebranlement de la cohésion sociale (« passager clandestin »	Forte	Locale	Temporaire	Modéré

3.11. Prescriptions environnementales

Dans le but de ramener le degré d'importance des impacts négatifs à un niveau acceptable par les différents composants environnementaux du milieu récepteur, des mesures correctives sont recommandées suivant la logique de priorité suivante :

- dispositions d'évitement de l'impact négatif dans la mesure du possible
- atténuation des impacts négatifs

- compensation en cas d'irréversibilité de l'impact

La Politique environnementale qui guide la formulation des mesures correctives consiste au respect scrupuleux des exigences légales et réglementaires en vigueur dans l'Union des Comores, et en particulier l'île de Mohéli. Le tableau n°14 décrit les dispositions à prendre pour ramener à un niveau acceptable par chacune des composantes environnementales concernées, les impacts négatifs et également les entités responsables de l'application de telles mesures.

Les premiers efforts seront focalisés sur les impacts jugés « modérés » compte d'un tel degré d'importance assez élevé.

TABLEAU.14. Mesures correctives relatives aux impacts majeurs et modérés

IMPACTS	Mesure corrective	Echéance	Impact résiduel	Entité responsable
Intermittence du débit du cours d'eau	Réduire au minimum nécessaire (selon les règles de l'art) la durée des travaux ; sans rallonge intempestif. Prévoir des pénalités de retard conséquentes dans le contrat des travaux	Durant les travaux	-	PNUD Ingénieur de contrôle Titulaire du marché
	Mettre en place un système de communication des usagers pour les tenir informés des perturbations qui pourraient advenir suite aux travaux entrepris	Avant, pendant et après le chantier	Compréhension des usagers	Collectivité locale
Contamination de l'eau au point de captage	Appliquer scrupuleusement et systématiquement les dispositifs de protection des points de captage prévus par l'article de la Loi n° 94-037 du 21décembre 1994, portant Code de l'eau : Rayon de protection immédiate de 50 mètres Rayon de protection rapprochée de 100 mètres	Avant la fin des travaux	-	Collectivité territoriale (administration publique)
Fuite de faune	Le moins qui puisse être fait, c'est d'éviter d'en tuer durant les travaux	Durant les travaux	Irréversible	Titulaire du marché des travaux
Dégradation de la santé publique (déchets, effluents)	Organiser un camp de base suivant les normes d'hygiène et de santé publique (gestion des déchets, effluents, etc.)	Durant les travaux	-	Titulaire du marché des travaux
Surexploitation de la ressource en eau	Revitalisation de l'association des usagers de l'eau pour une meilleure gestion de la pérennisation de la ressource	Au plus tard à la fin des travaux	-	Collectivité territoriale (administration publique)
Ebranlement de la cohésion sociale (« passager clandestin »	Revitalisation de l'association des usagers de l'eau pour une meilleure gestion de la pérennisation de la ressource	Au plus tard à la fin des travaux	-	Collectivité territoriale (administration publique)

Pour éviter les malentendus sur la conception du projet et en vue d'une contribution effective de tous les acteurs du projet dans les domaines des infrastructures, socio-organisationnel et environnemental, une réunion d'information et de sensibilisation devra être organisée avant d'entreprendre toutes autres activités. Ladite réunion devra connaître la participation de tous les acteurs (bénéficiaires, autorité locale, Entreprise, personnel du BE).

Pour la mesure sur la faune, la mesure à entreprendre sur le plan faunistique se résume à l'interdiction de la chasse, surtout aux espèces endémiques, pour les employés et pour tous les passants. Si besoin, des panneaux d'interdiction étaient mis en place.

Il est nécessaire de respecter la quantité d'eau à prélever au niveau de la source pour satisfaire les besoins en aval (irrigation et alimentation en eau) et de mettre en place le « Dina » pour régler les éventuels conflits sociaux relatifs à l'utilisation de l'eau.

Les impacts de degré d'importance « mineur » feront l'objet de mesures correctives spécifiques.

TABLEAU.15. Mesures correctives relatives aux impacts mineurs

IMPACTS	Mesure corrective	Echéance	Impact résiduel	Entité responsable
Sol dénudé – camp de base	Installer le camp dans un endroit où il n'est nécessaire de couper des arbres, sinon réduire au minimum la surface à décaper	Lors du choix du site de campement	Sol abritant le camp, compacté	Titulaire du marché des travaux
	Réhabiliter le couvert végétal après la démobilisation	Avant la Démobilisation	-	Titulaire du marché des travaux Ingénieur de contrôle
Sol dénudé – berges du site de retenue	Réduire au strict minimum la surface élaguée	Durant les travaux	Sol dénudé	Titulaire du marché des travaux Ingénieur de contrôle
	Une fois l'ouvrage construit, couvrir de plants à croissance rapide autochtone la surface dénudée restante	Après la construction de l'ouvrage de retenue d'eau	-	Titulaire du marché des travaux Ingénieur de contrôle
Indisponibilité momentanée de l'eau potable	Réduire au minimum nécessaire (selon les règles de l'art) la durée des travaux ; sans rallonge intempestif. Prévoir des pénalités de retard conséquentes dans le contrat des travaux	Durant les travaux	-	PNUD Ingénieur de contrôle Titulaire du marché
Perte de couvert forestier	Réduire au strict minimum la surface élaguée	Durant les travaux	-	Titulaire du marché des travaux Ingénieur de contrôle
	Une fois l'ouvrage construit, couvrir de plants à croissance rapide autochtone la surface dénudée restante	Après la construction de l'ouvrage de retenue d'eau	-	Titulaire du marché des travaux Ingénieur de contrôle

Durant la phase préparatoire, toutes les installations sanitaires nécessaires, entre autres les toilettes et la douche, devront être aménagées dans des endroits désignés et ayant reçu l'accord des bénéficiaires. Il en est de même pour la fosse à ordures ménagères et la fosse à déchets synthétiques. En effet :

- les déchets de chantier (plastique, emballage,…) seront mis dans un large fossé pour être incinérés,
- les ordures ménagères seront stockées dans une fosse pour être utilisées après comme engrais biologiques,
- les restes des matériaux (moellons, gravillons) issus de l'exécution seraient stockés à part et réutilisés autant que possibles,
- les déchets d'huile venant des matériels utilisés pendant la phase de réalisation sont stockés dans un fût puis vendus à des utilisateurs potentiels (scierie, traitement des bois,…..).

A la fin du chantier, toutes ces installations, toilettes, douche, fosses à déchets et à ordures, seront remblayées et engazonnées pour retrouver l'état initial du site.

Pour les flores, les arbres abattus dans le bassin versant pour être utilisés comme matériaux de construction (bois ronds, planches, …) devront être remplacés autant de fois que possible à travers le reboisement. (Conditionnée par l'autorisation de coupe émanant du responsable des Eaux et Forêts)

Pour le sol, Les travaux de terrassement pour le creusement des canaux requièrent la plantation de gazons sur les flancs extérieurs des cavaliers. Cette disposition améliore la qualité des remblais et revitalise le paysage environnemental au sein de la zone du projet.

Chapitre 4. : Discussion et recommandations

4.1. Discussion

Dans ce travail, l'étude de ce projet d'adduction d'eau potable commence toujours par l'évaluation des besoins en eau, les ressources disponibles et l'analyse de l'eau. Ce n'est qu'après qu'on effectue les travaux topographiques nécessaires sur le terrain pour constituer le fond de plan du projet. Pour la pérennisation des infrastructures, on va discuter aussi sur le rôle de l'Etat et les bénéficiaires sur la mode de gestion du réseau

4.1.1. Evaluation des besoins en eau

L'évaluation est basée sur le nombre de la population à desservir. C'est à partir de cela qu'on calcule le volume d'eau nécessaire à l'alimentation d'une agglomération. Il convient donc, afin de réserver l'avenir, de prévoir des adductions et des réseaux de distribution calculés largement en vue d'extensions ultérieures.

Dans ce travail, on a fixé un horizon de 20 ans et l'année de référence est l'année de l'étude.

Est-ce que cet horizon de 10 ou 20 ans est toujours valable suivant les changements climatiques ?

4.1.2. Evaluation des ressources en eau

Le PNUD a déjà fait des jaugeages répétés sur une longue période que le débit du point d'eau en saison sèche permet de fournir la quantité d'eau nécessaire.

En parallèle, on a utilisé la formule du CTGREF qui permet de calculer approximativement le débit d'un cours d'eau en fonction de la superficie du bassin versant et de la pluviosité.

Est-ce que les jaugeages répétés et l'utilisation de la formule CTGREF tient toujours pour évaluer les stockages d'eau disponibles ?

4.1.3. Analyse de l'eau

L'analyse de l'eau a pour objet de déterminer leurs possibilités d'utilisation. Elle comporte une analyse physico-chimique et un examen bactériologique.

L'analyse physico-chimique fait connaitre les emplois auxquels convient une eau donnée comme besoins ménagers par exemple eau de cuisson ou de lavage.

Elle décèle aussi les eaux risquant d'exercer une action chimique sur le réseau et facilite la mise au point des traitements qui suppriment les inconvénients révélés.
L'examen bactériologique permet de déterminer la qualité de l'eau, notamment de son emploi comme eau potable, et s'il y a lieu d'établir les caractéristiques des traitements de stérilisation à lui faire subir.

D'après ces analyses, est ce que la proposition du filtre lente est nécessaire et résoudre les problèmes de la potabilité de l'eau ?

4.1.4. Le mode de gestion développés et acteurs impliqués

Les centres ruraux et semi-urbains équipés des mini réseaux d'AEP dont les populations sont inférieures à 4 000 habitants ont connu des difficultés en matière de gestion administrative, technique et financière des infrastructures des systèmes qui d'ailleurs persistent toujours. Diverses formes de gestion ont été développées: gestion communautaire, affermage; mais ces formes de gestion ont connu des difficultés, voire des échecs.

Face au constat d'échec, des solutions ont été adoptées de façon inattendue en fonction des initiatives des autorités locales. Les deux communautés ont décidé de confier la gestion de leurs systèmes d'AEP aux opérateurs privés.

Ce choix sera public par voie d'appel d'offre local ou national et sur une base d'un contrat pour l'exploitation et la maintenance des systèmes d'AEP.

Les opérateurs privés ont créé des emplois et dans les communautés, on a constaté une amélioration importante dans la maintenance des adductions et en plus ils réalisent des bénéfices en même temps et qu'ils versent des redevances aux autorités locales.

Le concessionnaire assure exploitation et maintenance du réseau et gère la relation avec les usagers du service. Des réunions ont lieu tous les 6 mois entre les autorités locales et le concessionnaire pour faire un suivi et discuter des éventuels problèmes rencontrés ainsi que des demandes d'évolution du tarif.

Plusieurs expériences de mobilisation du secteur privé dans l'investissement et l'exploitation des services d'accès à l'eau potable, menées en Afrique et en Asie, montrent le dynamisme et les intérêts partagés d'une collaboration entre le secteur public, le secteur privé et les usagers.

Les principaux atouts et garanties apportées par les opérateurs économiques sont :

- le transfert de la contribution financière initiale des usagers en contribution dans le temps sur le prix de l'eau
- l'avance par le délégataire de moyens financiers dont ne dispose pas le maître d'ouvrage
- le transfert d'une part conséquente des risques commerciaux au délégataire
- l'apport par le délégataire d'un savoir-faire en termes de gestion technique et financière

Face à la diversité des options de mobilisation du secteur privé, aucun modèle ne peut a priori être promu plus qu'un autre. La viabilité repose avant tout sur le dynamisme des opérateurs privés et les usagers et il existe au final autant de modèles que de contextes.

Les principaux acteurs impliqués dans la gestion des systèmes sont l'Etat, la Commune, l'Opérateur privé, les Usagers auxquels nous ajouterons les assistants aux maires et les fontainiers.

4.1.4.1. Le rôle de l'autorité locale

La commune a un rôle qui va au-delà de l'arbitrage : elle doit être force de proposition et en position de trancher, notamment sur le tarif.

Face au constat de la diversité des intervenants, l'autorité locale assume sa responsabilité et orchestre une concertation pour l'amélioration du service avec un rôle à jouer pour chacun (y compris les usagers) : la mobilisation de tous les acteurs est nécessaire, encadrée et appuyée par une coordination efficace.

4.1.4.2. Le rôle de la Société Privée

La Société Privée appui la gestion financière courante: la tenue des journaux et grands livres, établissement du bilan et les états financiers.

La Société Privée assure le bon fonctionnement du réseau depuis l'ouvrage de captage jusqu'au Bornes Fontaines; elle l'élaboration du Programme de travail annuel (PTA); et l'élaboration du Compte Prévisionnel d'Entretien (CPE).

4.1.4.3. Le rôle des usagers

Les usagers jouent le rôle de contrôleur qualité de service et surveiller l'entretien et la maintenance du réseau.

4.2. Recommandations

4.2.1. Aire de captage

L'aire de captage comprend toute la surface qui est située en amont et qui s'écoule dans le captage. Cette région devra être protégée sur une surface déterminée par l'épaisseur de la couche (strate) recouvrant la source. Plus la source sera profonde, moins la zone protégée sera grande, et vice versa. Cette zone protégée couvrira un rayon d'au moins 50 m à partir du captage.

Dans cette zone, on interdira les pâturages, les cultures, les pisciculture, les dépôts des déchets ou d'huiles de vidange, ainsi que les habitations. Les cours d'eau divers, situés dans cette zone, devront canalisées dans des conduits étanches ; les eaux de surface devront également drainées et dirigées de la zone.

Pour avoir un contrôle aisé sur la zone protégée, on sèmera de l'herbe sur l'aire de captage (sur un rayon de 10 m) que l'on coupera régulièrement. Sur le reste de la partie protégée, au-delà des 10m de rayon, on devrait planter des arbres tels que du cyprès et de pins; les eucalyptus sont à éviter, car ils absorbent l'eau en grande quantité.

Pendant la saison sèche, on veillera à protéger les arbres contre les feux.

4.2.2. Sur le plan technique

Utiliser des technologies appropriées. Dans cet esprit il conviendra :

- De limiter l'utilisation des machines tournantes afin de faciliter l'exploitation et la maintenance des installations.
- D'utiliser des procédés à moindre coûts d'investissements et de maintenance, compte tenu du contexte local.
- De procéder à la standardisation du matériel et de l'équipement, afin d'optimiser la gestion technique des installations.

4.2.3. Sur le plan organisationnel

- Mettre en place un comité qui aura la tâche d'assurer le suivi du plan national, de programmer et de coordonner les différents projets relatifs à l'eau potable.
- Créer un « Institut de l'eau » comprenant la banque de données sur les ressources en eau, un laboratoire national de l'eau et un service de recherche dans le domaine de technologie relative aux systèmes d'alimentation en eau potable.
- Mettre en place aux niveaux des circonscriptions administratives un « Comité de l'eau » qui aura pour rôle de contrôler l'exécution des travaux, le fonctionnement et la maintenance des installations.
- Intensifier la sensibilisation au niveau de la population sur l'importance et les avantages de l'eau potable.

4.2.4. Le tarif de l'eau est contrôlé

Une première estimation du tarif est définie à l'issue de l'étude de faisabilité par l'autorité de régulation nationale sur la base d'un business plan. Le tarif est calculé pour permettre au concessionnaire de recouvrer les coûts d'exploitation, de maintenance et du capital et pour qu'il assure une rentabilité raisonnable (Taux de Rentabilité Interne ~ 8%).

Le consentement à payer et le pouvoir d'achat des familles est également pris en compte pour plafonner le tarif. Un dispositif de révision est inscrit au contrat de concession.

Le tarif maximum est de: 0,25 USD par m3.

Une évaluation du coût réel du marché de l'eau semble nécessaire pour que les différents opérateurs soient en mesure de faire des offres viables et réalistes (régulation du marché). Un travail de fonds est par ailleurs nécessaire pour une meilleure compréhension des termes de gestion (délégation, service public, etc.) et de la nécessité à travailler collectivement.

CONCLUSION

Dans ce travail, l'étude de la faisabilité technique des travaux de construction et de réhabilitation des infrastructures de stockage et de distribution du réseau gravitaire des communautés de Mbatsé et de Hoani est élaborée. Les impacts environnementaux sont intégralement relevés dans ce travail ainsi les mesures d'atténuation et/ou d'adaptation sont proposées.

Il en résulte que ce projet que nous proposons présente certains avantages sociaux et économiques pour les villages de Mbatsé et Hoani c'est-à-dire le meilleur approvisionnement en eau potable de la population en qualité et quantité suffisante en tout temps. Ce projet vise à l'amélioration des conditions de vie des personnes pauvres, il améliore l'hygiène et la santé des villageois, il augmente la qualité de vie des femmes et des enfants en libérant de la corvée du transport d'eau, la population n'a pas besoin d'aller loin pour puiser de l'eau. Il y a donc un gain de temps, cependant une nouvelle image de développement pour les deux communautés.

La faisabilité technique du projet est démontrée. Il incombe à tous les intervenants d'accomplir leurs tâches respectives avec une bonne volonté et suivant les règles de l'art afin de mener à bien la réalisation des travaux dans le respect du délai et de la qualité.

Quelques soit la solution que pourraient adopter les autorités concernées : Etat, bailleurs, personnes civiles ou autres, nous espérons que l'étude que nous avons effectuée dans ce travail pourra leur être d'une certaine utilité. L'eau est une denrée bien trop précieuse, et en dépit, il semblerait injuste d'en priver la population à cause d'obstacles qui peuvent être surmontés par la technique ou le génie de l'homme.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALDEGHERI, Novembre 1986 ; « Etude hydrologique des Petits Périmètres Irrigués de la première tranche ».

ANDRIANANTENAINA Delphin Rodolphe. (2007) : Projet d'adduction d'eau potable de la Commune Rurale d'Ampefy: mémoire de Diplôme d'Ingénieur Hydraulique (en ligne). Université d'Antananarivo Ecole Normale Polytechnique, 112 p. Disponible sur : http://www.bu.univ-antananarivo.mg/pdfs/andrianantenainaDelphinR_ESPA_ING_09.pdf

Armando Lancastre ,1976 . « Manuel d'hydraulique générale » ; Edition Eyrolles.

BARTRAM Jamie., CAIRNCROOS Sandy (2010). Hygiene, Sanitation and Water: Forgotten Foundations of Health (en ligne). Journal pmed. Disponible sur : http://oarelogin.research4life.org/uniquesigwww.plosmedicine.org/uniquesig0/article/info:doi/10.1371/journal.pmed.1000367

DUPONT 1974 Hydraulique Urbaine Tome I, Hydrologie, « captage et traitement des eaux » ; Eyrolles, Paris

DUPONT 1977 : Hydraulique Urbaine Tome II, « Ouvrages de transport, Elévation et distribution des eaux»; Edition Eyrolles.

GRAHAM Jay. (2011) Sanitation and hygiene: taking stock after three decades. In Janine M.

SELENDY H. Water and Sanitation-Related Diseases and the Environment: Challenges, Interventions, and Preventive Measures. John Wiley & Sons, Inc, pp. 17-27.

IDRISSE Amir Combo. (2012) Problèmes d'approvisionnement en eau à Anjouan, causes et impacts sur la biodiversité : mémoire de Master I (en ligne). Université de Mahajanga Département Biologie Végétale, 75 p. Disponible sur : http://www.bu.univ-antananarivo.mg/pdfs/idrisseAmirC_SN_MAST%201_11.pdf

RAKOTOARIMANANA Jao Vahiny. (2012) Etude de faisabilité du projet d'alimentation en eau potable de la Commune Rurale d'Ampitatafika District Antanifotsy : mémoire de Diplôme d'Ingénieur (en ligne). Université d'Antananarivo Ecole Supérieur Polytechnique, , 162 p. Disponible sur : http://www.bu.univ-antananarivo.mg/pdfs/rakotoarimananaJaoV_ESPA_ING_2012.pdf

RAKOTOMANANTSOA Hery. (1997) Alimentation en Eau Potable de la ville de Kandreho : mémoire de fin d'études. Diplôme d'Ingénieur Hydraulique(en ligne). Antananarivo : Université d'Antananarivo Ecole Supérieur Polytechnique, 111 p. Disponible sur : http://www.bu.univ-antananarivo.mg/pdfs/rakotomanantsoaHery_ESPA_ING_97.pdf

RAKOTONDRABE Herintsoa, (2002-2003).Cours Adduction d'eau potable, CNEAGR, 20 p.

RAKOTONDRALAMBO Rado, (2001-2002).Cours Hydraulique, CNEAGR, 65 p.

RAKOTOZAFY Aina Henintsoa., ANJARASOA Nyony. (2012) Alimentation en eau potable par système gravitaire Fokontany d'Ambohitrimanjato Commune Rurale de Manandona District d'Antsirabe II Région Vakinakaratra : mémoire de Diplôme en Licence d'Ingénierie en Sciences et Techniques de l'Eau (en ligne). Université d'Antananarivo Faculté des Sciences département de Chimie Minérales et Chimie Physique, 51 p. Disponible sur : http://www.bu.univ-antananarivo.mg/pdfs/rakotozafyAinaH_PC_Lic_12.pdf

RAMANANTSOA Tovoniaina Andriampaniry. (2008) Adduction d'eau potable à Anosiarivo Commune Rurale Ambohimanga Rova, comparaison entre deux solutions d'aménagement d'Adduction gravitaire et alimentation par pompage dans un puits : mémoire de Diplôme d'Ingénieur Hydraulique(en ligne). Université d'Antananarivo Ecole Supérieur Polytechnique, , 172 p. Disponible sur : http://www.bu.univ-antananarivo.mg/pdfs/ramanantsoatovoniainaa_espa_ing_08.pdf

RANDRIATAHIRY Andoniala Michaël Jimmy. (2011) Contribution à l'analyse Physico-chimiques des eaux des sources thermales de Ranomafana Ifanadiana : mémoire du Diplôme d'Etudes Approfondies en Chimie (en ligne). Université d'Antananarivo Faculté des Sciences Département de Chimie Minérales et Chimie Physiques, , 94 p. Disponible sur : http://www.bu.univ-antananarivo.mg/pdfs/randriatahiryAndonialaMJ_CH_M2_11.pdf

RASOLOFONIAINA Jean Donné. (2001-2002).Cours Hydrologie, CNEAGR, 75 p.

RASOLOFONIAINA Jean Donné. (2002-2003).Cours Ouvrages Hydrauliques, CNEAGR. 80 p.

RAZAFIMPARANY Mireille Pradel. (2004).Etude des problématiques de l'appui en approvisionnement du monde rural cas de l'organisation non gouvernementale « RANO SY VARY SUD Toliara » : mémoire de Maîtrise (en ligne). Université d'Antananarivo Département Gestion, 104 p. Disponible sur : http://www.bu.univ-antananarivo.mg/pdfs/razafimparanymireillep_ges_m1_04.pdf

ANNEXES

Annexe 1 : Calcul du débit à chaque point

Annexe 2 : Dimensionnement des conduites AEP Hoani et Mbatsé

ANNEXE 1 : Calcul du débit à chaque point

BORNE FONTAINE

K1 **1,2**

K2 **2,46**

LIEU	BF	P_0	P_{20}	Cons unitaire	Qmoy	Qp	Qp Total
HOANI	B2	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B3	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B5	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B6	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B8	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B9	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B10	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B11	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B12	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B13	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B14	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B15	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B16	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B17	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B18	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B19	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B20	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B21	125	213	70	0,207	0,509	0,509
EPP (Hoani)	B7	150	256	30	0,106	0,262	0,262
	B4	100	170	30	0,071	0,175	0,220
	B1	100	170	30	0,071	0,175	0,220
TOTAL						**9,774**	**9,864**

LIEU	BF	P0	P20	Cons unitaire	Qmoy	Qp	Qp Total
MBATSE	B01	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B02	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B03	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B04	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B05	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B06	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B07	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B08	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B09	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B10	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B11	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B12	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B13	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B14	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B15	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B16	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B17	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B18	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B19	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B20	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B21	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B22	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B23	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B24	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B25	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B26	125	213	70	0,207	0,509	0,509
	B27	125	213	70	0,207	0,509	0,509
TOTAL						**13,743**	**13,743**

ANNEXE 2 : Dimensionnement des conduites d'AEP HOANI et MBATSE

Tableau Conduite d'amenée

Tronçon	Z Amont	Z Aval	L(m)	Débit	DN	V (m/s)	H Amont	H Aval	V2/2g	p/ρg Amont	p/rg Aval	Observation
	998,65	997,28	19,25	12,50	125	1,12	998,71	998,49	0,06	0,00	1,14	Captage
	997,28	993,77	55,59	12,50	125	1,12	998,49	997,83	0,06	1,14	3,99	
	993,77	986,47	108,57	12,50	125	1,12	997,83	996,54	0,06	3,99	10,01	Filtre
	986,47	978,22	50,86	12,50	125	1,12	996,54	995,94	0,06	10,01	17,65	
	978,22	974,01	50,26	12,50	125	1,12	995,94	995,34	0,06	17,65	21,27	
	974,01	975,44	26,5	12,50	125	1,12	995,34	995,03	0,06	21,27	19,53	
	975,44	976,38	9,87	12,50	125	1,12	995,03	994,91	0,06	19,53	18,47	
	976,38	971,65	26,72	12,50	125	1,12	994,91	994,60	0,06	18,47	22,88	
	971,65	971,94	5,27	12,50	125	1,12	994,60	994,53	0,06	22,88	22,53	
	971,94	970,29	34,35	12,50	125	1,12	994,53	994,13	0,06	22,53	23,77	
	970,29	967,80	23,97	12,50	125	1,12	994,13	993,84	0,06	23,77	25,98	
	967,80	967,99	16,9	12,50	125	1,12	993,84	993,64	0,06	25,98	25,59	
	967,99	966,98	27,5	12,50	125	1,12	993,64	993,32	0,06	25,59	26,27	
	966,98	965,24	24,1	12,50	125	1,12	993,32	993,03	0,06	26,27	27,73	
	965,24	965,72	28,7	12,50	125	1,12	993,03	992,69	0,06	27,73	26,91	
	965,72	970,69	25,56	12,50	125	1,12	992,69	992,39	0,06	26,91	21,63	
	970,69	971,56	36,94	12,50	125	1,12	992,39	991,95	0,06	21,63	20,33	
	971,56	969,45	5,81	12,50	125	1,12	991,95	991,88	0,06	20,33	22,37	
	969,45	971,98	22,02	12,50	125	1,12	991,88	991,62	0,06	22,37	19,58	
	971,98	969,62	34,19	12,50	125	1,12	991,62	991,22	0,06	19,58	21,53	
	969,62	969,56	24,3	12,50	125	1,12	991,22	990,93	0,06	21,53	21,30	
	969,56	968,45	53,41	12,50	125	1,12	990,93	990,29	0,06	21,30	21,78	
	968,45	962,36	112,48	12,50	125	1,12	990,29	988,96	0,06	21,78	26,54	
	962,36	962,46	12,93	12,50	125	1,12	988,96	988,81	0,06	26,54	26,29	
	962,46	963,81	21,9	12,50	125	1,12	988,81	988,55	0,06	26,29	24,68	
	963,81	973,13	85,06	12,50	125	1,12	988,55	987,54	0,06	24,68	14,35	
	973,13	974,34	11,25	12,50	125	1,12	987,54	987,41	0,06	14,35	13,01	
	974,34	971,86	19,19	12,50	125	1,12	987,41	987,18	0,06	13,01	15,26	
	971,86	971,55	24,97	12,50	125	1,12	987,18	986,89	0,06	15,26	15,27	
	971,55	974,91	23,25	12,50	125	1,12	986,89	986,61	0,06	15,27	11,64	
	974,91	984,25	42,11	12,50	125	1,12	986,61	986,11	0,06	11,64	1,80	
			1 064									

Cas de HOANI CONDUITE DE DISTRIBUTION

Tronçon	Z Amont	Z Aval	L(m)	Débit	DN	V (m/s)	H Amont	H Aval	V2/2g	p/ρg Amont	p/rg Aval	Observation
R-1	984,25	967,54	58,62	9,864	125	0,89	984,29	983,84	0,04	0,00	16,26	Réservoir
1-2	967,54	966,15	48,22	9,864	125	0,89	983,84	983,47	0,04	16,26	17,28	
3-4	966,15	966,38	27,24	9,864	125	0,89	983,47	983,26	0,04	17,28	16,85	
5-6	966,38	957,55	46,47	9,864	125	0,89	983,26	982,91	0,04	16,85	25,32	Village Agnangar oumb
6-BF1 Ecole	957,55	957,4	2	0,220	20	1,09	982,93	982,70	0,06	25,32	25,24	
6-7	957,55	952,01	62,9	9,644	125	0,87	982,91	982,45	0,04	25,32	30,40	
7-8	952,01	951,00	24,6	9,644	125	0,87	982,45	982,27	0,04	30,40	31,23	
8-9	951,00	950,96	8,76	9,644	125	0,87	982,27	982,20	0,04	31,23	31,21	
9- BF2	950,96	950,9	2	0,509	32	1,05	982,22	982,09	0,06	31,21	31,13	
9-10	950,96	948,32	38,48	9,135	125	0,82	982,20	981,94	0,03	31,21	33,59	croisement vers Mbatsé
10-11	948,32	948,63	20,29	9,135	125	0,82	981,94	981,81	0,03	33,59	33,15	
11-BF3	948,63	948,72	10	0,509	32	1,05	981,83	981,18	0,06	33,15	32,40	
11-12	948,63	947,28	12,56	8,626	110	1,00	981,83	981,69	0,05	33,15	34,36	
12-13	947,28	945,72	15,11	8,626	110	1,00	981,69	981,52	0,05	34,36	35,75	
13-14	945,72	945,42	5,63	8,626	110	1,00	981,52	981,46	0,05	35,75	35,99	
14-15	945,42	935,78	49,77	8,626	110	1,00	981,46	980,90	0,05	35,99	45,07	
15-16	935,78	933,54	18,39	8,626	110	1,00	980,90	980,70	0,05	45,07	47,11	
16-17	933,54	920,49	126,95	8,626	110	1,00	980,70	979,29	0,05	47,11	58,75	
17-18	920,49	920,04	12,74	8,626	110	1,00	979,29	979,14	0,05	58,75	59,05	
18-19	920,04	917,98	37,64	8,626	110	1,00	979,14	978,73	0,05	59,05	60,70	
19-20	917,98	915,57	35,4	8,626	110	1,00	978,73	978,33	0,05	60,70	62,71	
20-21	915,57	914,46	17,63	8,626	110	1,00	978,33	978,14	0,05	62,71	63,63	
21-22	914,46	917,83	11,36	8,626	110	1,00	978,14	978,01	0,05	63,63	60,13	
22-23	917,83	920,11	17,26	8,626	110	1,00	978,01	977,82	0,05	60,13	57,66	
23-24	920,11	930,97	73,89	8,626	110	1,00	977,82	977,00	0,05	57,66	45,98	
24-25	930,97	929,35	78,36	8,626	110	1,00	977,00	976,13	0,05	45,98	46,73	
25-26	929,35	929,40	33,66	8,626	110	1,00	976,13	975,75	0,05	46,73	46,30	
26-27	929,40	929,22	11,96	8,626	110	1,00	975,75	975,62	0,05	46,30	46,35	
27-BF4 CEG	929,22	929,15	5	0,220	25	0,78	975,60	975,34	0,03	46,35	46,16	
27-28	929,22	929,80	35,31	8,406	110	0,98	975,62	975,24	0,05	46,35	45,39	
28-29	929,80	933,03	62,91	8,406	110	0,98	975,24	974,57	0,05	45,39	41,50	
29-30	933,03	934,58	30,51	8,406	110	0,98	974,57	974,25	0,05	41,50	39,62	
30-31	934,58	932,70	47,03	8,406	110	0,98	974,25	973,75	0,05	39,62	41,01	
31-32	932,70	928,41	33,29	8,406	110	0,98	973,75	973,40	0,05	41,01	44,94	
32-33	928,41	917,90	85,76	8,406	110	0,98	973,40	972,49	0,05	44,94	54,54	
33-34	917,90	916,46	36,55	8,406	110	0,98	972,49	972,10	0,05	54,54	55,60	
34-35	916,46	915,03	24,58	8,406	110	0,98	972,10	971,84	0,05	55,60	56,77	
35-BF5	915,03	914,98	3	0,509	32	1,05	971,85	971,65	0,06	56,77	56,62	
35-36	915,03	914,84	37,86	7,897	110	0,92	971,84	971,48	0,04	56,77	56,60	
36-37	914,84	914,24	40,79	7,897	110	0,92	971,48	971,10	0,04	56,60	56,81	

Tronçon	Z Amont	Z Aval	L(m)	Débit	DN	V (m/s)	H Amont	H Aval	V2/2g	p/ρg Amont	p/rg Aval	Observation
37-BF6	914,24	914,2	3	0,509	32	0,96	971,10	970,94	0,05	56,81	56,70	
37-38	914,24	914,25	6,29	4,334	90	0,93	971,10	971,01	0,04	56,81	56,72	
38-39	914,25	908,87	74,86	4,334	90	0,93	971,01	969,97	0,04	56,72	61,06	
39-BF7 Ecole	908,87	908,6	10	0,262	25	0,83	969,96	969,41	0,03	61,06	60,78	
39-40	908,87	907,07	28,28	4,072	90	0,87	969,96	969,61	0,04	61,06	62,51	
40-41	907,07	902,17	74,22	4,072	90	0,87	969,61	968,70	0,04	62,51	66,49	
41-42	902,17	901,55	24,16	4,072	90	0,87	968,70	968,40	0,04	66,49	66,81	
42-43	901,55	901,27	79,92	2,036	75	0,63	968,38	967,71	0,02	66,81	66,42	
43-44	901,27	901,21	30,32	2,036	63	0,89	967,73	967,14	0,04	66,42	65,89	
44-45	901,21	901,09	32,86	2,036	63	0,89	967,14	966,51	0,04	65,89	65,38	
45-46	901,09	900,73	24,37	2,036	63	0,89	966,51	966,04	0,04	65,38	65,27	
46-47	900,73	900,65	20,45	2,036	63	0,89	966,04	965,64	0,04	65,27	64,95	
47-48	900,65	899,86	78,9	2,036	63	0,89	965,64	964,12	0,04	64,95	64,22	
48-49	899,86	899,15	63,36	2,036	63	0,89	964,12	962,90	0,04	64,22	63,71	
49-50	899,15	899,07	35,24	2,036	63	0,89	962,90	962,22	0,04	63,71	63,11	
50-51	899,07	899,33	41,95	2,036	63	0,89	962,22	961,41	0,04	63,11	62,04	
51-52	899,33	899,30	26,5	2,036	63	0,89	961,41	960,90	0,04	62,04	61,56	
52-BF8	899,30	899,2	6	0,509	32	0,96	960,90	960,59	0,05	61,56	61,34	
52-53	899,30	899,85	70,05	1,527	50	1,05	960,91	958,50	0,06	61,56	58,60	
53-54	899,85	899,14	40,99	1,527	50	1,05	958,50	957,10	0,06	58,60	57,90	
54-BF9	899,14	899	8	0,509	32	0,96	957,09	956,67	0,05	57,90	57,62	
54-55	899,14	898,97	48,35	1,018	40	1,12	957,10	954,64	0,06	57,90	55,61	
55-56	898,97	899,24	7,27	1,018	40	1,12	954,64	954,27	0,06	55,61	54,97	
56-57	899,24	899,46	7,23	1,018	40	1,12	954,27	953,91	0,06	54,97	54,38	
57-58	899,46	899,69	30,93	1,018	40	1,12	953,91	952,33	0,06	54,38	52,58	
58-BF10	899,69	899,6	5	0,509	32	0,96	952,32	952,05	0,05	52,58	52,41	
58-59	899,69	901,36	37,33	0,509	32	0,96	952,32	950,37	0,05	52,58	48,97	
59-60	901,36	901,48	16,78	0,509	32	0,96	950,37	949,50	0,05	48,97	47,97	
60-61	901,48	899,91	37,38	0,509	32	0,96	949,50	947,55	0,05	47,97	47,60	
61-62	899,91	899,36	63,78	0,509	32	0,96	947,55	944,23	0,05	47,60	44,82	
62-63	899,36	900,48	46,7	0,509	32	0,96	944,23	941,80	0,05	44,82	41,27	
63-64	900,48	899,19	55,85	0,509	32	0,96	941,80	938,89	0,05	41,27	39,65	
64-BF11	899,19	899	4	0,509	32	0,96	938,89	938,68	0,05	39,65	39,64	
64-65	899,19	898,86	36,33	0,509	32	0,96	938,89	937,00	0,05	39,65	38,09	
42-66	901,55	899,84	50,77	2,036	63	0,89	968,40	967,42	0,04	66,81	67,54	
66-67	899,84	899,61	28,53	1,018	50	0,70	967,40	966,94	0,02	67,54	67,31	
67-68	899,61	899,06	33,19	1,018	40	1,12	966,98	965,29	0,06	67,31	66,17	
68-BF12	899,06	898,95	6	0,509	32	0,96	965,27	964,96	0,05	66,17	65,97	
68-69	899,06	897,85	62,04	0,509	32	0,96	965,27	962,04	0,05	66,17	64,15	
69-BF13	897,85	897,8	8	0,509	32	0,96	962,04	961,63	0,05	64,15	63,78	
69-70	897,85	897,16	44,89	0,509	32	0,96	962,04	959,71	0,05	64,15	62,50	
66-71	899,84	898,82	60,58	1,018	50	0,70	967,40	966,42	0,02	67,54	67,58	
71-72	898,82	898,27	39,9	1,018	40	1,12	966,46	964,43	0,06	67,58	66,10	
72-BF14	898,27	898,2	10	0,509	32	0,96	964,41	963,89	0,05	66,10	65,65	

Tronçon	Z Amont	Z Aval	L(m)	Débit	DN	V (m/s)	H Amont	H Aval	V2/2g	p/ρg Amont	p/rg Aval	Observation
72-73	898,27	897,74	52,23	0,509	32	0,96	964,41	961,69	0,05	66,10	63,91	
73-74	897,74	896,40	80,87	0,509	32	0,96	961,69	957,48	0,05	63,91	61,04	
74-BF15	896,40	896,35	10	0,509	32	0,96	957,48	956,96	0,05	61,04	60,57	
37-75	914,24	913,91	13,12	3,054	75	0,95	971,10	970,86	0,05	56,81	56,91	
75-76	913,91	913,43	33,76	3,054	75	0,95	970,86	970,26	0,05	56,91	56,79	
76-BF16	913,43	913,4	5	0,509	32	0,96	970,26	970,00	0,05	56,79	56,55	
76-77	913,43	913,38	39,87	2,545	63	1,11	970,28	969,11	0,06	56,79	55,67	
77-78	913,38	916,44	82,6	2,545	63	1,11	969,11	966,70	0,06	55,67	50,20	
78-BF17	916,44	916,35	2	0,509	32	0,96	966,69	966,58	0,05	50,20	50,19	
78-79	916,44	918,02	38,64	2,036	63	0,89	966,68	965,94	0,04	50,20	47,88	
79-80	918,02	920,21	54,86	2,036	63	0,89	965,94	964,88	0,04	47,88	44,63	
80-BF18	920,21	920,15	4	0,509	32	0,96	964,88	964,68	0,05	44,63	44,48	
80-81	920,21	921,51	99,19	1,527	50	1,05	964,89	961,49	0,06	44,63	39,92	
81-BF19	921,51	921,45	5	0,509	32	0,96	961,48	961,22	0,05	39,92	39,72	
81-82	921,51	923,31	85,09	1,018	40	1,12	961,49	957,16	0,06	39,92	33,79	
82-BF20	923,31	923,25	4	0,509	32	1,05	957,16	956,89	0,06	33,79	33,59	
82-83	923,31	925,64	46,65	0,509	32	0,96	957,15	954,72	0,05	33,79	29,03	
83-84	925,64	934,64	64,68	0,509	32	0,96	954,72	951,35	0,05	29,03	16,66	
84-BF21	934,64	934,6	10	0,509	32	0,96	951,35	950,83	0,05	16,66	16,18	
84-85	934,64	934,76	41,48	0,509	32	0,96	951,35	949,19	0,05	16,66	14,38	
			3 645									

Cas de MBATSE CONDUITE DE DISTRIBUTION

Tronçon	Z Amont	Z Aval	L(m)	Débit	DN	V (m/s)	H Amont	H Aval	V2/2g	p/ρg Amont	p/ρg Aval	Observation
R-1	984,25	967,54	58,62	13,74	125	1,24	984,33	983,50	0,08	0,00	15,88	**RESERVOIR**
1-2	967,54	966,15	48,22	13,74	125	1,24	983,50	982,82	0,08	15,88	16,59	
2-3	966,15	966,38	27,24	13,74	125	1,24	982,82	982,43	0,08	16,59	15,98	
3-4	966,38	957,55	46,47	13,74	125	1,24	982,43	981,78	0,08	15,98	24,15	Village Agnangaro umb
4-5	957,55	952,01	62,9	13,74	125	1,24	981,78	980,89	0,08	24,15	28,80	
5-6	952,01	951,00	24,6	13,74	125	1,24	980,89	980,54	0,08	28,80	29,47	
6-7	951,00	950,96	8,76	13,74	125	1,24	980,54	980,42	0,08	29,47	29,38	
7-8	950,96	948,32	38,48	13,74	125	1,24	980,42	979,87	0,08	29,38	31,48	croisement vers Hoani
8-9	948,32	947,81	12,95	13,74	125	1,24	979,87	979,69	0,08	31,48	31,81	
9-10	947,81	944,46	18,95	13,74	125	1,24	979,69	979,42	0,08	31,81	34,89	
10-11	944,46	942,42	36,6	13,74	125	1,24	979,42	978,91	0,08	34,89	36,41	
11-12	942,42	942,21	12,35	13,74	125	1,24	978,91	978,73	0,08	36,41	36,45	
12-13	942,21	941,80	16,48	13,74	125	1,24	978,73	978,50	0,08	36,45	36,62	
13-14	941,80	943,63	24,94	13,74	125	1,24	978,50	978,15	0,08	36,62	34,44	
14-15	943,63	942,45	8,16	13,74	125	1,24	978,15	978,03	0,08	34,44	35,51	
15-16	942,45	935,09	83,02	13,74	125	1,24	978,03	976,86	0,08	35,51	41,69	
16-17	935,09	931,35	42,26	13,74	125	1,24	976,86	976,26	0,08	41,69	44,84	
17-18	931,35	929,99	5,15	13,74	125	1,24	976,26	976,19	0,08	44,84	46,12	
18-19	929,99	929,29	9,14	13,74	125	1,24	976,19	976,06	0,08	46,12	46,70	
19-20	929,29	930,51	11,75	13,74	125	1,24	976,06	975,90	0,08	46,70	45,31	
20-21	930,51	930,38	20,08	13,74	125	1,24	975,90	975,61	0,08	45,31	45,16	
21-22	930,38	929,57	8,98	13,74	125	1,24	975,61	975,49	0,08	45,16	45,84	
22-23	929,57	930,05	7,12	13,74	125	1,24	975,49	975,39	0,08	45,84	45,26	
23-24	930,05	931,35	10,74	13,74	125	1,24	975,39	975,23	0,08	45,26	43,81	
24-25	931,35	931,85	29,3	13,74	125	1,24	975,23	974,82	0,08	43,81	42,89	
25-26	931,85	934,23	19,81	13,74	125	1,24	974,82	974,54	0,08	42,89	40,23	
26-27	934,23	934,23	8,76	13,74	125	1,24	974,54	974,42	0,08	40,23	40,11	
27-28	934,23	947,10	29,73	13,74	125	1,24	974,42	974,00	0,08	40,11	26,82	
28-29	947,10	936,50	37,71	13,74	125	1,24	974,00	973,46	0,08	26,82	36,89	
29-30	936,50	951,64	40,16	13,74	125	1,24	973,46	972,90	0,08	36,89	21,18	
30-31	951,64	953,49	39,19	13,74	125	1,24	972,90	972,34	0,08	21,18	18,78	
31-32	953,49	953,87	19,8	13,74	125	1,24	972,34	972,06	0,08	18,78	18,12	
32-33	953,87	950,43	11,63	13,74	125	1,24	972,06	971,90	0,08	18,12	21,39	
33-34	950,43	944,25	12,87	13,74	125	1,24	971,90	971,72	0,08	21,39	27,39	
34-35	944,25	949,97	43,4	13,74	125	1,24	971,72	971,11	0,08	27,39	21,06	
35-36	949,97	952,47	17,09	13,74	125	1,24	971,11	970,86	0,08	21,06	18,32	
36-37	952,47	958,64	31,93	13,74	125	1,24	970,86	970,41	0,08	18,32	11,70	
37-38	958,64	951,09	51,18	13,74	125	1,24	970,41	969,69	0,08	11,70	18,52	
38-39	951,09	949,01	10,35	13,74	125	1,24	969,69	969,54	0,08	18,52	20,46	
39-40	949,01	949,26	27,98	13,74	125	1,24	969,54	969,15	0,08	20,46	19,81	
40-41	949,26	951,75	19,66	13,74	125	1,24	969,15	968,87	0,08	19,81	17,05	
41-42	951,75	959,22	59,05	13,74	125	1,24	968,87	968,04	0,08	17,05	8,74	

Tronçon	Z Amont	Z Aval	L(m)	Débit	DN	V (m/s)	H Amont	H Aval	V2/2g	p/ρg Amont	p/ρg Aval	Observation
42-43	959,22	964,67	30,71	13,74	125	1,24	968,04	967,60	0,08	8,74	2,86	
43-44	964,67	965,77	38,2	13,74	125	1,24	967,60	967,07	0,08	2,86	1,22	
44-45	965,77	965,76	21,11	13,74	125	1,24	967,07	966,77	0,08	1,22	0,93	
45-46	965,76	965,00	21,97	13,74	125	1,24	966,77	966,46	0,08	0,93	1,38	
46-47	965,00	964,15	39,46	13,74	125	1,24	966,46	965,90	0,08	1,38	1,67	
47-48	964,15	963,74	12,96	13,74	125	1,24	965,90	965,72	0,08	1,67	1,90	
48-49	964,74	962,42	33,91	13,74	125	1,24	965,72	965,24	0,08	0,90	2,74	
49-50	962,42	962,51	40,72	13,74	125	1,24	965,24	964,66	0,08	2,74	2,08	
50-51	962,51	963,25	15,47	13,74	125	1,24	964,66	964,44	0,08	2,08	1,12	
51-52	963,20	962,49	31,41	13,74	125	1,24	964,44	964,00	0,08	1,17	1,43	
52-53	962,49	962,28	35,22	13,74	125	1,24	964,00	963,50	0,08	1,43	1,15	
53-54	962,28	961,43	44,84	13,74	125	1,24	963,50	962,87	0,08	1,15	1,36	
54-55	961,43	961,20	56,97	13,74	125	1,24	962,87	962,07	0,08	1,36	0,79	
55-56	961,34	960,20	31,74	13,74	125	1,24	962,07	961,62	0,08	0,65	1,34	
56-57	960,20	952,20	62,03	13,74	125	1,24	961,62	960,74	0,08	1,34	8,47	
57-58	952,20	950,44	17,05	13,74	125	1,24	960,74	960,50	0,08	8,47	9,99	
58-59	950,44	948,26	9,3	13,74	125	1,24	960,50	960,37	0,08	9,99	12,03	
59-60	948,26	947,06	19,12	13,74	125	1,24	960,37	960,10	0,08	12,03	12,96	
60-61	947,06	947,92	60,21	13,74	125	1,24	960,10	959,25	0,08	12,96	11,25	
61-62	947,92	948,48	20,97	13,74	125	1,24	959,25	958,95	0,08	11,25	10,40	
62-63	948,48	948,25	10,67	13,74	125	1,24	958,95	958,80	0,08	10,40	10,48	
63-64	948,25	946,00	67,79	13,74	125	1,24	958,80	957,85	0,08	10,48	11,77	
64-65	946,00	943,82	18,85	13,74	125	1,24	957,85	957,58	0,08	11,77	13,68	
65-66	943,82	943,15	13	13,74	125	1,24	957,58	957,40	0,08	13,68	14,17	
66-67	943,15	941,23	34,69	13,74	125	1,24	957,40	956,91	0,08	14,17	15,60	
67-68	941,23	940,83	7,14	13,74	125	1,24	956,91	956,81	0,08	15,60	15,90	
68-69	940,83	939,99	9,48	13,74	125	1,24	956,81	956,67	0,08	15,90	16,61	
69-70	939,99	939,86	5,72	13,74	125	1,24	956,67	956,59	0,08	16,61	16,65	
70-71	939,86	938,89	31,75	13,74	125	1,24	956,59	956,14	0,08	16,65	17,18	
71-72	938,89	940,00	47,87	13,74	125	1,24	956,14	955,47	0,08	17,18	15,39	
72-73	940,00	940,77	32,19	13,74	125	1,24	955,47	955,01	0,08	15,39	14,17	
73-74	940,77	941,93	77,78	13,74	125	1,24	955,01	953,91	0,08	14,17	11,91	
74-75	941,93	942,44	14,29	13,74	125	1,24	953,91	953,71	0,08	11,91	11,20	
75-76	942,44	942,67	30,32	13,74	125	1,24	953,71	953,28	0,08	11,20	10,54	
76-77	942,67	943,15	22,78	13,74	125	1,24	953,28	952,96	0,08	10,54	9,74	
77-78	943,15	943,70	20,37	13,74	125	1,24	952,96	952,68	0,08	9,74	8,90	
78-79	943,70	944,20	108,03	13,74	125	1,24	952,68	951,15	0,08	8,90	6,87	
79-80	944,20	943,48	37,68	13,74	125	1,24	951,15	950,62	0,08	6,87	7,06	
80-81	943,48	943,04	20,13	13,74	125	1,24	950,62	950,33	0,08	7,06	7,22	
81-82	943,04	940,86	41,14	13,74	125	1,24	950,33	949,75	0,08	7,22	8,82	
82-83	940,86	934,29	86,08	13,74	125	1,24	949,75	948,54	0,08	8,82	14,17	
83-84	934,29	932,09	22,07	13,74	125	1,24	948,54	948,23	0,08	14,17	16,06	
84-85	932,09	929,82	22,31	13,74	125	1,24	948,23	947,91	0,08	16,06	18,01	

Tronçon	Z Amont	Z Aval	L(m)	Débit	DN	V (m/s)	H Amont	H Aval	V2/2g	p/ρg Amont	p/ρg Aval	Observation
85-86	929,82	924,17	55,21	13,74	125	1,24	947,91	947,13	0,08	18,01	22,88	
86-87	924,17	923,19	8,92	13,74	125	1,24	947,13	947,01	0,08	22,88	23,74	
87-88	923,19	922,11	13,68	13,74	125	1,24	947,01	946,81	0,08	23,74	24,63	
88-89	922,11	919,54	101,91	13,74	125	1,24	946,81	945,37	0,08	24,63	25,76	
89-90	919,54	919,40	25,57	13,74	125	1,24	945,37	945,01	0,08	25,76	25,54	
90-91	919,40	919,54	28,1	13,74	125	1,24	945,01	944,62	0,08	25,54	25,00	
91-92	919,54	919,92	110,41	13,74	125	1,24	944,62	943,06	0,08	25,00	23,06	
92-93	919,92	920,48	29,11	13,74	125	1,24	943,06	942,65	0,08	23,06	22,09	
93-94	920,48	920,27	16,99	13,74	125	1,24	942,65	942,41	0,08	22,09	22,06	
94-95	920,27	921,42	106,07	13,74	125	1,24	942,41	940,91	0,08	22,06	19,41	
95-96	921,42	922,46	86,57	13,74	125	1,24	940,91	939,69	0,08	19,41	17,15	
96- BF1	922,46	922,35	5	0,509	32	0,96	939,65	939,39	0,05	17,15	17,00	
96-97	922,46	923,26	61,75	13,23	125	1,19	939,68	938,87	0,07	17,15	15,54	
97-98	923,26	923,20	10,94	13,23	125	1,19	938,87	938,72	0,07	15,54	15,45	
98-99	923,20	923,28	6,96	13,23	125	1,19	938,72	938,63	0,07	15,45	15,28	
99-100	923,28	924,41	94,07	13,23	125	1,19	938,63	937,39	0,07	15,28	12,91	
100-101	924,41	925,73	119,85	13,23	125	1,19	937,39	935,81	0,07	12,91	10,01	
101-102	925,73	921,42	184,56	13,23	125	1,19	935,81	933,38	0,07	10,01	11,89	
102-103	921,42	922,84	68,02	13,23	125	1,19	933,38	932,49	0,07	11,89	9,58	
103- BF2	922,84	922,78	10	0,509	32	0,96	932,46	931,94	0,05	9,58	9,12	
103-104	922,84	923,35	35,8	12,73	125	1,14	932,48	932,05	0,07	9,58	8,63	
104-105	923,35	923,35	21,72	12,73	125	1,14	932,05	931,78	0,07	8,63	8,36	
105-106	923,35	922,85	35,74	12,73	125	1,14	931,78	931,34	0,07	8,36	8,43	
106- BF3	922,85	922,76	5	0,509	32	0,96	931,32	931,06	0,05	8,43	8,26	
106-107	922,85	922,37	44,98	12,22	125	1,10	931,34	930,83	0,06	8,43	8,40	
107-108	922,37	920,53	120,79	12,22	125	1,10	930,83	929,45	0,06	8,40	8,86	
108-BF4	920,53	920,46	8	0,509	32	0,96	929,44	929,02	0,05	8,86	8,52	
108-109	920,53	919,15	143,45	11,71	125	1,05	929,45	927,94	0,06	8,86	8,74	
109-110	919,15	919,31	39,54	11,71	125	1,05	927,94	927,53	0,06	8,74	8,16	
110- BF5	919,31	919,10	3	0,509	32	0,96	927,52	927,36	0,05	8,16	8,22	
110-111	919,31	919,43	15,1	11,2	125	1,01	927,52	927,38	0,05	8,16	7,90	
111- BF6	919,43	924,43	40	0,509	32	0,96	927,37	925,29	0,05	7,90	0,82	
111-112	919,43	920,15	118,21	6,108	110	0,71	927,35	926,66	0,03	7,90	6,48	
112- BF7	920,15	920,08	6	0,509	32	0,96	926,68	926,37	0,05	6,48	6,24	
112-113	920,15	919,87	37,35	5,599	90	1,20	926,71	925,87	0,07	6,48	5,93	
113-114	919,87	918,93	22,14	5,599	90	1,20	925,87	925,38	0,07	5,93	6,38	
114-115	918,93	914,18	75,52	5,599	90	1,20	925,38	923,69	0,07	6,38	9,44	
115- BF8	914,18	914,12	3	0,509	32	0,96	923,67	923,51	0,05	9,44	9,35	
115-116	914,18	913,28	65,04	5,09	90	1,09	923,68	922,47	0,06	9,44	9,13	
116-117	913,28	913,08	48,4	5,09	90	1,09	922,47	921,56	0,06	9,13	8,42	
117- BF9	913,08	913,02	4	0,509	32	0,96	921,55	921,34	0,05	8,42	8,27	
117-118	913,08	913,12	43,24	4,581	90	0,98	921,55	920,88	0,05	8,42	7,72	
118- BF10	913,12	913,03	2	0,509	32	0,96	920,88	920,78	0,05	7,72	7,70	

Tronçon	Z Amont	Z Aval	L(m)	Débit	DN	V (m/s)	H Amont	H Aval	V2/2g	p/ρg Amont	p/ρg Aval	Observation
118-119	913,12	912,73	94,25	4,072	90	0,87	920,87	919,71	0,04	7,72	6,94	
119- BF11	912,73	912,68	6	0,509	32	0,96	919,72	919,40	0,05	6,94	6,68	
119-120	912,73	912,84	81,71	3,563	90	0,77	919,70	918,91	0,03	6,94	6,04	
120- BF12	912,84	912,79	5	0,509	32	0,96	918,93	918,67	0,05	6,04	5,83	
120-121	912,84	912,56	72,52	3,054	75	0,95	918,93	917,63	0,05	6,04	5,02	
121- BF13	912,56	912,50	7	0,509	32	0,96	917,63	917,27	0,05	5,02	4,72	
121-122	912,56	912,38	124,44	2,545	75	0,79	917,62	916,03	0,03	5,02	3,62	
122- BF14	912,38	912,25	7	0,509	32	1,05	916,05	915,59	0,06	3,62	3,29	
122-123	912,38	912,42	43,67	2,036	63	0,89	916,04	915,20	0,04	3,62	2,74	
123- BF15	912,42	912,36	5	0,51	32	1,05	915,21	914,88	0,06	2,74	2,47	
123-124	912,42	911,23	58,98	1,53	50	1,05	915,21	913,18	0,06	2,74	1,90	
124- BF16	911,23	912,08	4	0,51	32	0,96	913,18	912,97	0,05	1,90	0,84	
124-125	911,23	909,50	52,04	1,02	40	1,12	913,19	910,54	0,06	1,90	0,98	
125- BF17	909,50	909,89	3	0,51	32	0,96	910,53	910,37	0,05	0,98	0,44	
125-126	909,50	903,22	92	0,51	32	0,96	910,53	905,74	0,05	0,98	2,47	
126-BF18	905,22	904,45	5	0,51	32	0,96	905,74	905,48	0,05	0,47	0,98	
111-128	919,43	919,19	7,5	4,58	90	0,98	927,38	927,26	0,05	7,90	8,02	
128-129	919,19	916,27	42,3	4,58	90	0,98	927,26	926,61	0,05	8,02	10,29	
129-BF19	916,27	916,22	2	0,51	32	0,96	926,61	926,50	0,05	10,29	10,24	
129-130	916,27	915,79	9,55	4,07	90	0,87	926,60	926,48	0,04	10,29	10,65	
130-131	915,79	914,71	16,97	4,07	90	0,87	926,48	926,27	0,04	10,65	11,52	
131-132	914,71	914,45	12,52	4,07	90	0,87	926,27	926,12	0,04	11,52	11,63	
132-BF20	914,45	914,40	2	0,51	32	0,96	926,13	926,02	0,05	11,63	11,58	
132-133	914,45	914,17	91,14	3,56	75	1,11	926,14	923,97	0,06	11,63	9,74	
133-134	914,17	914,17	32,79	3,56	75	1,11	923,97	923,19	0,06	9,74	8,96	
134-BF21	914,17	914,13	1	0,51	32	0,96	923,18	923,13	0,05	8,96	8,95	
134-135	914,17	914,18	30,33	3,05	75	0,95	923,18	922,64	0,05	8,96	8,41	
135-136	914,18	913,56	42,25	3,05	75	0,95	922,64	921,88	0,05	8,41	8,28	
136-BF22	913,56	913,50	3	0,51	32	0,96	921,88	921,73	0,05	8,28	8,18	
136-BF23	913,56	912,80	75,95	0,51	32	0,96	921,79	917,83	0,05	8,18	4,98	
136-137	913,56	913,71	37,66	2,04	63	0,89	921,87	921,15	0,04	8,28	7,40	
137-BF24	913,71	913,50	83,88	0,51	32	0,96	921,15	916,79	0,05	7,40	3,24	
137-BF25	913,71	913,75	20	0,51	32	0,96	917,00	915,96	0,05	3,24	2,16	
137-138	913,71	913,86	48,55	1,02	50	0,70	921,13	920,35	0,02	7,40	6,46	
138-139	913,86	914,08	28,67	1,02	50	0,70	920,35	919,88	0,02	6,46	5,78	
139-BF26	914,08	913,88	19,04	0,51	32	0,96	919,90	918,91	0,05	5,78	4,99	
139-140	914,08	914,18	38	0,51	40	0,56	919,87	919,34	0,02	5,78	5,14	
140-141	914,18	914,34	5,11	0,51	32	0,96	919,37	919,10	0,05	5,14	4,72	
141-142	914,34	914,56	14,03	0,51	32	0,96	919,10	918,37	0,05	4,72	3,76	
142-143	914,56	914,79	13,44	0,51	32	0,96	918,37	917,67	0,05	3,76	2,83	
143-144	914,79	915,07	14,02	0,51	32	0,96	917,67	916,94	0,05	2,83	1,82	
144-BF27	915,07	915,02	2	0,51	32	0,96	916,94	916,84	0,05	1,82	1,77	

Etude de Faisabilité Technique du réseau gravitaire pour les communautés de Mbatsé et de Hoani (Ile de Moheli) Comores

Auteur : RASATARIMANANA Andriniaina Ignace
Contact : 00261 34 12 397 73/00261 33 05 534 43
e-mail : sataandryras@yahoo.fr
Encadreur : Dr RAHOBISOA Jean-Jacques

Nombre de pages : 51
Nombre de figures : 10
Nombre de tableaux : 15

RESUME

Les villages de Mbatsé et de Hoani se situe au Nord-Est de Mohéli, qui est une île dans l'archipel de Comores, se trouvant sur le flanc du relief montagneux volcanique sont caractérisés par un climat tropical humide avec une précipitation moyenne annuelle de 1 600 mm.

L'essai de débit de la rivière ainsi que les démarches du Centre Technique du Génie Rural, des Eaux et Forêts sont les méthodes utilisées dans cette étude de faisabilité d'adduction d'eau potable par gravitaire dans ces villages. Les investigations sur le terrain, combinés avec les données disponibles de longues années ont pu montrer que le débit décennal d'étiage est de 2,54 l/s et l'essai de débit de la rivière est de 20 l/ s au mois de Septembre. Basé sur le débit de pointe calculé de 23,61 l/s, le débit de la rivière est satisfaisant pour les besoins de la population. Les calculs des côtes et pressions ont démontrées que le réseau gravitaire est faisable techniquement.

La qualité physico-chimique de l'eau est satisfaisante par rapport à la norme International. La conductivité de l'eau est de 280 µS/cm. Un filtre lente à sable qui connait, dans le passé, son succès dans différents projets sera installée afin d'assurer la potabilité de l'eau.

Le coût estimatif de réhabilitation des infrastructures existantes avec les nouvelles constructions est de l'ordre de 1.034 028 $ hors taxe.

Mots clés : Mbatsé, Hoani, Comoroes, faisabilité, gravitaire, qualité de l'eau, débit de la rivière, filtre à sable, eau potable, réservoir, physico-chimique, conductivité.

ABSTRACT

The villages of Mbatsé and Hoani situated in the northeast of Moheli, which is an island in among of the Comores Archipel. They are localited on the flank of this volcanic mountainous terrain which is characterized by a humid tropical climate with an annual average precipitation of 1 600mm.

The river flow test and the CTGREF procedures are the methods used in this feasibility survey for the gravity water supply project in these villages. Field investigations, combined with available data for a long period, have shown that the decennial base flow yield is 2.54 l / s and the river flow test is 20 l / s on of September. Based on the calculated peak flow of 23.61 l / s, the flow of the river is satisfactory the population water demand of. The calculations of the altitud and pressures have demonstrated that the gravity network is technically feasible.

The physico-chemical of the water quality is suitable compared to the International standard guide. Especially the electrical conductivity, its value is 280 µS/cm. A slow sand filter being successful in various projects in the past will be installed to ensure the water.

The estimated cost of rehabilitating of the actual infrastructures with the new constructions is $ 1,034,028 excluding tax.

Key words: Mbatsé, Hoani, Comores, feasible, gravity, water quality, river flow, sand filter, water supply, tank, physic-chemical, conductivity.