



HAL
open science

Réalisation des études avant-projets détaillés du réseau central de la commune de Mahasoabe, Madagascar

Samuel Poirel

► **To cite this version:**

Samuel Poirel. Réalisation des études avant-projets détaillés du réseau central de la commune de Mahasoabe, Madagascar . Sciences de l'ingénieur [physics]. 2017. dumas-01677414

HAL Id: dumas-01677414

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01677414>

Submitted on 11 Jan 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté pour l'obtention du diplôme d'ingénieur de l'ENGEES



Réalisation des études avant-projets détaillées du réseau central de la commune de Mahasoabe, Madagascar

Auteur : POIREL Samuel
Tuteur de stage : SIMON François

Promotion Paris
2014 -2017

REMERCIEMENTS

Après trois années, sur les bancs de l'école à étudier l'eau et l'hydraulique sous tous ses aspects, ma formation d'ingénieur de l'ENGEES se cloture par ce travail de fin d'étude à Madagascar. Ce fut une merveilleuse expérience professionnelle, pas toujours facile mais ô combien enrichissante. Elle doit sa qualité aux nombreuses personnes qui m'ont accompagnées tout au long de ce stage. J'ai une pensée pour toutes, mais je tiens tout particulièrement à remercier :

Les deux acteurs de la métropole de Lyon : Karine BLANC et François SIMON, tous deux, coordinateurs du programme Eaurizon. Grâce à leurs investissements dans ce projet, ils ont su me faire partager leurs passions du métier. François, mon tuteur de stage, m'a beaucoup inspiré par sa vision du projet qu'il porte depuis 8 ans. Merci, François, de m'avoir fait partager ta passion de Madagascar et ta générosité pour transmettre ton expérience. Véritable sésame pour un jeune stagiaire !

L'ensemble de mes collègues d'Eaurizon qui m'a accompagné pendant ces 5 mois. Il faut avouer que leurs bonnes humeurs ont été contagieuses et que se fut un plaisir de travailler et passer du temps avec eux. Je vous remercie pour votre attention, votre aide et votre fierté d'être Malagasy.

M. Jean-Auguste RAZAFIMAHATRATRA, Monsieur le maire de Mahasoabe et sa famille pour leurs hospitalités et leurs générosités lors de mon séjour de deux semaines dans la commune. Le gîte et le couvert qu'ils m'ont offert me fut très utile pour mener à bien mes études de terrain. Et encore merci à Jean-Auguste qui fut un véritable acolyte de travail, je garderai un bon souvenir.

Déa, mon professeur de Malagasy, qui m'a enseigné, tous les jours, dans la bonne humeur, les bases de sa belle langue natale. Misaotra betsaka anao !

Et à tout le personnel de la région Haute-Matsiatra où j'ai pu faire de très belles rencontres et à l'ensemble de mes amis malgaches qui m'ont soutenu.

RESUME

Réalisation des études d'avant-projets détaillées du réseau central de la commune de Mahasoabe, Madagascar

Dans le cadre du nouveau programme Eaurizon, depuis 2016, la commune rurale de Mahasoabe (25 000 habitants) est retenue pour la réhabilitation complète de son réseau central d'adduction en eau potable. Par conséquent, dans le cadre de mon stage de fin d'études, la coopération décentralisée entre la métropole de Lyon et la région Haute-Matsiatra m'a confié la mission de réaliser toutes les études d'avant-projets. Elles lanceront la phase de passation de marché de travaux et de recrutement du gestionnaire. Le commencement des travaux est prévu pour début novembre 2017.

Pour atteindre cet objectif et respecter les délais qui m'étaient imposés, mon travail a été découpé en deux études d'avant-projets. L'une est une étude sommaire qui vise à étudier la faisabilité du projet sous tous ces aspects, c'est-à-dire au niveau technique, socio-économique et financier. L'autre étude est détaillée sur l'aspect technique et présentera le projet complet d'adduction en eau potable à la commune.

Pour réaliser au mieux la conception de ce réseau, il a été nécessaire de mettre en place différents niveaux de services de distribution de l'eau et de faire évoluer le mode de tarification de l'eau. La répartition des ménages à ces niveaux de services a été anticipée ce qui a permis de se projeter sur un plan d'affaire et de valider la pérennité financière du réseau et du gestionnaire. Au niveau technique, les deux meilleures possibilités d'alimentation ont été proposées à la commune. Une seule a été retenue à la suite de l'étude sommaire pour ensuite être approfondie lors de l'étude détaillée. Le réseau d'AEP gravitaire ambitionné, alimentera 6000 habitants et 4000 écoliers pour un prix de l'eau très accessible. L'investissement du projet se chiffre à 434 millions Ariary TTC, soit 125 000 euros.

ABSTRACT

Since 2016, the new WASH program was launched by the decentralized cooperation between GrandLyon and the Haute-Matsiatra region. Mahasoabe's rural municipality needs a new drinking water supply network because the old one was outdated. My internship mission was to plan all the preliminary project engineering studies.

To reach this goal and respect the deadlines. I had to organize and broke down my work into two areas. The first one carries out a feasibility study to see if the project is viable. My study tackles economics, finance, and technical issues. The last one need to develop further the technical work in order to launched the public works contract for construction.

Water pricing needs to be upgraded to a volumetric pricing. Thus, private water connections will be suggested to users. Thanks to the social and economic study, we can be able to know how many people will connect to this service. The economic health of the new manager is analyzed and validated by a business plan. Two technical options will be recommended to the municipality actors and one was chosen by themselves. The project supplies 6000 beneficiaries including 4000 schoolchildren. The water price is very attractive. The expected total investment cost of the planned project amounts to MGA 434 million (EUR 125 000).

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS.....	2
RESUME	3
ABSTRACT	3
LISTE DES FIGURES.....	6
LISTE DES TABLEAUX.....	7
LISTE DES ACRONYMES.....	8
INTRODUCTION	9
PRÉSENTATION GÉNÉRALE ET MISE EN CONTEXTE.....	10
1.1. La coopération décentralisée GrandLyon/Région Haute-Matsiatra	10
1.1.1. Le contexte, le paradoxe malgache	10
1.1.2. Le partenariat : Objectif, historique et organigramme	11
1.2. Présentation de la commune de Mahasoabe	14
1.2.1. Localisation	14
1.2.2. Organisation administrative et démographie	14
1.2.3. Contexte hydrographique et agronomique.....	15
1.3. Les enjeux techniques et socio-économiques de l'AEP en milieu semi-urbain.....	18
METHODOLOGIE GENERALE.....	21
LES ETUDES D'AVANT-PROJETS SOMMAIRES (APS)	22
1.4. Le volet socio-économique : Caractériser le profil socio-économique de la zone d'étude	22
1.4.1. La pré-enquête : délimiter les villages à enquêter et effectuer un porte à porte	23
1.4.2. La méthodologie d'enquête	24
1.4.3. Analyse des données	26
1.4.4. Les résultats.....	28
1.5. Le volet technique : Concevoir et proposer des solutions techniques au maître d'ouvrage.....	32
1.5.1. Objectifs et méthodologie	32
1.5.2. Le travail de terrain	33
1.5.3. l'évaluation les besoins.....	34
1.5.4. l'élaboration de l'architecture du réseau et chiffrage du projet.....	37
1.5.5. Les solutions techniques proposées à la commune	38
1.6. Le volet financier : Construire le plan d'affaire du gestionnaire et fixer le prix de l'eau	44
1.6.1. Objectifs, enjeux et méthode	44
1.6.2. Postulat sur les dépenses	45
1.6.3. Postulat sur les recettes	46

1.6.4. Analyse du plan d'affaire	47
L'ÉTUDE D'AVANT-PROJETS DÉTAILLÉE (APD).....	48
1.7. Objectifs et enjeux.....	48
1.8. La méthodologie réalisée lors de l'APD.....	49
1.8.1. Le travail de terrain : Topographie et prise en compte de la réalité.....	49
1.8.2. La modélisation	50
1.9. L'APD, le Rendu	52
1.9.1. Évaluation financière	53
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES	54
BIBLIOGRAPHIE	55
ANNEXES – Sommaire	56
ANNEXE 1 : Cadre Logique.....	57
ANNEXE 2 : Recensement et présélection des sources intéressantes pour un AEPG.....	59
1.10. Annexe APS socio-économique	60
ANNEXE 3 : Carte de délimitation des contours et des fokontany de la zone d'étude.....	60
ANNEXE 4 : Carte administrative de la zone d'étude de Mahasoabe (recensement des zones d'habitations)	61
ANNEXE 5 : Tableau du recensement démographique complet de la zone d'étude	62
ANNEXE 6 : Questionnaire d'enquête de l'enquête ménage	63
1.1. Annexe APS technique.....	64
ANNEXE 7 : Localisation des sources exploitables pour un usage AEP dans la zone d'étude.....	64
ANNEXE 8 : Architecture du réseau existant.....	65
ANNEXE 9 : Tableau récapitulatif des caractéristiques du réseau existant d'Alarobia.....	66
ANNEXE 10 : Synthèse et coût du scénario n°1 (sans la variante)	67
ANNEXE 11 : synthèse et coût du scénario n°2	68
1.2. Annexe APS financière.....	69
ANNEXE 12 : Plan d'affaires détaillé du futur fermier.....	69
1.3. Annexe APD Technique	72
ANNEXE 13 : Synthèse des BJP	72
ANNEXE 14 : Livrables de l'APD.....	73
1.3.1. Plans sectoriels du réseau AEPG.....	73
1.3.2. Carte de localisation des conduites à renforcer.....	77
1.3.3. Profil en long de la distribution principale	78
1.3.4. Profil en long des amenées	79
1.3.5. Résultats de la modélisation	80
1.3.6. Plans des ouvrages (présent dans ce rapport seulement le réservoir de tête, du Sud et le filtre)	85
1.3.7. Bordereau Détail estimatif des prix de terrassement, de génie civil pour chaque ouvrage.....	88

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Représentation administrative, politique et budgétaire de la décentralisation à Madagascar. [3]	10
Figure 2 : Organigramme du bureau du programme Eaurizon	11
Figure 3 : Localisation de la Région Haute-Matsiatra et des 16 communes partenaires du projet. [3]	13
Figure 4: Carte de localisation de la commune de Mahasoabe par rapport au Chef-lieu de la Région Haute-Matsiatra (RHM)	14
Figure 5: Carte de localisation des zone des besoins et des ressources en eau de Mahasoabe	16
Figure 6: Analyse SWOT de la gestion par affermage appliquée à la commune de Mahasoabe.....	18
Figure 7: Logigramme de la méthodologie des études d'avant-projets.....	21
Figure 8 : Shémas méthodologique de l'APS, volet socio-économique.	22
Figure 9: Méthodologie générale de l'étude APS, volet technique.	32
Figure 10: Photo de la source émergente Ampangorinana	33
Figure 11: Photo de la nappe émergente de la source Ampangorinana.....	33
Figure 12: Photo du bassin versant de vohidria	33
Figure 13: Photo de la résurgence de la source Vohidria.....	33
Figure 14: Cartographie synthèse de l'architecture, des bénéficiaire de la solution n°1	39
Figure 15: Cartographie synthèse de l'architecture, des bénéficiaire de la solution n°2	41
Figure 16: Pyramide de "Maslow" des besoins en eau. [15]	47
Figure 17 : Shémas logique de la méthodologie de l'étude APD, volet technique	49
Figure 18: Vue du Chef-lieu et ses fokontany Nord depuis l'ouvrage de traitement.....	49
Figure 19: Vue du Chef-lieu de Mahasoabe depuis le futur réservoir de tête	49
Figure 20 : Photo du travail demesure du débit des sources vohidria, lors du travail de terrain, Mahasoabe	50
Figure 21: Photo de la prise d'une mesure topographique, lors du travail de terrai, Mahasoabe	50

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: synthèse du programme Eaurizon [3]	12
Tableau 2: synthèse des villages référencés lors de porte à porte	23
Tableau 3 : Méthodologie de l'enquête appliqué à la zone d'étude et à l'APS, volet socio-économique	24
Tableau 4 : synthèse des critères choisis et des seuils à atteindre pour la volonté et la capacité à payer l'eau	27
Tableau 5 : Résultat de l'enquête socio-économique, le profil sociologique des ménages	28
Tableau 6 : Résultat de l'enquête socio-économique, le profil économique des ménages.....	28
Tableau 7: Résultat de l'enquête socio-économique, Volume consommé par classe des ménages de Mahasoabe.....	29
Tableau 8 : Résultat de l'enquête socio-économique, Type de traitement de l'eau utilisés par les ménages. 30	
Tableau 9 : Résultat de l'enquête socio-économique : Répartition des ménages en fonction des futurs types de services proposé.....	31
Tableau 10: Résultat de l'enquête socio-économique, BJM des gros consommateurs.....	31
Tableau 11: Les sources de la zone d'étude retenues pour l'AEPG de l'APS technique.	33
Tableau 12: synthèse du réseau existant du chef-lieu de Mahasoabe	34
Tableau 13 : synthèse des dysfonctionnements du réseau existant du chef-lieu	34
Tableau 14 : Liste des établissements scolaires bénéficiaire de l'étude APS technique.....	35
Tableau 15: Liste des villages qui ont été exclus pour l'AEP lors de l'APS technique	35
Tableau 16 : synthèse de l'essentiel des hypothèses de dimensionnement	36
Tableau 17: Caractéristiques d'alimentation d'une borne-fontaine et du débit spécifique.....	37
Tableau 18: Avantage et Inconvénient de l'architecture du réseau de la solution n°1	38
Tableau 19: Avantage et Inconvénient de l'architecture du réseau de la solution n°2	40
Tableau 20 : Comparatif des caractéristiques des scénarios n°1 et n°2	42
Tableau 21: Comparatif des modes de gestion pour une tarification volumétrique.....	44
Tableau 22: synthèse des types de dépenses du fermier	45
Tableau 23: Synthèse financière de chaque ouvrages du réseau de la commune de Mahasoabe.....	53

LISTE DES ACRONYMES

- ACEA** : Agent communale de l'eau et de l'assainissement
- AEP** : Adduction en eau potable
- AEPG** : Adduction en eau potable gravitaire
- AERMC** : Agence de l'eau Rhône, Méditerranée, Corse
- AFCM** : Analyse factorielle à composante multiple
- AGIRE** : Amélioration de la gestion intégrée des ressources
- APD** : Avant-projet détaillé
- APS** : Avant-projet Sommaire
- Ar** : Ariarys, monnaie Malgache
- BBT** : Boriboritany
- BHP** : Besoin horaire de pointe
- BJP** : Besoin journalier de pointe
- BSP** : Besoin saisonnier de pointe
- BTP** : Bâtiment travaux publics
- CAP'Eau** : capacités renforcées pour les acteurs de l'eau et de l'assainissement dans la région Haute Matsiatra
- CEG** : Collège d'enseignement général
- CSB** : Centre de soin de base
- Direah** : Direction régionale de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène)
- DN** : Diamètre nominale
- E&H** : Eau et Hygiène
- EAH** : Eau, assainissement et hygiène
- EPP** : Ecole primaire publique
- FKT** : Fokontany
- GIRE** : Gestion intégrée de la ressource en eau
- JIRAMA** : Jiro-Rano-Malagasy : entreprise nationale de gestion de l'eau et de l'électricité
- mCE** : mètre de colonne d'eau
- MGA** : Devise de la monnaie malgache
- MNT** : Modèle numérique de terrain
- PCDEA** : Plan communal de développement en eau et en assainissement
- PEHD** : polyéthylène haute densité
- PN** : Pression nominale
- PN2D** : Plan national de développement
- PVC** : chlorure de vinyle
- RHM** : Région Haute-Matsiatra
- SIA** : Société d'ingénierie d'assainissement
- SIG** : Système informatique de géographie
- Sur'eau** : Marque de produit de désinfection de l'eau
- WASH** : acronyme anglais couramment utilisé pour Eau, Assainissement et Hygiène (EHA)

INTRODUCTION

À Madagascar, l'accès à l'eau potable est encore très rudimentaire. Bien que le pays possède d'importants stocks en ressources naturelles, son développement depuis l'indépendance du pays n'a jamais vraiment décollé. À l'image d'un état fébrile qui peine à installer des institutions stables et pérennes, le principal acteur de la gestion de l'eau et de l'électricité du pays, la Jirama, est en grande difficulté. [1]

Mon travail de fin d'études s'est déroulé à Fianarantsoa dans les locaux de la région Haute-Matsiatra. Cette dernière est l'une des 22 régions de Madagascar. Depuis 2006, la région est en partenariat avec le GrandLyon, communauté urbaine de la métropole lyonnaise. Dans le but de soutenir les politiques locales en matière d'accès à l'eau potable et d'assainissement durable, le 3^e programme de développement nommé Eurizon a été lancé l'année dernière pour une durée de 4 ans [3]. Ce programme se situe dans la continuité de ces prédécesseurs, à savoir :

- renforcer la gouvernance des collectivités locales sur le secteur EAH,
- développer l'accès à l'eau potable,
- développer l'accès à l'assainissement et accompagner les populations dans l'amélioration de leurs pratiques liées à l'hygiène,
- préserver et partager les ressources en eau entre les différents usages,
- former et professionnaliser les acteurs locaux,
- Capitaliser et diffuser les outils et méthodes produits par le projet,

Depuis 2016, 4 communes ont intégré le programme Eurizon. Elles rejoignent les 12 partenaires du programme. Ma mission a été de réaliser toutes les études d'avant-projet pour la réalisation du réseau central d'adduction en eau potable de Mahasoabe, commune qui fait partie des 4 nouveaux bénéficiaires du programme.

Bien qu'il existe déjà un réseau central, il est actuellement en très mauvais état au point de ne pas envisager une rénovation. L'ambition est la suivante : réaliser un réseau de taille moyenne alimentant le centre-ville de la commune et ses périphéries. Environ 6000 habitants sont ciblés. Les contraintes liées à l'exploitation d'un tel réseau imposent l'évolution du mode gestion de l'eau et du système tarifaire. Par expérience, la gestion associative n'est pas efficace dans ce contexte et l'on testera l'hypothèse d'une mise en place d'un affermage professionnel. [11], [12] et [13]

Ces études devront s'intéresser à toutes les composantes du projet pour établir sa faisabilité, à savoir le domaine socio-économique et financier pour s'assurer de la pérennité et de la viabilité du nouveau mode de gestion. Les aspects techniques ne seront pas négligés puisqu'il sera question de réaliser toutes les études techniques permettant de passer à la phase de passation de marchés de travaux. [3]

De plus, un travail de capitalisation de la méthodologie de réalisation des études d'avant projet, en contexte semi-urbain sera attendu de ma part. Il prendra la forme d'un guide technique à destination des acteurs du secteur de l'AEP à Madagascar ou à l'international.

Après une présentation générale du programme et de la zone d'étude, le travail réalisé sur les études d'avant-projets sera développé en deux grandes parties. L'une traitera l'avant-projet sommaire et ses volets socio-économiques, techniques et financiers et l'autre présentera le travail réalisé lors de l'étude détaillée.

PRÉSENTATION GÉNÉRALE ET MISE EN CONTEXTE

1.1. La coopération décentralisée GrandLyon/Région Haute-Matsiatra

1.1.1. Le contexte, le paradoxe malgache

Pour tenter de comprendre l'origine de cette coopération décentralisée, il faut s'intéresser aux contextes économiques et politiques du pays.

Madagascar, ex-colonie française, à la suite de son indépendance le 16 juin 1960 était considéré comme l'un des pays d'Afrique avec le plus de potentiel économique. Ces richesses étaient multiples et diverses. L'héritage de la colonisation laissait de bon augure le pays. Cependant, le pays n'a pas pris le chemin escompté. Actuellement, c'est le seul pays au monde n'ayant pas connu de conflits armés qui voit son PIB par habitant décroître depuis les années 50-60. En 2016, Madagascar se place à la 5e place des pays produisant le moins de richesse au monde [2]. Ce paradoxe malgache pourrait être expliqué par une petite poignée d'élite qui concentrerait le pouvoir sans avoir à rendre compte à des citoyens peu exigeants en la matière. Pour responsabiliser les citoyens aux enjeux politiques, un processus de décentralisation de l'état a été voté en 1993 et réellement mis en avant par une politique nationale de décentralisation en 2005 (PN2D) [4] et [5].

Ces deux vagues de réformes institutionnelles ont permis aux communes d'avoir une vraie légitimité locale pour mener leurs politiques de développement. Cependant, bien que ce processus soit encore en cours il n'est pas encore au point, comme le montre la figure ci-dessous. Les ressources financières allouées aux communes et aux régions ne sont pas à la hauteur des transferts des compétences.

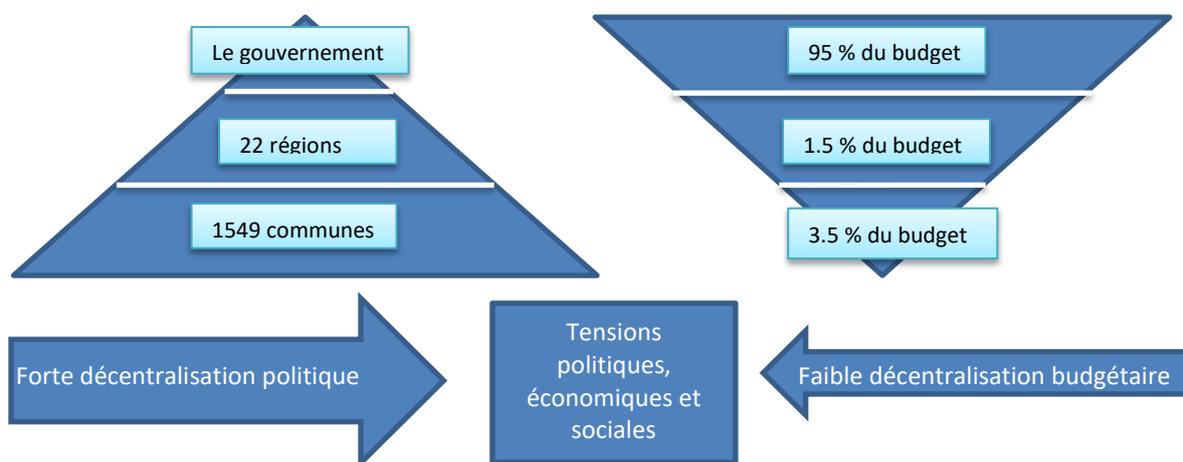


Figure 1: Représentation administrative, politique et budgétaire de la décentralisation à Madagascar. [3]

Le climat politique et institutionnel n'aide pas à l'économie du pays qui a un impact direct sur les performances des services publics. Ainsi, de nombreux secteurs sont en difficultés tels que l'éducation, la santé, le transport, la gestion des déchets et l'électricité. Le secteur de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène est aussi en crise. La diarrhée est la deuxième cause de mortalité du pays et le manque à gagner dû à l'absentéisme scolaire et professionnel engendrait des dépenses de santé pour les familles et les entreprises qui se chiffrent à 100 millions de dollars par an soit 1 % du PIB du pays. L'accès à l'eau a été défini comme un des axes prioritaires de développement du pays, et l'évolution sur ces dernières années est encourageante. [3]

1.1.2. Le partenariat : Objectif, historique et organigramme

À Madagascar, la collaboration directe avec l'état est ainsi déconseillée. Pour viser l'efficacité et l'autonomie du secteur à long terme il faut travailler à un niveau communal et régional tout en cherchant à professionnaliser et responsabiliser les acteurs. C'est dans cette volonté qu'est née en 2006 la coopération décentralisée entre le GrandLyon et la région Haute-Matsiatra.

Les communes appuyées par la Région, les districts et les services techniques déconcentrés doivent être en capacité d'offrir des services publics pérennes à destination de leurs citoyens. La mise en place de services publics efficaces induit différents préalables techniques et organisationnels sur lesquels le projet peut intervenir. Ces préalables identifiés par les collectivités locales partenaires et la Métropole de Lyon deviennent des objectifs à atteindre dans le cadre du futur projet. Ces objectifs sont :

- Renforcer la gouvernance des collectivités locales sur les secteurs EHA,
- Développer l'accès à l'eau potable,
- Développer l'accès à l'assainissement et accompagner les populations dans l'amélioration de leurs pratiques liées à l'hygiène,
- Préserver et partager les ressources en eau entre les différents usages,
- Former et professionnaliser les acteurs des secteurs
- Capitaliser et diffuser les outils et méthodes produits par le projet au niveau national

Ils sont détaillés dans le cadre logique à l'annexe N°1. [3]

Depuis le début de la coopération, deux projets se sont succédés à savoir le projet « Amélioration de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (AGIRE) » de 2006 à 2011 puis le projet « Des capacités renforcées pour les acteurs de l'eau et de l'assainissement dans la région Haute Matsiatra (CAP'Eau) », initié en 2012 et qui s'est terminé début 2016.

En 2016, née le programme, Eaurizon, qui dans la logique et l'expérience des programmes précédents, vise à continuer les efforts. Pour se donner les moyens de ses ambitions, l'équipe du projet basé à Madagascar s'est renforcée. l'équipe Eaurizon est supervisée localement par François Simon qui fait le lien entre tous les acteurs du projet

Le service technique se concentre sur la conception et le suivi de chantier des projets d'eau et d'assainissement. Le service socio organisateur gère les activités liées à la gouvernance et aux formations. J'ai pu intégrer l'équipe technique du projet et m'appuyer sur l'expertise de mes différents collègues pour mener à bien ma mission.

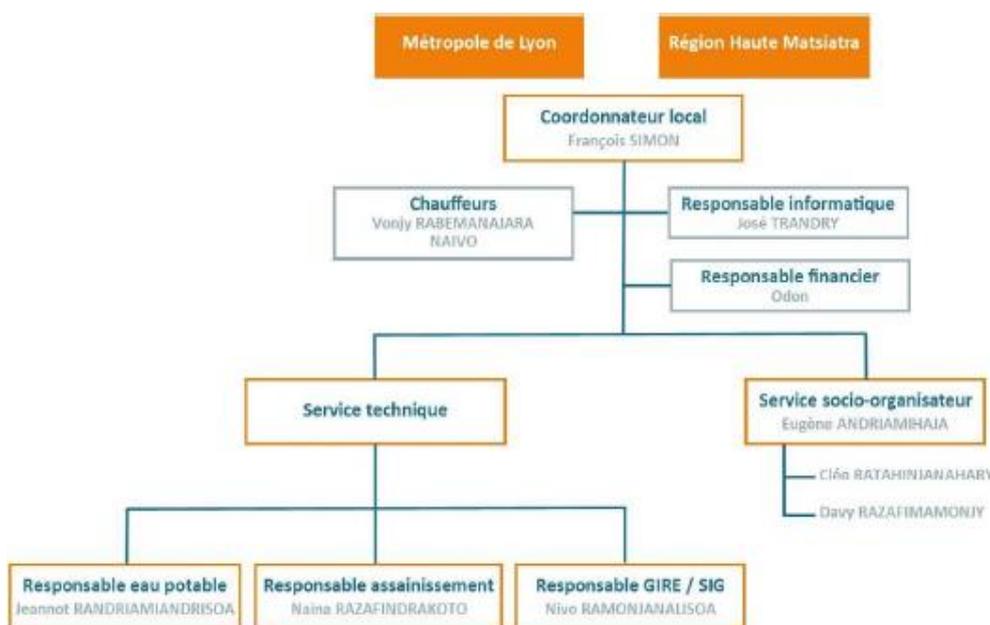


Figure 2 : Organigramme du bureau du programme Eaurizon

1.1.2.1. Le programme EAURIZON, synthèse

Tableau 1: synthèse du programme Eaurizon [3]

Titre	Programme eau, assainissement et hygiène, coopération décentralisée Région Haute-Matsiatra et Métropole de Lyon						
Lieux	Madagascar, Région de la Haute-Matsiatra, 16 communes de la Région						
Dépenses estimées sur 4 ans	TOTAL : 2 789 020 Euros Dépenses financières : 2 704 660 Euros Dépenses valorisées (côté malgache uniquement) : 84 360 Euros						
Sources de financements identifiées	Ressources de financement identifiées : hors apports valorisés (en Euros)						
	Métropole de Lyon	RHM et communes	AERMC	ENGEES	Partenariat E & H	Partenaire GIRE	TOTAL
	748 424E	95 181E	1 534 853E	0 E	298 702E	29 500E	2 704 660E
	27.7 %	3.5 %	56.7 %	0 %	11 %	11.1 %	100 %
Durée	4 ans						
Objectifs généraux	<ul style="list-style-type: none"> ○ Renforcer les compétences des acteurs locaux dans le secteur de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène ○ améliorer l'accès à l'eau potable et à l'assainissement pour les populations 						
Objectifs spécifiques	<ol style="list-style-type: none"> 1. Renforcer la gouvernance des collectivités locales sur le secteur de l'Eau, de l'Assainissement et de l'Hygiène (EHA) 2. Développer l'accès à l'eau potable dans les communes partenaires du projet 3. Développer l'accès à l'assainissement et accompagner les populations dans l'amélioration de leurs pratiques liées à l'hygiène 4. Préserver et partager les ressources en eau entre les différents usages 5. Former et professionnaliser les acteurs du secteur 6. Capitaliser et diffuser les méthodes et outils produits par le projet 						
Chef de file	Métropole de Lyon/direction de l'eau -- co-finance, pilote et apporte son expertise						
Partenaires et Rôles	Région Haute-Matsiatra		Cofinance, pilote, apporte son expertise et mobilise les institutions locales				
	Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse		Cofinance, pilote, apporte son expertise				
	Université de Fianarantsoa		Développe son offre de formation et encadre des stages				
	École nationale du génie de l'eau et de l'environnement de Strasbourg (ENGEES)		Appuie l'Université de Fianarantsoa et encadre des stages				
	ETC. Terra et Agrisud international		Programme sur l'aménagement agroécologique des bassins versants				
	SIA et Practica		Projet sur l'assainissement de la ville de Fianarantsoa				
Appui à...	12 communes partenaires + 4 nouvelles communes dans la région Haute Matsiatra : Maître d'ouvrage – mobilisent des fonds et les moyens humains via le service technique communal de l'E&A						

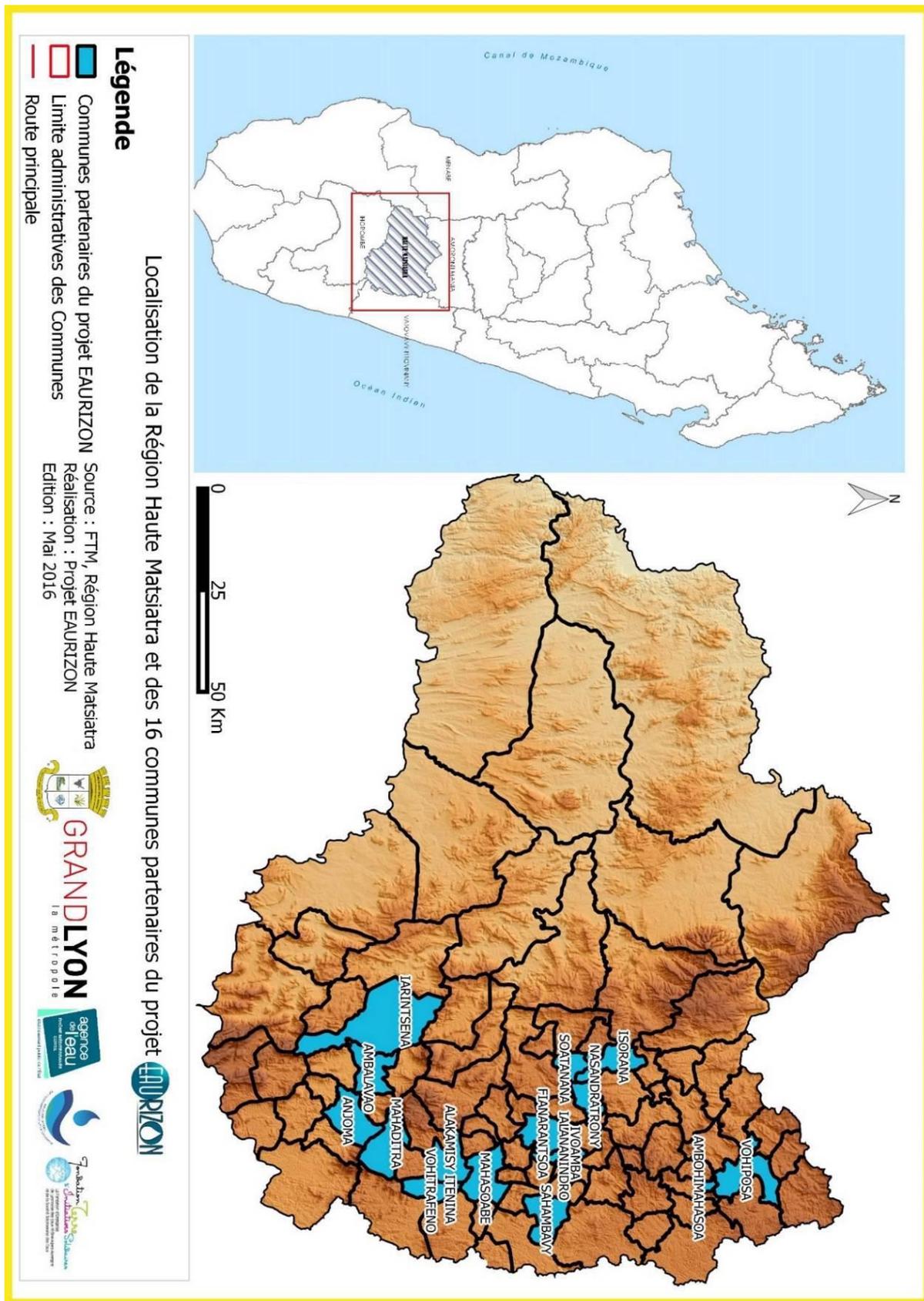


Figure 3 : Localisation de la Région Haute-Matsiatra et des 16 communes partenaires du projet. [3]

1.2. Présentation de la commune de Mahasoabe

1.2.1. Localisation

La commune de Mahasoabe est une commune rurale de 1^{re} catégorie. Elle est située à 26 km à l'est de Fianarantsoa, ville chef-lieu de la région Haute-Matsiatra. Le seul accès à la commune est une piste en terre qui se relevait difficilement praticable par temps de pluie. Elle se retrouve donc assez isolée sans 4*4. [6]

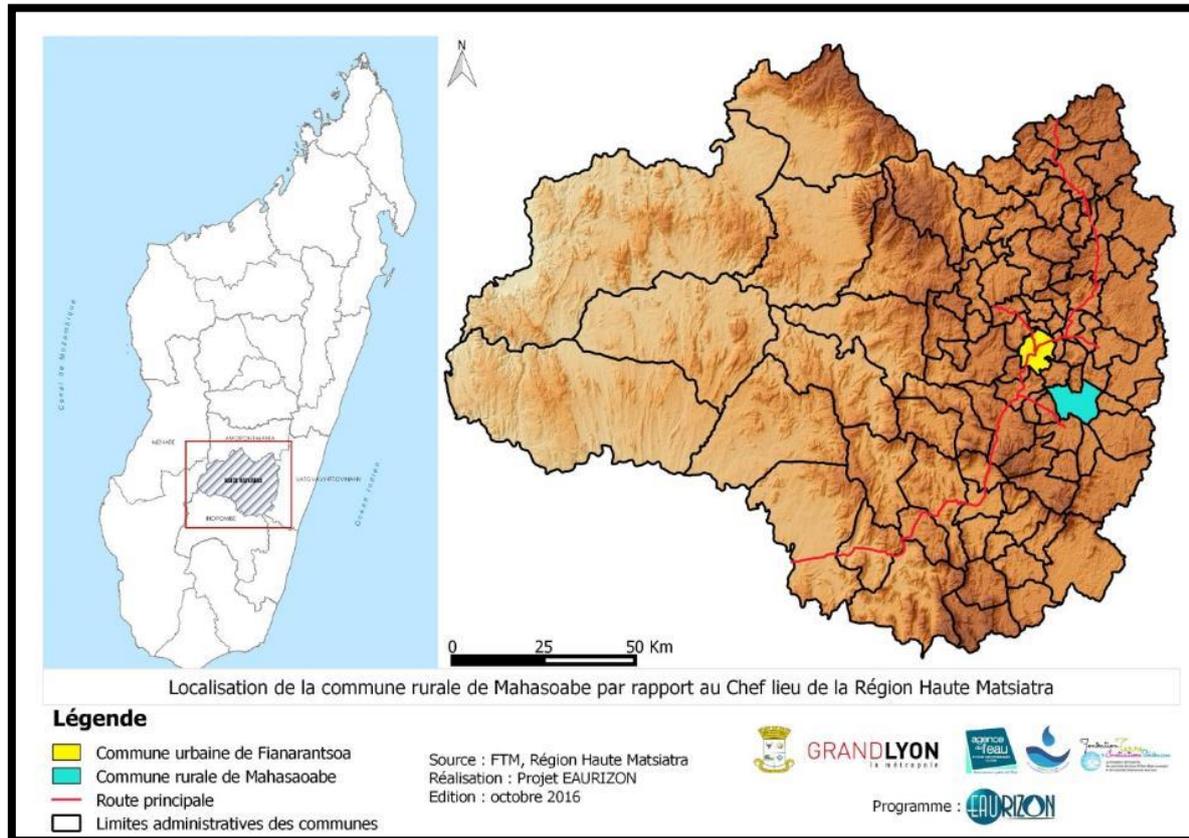


Figure 4: Carte de localisation de la commune de Mahasoabe par rapport au Chef-lieu de la Région Haute-Matsiatra (RHM)

1.2.2. Organisation administrative et démographie

D'une superficie de 107 km², la commune composée de 25000 habitants se découpe en 20 grands quartiers appelés « Fokontany ». Ces Fokontany sont eux-mêmes découpés en « Boriboritany » puis en villages ou « Tanana ». Au total, on compte 95 Boriboritany et 192 Tanana.

Originaires de l'ethnie Betsileo sur les hauts-plateaux de l'état malgache, une commune rurale comme Mahasoabe se divise en deux zones :

Le Chef-lieu, généralement un ou deux Fokontany, il regroupe le pouvoir communal et concentre l'activité économique de la commune. À Mahasoabe, cette zone est fortement peuplée. Elle représente 13 % de la population et 1 % de la superficie de la commune, soit une densité supérieure à 2000 Habitants/Km².

Le reste de la superficie de la commune est très rural et composé d'une multitude de Tanana qui sont comparables à des hameaux français. L'activité agricole y est très développée. Ces hameaux sont généralement éloignés entre eux et assez indépendants. À Mahasoabe, cette zone représente 87 % de la population de la commune pour une densité variant de moins de 100 à 500 habitants/km². [6]

1.2.3. Contexte hydrographique et agronomique

La commune est dans une zone climatique tropicale d'altitude de type chaude et pluvieuse. On y distingue 3 saisons, l'une chaude et humide, l'une froide et sèche et l'une intermédiaire.

Grâce à un relief montagneux assez marqué et une pluviométrie plutôt forte, le réseau hydrographie de la commune est relativement important. À proximité du chef-lieu s'écoule la principale rivière de la région, la Matsiatra.

La commune est également riche en terre arable et comme l'ensemble de la région Haute Matsiatra, elle est l'un des poumons agronomiques de Madagascar. La riziculture représente 70 % de l'occupation des terres de la commune et en fait la principale activité économique. L'un des grands atouts économiques de la commune sont également ses marchés hebdomadaires et notamment son marché de bovins ou "hena-tsena" qui ont une renommée régionale. [6]

1.2.3.1. Présentation du secteur Eau Hygiène et Assainissement (EHA).

En 2016, les équipes du projet ont réalisé avec la participation des principaux acteurs communaux un **plan communal de développement en eau et en assainissement (PCDEA)**. Ce document est stratégique pour le projet, la commune et la région. Il compile les informations essentielles sur la commune (localisation et caractéristiques des ressources en eau, de son patrimoine sur le secteur E&A, des équipements socio-éducatifs, des villages) et permet à la commune de définir ses priorités sur le secteur.

1.2.3.2. Les ressources en eau disponibles et leurs présélections

Dans le cadre du PCDEA, de nombreuses ressources en eau ont été recensées. On en décompte 327, mais toutes ne sont pas pertinentes pour répondre aux besoins en eau potable de la population. Avant que la commune n'arbitre le choix des sources réservées pour les futures adductions d'eau potable gravitaire et que les techniciens vérifient la faisabilité technique des projets, il est nécessaire dans un premier temps de faire une présélection des sources présentant le plus d'intérêt pour la réalisation d'AEPG. Les techniciens du projet ont présélectionné les sources disponibles pour un usage AEP sur 4 critères discriminants :

- **L'altitude** : Pour un réseau gravitaire, l'altitude d'une source est un critère fondamental. L'altitude seule de la source n'est pas un facteur limitant, mais elle doit être corrélée avec l'altitude des zones de besoins c'est-à-dire les villages à proximité. Plus la source est localisée en altitude et plus son potentiel d'alimentation sera grand.
- **Le débit** : il faut un débit minimum pour justifier la mise en place d'un réseau. Si le débit est trop faible, il sera préférable d'implanter un puit ou un forage qu'un réseau pour des raisons économiques. Le débit minimum retenu est de 0.20 litre par seconde, qui pour une consommation de 25 litres par jour par habitant peut permettre de satisfaire les besoins de 350 habitants maximum.
- **Les conflits d'usage et sa localisation** : Si une source est identifiée comme importante pour l'agriculture, il sera préférable d'essayer de ne pas la capter pour l'eau potable pour éviter les conflits d'usage. Le code de l'eau stipule que l'eau potable est prioritaire par rapport à l'eau agricole, mais dans les faits, on constate qu'une bonne partie de la population privilégie l'eau agricole en raison de l'importance économique qu'elle représente. Sans arbitrer ce débat, il convient simplement de prendre en compte cette réalité. De même, des sources trop éloignées des besoins ou déjà utilisées pour des réseaux opérationnels ne seront pas prioritaires.

Parenthèse sur la culture Betsileo :

De par sa situation géographique, carrefour entre le pays Bara et le pays Merina, les Betsileo ont su tirer profit de cette proximité géographique. Réputés pour être de grands riziculteurs, ils ont su développer différents systèmes d'irrigation dont la majorité de la production est destinée à l'autosubsistance.

Les zébus tiennent également une place importante dans la vie quotidienne des Betsileo puisqu'ils sont utilisés dans les champs. La pratique des cultures vivrières à flanc de colline leur permet également de faire face en cas de période de soudure : manioc, patates douces, maïs, pommes de terre... Ils élèvent également porcs et volailles même si l'élevage de zébus offre une certaine position sociale chez les Betsileo.

- **La qualité de l'eau et son bassin versant** : ceci est un critère à prendre en compte, mais il n'est pas rédhibitoire, puisque des solutions simples peuvent être envisagées (par exemple : filtres, reboisement du bassin versant...)

La carte en annexe n°2 recense les sources de la commune et celles qui sont exploitables pour une alimentation en eau potable. [6]

1.2.3.3. Les besoins en eau potable et prédiagnostic du réseau central du chef-lieu

À Mahasoabe, les besoins en AEP sont importants. Sur 18 des 20 Fokontany de la commune, le taux d'accès à l'eau potable frôle les 0 %. Il existe pourtant 3 réseaux, dont un qui alimente les deux Fokontany du chef-lieu. Néanmoins, ce chiffre est à relativiser. En l'état actuel, **le réseau central (carré jaune sur la figure XX)** n'est plus fonctionnel et la commune priorise cette zone par rapport aux autres zones de besoins. Actuellement, le taux d'accès à l'eau potable de la commune est estimé à moins de 7 %, en fonction de l'état des réseaux.

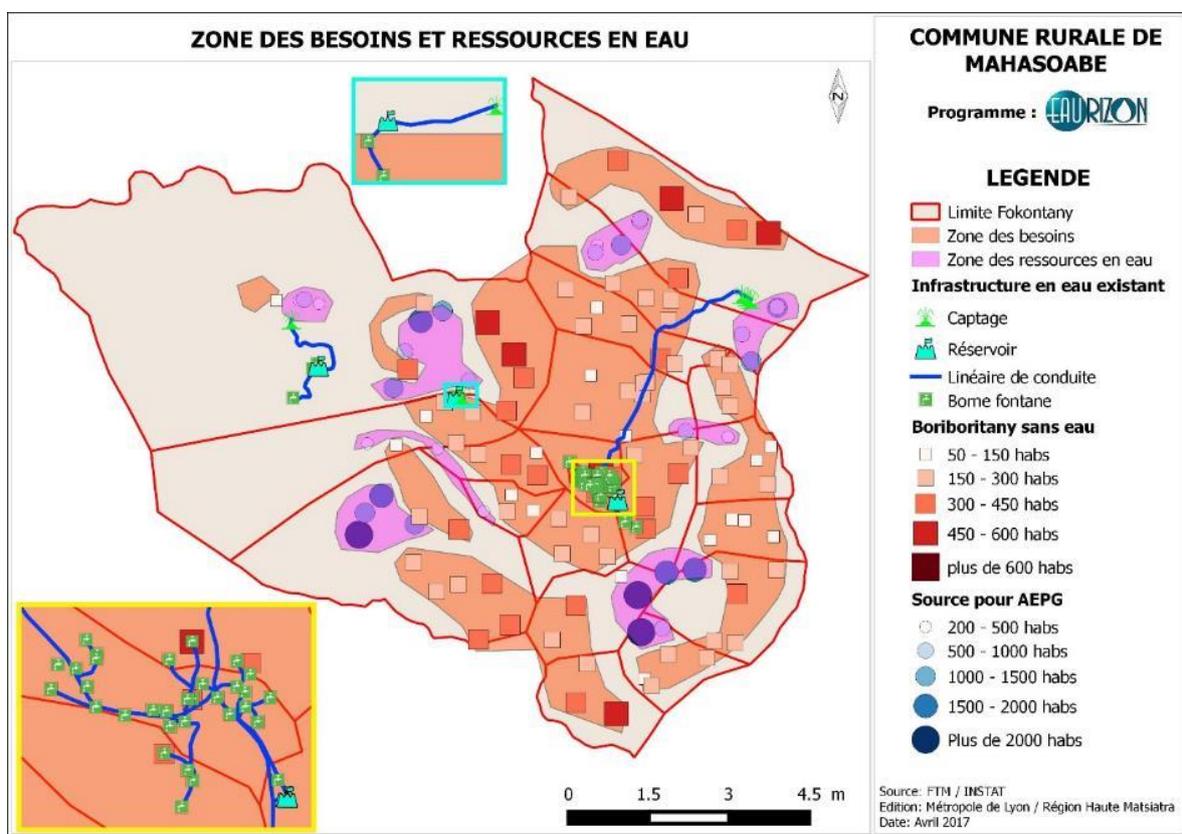


Figure 5: Carte de localisation des zones des besoins et des ressources en eau de Mahasoabe

La gestion des infrastructures en eau potable existantes : Cas du réseau central du chef-lieu

Actuellement, le réseau du chef-lieu est non fonctionnel et obsolète. Construit en 2003, il n'est plus adapté à la zone de besoin, d'un point de vue démographique, technique et au niveau de la structure de son mode de gestion.

Dès lors que sa mise en eau fût effectuée, l'association de gestion communautaire initialement installée s'est rapidement dissoute et la commune a tant bien que mal repris la gestion de l'eau en tant que régie directe. On a pu y souligner de nombreux problèmes structurels sur la gestion de l'eau.

- Absence d'organisation pour assurer de manière permanente les activités d'exploitation.
- Peu de transparence et de contrôle sur la gestion de l'eau.

- Manque de compétences sur la gestion de l'eau des anciens gestionnaires et du bureau communale, car leurs formations ont été délaissées lors de la réalisation du réseau par les investisseurs.
- Manque de ressources financières dû à une tarification sur les réseaux non adaptés pour assumer les charges de fonctionnement et les provisions pour l'amortissement.
- Une structure du réseau qui est source de conflits, car les habitants hors du chef-lieu sont mécontents du nonaccès à l'eau potable dès lors que l'amenée est enterrée à proximité de leur habitation.

Ces difficultés ont des conséquences concrètes sur le réseau :

- Les manques de moyens financiers, humains et techniques ne permettent pas d'assurer une maintenance efficace comme l'entretien des ouvrages (bornes fontaines, nettoyage des filtres, réparation des fuites et de la vannerie).
- La confiance des abonnés dans la gestion diminue ainsi que les taux de recouvrement des cotisations. Cela est lié à la distribution non permanente d'une eau de mauvaise qualité
- Réalisation de branchements clandestins.
- La commune a coupé l'eau pour toutes les bornes-fontaines actuellement en état de marche à cause du non-recouvrement des factures d'eau.

Parenthèse sur la gestion de l'eau actuelle, les porteurs d'eau :

Bien qu'un nombre restreint de villageois profite d'un accès privé au réseau en dépit de la mauvaise qualité de l'eau, la très grande majorité des habitants s'approvisionne à la rivière. Une économie parallèle et informelle s'est développée autour de ce secteur. Cette profession est appelée les porteurs d'eau. Ce sont des villageois qui profitent de l'éloignement de certains citoyens aisés pour leur vendre le service d'approvisionnement en eau du réseau et leur éviter la corvée d'eau. Il faut savoir que c'est une activité secondaire très difficile puisqu'elle est généralement effectuée avant le lever du soleil pour ne pas retarder la population le matin aux activités agricoles. Un Bidon de 20 L d'eau de réseau est vendu entre 300 à 200 Ariarys soit presque autant que le coût unitaire du m³ d'eau potable en France. Il est acheté 50 Ariarys auprès des propriétaires de branchements privés. Le restant des ménages qui ne peuvent se payer ce service envoient leurs femmes ou leurs enfants à la rivière pour exécuter la corvée quotidienne d'eau et ainsi privent les enfants d'un accès à l'éducation ou d'autre activité.

Face à cet échec, la mise en place d'un système AEP pérenne tant techniquement qu'au niveau de la gestion dans le bourg et ses périphéries est une priorité pour la commune. Les villages oubliés par la desserte en eau potable des Fokontany proche du chef-lieu sont aussi à prendre en compte. La délimitation précise de la zone desservie par le réseau n'est pas encore définie et sera précisée plus loin dans ce rapport. La zone semi-urbaine du bourg compte, quant à elle, au minimum 3500 habitants. Ce chiffre sera également affiné dans les études suivantes.

1.2.3.4. *Le secteur de l'Hygiène et de l'assainissement*

Lors des inventaires du PCDEA, les équipes du projet n'ont pas pu réaliser un inventaire complet des équipements d'assainissement liquide, mais le travail réalisé par les équipes d'Eaurizon pour l'élaboration du PCDEA montre une grande fragilité de ce secteur. La défécation à l'air libre est encore largement pratiquée. Malheureusement, le besoin ressenti par la population est encore très faible ce qui freine fortement l'élaboration de stratégie d'assainissement fiable et durable. Un travail de sensibilisation est en cours. [6]

1.3. Les enjeux techniques et socio-économiques de l'AEP en milieu semi-urbain

Bien que le choix technique d'un réseau d'adduction en eau potable gravitaire soit indiscutable dans cette région de Madagascar, le choix du mode de gestion est à préciser, car son importance est fondamentale sur stabilité et la pérennité du nouveau réseau. Pour être efficace, il doit être adapté au contexte socio-économique de la zone d'étude, aux ressources de la commune et aux contraintes techniques du réseau. Par conséquent, les choix que j'ai pu réaliser lors de la conception se doivent d'être cohérents aux enjeux du mode de gestion choisis. Testons l'hypothèse d'un affermage professionnel :

L'affermage : C'est un contrat de délégation de service public par lequel le maître d'ouvrage confie aux fermiers les opérations de maintenance des installations d'eau et la fonctionnalité du service. Il a la responsabilité des investissements de renouvellement du réseau. La commune a la responsabilité des infrastructures et perçoit une redevance sur les ventes réalisées. Ainsi, ce mode de gestion est équilibré, le gestionnaire assume les risques financiers et techniques et doit rendre des comptes à la commune. En contrepartie, il perçoit les rentes sur l'eau qui dépendent essentiellement des bonnes performances de son service. En général, les contrats d'affermage sont d'une durée de 15 ans.



cible	Atouts	Handicaps
La gestion par affermage professionnel	<p><u>Forces</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Stabilité et qualité du service de l'eau • Gestion de l'eau plus pérenne • Niveau de compétence des gestionnaires et techniciens • Adapté aux réseaux de grandes tailles avec un nombre d'usagers important (>3500 usagers) • Capacité d'investissement possible pour d'éventuelles extensions 	<p><u>Faiblesses</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Nécessite des charges d'exploitation et de fonctionnement plus élevé (salaires, loyer bureau, matériel de travail...) • Retour sur investissement qui peut être incertain au vu de la fragilité de l'économie ou de l'instabilité politique • Désintéressement du fermier si les rentes prévisionnelles ne sont pas assez importantes.
La commune	<p><u>Opportunités</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Économie du chef-lieu relativement dynamique. • Zone d'alimentation importante (>3500 bénéficiaires) • Besoin de sécurité sur l'AEP pour le bourg (alimentation stable et de qualité) • Bénéfice pour la commune par une taxe sur l'eau plus importante 	<p><u>Menace</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Incertitude de la population sur la volonté et la capacité des ménages à payer • Forte inégalité de richesse, à priori • Asymétrie des relations de pouvoir fermier/commune (manque de transparence, abus du savoir des gestionnaires, conflit sur la taxe communale...) • Capacité d'investissement de la commune limitée face aux enjeux techniques de l'AEP en milieu semi-urbain

Figure 6: Analyse SWOT de la gestion par affermage appliquée à la commune de Mahasoabe

L'affermage professionnel permettrait de répondre au besoin de sécurité sur l'alimentation en eau grâce à la stabilité du service de gestion l'eau et à la possibilité de mettre en place un réseau plus technique adapté aux enjeux de l'AEP en milieu urbain. Cependant, en contrepartie, il y a des exigences. Le gestionnaire professionnel sera sensible à la rentabilité économique. Pour cela, **une tarification volumétrique est nécessaire** pour évaluer la performance du service et rassurer le fermier. L'affermage est possible si certaines menaces sur le plan technique et économique sont écartées.

Bien que la taille et le potentiel économique semblent adaptés pour un affermage professionnel, la pérennité économique du futur gestionnaire n'est pas pour autant garantie. Il y a beaucoup d'incertitudes. Pour parvenir à rémunérer ce type de gestionnaire, il faut développer la gamme de service et proposer des branchements domiciliaires aux ménages les plus aisés. Ces derniers payeront le service plus cher permettant une péréquation sociale avec les ménages les plus pauvres. Au total, l'accès au service par les usagers se fait via 3 types d'interfaces :

- **Le branchement particulier ou domiciliaire à l'usage exclusif d'un ménage** en contrat avec le gestionnaire. L'abonné paye en partie ou en totalité le raccordement et s'acquitte de ses consommations mensuellement sur un décompte opéré par le fermier sur relevé du compteur. Ces branchements domiciliaires privés sont les plus intéressants pour les gestionnaires. Plus ils seront nombreux et plus le réseau a des chances d'être rentable financièrement.
- **Le branchement partagé à l'usage de plusieurs ménages.** Enregistrées comme un abonné unique dans le contrat avec le fermier, les familles s'organisent entre elles pour fixer les règles d'usage du point d'eau, le décompte ou non des volumes d'eau consommés par ménage et le règlement de la facture mensuelle. Comme pour le branchement particulier le décompte est opéré mensuellement par le fermier sur relevé du compteur. Ce type de branchement est souvent subventionné en partie ou en totalité. Les fermiers apprécient ce type de branchement qui permet à des ménages moins aisés de partager les coûts du raccordement. Cela fait baisser les charges des gestionnaires dans la mesure où les volumes distribués aux points d'eau publics et donc les rémunérations des fontainiers diminuent. Cependant, ce type d'accès est trop compliqué à mettre en œuvre en milieu urbain comme dans le chef-lieu. Il est adapté à la périphérie rurale du chef-lieu.
- **Le point d'eau public géré par un fontainier** rémunéré par le fermier ou se rémunérant sur les volumes d'eau vendus. Ce type d'accès est adapté aux populations urbaines les plus démunies, il sera exclusif au chef-lieu. Généralement, l'unité de facturation à l'usager est le seau ou le bidon et il paye au moment de remplir son seau ou suivant un échéancier fixé au préalable avec le fontainier. Ce type de point d'eau sera minimisé puisque la mise en place de fontainiers induit une forte augmentation des charges d'exploitation (via les salaires) ce qui se répercute sur le tarif du service. Cela est difficilement envisageable dans un contexte de faible volonté et capacité à payer des ménages.

Face à ces enjeux économiques, l'un des objectifs de mon étude est de construire un plan d'affaires prévisionnel pour attirer et rassurer le futur gestionnaire sur la viabilité d'une gestion par affermage. La méthodologie et le résultat seront présentés dans le volet financier de l'étude d'avant-projet sommaire (APS). L'analyse socio-économique de la zone d'étude a pour but de poser les fondations de ce travail. Elle anticipe la répartition des ménages aux points de distributions et lève l'incertitude de la volonté et la capacité des ménages à adhérer au service.

D'un point de vue technique, les capacités d'investissement de la commune sont très limitées. À elle seule, elle ne peut investir dans le réseau pour combler les attentes de sa population en eau potable. De plus, le passage à un mode de gestion par concession où le gestionnaire effectuerait les gros investissements et

chercherait à les rentabiliser sur 30 ans est trop risqué pour ce dernier. Par conséquent, l'apport financier du programme Eaurizon est fondamental.

Une alimentation du chef-lieu fiable et durable passe par des choix d'investissement adapté à la zone semi-urbaine/semi-rurale. Ces choix se doivent d'être cohérents avec les capacités des futurs gestionnaires. A minima, dans la zone semi-urbaine, **il faut passer à une configuration de réseau maillé pour assurer la qualité du service à tout moment de l'année.**

L'essentiel

Installée depuis 2006, la coopération décentralisée entre la métropole de Lyon et la région Haute-Matsiatra à Madagascar a lancé son 3^e programme développement. Dans ce programme, la métropole soutient les acteurs locaux tels que les communes, les entreprises de BTP, les fermiers locaux, les futurs professionnels du secteur par un support de formation. Elle suit la gouvernance en matière de gestion de l'eau des communes partenaires pour mieux accompagner les relations communes/gestionnaires. Elle développe également l'aménagement des bassins versants pour protéger les ressources. Elle réalise la conception et l'investissement des réseaux d'eau pour les communes partenaires.

Depuis 2016, la commune de Mahasoabe grâce à ses efforts sur le secteur de l'eau a pu intégrer le programme. C'est une commune de 25000 à forte tendance rurale, mais présentant un centre-ville assez urbain et dynamique.

Un inventaire et un diagnostic ont été réalisés par les équipes du programme ainsi que la commune (PCDEA). Il met en lumière les zones d'ombre et permet de prioriser les chantiers à réaliser. Il a été un outil de base pour réalisation de mes études.

Le réseau central de la commune réalisé en 2001 n'est plus opérationnel et les besoins de la commune en eau reste bien présents : le taux d'accès à l'eau potable est estimé à 7 % ce qui est très bas. Ce réseau n'est plus adapté au contexte actuel ce qui impose une restructuration sur le plan technique et sur la gestion de l'eau. Mon travail s'est appuyé en partie sur ce retour d'expérience et les choix de la commune ont fortement été influencés par celle-ci.

La zone de besoin se limite donc au réseau central et aux Fokontany périphériques, notamment les Fokontany au nord du chef-lieu. Au minimum, l'alimentation du centre-ville compterait 3500 habitants sans les villages périphériques.

L'hypothèse d'un affermage professionnel sera mise en place ainsi qu'une tarification volumétrique. Trois niveaux de service seront proposés aux habitants pour permettre une péréquation sociale avec des prix de l'eau adaptés.

En plus de la conception complète du réseau maillé, mon travail sera de valider la viabilité économique d'un affermage professionnel.

METHODOLOGIE GENERALE

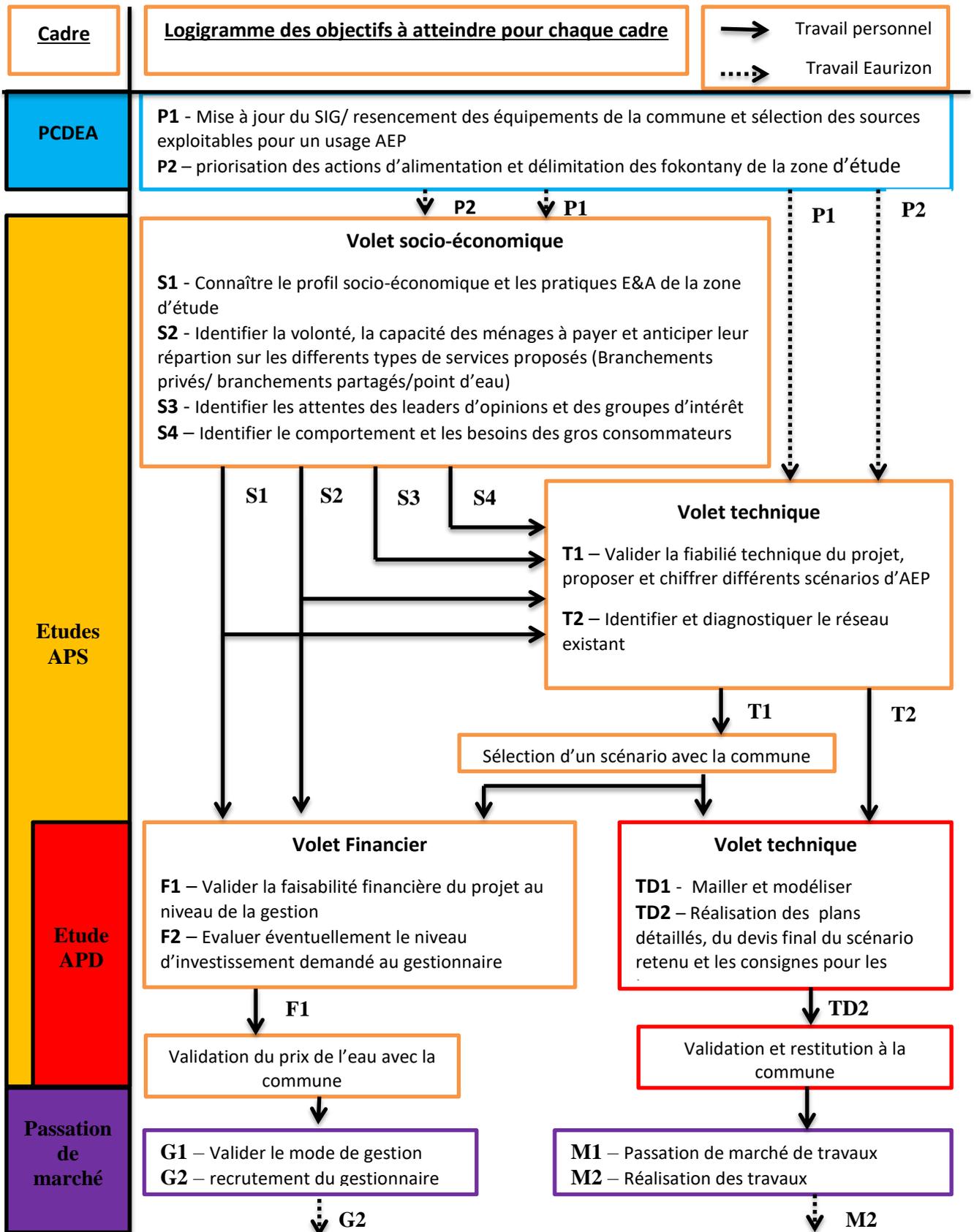


Figure 7: Logigramme de la méthodologie des études d'avant-projets

LES ETUDES D'AVANT-PROJETS SOMMAIRES (APS)

1.4. Le volet socio-économique : Caractériser le profil socio-économique de la zone d'étude

Préambule :

Le volet socio-économique de l'étude d'avant-projet sommaire vise à monter et exploiter une enquête sociologique pour comprendre et caractériser au mieux les attentes et les pratiques des ménages de la zone d'étude. De ce fait, elle pose les fondations des études suivantes.

Bien qu'une prémisses de travail de recensement ait pu être effectuée par la commune, les informations ne sont pas assez précises et fiables pour être exploitées dans l'étude d'avant-projet. Il faut donc les affiner pour produire le profil socio-économique représentatif de la zone d'étude.

Au début de mon stage, le processus d'enquête avait déjà été lancé par les équipes Eaurizon pour ne pas retarder le projet. Je n'ai pas pu construire cette dernière ni même la mettre en place. Elle a été réalisée par deux étudiants malgaches de l'université de Fianarantsoa qui ont séjourné un mois à Mahasoabe. Lors de mon arrivée dans le projet, l'enquête était sur sa fin, je me suis, donc, concentré sur l'analyse des données recueillies. J'ai collaboré avec ces deux étudiants malgaches qui m'ont bien aidés pour cerner les réalités du terrain et les difficultés culturelles auxquelles j'ai été confronté par la suite.

La figure suivante reprend la logique de l'élaboration de l'enquête :

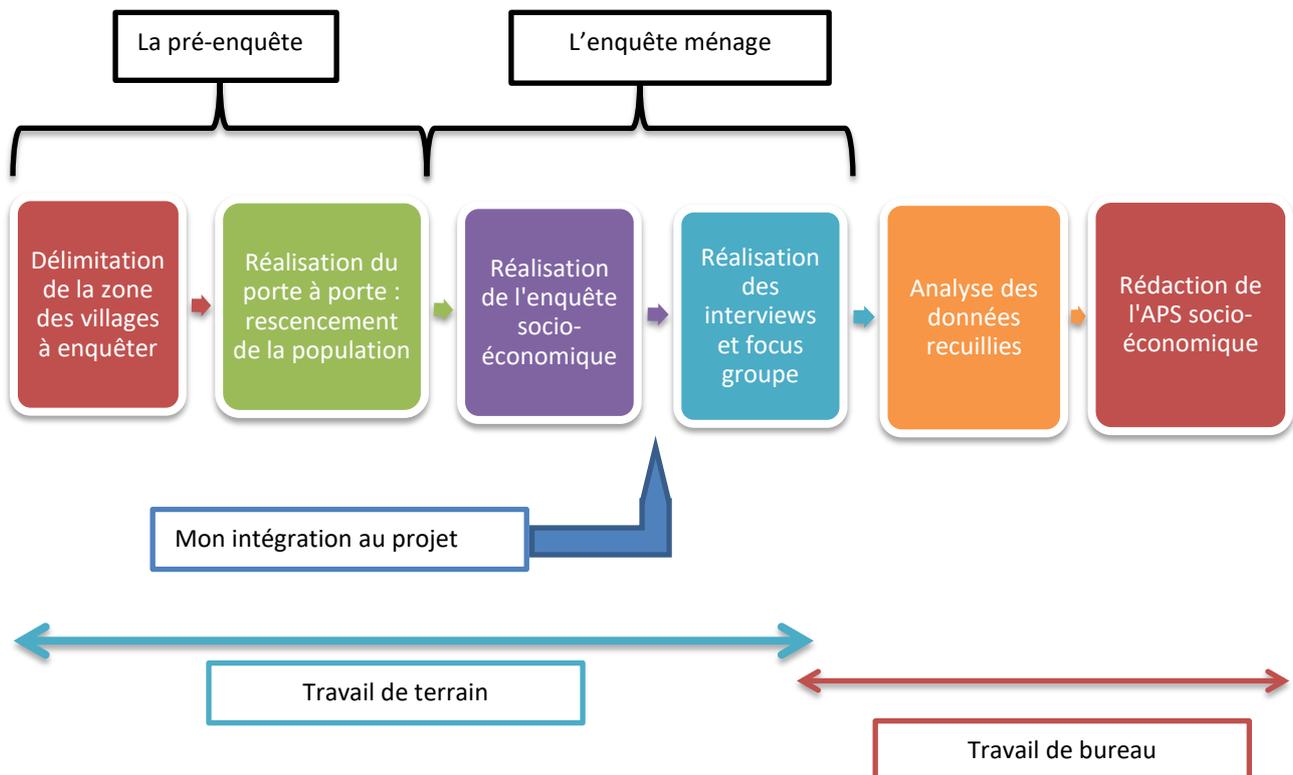


Figure 8 : Schémas méthodologique de l'APS, volet socio-économique.

1.4.1. La pré-enquête : délimiter les villages à enquêter et effectuer un porte à porte

1.4.1.1. Délimiter la zone à enquêter

Ce travail préalable de définition de la zone d'étude est très important.

Il n'est pas question de choisir quels soient les villages qui auront accès à l'eau potable, mais d'identifier les potentiels bénéficiaires du projet ainsi que les cibles d'un recensement démographique précis. La délimitation de la zone d'étude sera large pour ne pas perdre en liberté lors des études suivantes. En effet, on veillera à minimiser le risque, car à ce stade du projet, les incertitudes sur les données du projet sont trop grandes malgré le temps disponible. Avoir une large zone d'étude permet de recueillir le maximum de données démographiques et laissera plus de libertés techniques et financières pour les études suivantes.

Cependant, si les villages à préenquêter sont trop nombreux et assez éloignés, le volume de travail des enquêteurs et le temps requis pour réaliser le travail de recensement risquent d'être trop importants. Un équilibre a dû être trouvé entre les équipes du projet et la commune.

La carte ci-jointe en annexe n°3 présente les limites de la zone d'étude et les Fokontany retenus pour le recensement.

1.4.1.2. Le porte-à-porte

Le projet d'adduction d'eau potable que la commune a priorisé se situe dans le chef-lieu de la commune et dans les zones périphériques nord et sud-est du chef-lieu de Mahasoabe. Cela concerne plus de 32 Boriboritany. La population totale de ces Boriboritany est de 7351 habitants répartie en 1398 ménages. La taille moyenne des ménages est de 5,3 personnes.

La carte administrative en annexe n°4 permet de localiser les cibles du porte-à-porte. Le tableau ci-joint en annexe n°5 présente les détails du recensement démographique.

En voici, une synthèse :

Tableau 2: synthèse des villages référencés lorsde porte à porte

Fokontany	Nombre de Boriboritany et Tanana	Nombre de ménages	Nombre d'habitants	Nombre d'adultes	Taille moyenne du ménage
Soamanandray (Chef-lieu)	4	321	1819	881	5,6
Alarobia (Chef-lieu)	2	461	1867	968	4,0
Ambohibarihena 1	1	29	184	81	6,3
Ambohibarihena 2	2	117	740	325	6,3
Soamanandrarinny	2	60	343	165	5,7
Ramampiray	15	214	1300	603	6,1
Soanerana	2	55	271	112	4,9
Manamisoa	4	141	827	408	5,9
TOTAL	32	1398	7351	3543	5,3

1.4.2. La méthodologie d'enquête

Préambule : Une fois le recensement de la population effectué, il convient de monter une enquête socio-économique pour sonder la population. Ce recensement a eu plusieurs enjeux. D'une part, fiabiliser les données démographiques de la commune qui seront très utiles pour construire l'étude technique, d'autre part permettre de préparer l'enquête spécifique des ménages. Une réunion d'organisation a été effectuée avec le chef de projet, les enquêteurs et le comité communal pour valider les données recueillies lors du porte-à-porte. Quand la sélection des bénéficiaires et des gros consommateurs est validée, le comité amende et complète les propositions pour parvenir à une validation de l'échantillon final de l'enquête ménage.

Dans un contexte de mise en place d'un affermage professionnel, la finalité de l'enquête est d'obtenir un état des lieux de la situation sociale, économique et des pratiques E&A des ménages. Ces informations permettront d'évaluer la volonté et la capacité des ménages d'accéder à l'eau potable pour en déduire leurs répartitions en fonction des différents services proposés. Bien que les populations les plus pauvres soient concernées par cette étude, on s'intéressera avant tout aux populations les plus aisées, c'est-à-dire, celles qui sont les plus à même de se raccorder au branchement privé. Ici, nous allons nous intéresser à la méthodologie et aux hypothèses de l'enquête réalisée.

1.4.2.1. La méthodologie d'échantillonnage

Tableau 3 : Méthodologie de l'enquête appliquée à la zone d'étude et à l'APS, volet socio-économique

Étape	Méthode et objectif	Choix réalisé
1	Définir l'objectif de l'enquête	Estimer la capacité et la volonté d'un ménage à se raccorder à un branchement privé
2	Définir la population cible : définir les limites géographiques de la zone d'étude et les caractéristiques de la population cible	Nature des données : situation des ménages, délimitation géo. : Boriboritany de la zone d'étude
3	Déterminer les données à collecter	Détaillé par la suite
3	Fixer le degré d'acceptabilité des incertitudes de l'enquête. Il dépend de l'utilisation finale des résultats et des contraintes de l'enquête. La taille de l'échantillon et le mode d'échantillonnage détermineront donc le degré d'incertitude.	Le degré d'incertitude de l'enquête n'est pas important. La contrainte de temps a été privilégiée.
4	Définir la population observée. Il s'agit ici de restreindre la population cible pour faciliter la réalisation de l'enquête. La population cible est celle que l'on veut observer tandis que la population observée est celle que l'on peut observer.	Il n'y a pas eu de restriction, la population observée est la population cible
5	Définir la base de sondage. C'est l'outil que l'on utilise pour avoir accès à la population.	Elle représente la base de données issue du recensement démographique. Contrainte de temps des enquêteurs : 15 jours.
6	La taille de l'échantillon. C'est un compromis entre le degré de précision à atteindre et les contraintes opérationnelles, en l'occurrence, ici le temps disponible.	Elle est limitée à 20 % de la population cible soit 277 ménages. Pour deux enquêteurs, cela représente environ 15 jours d'enquête.
7	Définir le mode d'échantillonnage. Il est soit aléatoire, soit déterministe.	Échantillonnage au jugé (méthode déterministe).

1.4.2.2. *Le choix du mode d'échantillonnage*

L'un des objectifs de l'enquête est d'estimer le nombre de ménages prêt à se raccorder à un branchement privé. Pour faciliter la réalisation de l'échantillon et pour gagner du temps, l'échantillonnage a été réalisé lors du porte-à-porte. Les enquêteurs ont jugé subjectivement les critères extérieurs de richesse des ménages lors du recensement pour ne retenir qu'un échantillon de ménage le plus aisé. En effet, il est inutile de sonder les plus démunies. Au vu des contraintes de temps et de taille de l'échantillon, constituer un échantillon déterministe des ménages les plus aisés est le plus pertinent. Cependant, cela limite la représentativité de la population cible. On ne pourra donc pas extrapoler les tendances sur les pratiques E&A à l'ensemble de la population cible puisque l'information obtenue par l'enquête est de nature limitée.

1.4.2.3. *Les données à collecter*

Il faut tout d'abord distinguer deux grandes cibles d'enquêtes : des profils domestiques et des profils non domestiques (ou gros consommateurs). En effet, comme ces derniers sont susceptibles d'avoir des niveaux de consommation et des usages de l'eau différents des profils domestiques, il n'est pas pertinent de réaliser la même enquête pour ces deux profils.

Les grandes familles de données intéressantes à recueillir peuvent être les suivantes :

- l'origine géographique des ménages et leurs profils sociologiques (par exemple : adresse, nombre de personnes par foyer, situation professionnelle, locataire ou propriétaire...): ici, on vise à mieux connaître les ménages, d'un point de vue informatif.
- Le profil économique du ménage (revenu, biens possédés): Dans un objectif d'instaurer des branchements privés, il est important de connaître les moyens économiques du ménage. Ce profil vise à collecter les informations relatives au niveau de richesse des ménages. Il est à adapter en fonction du contexte culturel de la commune.
- La situation sur l'eau et l'assainissement : Dans ce profil, on visera à mieux connaître la situation réelle du ménage en matière d'eau et d'assainissement. On visera à connaître les usages de l'eau et le niveau de consommation actuel. Il est intéressant, car il peut nous donner des informations sur la volonté d'un ménage à adhérer au nouveau service. Questions types : distance par rapport au point d'eau...

Abonné domestique ou gros consommateurs, quelles différences ?

Il est intéressant de différencier les abonnés domestiques des gros consommateurs, puisque leurs usages de l'eau et leurs niveaux de consommation sont sensiblement différents. Ces informations sont utiles pour la phase technique du projet, mais aussi pour la phase financière, car un tarif différent peut être négocié. En effet, les contributions économiques au réseau peuvent être importantes et il ne faut pas les négliger. Dans certains réseaux, un gros consommateur peut représenter plus de 20 % de la consommation journalière totale. Ce sont généralement des usines, des hôtels haut de gamme, des restaurants, des hôpitaux...

La volonté à payer : dans cette partie, on cherche à évaluer la volonté des ménages à se raccorder au réseau d'eau potable par le biais d'un branchement privé. La nature des questions doit être la plus objective possible : quel type de branchement est envisagé, pour quel coût de raccordement, et quel est le tarif de l'eau acceptable.

Le détail du questionnaire d'enquête est joint en annexe n°6.

1.4.2.4. *Les focus groupes et interviews*

En complément des enquêtes réalisées auprès des ménages et entreprises, des interviews et des discussions de groupes ont été réalisées. L'objectif de ces démarches est de compléter les informations recueillies par

des éléments plus qualitatifs. Le ressenti des acteurs est ici mobilisé. Leurs visions sur la situation actuelle et celles sur la forme que doit prendre le projet sont également étudiées.

Ces acteurs concernés sont :

- Le conseil communal et l'agent ACEA
- Les propriétaires de branchements privés
- Les groupes de femmes pour les questions d'hygiène
- Des représentants d'établissements d'enseignement
- Des représentants de porteurs d'eau

Cette phase permet de mesurer la température du projet, d'anticiper les craintes et les espoirs de chaque strate de la population. Elle permet aussi un diagnostic de l'existant et d'anticiper les écueils au niveau de la gestion.

J'ai coordonné ces interviews individuels et de groupe avec les deux étudiants qui ont réalisé les enquêtes ménages. Leurs connaissances du projet et leurs maîtrises de la langue malgache m'ont été très utiles.

Sur le plan technique, les villageois, que ce soit des personnes aisées ou des personnes moins aisées, ont de fortes attentes sur le projet. Leur investissement dans les interviews et leur force de propositions sont témoins de leurs motivations à adhérer aux services. Pour les plus pauvres, un service accessible est avant tout attendu, pour les plus riches, c'est la pression et la qualité de l'eau qui est exigée. Au niveau de la gestion, l'enjeu et la volonté qui ressort de cette enquête sont une indépendance et plus de transparence pour éviter les conflits d'intérêts.

1.4.3. Analyse des données

L'analyse se fait en deux étapes. La première est une analyse de la base de données pour écarter ou corriger les incohérences. Bien que les enquêteurs soient formés pour réaliser les enquêtes, de nombreuses erreurs peuvent être faites. Elles peuvent être dues à de nombreux facteurs liés à :

- l'enquêteur lui-même : des erreurs de saisies informatiques, erreurs lors de la saisie des questionnaires, mauvaises écoutes des enquêteurs, manque de tact lorsque les questions financières sont évoquées, manque de clarté sur l'objet de l'enquête...
- l'enquêté : méfiance vis-à-vis du projet ou de l'enquêteur, mauvaise interprétation du projet, incapacité à fournir des données claires, manque d'éducation, malhonnêteté pour accéder plus facilement au service, indisponibilité du chef de ménages...

À la suite de ce travail de consolidation, la deuxième étape est la recherche des abonnées qui sont les plus susceptibles de se raccorder à un service de branchement privé.

Par rapport aux demandes brutes sur l'accès à un branchement privé. Il convient de faire un traitement des profils des ménages pour évaluer si ces demandes sont crédibles. Pour ce faire, chaque ménage a été noté sur sa volonté puis sur sa capacité à payer. Il faut que le ménage atteigne un seuil pour ces deux notes pour que sa demande soit validée comme très probable. Les grilles d'analyses sont présentées ci-après, dans la tableau n°4.

Il y a deux barèmes dans cette analyse. On différencie les habitants du chef-lieu du reste, car les types de branchements sont différents. Dans le chef-lieu, ce sont des branchements privés domiciliaires où les raccordements au réseau ne sont pas subventionnés, nommés également branchements particuliers. L'objet de cette enquête est d'estimer le nombre de ces raccordements. En brousse, ce seront principalement des raccordements de type branchement privés partagés qui seront subventionnés par le projet. Les branchements privés partagés sont des points d'eau privés pour 5 à 7 ménages, ces derniers disposent d'un prix de l'eau très intéressant. Ceux-là ne sont pas concernés par la présente enquête. Cependant, il est possible que les raccordements par branchement privé non subventionné intéressent des ménages de brousse d'où l'implantation d'un deuxième barème pour ceux-ci.

Tableau 4 : synthèse des critères choisis et des seuils à atteindre pour la volonté et la capacité à payer l'eau

Volonté à payer		Capacité à payer	
Critères	Points attribués	Critères	Points attribués
Prix acceptable du raccordement		Alimentation en électricité	
- si 75 000 Ar	3	- si panneau solaire	2
- si 100 000 Ar	5	- si abonnement JIRAMA	4
- si 150 000 Ar	7	- si groupe électrogène	4
- si 200 000 Ar	9	Dépenses mensuelles en électricité	
Mode paiement		- supérieures ou égales à 5000 Ar	5
- si paiement en une fois	3	Épargne mensuelle	
Facture mensuelle acceptable		- si supérieure ou égale à 20 000 Ar	2
- si supérieure à 2400 Ar	3	Biens possédés	
- si supérieure à 4000 Ar	5	- si télévision	2
- si supérieure à 6000 Ar	7	- si antenne satellite	2
- si supérieure à 9000 Ar	9	- si réfrigérateur	3
Prix au bidon de 20 litres		- si salon (canapé)	3
- si supérieur ou égal à 15 Ar	1	- si moto	4
Usage de porteurs d'eau		- si voiture	4
- si oui	4	- si zébus	2
Note maximale	25	Note maximale	31
Seuil à atteindre (Chef-Lieu)	8	Seuil à atteindre (Chef-Lieu)	8
Seuil à atteindre (Brousse)	12	Seuil à atteindre (Brousse)	12

Les ménages qui ont obtenu les notes minimales de 8 pour la volonté et la capacité à payer dans le Chef-lieu et 12 en Brousse sont retenus comme des ménages qui se raccorderont.

Après avoir obtenu une liste de ménages à la suite de l'application des différents critères, un traitement manuel est opéré pour vérifier que les critères employés n'excluent pas des ménages aux profils atypiques ou des ménages qui auraient sous-estimé volontairement leur volonté ou leur capacité à payer.

Cette vérification manuelle consiste à collecter des indices parmi les informations obtenues qui pourraient amener un ménage à se raccorder. Le revenu mensuel annoncé par chaque ménage, la localisation du ménage, la nature de ses latrines, l'activité professionnelle exercée et les autres biens possédés par le ménage sont quelques-unes des caractéristiques qui sont réalisées pour vérifier si le ménage a de bonnes probabilités de se raccorder. Les ménages proches des seuils fixés sont évidemment ceux qui sont étudiés le plus attentivement.

Des analyses statistiques de données (type AFCM) ont également été sollicitées pour aider à construire ces critères. Les liens entre les variables qui ont le plus d'influence dans la capacité ou la volonté à payer ont été recherchés. Un avis plus subjectif basé sur l'expérience, mais non moins pertinent a été sondé auprès des équipes du projet. Il confirme les tendances relevées lors de ces analyses statistiques.

1.4.4. Les résultats

1.4.4.1. Le profil sociologique des ménages

Tableau 5 : Résultat de l'enquête socio-économique, le profil sociologique des ménages

Classe d'âge des enquêtes	Classe d'âge des chefs des ménages enquêtés	Niveau d'instruction des enquêtés	Niveau d'instruction des enquêtés	Activités	Activités principales des enquêtés
Moins de 30 ans	14 %	Non scolarisé, analphabète	3 %	Agriculteur	42 %
Entre 31 et 45 ans	33 %	Primaire	18 %	Commerçant	26 %
Entre 46 et 60 ans	35 %	Collège	30 %	Restaurateur	1 %
Plus de 61 ans	17 %	Lycée et supérieur	49 %	Fonctionnaire	9 %
Sexe des enquêtes	Sexe des chefs de ménages enquêtés	Propriétaire de l'habitat	%	Retraité	8 %
Hommes	49 %	Oui	92 %	Artisan	1 %
Femmes	51 %	Non	8 %	Autres	13 %

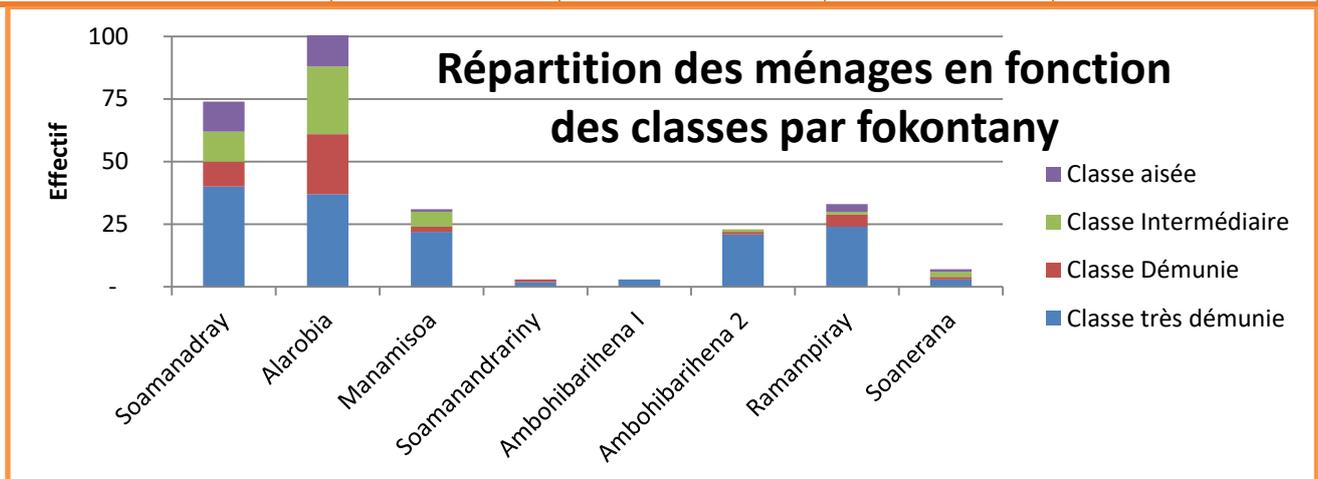
La population de Mahasoabe est globalement instruite, près de 79 % des enquêtes ont fréquenté le collège ou ont un niveau d'étude supérieure. Ces chiffres sont importants comparativement à la situation existante dans les autres bourgs ruraux de la région Haute-Matsiatra. C'est aussi une destination réputée pour son marché aux zébus, ainsi que pour ses nombreux autres marchés. C'est pourquoi on y trouvera principalement des agriculteurs et des commerçants. À noter que cette classification ne tient pas compte du caractère légal ou informel des activités.

1.4.4.2. Le profil économique :

Tableau 6 : Résultat de l'enquête socio-économique, le profil économique des ménages

Indicateur de classe	Classe aisée	Classe intermédiaire	Classe démunie	Classe très démunie
Taille moyenne du ménage	7,2	6,3	5,3	6,9
Revenu moyen Salaire moyen : 150 000 Ar Salaire minimum : 56 000 Ar	Plus de 400 000 Ar	Entre 200 000 et 400 000 Ar	Entre 100 000 et 200 000 Ar	Moins de 100 000 Ar
Existence d'épargne	53,13 %	38,78 %	34,09 %	25,00 %
Biens possédés				
➤ Télévision	75,00 %	83,67 %	63,64 %	32,24 %
➤ lecteur VCD	65,63 %	69,39 %	56,82 %	25,66 %
➤ Antenne satellite	31,25 %	30,61 %	25,00 %	7,24 %
➤ Réfrigérateur	12,50 %	6,12 %	6,82 %	3,95 %
➤ Salon	56,25 %	51,02 %	27,27 %	17,76 %
➤ Moto	25,00 %	12,24 %	6,82 %	1,97 %

➤ Voiture	37,50 %	16,33 %	13,64 %	3,95 %
➤ Charrette	3,13 %	10,20 %	4,55 %	7,89 %
➤ Zébu	37,50 %	26,53 %	34,09 %	44,08 %
➤ Porc	46,88 %	30,61 %	43,18 %	42,11 %
Dépenses électricité				
➤ Accès au service	88 %	82 %	77 %	41 %
➤ Facture mensuelle moyenne (Ar)	22 320	14 162	17 935	13 176
Effectif échantillon	32	49	44	152
Effectif en pourcentage	11,6 %	17,7 %	15,9 %	55 %



Les différents indicateurs exposés précédemment permettent de catégoriser les ménages en quatre classes. À noter que la dénomination des classes est relative, et ne peut être comparée aux standards internationaux. En dehors du revenu qui demeure l'indicateur de base, on constate des disparités entre les classes sur les indicateurs présentés ci-dessus. La répartition spatiale des différentes classes sociales est très disparate. Le chef-lieu et les quartiers avoisinants regroupent la quasi-totalité des classes aisées et intermédiaires (Alarobia et Soamanadray). La quasi-totalité des branchements particuliers devrait donc être réalisée dans les deux Fokontany nommés précédemment. Des branchements privés peuvent toujours être envisagés pour les ménages très aisés hors du chef-lieu. En revanche, les périphéries sont habitées par les classes démunies caractérisées par une forte proportion d'agriculteurs.

1.4.4.3. Situation sur l'eau

La grande majorité des ménages utilise l'eau de la rivière pour la boisson, la cuisine et la toilette, et pour le lavage du linge, soit 92 %. Néanmoins, il semble que certains d'entre eux s'approvisionnent également au niveau de puits ou des quelques bornes-fontaines privées.

Tableau 7: Résultat de l'enquête socio-économique, Volume consommé par classe des ménages de Mahasoabe

Consommation par classe	Consommation en litres/jour/habitant
Aisée	20,87
Intermédiaire	18,23
Démunie	18,35
Très démunie	13,17

En moyenne, les ménages utilisent 89 l/jour d'eau de la rivière, d'un puit ou d'une borne-fontaine encore fonctionnelle. Par rapport à notre échantillon, cela donne, des consommations respectives de 19,34 litres par jour par habitant.

Tableau 8 : Résultat de l'enquête socio-économique, Type de traitement de l'eau utilisés par les ménages

Traitement de l'eau	Effectifs	Effectifs en %
Filtre	3	1 %
Bouillir	100	36 %
Sur'eau	78	28 %
Aucun traitement	96	35 %
Total	277	100 %

Pour puiser l'eau, les ménages utilisent des bidons de 20 litres. Le bidon est non seulement un moyen de puisage, mais également un moyen de stockage. En plus des bidons, 33 % des ménages possèdent un tonnelet de plus de 100 litres pour stocker l'eau. Pour l'eau destinée à l'alimentation ou la boisson, la grande partie des ménages n'effectue aucun traitement de l'eau.

1.4.4.4. Équipements en latrines et en douches

67 % des ménages possèdent une douche en propre, 0,25 % des ménages utilisent une douche partagée avec d'autres ménages et 32,75 % ne possèdent pas de douche. La majorité de la population a réalisé sa douche par de l'autoconstruction avec des matériaux de récupération ou collectés dans la nature donc sans véritable frais.

Le chef-lieu de Mahasoabe n'est pas doté d'un système, même sommaire, d'évacuation des eaux usées publiques. Les ménages évacuent donc les eaux usées là où ils peuvent. La grande majorité de la population (89,53 %) utilise des latrines qui leur appartiennent. 3,61 % des cas dont l'usage est partagé avec un ou plusieurs voisins et 6,86 % des ménages n'ont pas de latrines.

1.4.4.5. Volonté pour se raccorder au service

Sur les 277 ménages enquêtés, 209 souhaitent bénéficier d'un branchement particulier. Il a été demandé à chacun des ménages le prix acceptable du coût du raccordement au réseau selon eux selon un principe d'enchère décroissante. L'enquêteur proposait d'abord un prix à 200 000 Ar pour arriver finalement à 50 000 Ar. Les compteurs seront très vraisemblablement subventionnés donc le coût d'un branchement pour un ménage situé à 20 mètres de la conduite de prise sera à priori autour de 160 000 Ar. Sur ces 209 ménages, 179 acceptent de payer plus de 75 000 Ar, le raccordement. C'est le seuil limite pour considérer la demande comme crédible.

Le futur prix de l'eau acceptable a été sondé. Pour les futurs branchements privés, la facture mensuelle est 4836 Ar soit un prix de l'eau relatif à la consommation moyenne de **2 Ar/L**. Pour les villageois intéressés par les bornes-fontaines le coût acceptable est de 34 Ar le bidon de 20L, soit **1.7Ar/L**.

Pour conclure, les réponses sont encourageantes. La volonté à payer est très intéressante sachant que le prix du futur service risque d'être bas par rapport au prix au litre annoncé.

1.4.4.6. Répartition des ménages en fonction des types d'accès à l'eau

Sur Mahasoabe après l'attribution de notes sur la volonté et la capacité des ménages à payer, seuls 100 ménages dépassent les seuils fixés.

Après retraitement des données et ajout manuel de quelques foyers, le nombre de ménages dont la demande en branchement privé est considérée comme crédible monte à 120 unités. C'est un score bas pour un réseau qui aura pourtant un nombre conséquent d'utilisateurs et qui concerne le chef-lieu de la commune.

Les classes aisées et intermédiaires sont logiquement fortement représentées. Toutefois, il faut souligner qu'une partie non négligeable de la classe démunie est représentée. En effet, dans le chef-lieu de

Mahasoabe, la classification par classe de richesse n'est que peu représentative du niveau réel de moyen et de capacité d'un ménage à se raccorder.

Tableau 9 : Résultat de l'enquête socio-économique : Répartition des ménages en fonction des futurs types de services proposé

Type de service	En nombre de ménages	En pourcentage
Branchements particuliers	120 dont 108 dans le Chef-lieu et 12 en Brousse	8,6 %
Branchements partagés	664 soit 133 branchements	47,5 %
Points d'eau collectifs	614	43,9 %
Total	1398	100,0 %

1.4.4.7. Gros consommateurs

Deux structures pouvant être assimilées aux gros consommateurs sont susceptibles de se raccorder par des branchements particuliers. Il s'agit du dispensaire catholique. Ce gros consommateur est divisé en deux entités, car les factures d'électricité et les consommations en eau sont différentes. En plus de ce gros consommateur, on pourrait y rajouter les établissements scolaires, mais ils ne sont pas comptabilisés ici. Les consommations des dispensaires ont été renseignées, ci-dessous. Ils sont considérés comme un centre de soin géré par les sœurs, Masera.

Tableau 10: Résultat de l'enquête socio-économique, BJM des gros consommateurs

Entité :	Lieu	consommation mensuelle totale (m3)
Dispensaire Masera	Fokontany	
n° 1	Alarobia	15
n° 2	Alarobia	9

Actuellement, ils sont ravitaillés en eau par un ou des puits et disposent d'une facture Jirama qui s'élève à plus de 100 000Ar par mois. Leurs volontés et leur capacité ne sont donc pas un problème, pour l'étude.

L'essentiel

L'enquête socio-économique sur la commune de Mahasoabe a duré deux mois et s'est déroulée en deux étapes. Dans un premier temps, tous les ménages de la zone d'études ont fait l'objet d'un recensement pour connaître le nombre de foyer et d'habitant de la zone. Ensuite, seuls les plus à même de se raccorder à un branchement particulier ont fait l'objet d'une enquête approfondie. L'échantillon retenu était de 279 ménages (277 ménages et 2 gros consommateurs) sur les 1398 de la zone soit 20 % d'enquêtes.

Le niveau de vie des ménages de la zone est relativement élevé par rapport aux autres villages de la région et cela s'explique en bonne partie par le fort dynamisme du chef-lieu. La présence de trois marchés est à ce titre significative. Les ménages sont également relativement instruits dans le chef-lieu. Cependant, les inégalités sont fortes à Mahasoabe, tant dans le niveau de richesse que dans l'éducation.

Après ce constat général, il est logique de mesurer une grande disparité dans la volonté et la capacité à payer des ménages pour accéder au service notamment concernant le raccordement par un branchement privé. Après traitement des données et correction manuelle, seuls 122 ménages semblent être des candidats sérieux au paiement du raccordement à un branchement privé. De plus, il n'existe que deux gros consommateurs sur la zone, mais les consommations peuvent monter jusqu'à 25 mètres cubes par mois. Dans la mesure où la gestion du service s'équilibre notamment par le biais d'une tarification supérieure pratiquée au niveau des branchements privés, le potentiel sur la gestion du réseau semble intéressant. Les ménages souhaitant se raccorder sont prêts à accepter en moyenne un prix de l'eau de 2Ar le litre, ce qui est élevé.

L'étude financière devra valider la possibilité de réaliser un réseau avec une gestion professionnelle et **122 branchements privés uniquement (120 ménages et 2 gros consommateurs)**.

1.5. Le volet technique : Concevoir et proposer des solutions techniques au maître d'ouvrage

1.5.1. Objectifs et méthodologie

Cette étude vise à confirmer la fiabilité du projet en envisageant toutes les possibilités d'alimentation de la zone d'étude. Deux scénarios seront proposés à la commune. Comme elle se doit de participer à hauteur de 1 % du prix total des investissements, un chiffrage des scénarios sera proposé. Puis, un seul sera retenu ce qui permettra de gagner du temps sur l'étude APS financière.

L'enjeu de cette étude est, également, de poser des bases solides pour l'étude d'avant-projet détaillé (APD). En effet, au stade de l'APD, les erreurs de conception, comme une mauvaise architecture de réseau ou des ressources en eau non pérennes, peuvent être fatales pour le projet. Les marges de manoeuvre restantes ainsi que le temps disponible seraient très limités.

Pourquoi réaliser deux études techniques ?

Le choix d'une conception technique en deux phases se justifie par la complexité du réseau attendu. Les possibilités d'alimentation sont nombreuses, mais la meilleure, elle est unique. Ce réseau exige une architecture maillée, mais cette contrainte rendrait le dimensionnement des scénarios trop fastidieux et peu efficaces. Le travail doit donc être découpé. Ainsi, le volet technique de l'APS envisagera toutes les possibilités d'alimentation grâce à des outils simples, efficaces et peu gourmands en temps tout en anticipant sur les marges de manoeuvre disponibles à l'APD. Enfin, le scénario choisi sera optimisé par un maillage du réseau et validé par une modélisation numérique, lors de l'APD.

La méthodologie de l'étude APS technique est la suivante [7] :

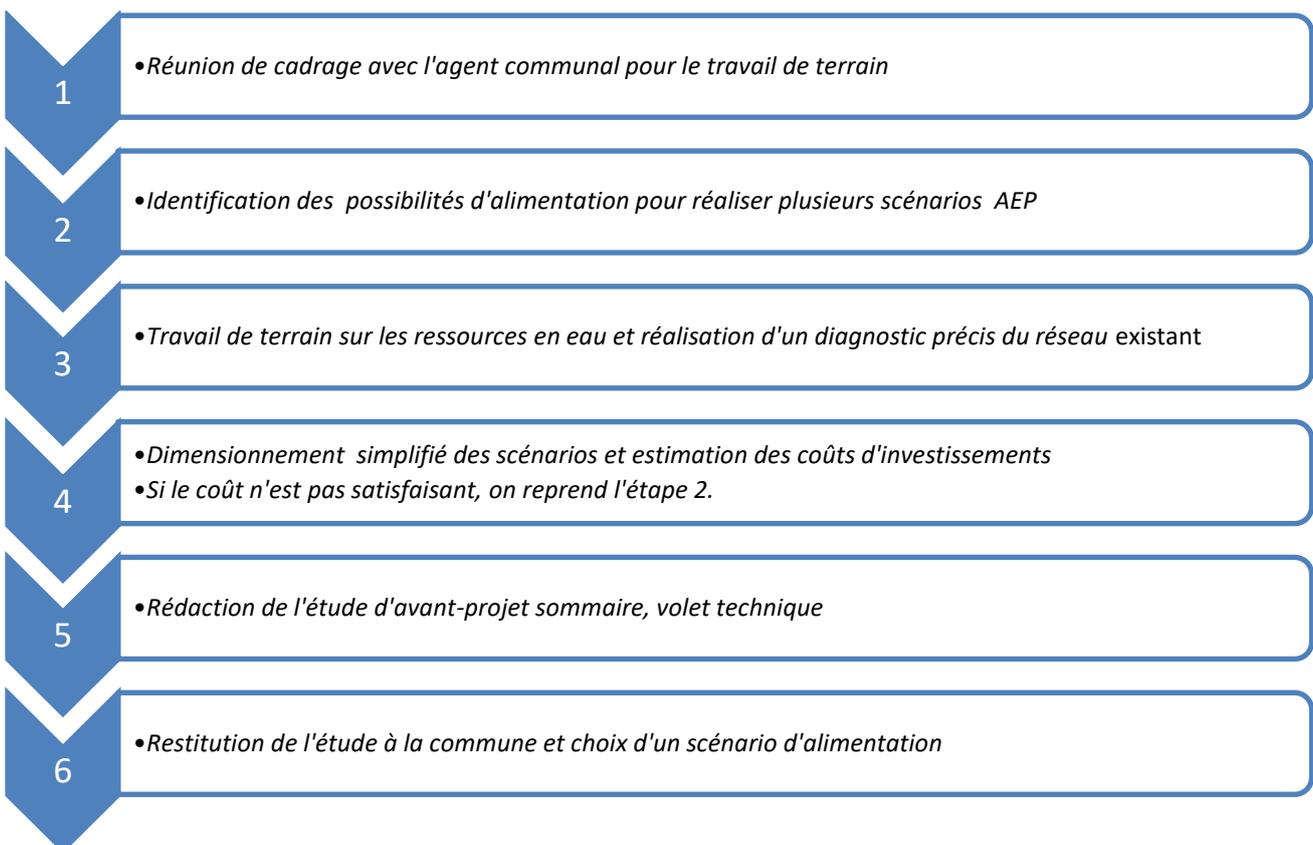


Figure 9: Méthodologie générale de l'étude APS, volet technique.

1.5.2. Le travail de terrain

1.5.2.1. Les ressources en eau

Les ressources en eau disponible pour un usage AEP ont déjà été choisies lors du travail sur le PCDEA. Sur la zone d'étude, on en décompte quatre. La carte en annexe n°7 localise les 4 sources de la zone d'étude. Mais seulement, deux ont été utilisés pour l'APS :

Tableau 11: Les sources de la zone d'étude retenues pour l'AEPG de l'APS technique.

Fokontany	Nom de la source	altitude	Débits mesurés à l'étiage (l/s)	équivalent habitant année 0	Conflit d'usage	Captage existant
Ambohibahirena 2	Vohidria	1270	3	6655	faible	Oui
Manamisoa	Ampangorinana	1168	0,9	1996	Faible	Non

La sélection des ressources en eau lors du PCDEA a été réalisée pendant la période sèche de mai à octobre. Les équipes du projet ont alors pu mesurer les débits à l'étiage en octobre. Sur la base de ce débit et d'une consommation moyenne par habitant, le potentiel d'alimentation de la source est chiffré en équivalent-habitant.

Pendant l'APS, la mesure des débits et l'évaluation de la qualité de l'eau ont été difficiles, car à cette période de l'année, la saison des pluies vient de se terminer et les bassins versants sont saturés en eau. Les incertitudes pour effectuer une mesure fiable des sources pérennes sont trop grandes. Ainsi, un travail de repérage est suffisant à cette période du projet pour choisir la méthode de captage la plus adaptée. Elle dépend fortement du type d'écoulement souterrain à l'étiage. [7]



Figure 10: Photo de la source émergente Ampangorinana



Figure 11: Photo de la nappe émergente de la source Ampangorinana



Figure 13: Photo de la résurgence de la source Vohidria



Figure 12: Photo du bassin versant de vohidria

1.5.2.2. Le diagnostic des ouvrages existants

La deuxième mission du travail de terrain a été de diagnostiquer les ouvrages du réseau existant pour envisager ou non une réutilisation. La carte en annexe n°8 montre en annexe l'architecture du réseau existant et le tableau en annexe n°9 présente ses caractéristiques.

Tableau 12: synthèse du réseau existant du chef-lieu de Mahasoabe

Zone de desserte	Source captée	Réservoir	Point d'eau	Conduites
Fokontany : Alarobia et Soamanandray	Vohidria, captage par drain	1 réservoir en béton armé :50m ³ + extension à 61 m ³	Bornes-fontaines exclusivement	9 km de conduite

Tableau 13 : synthèse des dysfonctionnements du réseau existant du chef-lieu

Ouvrages	Dysfonctionnements
Sources et captages	<ul style="list-style-type: none"> Le drain captant est bouché et le captage est inondé. Cela n'empêche pas d'acheminer l'eau au filtre. Crépine non fonctionnelle
Filtre	<ul style="list-style-type: none"> Le filtre est fonctionnel, mais n'est pas entretenu régulièrement.
Réservoirs	<ul style="list-style-type: none"> Pas assez élevé et certaines bornes ont des problèmes de pression. Manque d'entretien
Linéaires	<ul style="list-style-type: none"> Casses fréquentes de tuyaux au nord faites par les villageois
Bornes-fontaine	<ul style="list-style-type: none"> Pas assez de pression sur certaines bornes-fontaines (EPP et Lycée) 07 Bornes-fontaines fonctionnelles
Branchement privé	<ul style="list-style-type: none"> problème de pression sur quelques branchements

Au stade de l'APS, seul le réservoir a semblé pouvoir être réutilisé. Son état général est bon, notamment l'état du béton qui est de bonne qualité, mais il nécessite quelques finitions. 20 ans après sa réalisation, l'inconvénient principal est son altimétrie relativement basse face aux nouveaux enjeux d'alimentation du chef-lieu. Il reste une option d'appoint supplémentaire à moindre coût.

Quelques sections de linéaire de conduite pourraient être réutilisables si les diamètres correspondent, mais il y a encore trop d'imprécisions sur l'état de chaque tronçon. Le filtre est fonctionnel, mais relativement peu efficace. Il ne semble plus du tout adapté au nouveau réseau. Son Choix n'a pas été retenu.

1.5.3. l'évaluation les besoins

Évaluer la faisabilité du projet consiste à bien appréhender les besoins et sélectionner les ressources en eau pour que la production soit supérieure aux besoins journaliers de pointe, quelque soit la période de l'année. [8] et [7]

1.5.3.1. Valider les données démographiques et choix des bénéficiaires

Avant de se lancer dans un travail de conception, il est important de s'assurer de la fiabilité des données de base pour un dimensionnement.

Les données démographiques recueillies lors du recensement sont vérifiées . Elles sont croisées avec les données satellites de Google Earth et d'une SIG. On peut alors détecter s'il y a de grosses erreurs faites

pendant le recensement. Parfois, le porte-à-porte ne donne pas la localisation précise des villages à enquêter, mais seulement le nombre total d'habitants du Boriboritany.

Ensuite, à partir du focus groupe, les établissements institutionnels qui bénéficieront de l'accès à l'eau ont été analysés. Dans un programme EHA, l'alimentation en eau des écoles est nécessaire et indiscutable, comme les centres de soin [7]. L'alimentation des centres religieux, et des marchés hebdomadaires n'a pas été jugée comme une priorité [3]. Voici la liste des établissements alimentés, ce sont des zones prioritaires d'alimentation.

Tableau 14 : Liste des établissements scolaires bénéficiaire de l'étude APS technique

Fokontany	Nom de l'établissement	Bénéficiaires
Manamisoa	Lycée public de Mahasoabe	640 élèves
Manamisoa	EPP Manamisoa	242 élèves
Ambohibarihena II	EPP Amborasiray	260 élèves
Ambohibarihena I	EPP lambara	189 élèves
Soamanandray	Lycée Sun Rises School	100 élèves
Alarobia	École primaire, collège et lycée Masera	1103 élèves
Alarobia	Dispensaire catholique Masera	–
Alarobia	Centre de soin de base de niveau 2	20 lits
Alarobia	Collège privé SEDERA et Fanilo	228 élèves
Alarobia	EPP Mahasoabe	420 élèves
Alarobia	Collège d'enseignement général Andrakajaha	760 élèves
Ramampiray	EPP Amboniamontana	116 élèves
Soamanandrarinny	EPP Antanjona Ambony	245 élèves
Total		4324 élèves

Une première phase de sélection des villages à alimenter a été fixée lors du recensement démographique en concertation avec la commune. La carte en annexe n°4 localise les villages potentiellement retenus pour l'alimentation ainsi que les équipements institutionnels de la zone d'étude.

Lors de la deuxième phase, le tracé du réseau a été fixé pour chaque scénario. Ces scénarios ont été dimensionnés et chiffrés. En fonction de chaque possibilité, des villages ont été exclus pour des contraintes de localisation et de coût d'alimentation. C'est le cas de ces 7 Boriboritany :

Tableau 15: Liste des villages qui ont été exclus pour l'AEP lors de l'APS technique

Fokontany	Villages et Boriboritany	Choix retenus	Motifs
Ramampiray	Ambalavaratra	Exclu des 2 scénarios	Coût par habitant peu intéressant
	Andranomangitsy	Exclu des 2 scénarios	Coût du projet déjà élevé
	Ambalamahazo	Retenu dans le scénario 1	Proche du réservoir de tête du Scénario 1
	Manampahero	Exclu des 2 scénarios	Coût par habitant peu intéressant

	Ambalanivo	Exclu des 2 scénarios	Coût par habitant peu intéressant
Manamisoa	Anjanomalaza	Exclu des 2 scénarios	Coût par habitant vraiment pas intéressant
	Farafara 2	Retenu dans le scénario 2	Proche du réservoir de tête du scénario 2

1.5.3.2. Les partis pris technique sur les besoins

Le dimensionnement du réseau impose de faire des hypothèses sur les besoins.

- **Horizon de dimensionnement** : Le réseau est dimensionné sur 15 ans. Le taux de croissance moyen de la population est de 3 %. Ce taux est basé sur les retours d'expérience du projet. À Mahasoabe, la dynamique économique favorise l'immigration. Ce chiffre semble surtout s'appliquer au chef-lieu où l'on peut observer cette tendance sur les images satellites de 2004 à 2016.

Les hypothèses sur la consommation des ménages et des équipements institutionnels sont les suivantes :

Tableau 16 : synthèse de l'essentiel des hypothèses de dimensionnement

Ménages	Consommation domestique en L/j/habitant	Coefficient de pointe	Coefficient de fuite
Volume moyen	20	3	1,1
Établissement institutionnel	Consommation d'un écolier sans lave-main en L/j/écolier	Consommation du centre de soin en l/jour/lit	Consommation des écoles avec lave-main en l/jour/écolier
Volume moyen	1	50	3

- **La consommation moyenne journalière** : elle est fixée à 20 L/habitant. Ce chiffre est basé sur l'enquête ménage et correspond à ce qui se fait dans les autres projets AEP de la région Haute-Matsiatra. Cependant, une fois le réseau installé, il est fortement possible que cette valeur fluctue en fonction de la mise en place de la tarification volumétrique de l'eau et du niveau de vie des ménages qui peut évoluer. Il faut aussi relativiser cette valeur en fonction du type de branchement. Bien que dans l'APS cette problématique soit simplifiée, un ménage qui s'approvisionne vers une borne-fontaine ou un branchement privé partagera forcément une consommation plus basse (20 l/j/h ou inférieur) qu'un ménage ayant les moyens de se procurer un branchement privé supérieur à 30 l/j. [9]
- **Le coefficient de pointe horaire** : C'est un sujet à débat. Il traduit les habitudes du consommateur au cours de la journée. Il est utilisé pour déterminer le débit de dimensionnement. Sa valeur est fixée à 3 dans l'APS qui est une valeur de standard basé sur les retours d'expérience. Cependant, il est difficile de l'évaluer, car il dépend de la nature du branchement qui influence sur les habitudes du consommateur. Il varie également à la baisse si les ménages ont des moyens de stockage privé. Dans tous les cas, il semble sous-estimé.
- **Le coefficient de pointe journalière** : Il est très peu connu localement, car il y a très peu de retours d'expérience. Le jour de pointe est probablement soit le mercredi, jour de marché, soit le dimanche jour de culte. Cependant au vu des usages de l'eau qui sont principalement liés à la cuisine et à l'hygiène corporelles pour les plus riches, la variation de la consommation journalière au cours de la semaine sera plutôt homogène. Par défaut, on paramètrera sa valeur à 1,15. [8]
- **Une limitation des points d'eau publics** : On tentera de limiter au maximum la construction de borne-fontaine urbaine dans le chef-lieu de Mahasoabe. Elles représentent des charges importantes pour le gestionnaire, mais elles sont nécessaires pour offrir un accès à l'eau à tous les habitants de chef-lieu. On y placera au maximum 8 bornes-fontaines. Par expérience, la portée d'utilisations des bornes-fontaines par les habitants est de 100 mètres. Huit sont donc nécessaires pour couvrir la

superficie du chef-lieu. Dans les zones les plus denses du chef-lieu, il est possible d'installer des modèles de bornes à doubles robinets.

- **Pour les 14 écoles :** Des points d'eau simple seront installés. Des lave-mains seront également attribués aux écoles primaires et aux collèges de plus de 250 élèves. Les établissements qui posséderont des lave-mains seront le centre d'éducation catholique Masera (1103 élèves de la primaire au lycée), le CEG Andrakajaha (760 élèves), l'EPP Mahasoabe (420 élèves) et EPP Amborasiray (260 élèves).

1.5.4. l'élaboration de l'architecture du réseau et chiffrage du projet

La deuxième condition à la faisabilité technique du projet est que la topographie doit permettre une distribution gravitaire. Une fois les besoins définis pour chaque zone, il faut s'assurer que l'emplacement du réservoir choisi peut desservir correctement en pression les bénéficiaires. Ensuite, les ressources en eau retenues doivent être en mesure de fournir le besoin journalier de pointe au réservoir.

Des contraintes sont à prendre en compte pour réaliser l'architecture.

- Le tracé du réseau : un tracé théorique est réalisé grâce à un SIG. Il faut prendre en compte les problèmes suivants : minimiser le nombre de passages difficiles (la traversée de rizières, routes...), éviter les zones de fortes pentes, éviter les zones rocheuses, préférer les zones accessibles et contourner les zones foncières.
- Les contraintes de pressions statiques : Il est indispensable de s'assurer qu'en tout point du réseau les pressions statiques ne dépassent pas les pressions nominales des tuyaux utilisés. Pour des raisons de coût, la pression nominale des tuyaux est limitée à 10 bars. Exceptionnellement, elle peut aller à 16 bars pour des passages compliqués, mais cela est à éviter. Les investissements seraient très onéreux.
- Minimiser les coûts : en général, on cherchera à minimiser les coûts d'investissement. Un bon indicateur d'optimisation financière est le coût par bénéficiaire.

Ces contraintes dépendent fortement du choix de l'emplacement du réservoir car il fixe la pression statique et les choix des diamètres et des longueurs des tuyaux de distribution. En effet, il a une grande influence sur les coûts d'investissements.

Pour placer le réservoir, il faut s'appuyer sur des outils stratégiques. Une cartographie est indispensable. Elle est fournie grâce à un système informatique de géographie. Ce SIG compile une vue satellite assez précise pour y distinguer les contraintes de terrain et toutes les données nécessaires pour réaliser le tracé du réseau. Un modèle numérique de terrain était présent mais n'a pas été utilisé. Il était insuffisamment précis car la taille des pixels du raster d'altimétrie était de 30 m. En conséquence, j'ai utilisé Google Earth pour recueillir les altitudes. En règle générale, au niveau de l'APS, des marges de sécurité ont été prises face aux imprécisions du tracé, d'altitude, d'évaluation des besoins et des coûts.

Le dimensionnement des ouvrages et du diamètres des conduites, ainsi que le chiffrage du projet sont effectués par une feuille Excel. Les charges hydrauliques sont calculées par une formule de Lechapt et Calmon. Concernant, les 8 bornes fontaines, l'hypothèse de la superposition des pointes est très probable. Le débit de dimensionnement choisi est le suivant : nombres de robinets desservis * débit spécifique d'un robinet.

Tableau 17: Caractéristiques d'alimentation d'une borne-fontaine et du débit spécifique

Débit d'un robinet standard ¾ » (sous 10mCE)	0,2 à 0,3 l/s
Débit d'un robinet Talbot (sous 5 mCE)	0,1 à 0,2 l/s
Nombre maximal de personnes pous 1 robinet	150 habitant
Rayon d'action des bornes fontaines	100 à 150 mètre

1.5.5. Les solutions techniques proposées à la commune

Les deux meilleurs scénarios d'alimentation ont été retenus puis présentés à la commune. Ils sont développés ci-après. Toutes les autres caractéristiques, propres aux deux réseaux, sont également exposées et comparées.

1.5.5.1. L'architecture du scénario n°1

Il se distingue par l'utilisation de 3 réservoirs.

- L'un au nord qui dessert les Tanana (villages) du Nord alimentés par la source « Vohidria ».
- L'un au sud-est qui dessert les Tanana de Manamisoa alimentés par la source du sud-est « Ampangorinana ».
- Le dernier est un réservoir de tête aussi alimenté par la source de « Vohidria » qui dessert le Chef-lieu de la commune.

Au stade de l'APS, la modélisation du réseau n'est pas encore réalisée. Elle permettrait d'envisager une réhabilitation du réservoir existant du Chef-lieu qui serait utilisé comme un réservoir d'équilibre pour soutenir celui de tête en cas de forte pointe horaire. Ce choix sera confirmé lors de l'APD.

Le débit cumulé des sources captées est de 3,1 l/s, soit 268,4 m³/j. Le réservoir du nord et le réservoir de tête sont indépendants hydrauliquement. Ces réservoirs sont également équipés de doubles sorties de distribution.

Ces choix techniques facilitent l'alimentation des villages parce que les altitudes des réservoirs sont adaptées aux zones de distribution. Cela permet d'optimiser au maximum les pressions statiques qui sont difficiles à gérer à Mahasoabe à cause d'un relief fortement montagneux. En contre partie, cela impose la gestion de 3 réservoirs qui peut être fastidieuse.

Tableau 18: Avantage et Inconvénient de l'architecture du réseau de la solution n°1

Avantage de la solution n° 1	Inconvénient de la solution n° 1
Sécurité sur la distribution : Alimentation du chef-lieu sécurisé par deux réservoirs et éventuellement par un réservoir d'équilibre (chef-lieu).	Exploitation du réseau : 1 réservoir de tête, deux petits réservoirs à entretenir. 2 ouvrages de traitement à entretenir.
Coût investissement : Débit de transit optimisé sur la conduite d'amenée et pour la distribution ce qui implique l'utilisation de DN plus bas et des coûts par bénéficiaires également plus bas	Sécurité sur la ressource : Utilisation de la source sud-est « Ampangorinana », dont le débit à l'étiage peut être incertain.
Accessibilité des ouvrages : Réservoirs faciles d'accès à proximité des villages	Bénéficiaires : Le village Farafara 2 dans le Fokontany Manamisoa n'est pas alimenté.

Une variante d'alimentation supplémentaire :

Dans cette variante, on raccorde les bénéficiaires du Fokontany Soanierana. Ce sont les « Tanana » : Sahabamdry, Ambalavao, Iretina et l'école primaire de Soanierana. Ils représentent 431 bénéficiaires et 99 écoliers supplémentaires (année n+15). Le réservoir du chef-lieu ou du sud-est pourra être sollicité, mais aucune source supplémentaire ne sera mobilisée, car les volumes captés sont suffisants.

- Le détail des coûts de la solution 1 sans la variante est présent en annexe n°10.

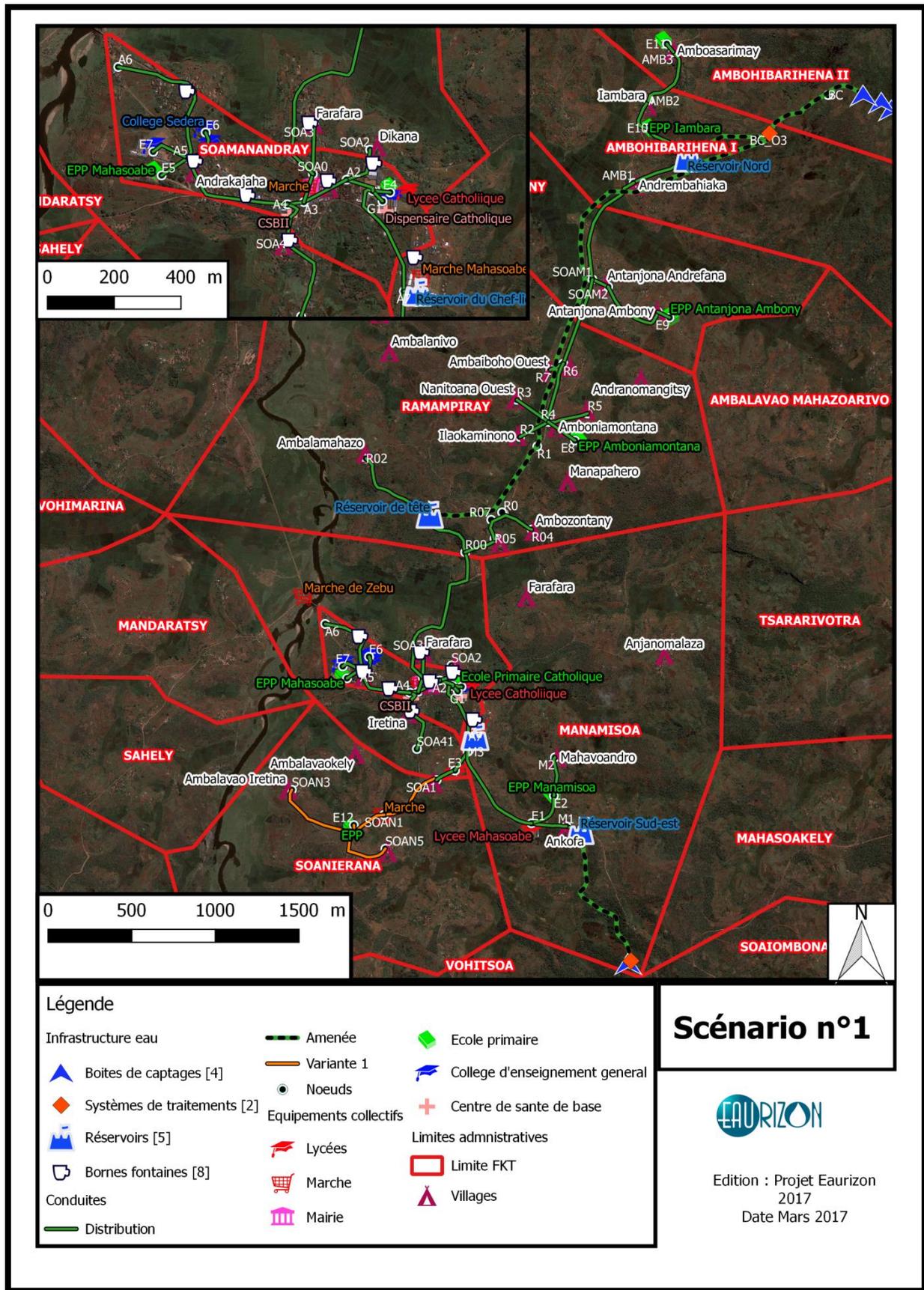


Figure 14: Cartographie synthèse de l'architecture, des bénéficiaire de la solution n°1

1.5.5.2. L'architecture du scénario n°2

Celui-ci a pour objectif de simplifier le réseau AEPG en implantant un unique réservoir de tête situé au nord-ouest du chef-lieu dans le Fokontany Ramampiray. Seule la source du nord sera captée en vue de sa capacité. Son débit capté est de 2,98 l/s, soit 268,4 m³/j. Il alimentera lui aussi 22 villages. Le village d'Ambalahamhazo ne sera plus alimenté, mais en revanche le village de « Farafara 2 » du Fokontany « Manamisoa » (274 habitants à l'année n+15) sera récupéré pour faire partie des bénéficiaires.

Son emplacement permet facilement d'alimenter les villages du fokontany : Manamisoa. Le réservoir est également bien placé pour alimenter les villages au centre du fokontany : Ramampiray. Cependant, l'alimentation du chef-lieu est plus compliquée, car le réservoir est plus éloigné. Des conduites de plus gros diamètre qui réduisent les pertes de charge seront alors utilisées. De plus, dans ce scénario, le chef-lieu est plus sensible aux pointes horaires. Il ne dispose pas de réservoirs de soutien. Le réservoir de tête aura 3 sorties de distribution pour réduire au maximum les débits de transit.

Tableau 19: Avantage et Inconvénient de l'architecture du réseau de la solution n°2

Avantages de la solution n° 2	Inconvénients de la solution n° 2
Exploitation : Un réservoir de tête et un seul ouvrage de traitement à entretenir.	Sécurité sur la distribution : alimentation du chef-lieu moins sécurisée. Le réservoir du chef-lieu peut éventuellement être mobilisé en soutien, mais sera moins efficace pour une fonction d'équilibre.
Bénéficiaires : En alimentant Farafara dans le Fokontany Manamisoa, on gagne quelques bénéficiaires supplémentaires par rapport à la solution 1 sans la variante.	Coût investissement : Coût par bénéficiaire plus cher que la solution 1 dû à l'éloignement du réservoir avec le chef-lieu.
	Accessibilité des ouvrages : le réservoir est moins accessible.

- Le détail des coûts de la solution 2 est présent en annexe n°11.

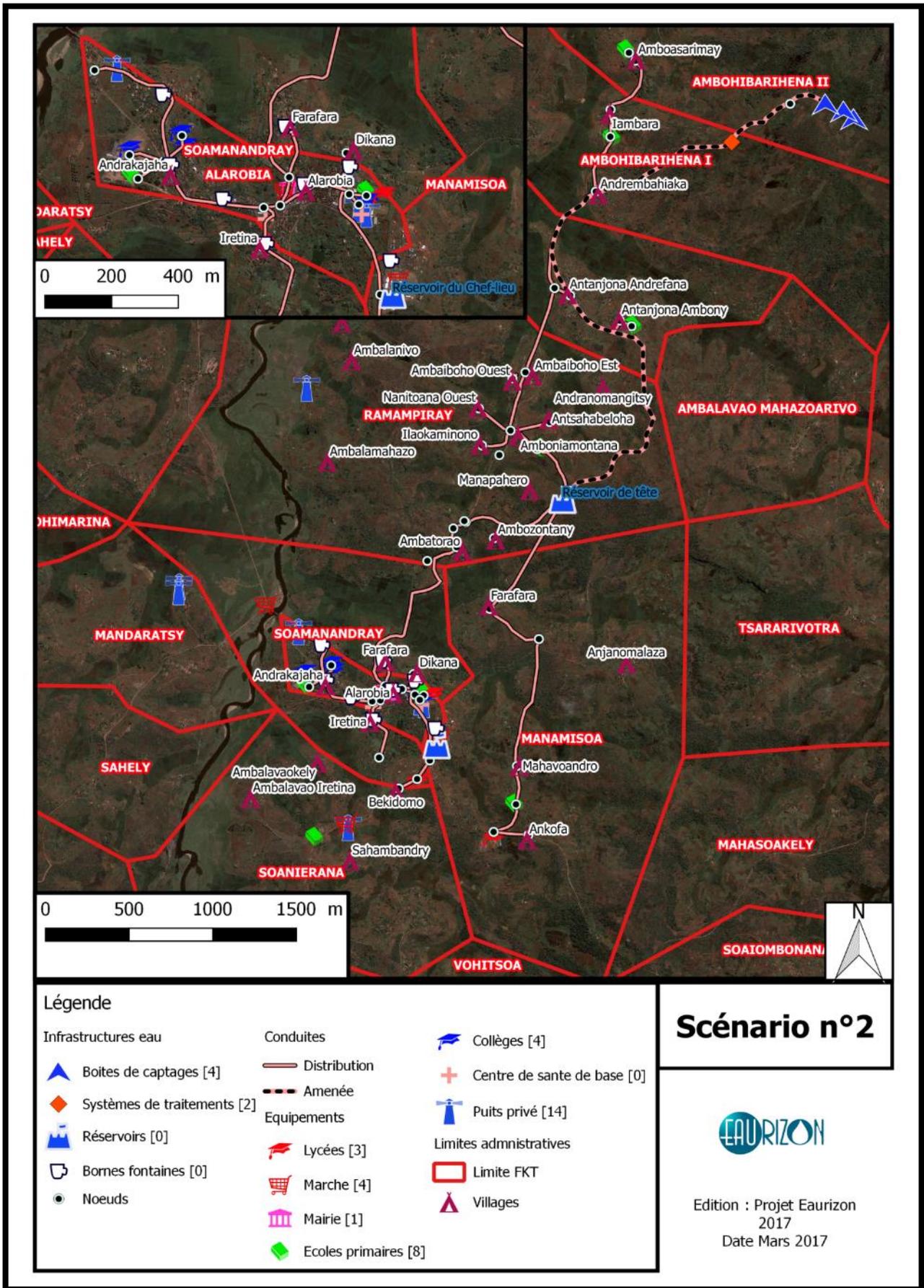


Figure 15: Cartographie synthèse de l'architecture, des bénéficiaire de la solution n°2

1.5.5.3. Synthèses des scénarios et choix de la commune

Tableau 20 : Comparatif des caractéristiques des scénarios n°1 et n°2

	Scénario 1	Scénario 2
Sources captées et techniques de captage	Boîtes de captage pour Vohidria et captage mixte (drain + boîte de captage pour la source Ampangorinana)	Boîtes de captage pour le captage de la source de Vohidria
Filtres	1 filtre à double sorties situé à la frontière des Fokontany Ambohibahirena 1 et 2 Et 1 filtre à sortie simple situé à l'extrême sud-est du Fokontany, Manamisoa	1 filtre à double sorties situé à la frontière des Fokontany Ambohibahirena 1 et 2
Volume des réservoirs	5 m ³ , 20 m ³ et 45 m ³	70 m ³
Bornes-fontaines urbaines	8 bornes-fontaines	
Branchements privés	Estimé à 122 branchements privés d'après l'APS socio-économique	
Branchements privés partagés	Estimé à 63 branchements	Estimé à 64 branchements
Branchements institutionnels	4 lave-mains pour 4 écoles et point d'eau simple pour toutes les écoles	
Linéaire réseau	17 107 mètres (Variante : 18 730)	17 239 mètres
Sources aménagées	2	1
Coût (HT+5% d'imprécisions)	HT : 345 603 502 Ar (Variante : 362 597 669 Ar)	HT : 355 000 000 Ar
Bénéficiaires	5667 habitants et 4324 élèves (Variante : 5944 habitants et 4423 élèves)	5715 habitants et 4324 élèves
Coût par bénéficiaires (HT avec 5 % d'imprécision)	34 591 Ar (Variante : 34 976 Ar)	35 299 Ar

Le scénario retenu par la commune est le scénario 1 avec sa variante. Une alimentation plus sécurisée sur le chef-lieu ainsi que la possibilité d'alimenter les villages situés au sud du bourg séduit la commune.

L'essentiel de l'APS technique

L'étude d'APS technique s'intéresse au projet d'adduction d'eau potable des Fokontany d'Alarobia, Soamanandray, Soanierana, Manamisoa, Ramampiray et Ambohibarihena 1 et 2 dans la commune de Mahasoabe, district de Vohibato, Région Haute-Matsiatra, Madagascar.

Il est proposé dans cette étude différentes options techniques permettant d'alimenter la zone d'étude. Un réseau gravitaire sera installé. 4 sources différentes ont été étudiées et deux scénarios ont été retenus pour l'alimentation de cette zone. Ces scénarios sont inspirés de ce qui est fonctionnel sur le réseau existant tendant à l'améliorer et à étendre l'accès à l'eau potable. Ils ont aussi pour but de renforcer la robustesse technique du réseau.

Un premier scénario concernera l'alimentation de la zone d'étude grâce à 3 réservoirs en exploitant 2 sources. La première est déjà captée par le réseau existant et la deuxième sera captée. L'équipe du projet a pu mesurer un débit à l'étiage de 3 l/s pour l'une, et 0,9 l/s pour l'autre.

Le deuxième scénario, quant à lui, exploitera seulement la source existante qui permettra l'alimentation d'autant de bénéficiaires que le scénario 1 avec un seul et unique réservoir.

Après concertation avec la commune, le scénario retenu est le scénario n°1 avec sa variante d'alimentation de 2 villages supplémentaires du fokontany Soanierana. Cela permettra l'alimentation de plus de 5944 habitants et 4423 écoliers. Quatre grands types de points d'eau seront installés : 63 Branchements partagés, 122 branchements privés domiciliaires et 8 bornes-fontaines ainsi que des points d'eau pour toutes les écoles.

Le projet préconisé a un coût de 362 millions d'Ariarys hors taxe.

Un travail de terrain a été effectué pour envisager une réutilisation de quelques éléments fonctionnels du réseau existant. Mise à part les linéaires de tuyaux encore non déterminés et l'éventuelle réutilisation du réservoir du Chef-lieu, rien n'a été jugé réutilisable.

Le travail de terrassement des sources a été insuffisant lors de l'APS. Il a été reporté à l'APD technique.

1.6. Le volet financier : Construire le plan d'affaire du gestionnaire et fixer le prix de l'eau

1.6.1. Objectifs, enjeux et méthode

L'objectif de cette étude est de construire le plan d'affaire du gestionnaire. Celui-ci permettra de valider l'hypothèse de la rentabilité du nouveau mode de gestion sur la base d'un affermage professionnel.

A priori, l'affermage professionnel est le plus crédible pour cette commune rurale. Les bénéficiaires sont nombreux. La volonté et la capacité à payer le service de l'eau semblent bonnes. Ce réseau exigera de bonnes compétences en gestion et exploitation. Cependant, cette hypothèse n'est pas encore garantie. Il faudra s'assurer que les rentes soient suffisamment intéressantes pour attirer le fermier, tout en offrant un prix de l'eau accessible pour que les prévisions sur les volumes consommés restent valides. Ce modèle financier doit être robuste. [10] et [11]

Si la mise en place d'un affermage professionnel n'est pas possible, il faudra se concerter avec la commune pour envisager d'autres solutions comme par exemple une gestion associative avec salariés qui pourrait être un plan de secours nécessitant plusieurs ajustements techniques.

Tableau 21: Comparatif des modes de gestion pour une tarification volumétrique

Thématiques	La gestion associative avec salariés	La gestion avec fermier professionnel
Pilote de la gestion	Le bureau de l'association	Le fermier
Responsable de la gestion quotidienne	Les salariés de l'association	Le fermier
Gestion des aspects financiers (avec l'épargne)	Le bureau de l'association	Le fermier
Instance en charge du contrôle du gestionnaire	La commune	La commune
Instance en charge du contrôle financier	La commune	La commune
Avantages	- Maintien de la forme associative permettant la bonne implication des usagers et un bon dialogue entre les différentes parties	- Charges financières moindres - forte responsabilisation du gestionnaire - Profil de fermier existant sur la Région
Risques	- Rémunérations des membres du bureau pouvant être lourdes. - Laxisme du bureau vis-à-vis des « mauvais payeurs » - Structure un peu lourde ne facilitant pas la prise de décision	- Motivation d'un opérateur local à se lancer - Marge de manœuvre assez faible pour la commune pour influencer sur les orientations stratégiques. - acceptation sociale non garantie

Pour construire ce plan d'affaires, la méthodologie est la suivante :

Il faut d'une part anticiper sur les futures dépenses du gestionnaire. Elles sont directement liées à l'exploitation du réseau. En sélectionnant un scénario d'alimentation lors de l'étude précédente, cela permet de se projeter sur ses contraintes d'exploitation et des coûts.

D'autre part, il est important de bien évaluer le futur potentiel de consommation des ménages. L'étude APS socio-économique est une bonne base à ce travail. La bonne anticipation des volumes consommés sera déterminante puisque ce sera la seule source de revenus des gestionnaires. Sachant que le prix du tarif de

l'eau sera lié aux volumes consommés, un équilibre devra être trouvé pour satisfaire à la fois le gestionnaire et les usagers.

1.6.2. Postulat sur les dépenses

Le gestionnaire aura différentes charges pour mener à bien sa mission. Elles se répartissent en 3 grandes catégories (charges d'exploitation, d'amortissement et impôts, taxes et redevances). Il est anticipé une augmentation des charges d'exploitation et d'amortissement de 4 % chaque année pour accompagner l'inflation.

Tableau 22: synthèse des types de dépenses du fermier

Charges d'exploitation	Choix réalisés et justification
Réparations et maintenance réseau	Le réseau sera neuf au début de la gestion mais les pressions statiques sont relativement fortes pour certaines zones du réseau. Les risques sont anticipés. Le réseau possèdera 4 réservoirs et exploitera 2 sources ce qui impose un entretien régulier.
Loyer du bureau	Dans une commune comme Mahasoabe, les charges locatives sont très faibles.
Fournitures de bureau	L'édition des factures est la principale dépense sur ce poste et notamment l'achat des cartouches d'encre. Le nombre important de bénéficiaires impose un budget élevé sur ce poste.
Communication	Il ne sera pas nécessaire d'avoir des frais de communication élevés (téléphone, courrier)
Énergie	Ce poste représente les dépenses en électricité. Le bureau du gestionnaire sera alimenté par la JIRAMA au prix du forfait standard.
Déplacement/transport	Un voyage toutes les deux semaines à Fianarantsoa est prévu
Analyse qualité	Une analyse par an est programmée. Un accord de partenariat avec l'université de Fianarantsoa devrait permettre d'avoir des coûts modestes.
Frais administratifs	Cela inclut tous les frais que le gestionnaire serait amené à payer vis-à-vis de l'administration (commune, impôts, chambre de commerce...)
Charges diverses	Toutes autres charges non anticipées
Rémunération du personnel	La rémunération du personnel prend en compte les salaires et les indemnités. Le salaire du responsable réseau sera de 275 000 Ar par mois. Il sera le chef d'orchestre pour assumer la pérennité financière et organisationnelle du réseau. Il sera assisté par deux techniciens. Au vu de l'ampleur du réseau, ils percevront un salaire de 130 000 Ar par mois. Un gardien sera indemnisé pour surveiller le local et le matériel de maintenance à hauteur de 30 000 Ar par mois. Pour assurer le bon fonctionnement de la gestion du réseau, des postes de fontainiers seront instaurés. Cette activité secondaire sera indemnisée avec une part fixe à hauteur de 10 000 Ar par mois.
Intéressement variable des fontainiers	Les fontainiers percevront également un intéressement aux volumes d'eau vendus aux bornes-fontaines. Celui-ci est fixé à 250 Ar le m ³ .
Cotisations employeur	Le gérant et les deux techniciens auront des salaires qui seront soumis aux charges salariales : CNAPS et à l'OSTIE
Charges d'amortissement	Un investissement sera demandé au gestionnaire pour subventionner les compteurs des futures demandes de branchements privés après l'année N+1
Impayés	Il est programmé un taux d'impayés de 5 %
Impôt, taxes et redevances	
Impôt sur le revenu salarié	Il sera nécessaire de s'acquitter de l'impôt sur le revenu pour tous les revenus salariés.
Taxe communale	La taxe communale est fixée à 10 % des recettes
Impôt sur les bénéfices	L'impôt est de 24 %.

Le fermier ne pourra pas investir ni dans l'infrastructure de démarrage du projet, ni dans l'exécution du contrat en cours. Il lui sera fourni le matériel de maintenance nécessaire au démarrage de l'exploitation du réseau. Les compteurs lui seront également donnés pour la première année de contrat, mais pour les années suivantes ils seront à sa charge.

1.6.3. Postulat sur les recettes

1.6.3.1. niveaux de consommation

Les niveaux de consommation anticipée ne sont pas tous issus des analyses réalisées lors de l'enquête socio-économique. Même si le réseau a été dimensionné par rapport à ces enquêtes, il serait trop optimiste de penser que le passage à une consommation volumétrique n'impacte pas à la baisse les volumes d'eau consommés. Il serait plus judicieux de prévoir une consommation journalière de :

- 19,34 litres par jour par habitant sur les branchements privés
- 10 litres par jour par habitant sur les branchements partagés
- 10 litres par jour par habitant sur les points d'eau collectifs
- 1 litre par jour par écolier

Pour les gros consommateurs, les volumes anticipés seront de 0.8 m³ par jour/abonné.

Par contre la consommation des branchements privés ne devrait pas être impacté du faite de leurs volontés et capacités à payer le service.

En revanche pour les branchements partagés et les bornes-fontaines, les bénéficiaires seront plus démunis et l'impact du prix de l'eau aura surement une influence sur les niveaux de consommations. La consommation de 10 litres par jour est fixée sur la base des retours d'expérience des communes similaires. [14] et de données générales des projet à l'international [9].

1.6.3.2. La tarification

Pour permettre l'accès à tous au service d'eau potable, différents tarifs seront instaurés en fonction des branchements proposés .

Pour faciliter la construction du plan d'affaires, le choix s'est porté sur un tarif avec une part variable uniquement.

La tarification choisie dans le modèle est la suivante :

- Point d'eau collectif : 750 Ar le m³ dont 200 Ar de part fontainier
- Branchement partagé : 600 Ar le m³
- Branchement des équipements collectifs : 600 Ar le m³
- Branchement privé : 1000 Ar le m³.
- Gros consommateurs : 950 Ar le m³

A priori, une augmentation du tarif sera nécessaire après quatre années d'exercice pour les branchements privés, les branchements partagés et les équipements collectifs.

1.6.4. Analyse du plan d'affaire

Le plan d'affaire réalisé sur la base de ces deux postulats est présent en annexe n°12.

Ce scénario économique est basé sur des hypothèses très pessimistes. Les consommations sont tirées vers le bas. Pour une population très pauvre, 10 litres/jour/habitant est une consommation très faible, comme le montre cette pyramide de Maslow des besoins en eau. 10L d'eau est un minimum vital.

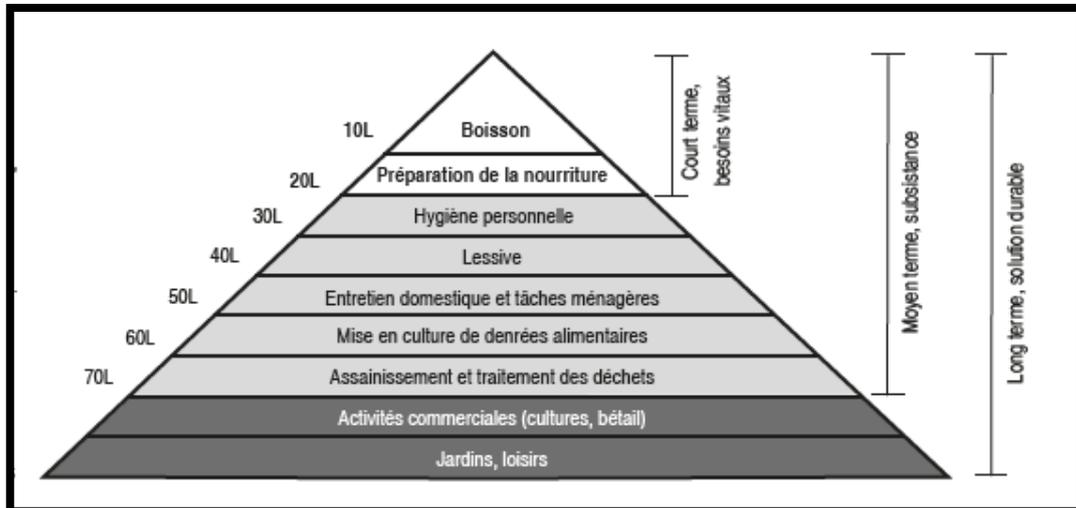


Figure 16: Pyramide de "Maslow" des besoins en eau. [15]

Pour les branchements privés partagés et les points d'eau collectifs, le prix de l'eau est de 0.6 et 0.75 Ar/L. Selon les études de l'APS socio-économique, ces prix sont très bas en comparant au prix acceptable des ménages pour ce type de services (1.75Ar/L).

Pour les ménages les plus aisés, lors de l'étude de l'APS socio-économique, ils sont prêts à payer deux fois le prix de la tarification choisie. De ce fait, la consommation des ménages est sous-estimée.

Avec ces hypothèses, l'excédent brut se chiffre, au minimum, à environ 1 000 000 Ar par an. Ce chiffre reflète le salaire annuel du fermier. Il correspond au salaire minimum à Madagascar. Il est trop faible pour attirer des fermiers nationaux, mais à de fortes chances de séduire des fermiers locaux ou régionaux.

L'essentiel de l'APS financier

Bien que le réseau semble prévoir des charges salariales ou d'exploitations importantes, le réseau sera rentable pour le fermier.

Cela est soutenu par un prix de l'eau très faible qui ne devrait pas freiner les usagers encore hésitants à se raccorder à des branchements privés. La santé financière du réseau dépend de ce type de raccordement. Pour satisfaire cette population, le fermier devra se montrer compétent sur la gestion au risque d'avoir de nombreux impayés et de perdre du chiffre d'affaires. C'est une relation de gagnant-gagnant. Pour les populations les plus pauvres, le coût de l'eau sera aussi très appréciable (0.6 à 0.75 Ar/L). Cela pourrait les inciter à consommer plus que leurs besoins vitaux.

La bonne santé financière autorisera la réalisation d'investissements par le gestionnaire ce qui donnera plus d'autonomie au développement du secteur E&A. La commune devra surveiller les comptes et les activités du gestionnaire pour favoriser son acceptabilité sociale dans la commune.

L'ÉTUDE D'AVANT-PROJETS DÉTAILLÉE (APD)

1.7.Objectifs et enjeux

Préambule : si les études socio-économiques et financières sont bien réalisées, il n'est pas nécessaire de les reprendre au stade de l'APD. Seule l'étude technique nécessite un approfondissement. Lors de l'APS, un scénario d'alimentation en eau potable a été choisi par la commune. La faisabilité technique du projet a pu être confirmée par un bilan besoin-ressource et par un prédimensionnement. Cependant, tous les choix techniques n'ont pu être arbitrés définitivement car les données de dimensionnement étaient encore trop imprécises.

L'objectif de cette étude est d'approfondir ce scénario. Elle doit être très détaillée puisque c'est sur cette base que la procédure de passation de marché sera lancée. A minima, les études techniques d'avant-projets détaillés doivent intégrer :

- Une présentation de la zone d'études (caractéristiques physiques, démographiques, état actuel du réseau)
- Une étude des besoins et des ressources en eau
- La description détaillée du réseau (captages, amenée, réservoir, distribution, points d'eau)
- L'évaluation financière (coût du projet, bordereau de détail estimatif)
- Les recommandations pour la réalisation des travaux (ordre d'exécution des ouvrages, spécifications techniques)
- Les notes de calculs hydrauliques, les relevés topographiques et profil en long

Lors de l'APS, pour un gain de temps et de simplicité, l'architecture a été limitée à un réseau ramifié. Le tracé du réseau a été effectué à partir d'image satellite et le dimensionnement sur une altimétrie imprécise. Cela n'est pas suffisant au vu des enjeux du réseau. L'évolution du réseau ramifié en réseau maillé sera effectuée dans l'APD technique. Cela nécessite d'approfondir le dimensionnement. Ainsi, une connaissance plus précise des contraintes de terrain et des outils de conception adaptés sont nécessaires.

1.8.La méthodologie réalisée lors de l'APD

Pour atteindre cet objectif, la méthodologie est la suivante :

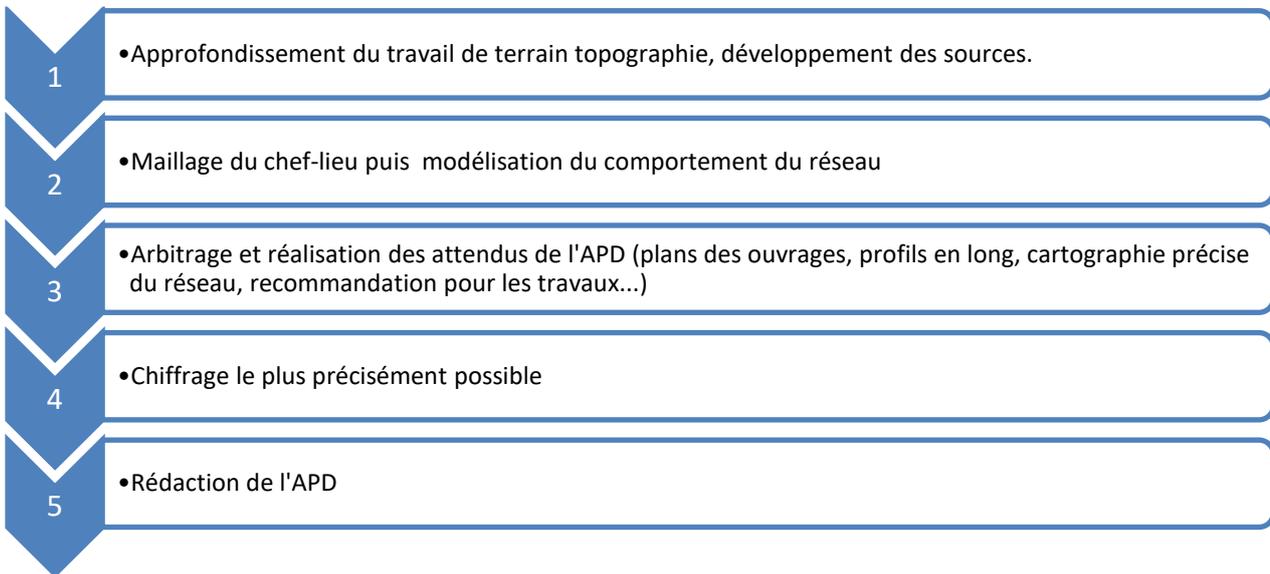


Figure 17 : Shémas logique de la méthodologie de l'étude APD, volet technique

1.8.1. Le travail de terrain : Topographie et prise en compte de la réalité

Malgré qu'elle soit fastidieuse, la topographie est fondamentale. L'étude APD recherche la précision pour pouvoir être la plus juste sur l'évaluation du coût du projet. Hors, une bonne étude topographie permet de fixer le tracé définitif du réseau en prenant réellement en compte les contraintes de terrain. C'est un gain de précision non négligeable qui se relève important pour l'évaluation des linéaires de conduites, principale dépense d'un projet d'alimentation en eau potable gravitaire.

Deux semaines et demie ont été nécessaires pour cartographier 20 km de réseau. Il a demandé beaucoup d'organisation. 3 villageois ont été recrutés à plein temps. L'agent de l'ACEA de la commune directement concernée par le projet m'a été d'une grande aide grâce à sa connaissance du terrain.



Figure 19: Vue du Chef-lieu de Mahasoabe depuis le futur réservoir de tête



Figure 18: Vue du Chef-lieu et ses fokontany Nord depuis l'ouvrage de traitement

Problèmes et difficultés rencontrées :

- Des mesures de débit ont pu être refaites à la source d'Ampangorinana. Un débit de 0,45 litre par seconde a été mesuré ce qui est incohérent face aux mesures réalisées en 2016 à l'étiage (0,9 l/s). Sur cette même source la localisation GPS s'est relevée erronée, ce qui éloigne encore plus la source du réservoir prévu. Son intérêt est donc beaucoup plus limité.
- La deuxième source ne présente pas de risque de manque d'eau. C'est actuellement une zone marécageuse où des fouilles de sources ont été effectuées. On a pu constater de nombreuses émergences de sources (14). Cependant, la construction d'une boîte de captage ne se relèverait pas rentable parce que le débit au niveau d'un point d'émergence serait très faible. Face à ce constat, la technique la plus adaptée serait de capter l'eau de la nappe phréatique par l'intermédiaire d'un drain. Cependant, pour mettre en place cette technique, il faut déterminer la localisation des écoulements en période d'étiage. Le comportement de la source en saison des pluies pourrait amener à capter préférentiellement des émergences temporaires et à délaisser des émergences moins productives mais pérennes. Cela serait critique pour le projet si les débits captés se révélaient insuffisants. Il faudrait donc redoubler d'effort lors de la phase travaux.
- Bien qu'ayant pris des cours intensifs de malgache tout au long de mon stage, il m'était parfois difficile de communiquer correctement avec l'agent de l'ACEA et les 3 autres collaborateurs.
- Il faut préciser que par manque de moyens, la mesure de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau n'a pas pu être réalisée.
- Le travail du terrain et le traitement des données topographiques ont été fortement sous-estimés, par inexpérience, ce qui a engendré une semaine et demie de retard.



Figure 21: Photo de la prise d'une mesure topographique, lors du travail de terrain, Mahasoabe



Figure 20 : Photo du travail de mesure du débit des sources vohidria, lors du travail de terrain, Mahasoabe

1.8.2. La modélisation

1.8.2.1. L'intérêt de la modélisation

Le tracé définitif du réseau ainsi que le maillage du chef-lieu a été validé et arbitré par l'agent de l'ACEA lors des 2 semaines de terrain. Face au changement effectué, il convient de redimensionner le réseau. Cela ne peut pas être fait avec des tableurs de calcul Excel comme lors de l'APS technique. Une modélisation est nécessaire pour le nouveau comportement hydraulique du chef-lieu. Dans le cadre de mon étude, elle est un outil de dimensionnement. Elle pourra servir aux gestionnaires ou à l'équipe Eaurizon comme moyen d'analyse du fonctionnement du réseau.

La modélisation permet d'anticiper, les problèmes d'exploitation suivants :

- Comment se comporte le réseau à l'année 0, à l'année N+15?
- Comment anticiper et réagir face à un étiage sévère de l'une des ressources ?
- Comment sécuriser le réseau face aux risques d'une mauvaise gestion ?

1.8.2.2. Les hypothèses

La modélisation donne plus de possibilités techniques sur le dimensionnement du réseau. Le choix des hypothèses a été affiné. Elles concernent, entre autres, les points suivants :

- les pointes horaires et les courbes de modulation de la consommation pour chaque service proposé aux consommateurs. Le coefficient de pointe horaire d'une borne-fontaine a été monté à 4. Ceux des branchements privés, des branchements partagés, des écoles, des gros consommateurs et du centre de soin ont été modifiés à 2,5. L'heure de pointe est fixée à 6h du matin.
- Les besoins journalier de pointe ainsi que l'ajustement des consommations aux différents points d'eau ont aussi été modifiés. Le tableau de synthèse est présent en annexe n°13.

1.8.2.3. Les bénéfices de la modélisation

Quelques constats ont été fait grâce aux études de terrain et à la suite de la modélisation.

- Le débit de la source du sud n'est pas suffisamment fiable pour être exploité. Elle n'est pas indispensable. La source de Vohidria permet de combler les besoins de toute la zone d'étude . La construction d'un ouvrage de captage et de traitement serait plus couteuse.
- En maillant et en joignant la distribution du chef-lieu et celle du Manamisoa, l'alimentation du réservoir Sud peut être effectué par le réservoir de tête via le réseau de distribution.
- En effet, le différentiel d'altimétrie entre les deux réservoirs est faible (10 mètres), mais suffisant pour soutenir parfaitement le chef-lieu en cas de pointe. Les pressions sont plus facilement régulées et les débits de transit sont moins importants ce qui permet de réduire les diamètres des tuyaux de distribution et ainsi de réduire les coûts.
- L'ancien réservoir du chef-lieu ne peut assumer correctement ce rôle de réservoir d'équilibre puisque le différentiel d'altimétrie avec le réservoir de tête est trop important.
- La conduite d'amenée du réservoir de tête ne sera pas totalement en charge à l'année N0, ni à l'année N+15

Cela a permis de réaliser les choix suivants :

- Le projet de captage de la ressource sud sera abandonné.
- Le réservoir sud garde sa fonction première d'alimenter le village Akofa mais prend une nouvelle fonction de réservoir d'équilibre. Il soutiendra hydrauliquement le chef-lieu pendant les périodes de pointe.
- Le projet de réutilisation du réservoir du chef-lieu a été abandonné
- Le captage des sources par émergence sera abandonné au profit d'un captage par drain.
- Le débit capté de la source de Vohidria devra être au minimum de **2,9 L/s à l'année N+15** pour assurer les besoins des habitants et les besoins du réseau (perte hydraulique, fuites, perte en eau dans le filtre, pointe saisonnière...). La solution prévue est essentiellement un captage par drains [16]
- Les bornes-fontaines ont été déplacées pour couvrir au mieux la zone du chef-lieu.
- Il sera nécessaire de mettre en place une lyre hydraulique à la sortie de l'ouvrage de traitement.

Un gros travail de développement des sources de Vohidria devra être réalisé par l'entreprise de travaux pendant l'étiage. Toutes les recommandations sur la bonne conduite de ce travail ont été mentionnées dans l'APD.

1.9.L'APD, le Rendu

Dans l'ensemble, le projet est constitué par :

- Un ouvrage de captage avec un drain captant d'une longueur de 100 mètres
- Un ouvrage collecteur à l'exutoire du bassin versant à Vohidroa en béton armé avec des couvertures en dalle.
- Un filtre à sable en béton armé de forme rectangulaire à deux sorties précédées par une lyre hydraulique, à Ambohibahirena II.
- Trois réservoirs de stockage d'eau, de forme rectangulaire de 30, 23 et 23 m³ situés à Ramampiray (Réservoir de tête), à Manamisoa (réservoir du sud et réservoir d'équilibre), et à Ambohibahirena I (réservoir du nord)
- 8 points d'eau collectifs (bornes fontaines publiques) répartis dans le chef-lieu
- 14 branchements institutionnels : dont 11 sont caractérisés par un simple raccordement avec un robinet de puisage (pour le centre de santé de base, lycées, établissements d'enseignement en brousse ainsi que les collèges privés) et les 3 autres munis d'un lave-mains (à Masera et CEG et EPP Mahasoabe).
- 69 branchements partagés subventionnés
- Une conduite de transfert de 888 mètres qui mène l'eau de la zone de captage vers l'ouvrage de filtration.
- Une conduite d'amenée de 3345 mètres qui mène l'eau du filtre vers le réservoir de tête de 30m³ dans le Fokontany Ramanpiray.
- Une conduite d'amenée de 544 mètres qui mène l'eau du filtre vers le réservoir du nord de 23m³ dans le Fokontany Ambohibahirena I.
- Finalement, on a 20 000 mètres de réseau (amenée + distribution ramifiée et maillée) en PEHD PN 10 dont 547 mètres en PN 12 et 936 mètres en PN 16. Actuellement, on estime 2100 mètres de tuyaux DN 63 en PN 10 réutilisables. En conclusion, il faut prévoir 17 900 mètre de tuyaux neuf à poser.

En annexe n°14 on trouvera les rendus suivants :

- Les plans sectoriels pour chaque zone du réseau présentant les diamètres nominaux des conduites en PEHD.
- Les profils en long et une carte de localisation des zones de renforcement des tuyaux en PN 12 et 16.
- Le résultat de la modélisation à l'heure de pointe et à l'heure creuse projetée à l'année N+15.
- Les plans de l'ouvrage de filtration, le réservoir d'équilibre de 23m³ et le réservoir de tête de 30m³.
- Le bordereau de détail estimatif des coûts et des équipements pour chaque ouvrage

1.9.1. Évaluation financière

1.9.1.1. Prix unitaires

Les prix unitaires résultent d'une analyse des prix pratiqués pour ce type de travaux par des petites et moyennes entreprises selon les prix disponibles en 2016 et des calculs de sous détail de prix basés sur les renseignements recueillis auprès des principaux fournisseurs de tuyaux à Madagascar (Tarif PLASCOM 2015).

1.9.1.2. Estimation des coûts

L'estimation du coût du projet a été effectuée sur la base des quantités mesurées sur l'ensemble des ouvrages projetés et du bordereau des prix unitaires.

Le coût total du projet s'élève à **362 205 527** Ariarys hors taxe, soit **434 646 632** Ariarys toutes taxes comprises), dont la récapitulation par ouvrage est présentée ci-après.

Le montant TTC représente la somme de **121 793 euros** pour un taux de change de 1 EUR = 3568,70 MGA

Tableau 23: Synthèse financière de chaque ouvrages du réseau de la commune de Mahasoabe

RÉCAPITULATIF DU PROJET COMMUNE DE MAHASOABE					
N°	DÉSIGNATION	U	Qté	P.U.	MONTANT
I	TRAVAUX PRÉPARATOIRES	Fft	1	10 549 676	10 549 676
II	CAPTAGE PAR DRAIN	U	1	23 967 110	23 967 110
III	COLLECTEUR	U	1	3 730 795	3 730 795
IV	FILTRE	U	1	9 847 036	9 847 036
V	RESERVOIRS NORD 23M3	U	1	13 028 998	13 028 998
VI	RÉSERVOIR SUD 23 M3	U	1	12 292 284	12 292 284
VII	RÉSERVOIRS DE TÊTE 30M3	U	1	16 615 073	16 615 073
VIII	KIOSQUE URBAIN A 1 SORTIE	U	7	2 685 003	18 795 018
IX	KIOSQUE URBAIN A 2 SORTIES	U	1	2 874 213	2 874 213
X	LAVE-MAINS SANS TOITURE	U	3	5 003 750	15 011 250
XI	BRANCHEMENTS PARTAGES SUBVENTIONNES	U	81	460 800	37 324 800
XII	CANALISATION ET TUYAUTERIE	Fft	1	187 115 636	187 115 636
XIII	VANNE DE SECTIONNEMENT	Fft	1	3 773 640	3 773 640
XIV	COMPTEURS VOLUMÉTRIQUES	Fft	1	7 280 000	7 280 000
TOTAL GENERAL HT					362 205 527
TVA 20 %					72 441 105
TOTAL GÉNÉRAL TTC					434 646 632

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

La commune de Mahasoabe a été choisie par la coopération décentralisée pour renouveler son réseau du bourg communal à l'horizon fin 2017. Elle ambitionne l'élargissement de la zone d'alimentation pour desservir également les villages périphériques au chef-lieu. Les contraintes du nouveau réseau imposent les évolutions suivantes :

- Le changement du mode de gestion d'une régie communale improvisée vers un affermage professionnel
- Proposer un accès au service aux ménages les plus aisés grâce à des branchements privés. Cela permettra de réaliser une péréquation avec les ménages les plus défavorisés qui se contenteront des bornes-fontaines. Cela limitera également les charges du gestionnaire par la limitation de fontainiers.
- L'évolution de la tarification forfaitaire vers une volumétrique.
- Un maillage du bourg de la commune pour sécuriser l'alimentation.

Dans le but de pouvoir lancer la passation de marché de travaux à la fin de l'année, toutes les études d'avant-projets ont été réalisées par mes soins. Elles ont concerné trois aspects : le volet socio-économique, financier et technique.

Dans un premier temps, il a fallu vérifier la faisabilité. C'est l'objet de l'étude d'avant-projet sommaire. Elle a permis de connaître précisément la zone d'étude à travers une enquête et d'anticiper 122 ménages qui auraient la capacité et la volonté de se raccorder à des branchements privés. Des scénarios d'alimentation ont été étudiés, dimensionnés et chiffrés pour que la commune puisse en retenir un lors du volet technique. En m'appuyant sur ces résultats et en anticipant l'exploitation du réseau, j'ai monté un plan d'affaire pour vérifier la pérennité financière du nouveau gestionnaire privé. Un prix de l'eau accessible aux plus pauvres a été fixé lors de cette étude financière et des excédents d'exercice sont anticipés.

Dans un deuxième temps, il a fallu approfondir le scénario d'alimentation retenu par la commune. Le maillage du réseau et toutes les autres contraintes techniques ont été analysés dans les détails. L'objectif a été de produire tous les plans et livrables du projet pour poser les bases de la réalisation des dossiers d'exécutions. L'étude d'avant-projet détaillée vise à cette finalité. Un réseau à trois réservoirs, dont un qui prend le rôle d'équilibre, a été conçu. La source déjà captée sera réutilisée et les captages entièrement renouvelés. Cependant, faute de moyens, il ne m'a pas été possible de préparer correctement les préliminaires aux travaux des sources. Lors de cette étude, j'ai pris 3 semaines de retard et je n'ai pas pu réaliser comme prévu le travail de capitalisation de ma méthodologie. Il aurait pris la forme d'un guide technique à destination des acteurs du secteur de l'eau à Madagascar pour la réalisation d'un réseau maillé d'adduction en eau potable gravitaire dans un contexte de « petit urbain ».

Ce stage fut une très belle expérience qui complète parfaitement ma formation initiale d'ingénieur de l'ENGEES. L'interculturalité a été très riche. J'ai pu me découvrir une capacité d'adaptation insoupçonnée. Je me suis très vite intégré linguistiquement et professionnellement dans une culture qui peut-être à des années-lumière de la nôtre. De nombreuses surprises et instant de vie resteront gravés à jamais dans ma mémoire et m'a donné cette volonté de continuer à l'international.

BIBLIOGRAPHIE

- [2] RAZAFINDRAKOTO M., ROUBAUD François., WACHSBERGER JM. **Institution, gouvernance et croissance de long terme à madagascar**, Avril 2013, Institut de recherche pour le développement (IRD).
- [1] RFI Afrique. **Madagascar, la société publique d'eau et d'électricité en pleine tourmente**, 19-01-2017 Modifié le 19-01-2017. Article disponible en ligne à l'adresse : <http://www.rfi.fr/afrique/20170119-madagascar-jirama-societe-publique-eau-electricite-pleine-tourmente>
- [3] GrandLyon ,**Programme eau assainissement et hygiène 2016-2020**
- [4] Colloque organisé et actes colligés par François Vaillancourt, **L'économie politique de la décentralisation à Madagascar**, Antananarivo, le 16 avril 2008.
- [5] Bidou Jean-Etienne et al. « **Communes et régions à Madagascar » De nouveaux acteurs dans la gestion locale de l'environnement , Mondes en développement**, 2008/1 n° 141, p. 29-46. DOI : 10.3917/med.141.0029. Article disponible en ligne à l'adresse : <http://www.cairn.info/revue-mondes-en-developpement-2008-1-page-29.htm>
- [6] Coopération Région Haute Matsiatra – **Métropole de Lyon. Plan communal de développement en eau et en assainissement de la commune Rurale de Mahasoabe, Programme Eaurizon**. Mars 2017
- [7] ACTION CONTRE LA FAIM. **Eau - Assainissement – Hygiène pour les populations à risques**. Hermann, 2006. 785 p. ISBN 978 27056 6428 6
- [8] SISSOKO Abdoulaye. **Etudes d'avant projet détaillées pour l'adduction d'eau solaire du village Guélédo**. Mastère Spécialisé en Génie Sanitaire et Environnement (GSE), Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement , Septembre 2011, 47 p.
- [9] Zoungrana Denis. **Cours d'approvisionnement en eau potable**, Ecole Inter-états d'ingénieurs de l'équipement rural. Novembre 2003
- [10] pS-Eau **Développer les services d'eau potable, 18 questions pour agir**. Février 2014
- [11] Coopération Région Haute Matsiatra – Métropole Lyon. **Retour D'expérience sur les modes de gestion. FICHE N°4 La gestion par affermage** Juin 2016
- [12] Coopération Région Haute Matsiatra – Métropole Lyon. **Retour D'expérience sur les modes de gestion. FICHE N°3 La gestion par une association d'usagers composée par des bénévoles recrutant des salariés et dans le cas d'une tarification uniquement au volume** Juin 2016
- [13] Mathieu Le Corre et Stéphane Mbarga. **Cahier Technique Retour d'expériences sur les modes de gestions de services d'eau potables à Madagascar**, Décembre 2011, 36 P. ISBN : 978-2-915064-50-6
- [14] Coopération Région Haute Matsiatra, **Etude d'avant-projet, volet financier de la commune rurale de Iarintsena**, 2016.
- [15] Brian Reed et Bob Reed, **Quelle est la quantité d'eau nécessaire en situation d'urgence ?**, Organisation mondiale de la santé. Juillet 2013.
- [16] Christophe Humbert, Inter Aide. **LE CAPTAGE DE SOURCE PAR DRAIN**. Janvier 2003
<http://www.interaide.org/pratiques/content/fiche-pratique-le-captage-de-source-par-drain-fr-english>
[consulté le 20 mai 2017]

ANNEXES – SOMMAIRE

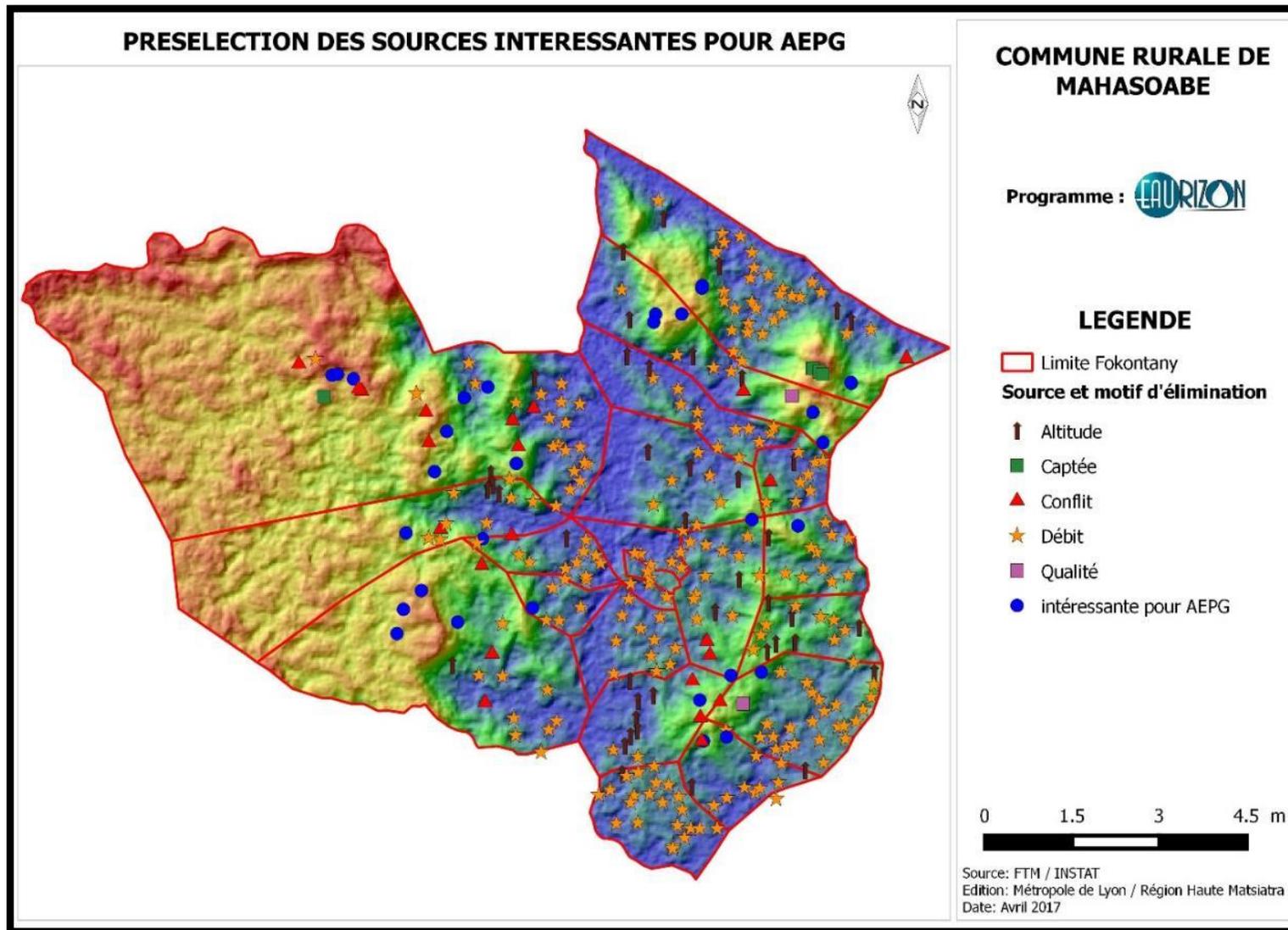
ANNEXES – Sommaire	56
ANNEXE 1 : Cadre Logique.....	57
ANNEXE 2 : Recensement et présélection des sources intéressantes pour un AEPG.....	59
1.10. Annexe APS socio-économique	60
ANNEXE 3 : Carte de délimitation des contours et des fokontany de la zone d'étude.....	60
ANNEXE 4 : Carte administrative de la zone d'étude de Mahasoabe (recensement des zones d'habitations)	61
ANNEXE 5 : Tableau du recensement démographique complet de la zone d'étude.....	62
ANNEXE 6 : Questionnaire d'enquête de l'enquête ménage.....	63
1.1. Annexe APS technique.....	64
ANNEXE 7 : Localisation des sources exploitables pour un usage AEP dans la zone d'étude.....	64
ANNEXE 8 : Architecture du réseau existant.....	65
ANNEXE 9 : Tableau récapitulatif des caractéristiques du réseau existant d'Alarobia.....	66
ANNEXE 10 : Synthèse et coût du scénario n°1 (sans la variante)	67
ANNEXE 11 : synthèse et coût du scénario n°2	68
1.2. Annexe APS financière.....	69
ANNEXE 12 : Plan d'affaires détaillé du futur fermier.....	69
1.3. Annexe APD Technique	72
ANNEXE 13 : Synthèse des BJP	72
ANNEXE 14 : Livrables de l'APD	73
1.3.1. Plans sectoriels du réseau AEPG.....	73
1.3.2. Carte de localisation des conduites à renforcer.....	77
1.3.3. Profil en long de la distribution principale	78
1.3.4. Profil en long des amenées	79
1.3.5. Résultats de la modélisation	80
1.3.6. Plans des ouvrages (présent dans ce rapport seulement le réservoir de tête, du Sud et le filtre)	85
1.3.7. Bordereau Détail estimatif des prix de terrassement, de génie civil pour chaque ouvrage.....	88

ANNEXE 1 : Cadre Logique

Activités		Indicateurs Objectivement Vérifiables	Sources de vérification	Hypothèses
1. Renforcer la gouvernance des collectivités locales sur le secteur de l'Eau, l'Assainissement et de l'Hygiène (EAH)				
Activité 1.1	Structuration des services techniques communaux autour l'ACEA	1 ACEA en poste dans chaque commune à temps partiel ou temps plein	Organigramme commune/arrêté communal	_ La situation politique reste stable sur Madagascar _ L'Etat augmente ses transferts vers les communes _ Les communes améliorent leurs ressources propres
Activité 1.2	Réaliser des PCDEA sur les 3 nouvelles communes	3 PCDEA réalisés	Le PCDEA et la BDD associée	
Activité 1.3	Actualiser les PCDEA préexistants	9 PCDEA existants actualisés	PCDEA et BDD associée mis à jour	
Activité 1.4	Mettre en place un schéma directeur	1 schéma directeur Eau et Assainissement produit sur Fianarantsoa	Le Schéma directeur	
Activité 1.5	Appuyer la Région et le Direah dans l'établissement d'une stratégie régionale sur l'E&A	1 schéma directeur régional Eau et Assainissement réalisé ; 1 SIG régional opérationnel	Le document cadre et une BDD associée	
Activité 1.6	Réaliser une activité annuelle sur le secteur portée par la RHM et la Direah	1 activité par an est réalisée par la RHM/Direah sur le secteur E&A en dehors des seules communes partenaires	Rapport d'activités	
Activité 1.7	Accompagner et mesurer la performance des gestionnaires de réseau d'eau	4 rapports annuel sur la performance des gestionnaires réalisés ; Une base de données existante	Rapport d'activités	
2. Développer l'accès à l'eau potable dans les communes partenaires du projet				
Activité 2.1	Réaliser les études avant-projets sur le volet technique (APS et APD)	15 APS et APD techniques réalisés	Les APS et APD	_ Exploitation des ressources en eau réalisée de manière concertée avec les agriculteurs
Activité 2.2	Réaliser les études avant-projets socio-économiques et financières (APS)	4 APS et APD sur les volets socio-économiques et financiers réalisés	Les APS et APD	
Activité 2.3	Réaliser les réseaux d'eau potable avec branchements domiciliaires	4 réseaux avec des branchements particuliers réalisés pour 10 000 habitants (soit 1 800 ménages) et 6000 écoliers	Les rapports d'exécution	
Activité 2.4	Réaliser les réseaux d'eau potable avec points d'eau collectifs uniquement	15 réseaux construits pour 30 000 habitants (soit 5 400 ménages) et 15 000 écoliers	Les rapports d'exécution	
Activité 2.5	Suivre les entreprises lors de la réalisation des travaux	380 réunions de chantiers sont organisées (1 réunion/semaine/chantier pendant 5 mois)	Les PV hebdomadaires de réunion de chantiers	
3. Développer l'accès à l'assainissement et accompagner les populations dans l'amélioration de leurs pratiques liées à l'hygiène				
Activité 3.1	Evaluer les connaissances, pratiques et besoins en assainissement	1 évaluation participative des connaissances, pratiques et besoins en assainissement	Rapport d'activités	_ Identification d'un partenaire sur l'assainissement _ Economie autour de l'assainissement suffisamment dynamique pour
Activité 3.2	Améliorer le taux d'équipements des ménages en latrine en milieu rural	16 000 personnes soit 2880 ménages ont accès à des latrines améliorées	Rapport d'activités	
Activité 3.3	Mettre en place des filières sur l'assainissement en milieu urbain	1 filière d'assainissement mise en place (accès aux latrines, collecte et traitement des boues de vidanges)	Rapport d'activités	
Activité 3.4	Réaliser des infrastructures collectives d'assainissements (blocs sanitaires)	10 000 écoliers ont accès à des latrines	Les rapports d'exécution	

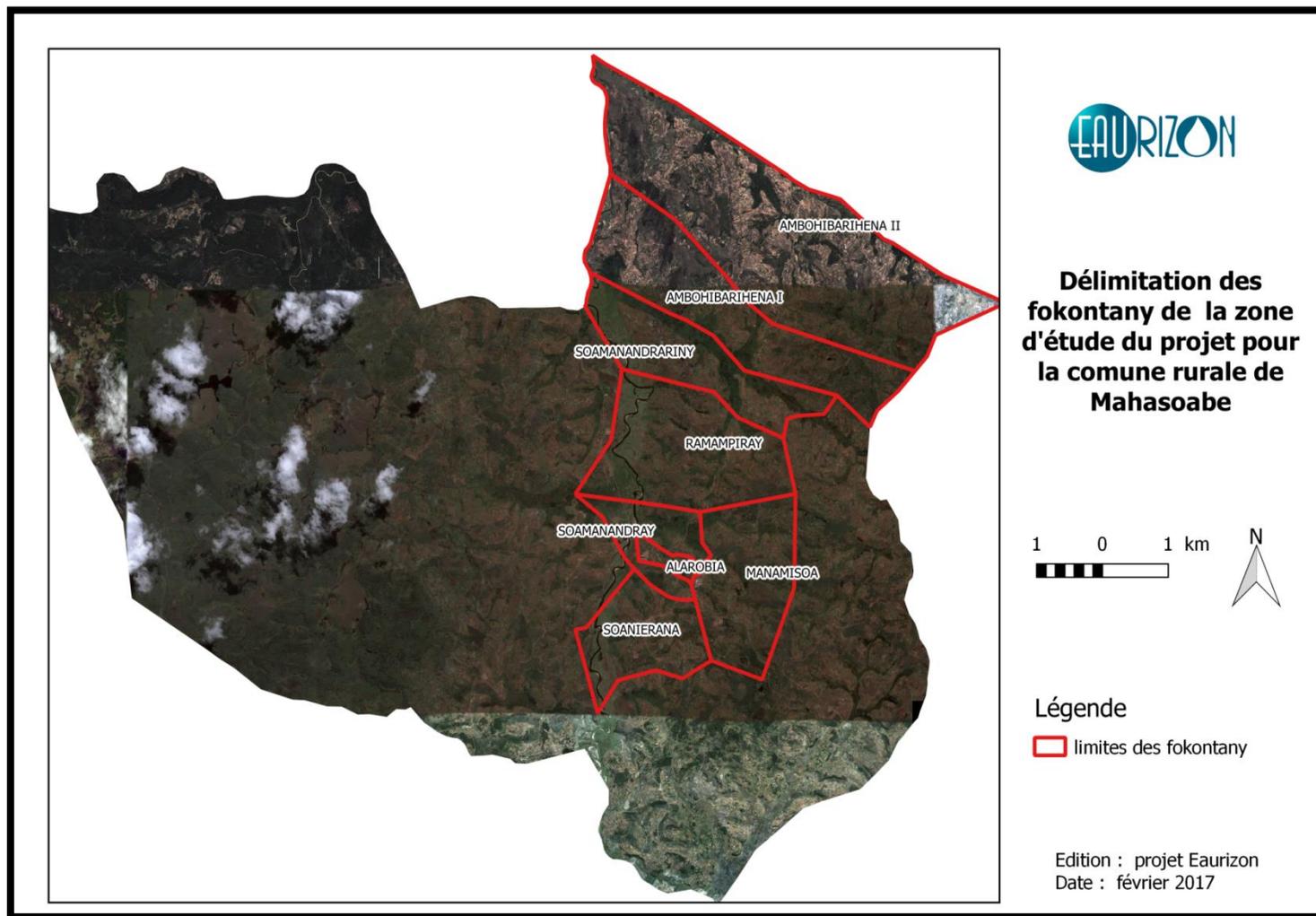
Activité 3.5	Réaliser les campagnes de sensibilisation en lien avec la construction des réseaux d'eau	20 campagnes de sensibilisation sur les messages WASH réalisées	Rapport d'activités	créer un marché de biens et services
Activité 3.6	Mesurer l'impact des infrastructures mises en place sur la santé des ménages	2 rapports sont produits	Les rapports produits	
4. Préserver et partager la ressource en eau entre les différents usages				
Activité 4.1	Agir sur les bassins versants les plus vulnérables, projet Kolorano	voir cadre logique spécifique à l'opération	Rapport d'activités	_ Absence d'aléas climatiques majeurs
Activité 4.2	Aménager de manière ciblée l'amont des captages d'eau potable	19 bassins versants sont aménagés (hors projet GIRE)	Rapport d'activités	
5. Former et professionnaliser les acteurs du secteur				
Activité 5.1	Former les 15 communes partenaires suivant les 12 modules de formations identifiés	34 formations mises en œuvre réunissant 630 participants	Compte rendu de formation et fiche de présence	_ Stabilisation du contexte universitaire à Madagascar
Activité 5.2	Former et accompagner les gestionnaires délégués	19 gestionnaires formés et performants (taux de recouvrement des cotisations à 90% à la fin du 1er exercice)	Statut et règlement des gestionnaires	_ Clarification de la position de l'université sur les formations sur l'eau existantes
Activité 5.3	Professionaliser les gestionnaires délégués lorsque les conditions sont réunies	4 gestionnaires ayant un statut professionnel ou associatif recrutent des salariés	Statut et règlement des gestionnaires	
Activité 5.4	Développer les compétences du secteur privé au service des collectivités	5 formations à destination des professionnels mises en œuvre réunissant 65 participants	Compte rendu formation et fiche de présence	
Activité 5.5	Accompagner le développement de la formation initiale à Fianarantsoa	Une formation sur les métiers de l'eau est opérationnelle et en lien avec une formation française	Rapport d'activités	
Activité 5.6	Développer des passerelles vers le monde professionnel pour les étudiants français et malgaches	32 stages proposés aux étudiants malgaches et 4 à des étudiants français ; 4 visites de chantier pour les étudiants malgaches	Rapport d'activités	
6. Capitaliser et diffuser les méthodes et outils produits par le projet				
Activité 6.1	Développer une stratégie de communication autour du projet	Production d'un rapport détaillant la stratégie de communication	Le rapport produit	
Activité 6.2	Produire des outils de communication ponctuels sur le projet (film, plaquette)	1 film et 1 plaquette sont produits	Film et plaquette	
Activité 6.3	Produire des outils de communication périodiques sur le projet (bulletin d'information)	12 bulletins d'information sont réalisés	Les bulletins d'information	
Activité 6.4	Communiquer sur les activités du projet et sur la thématique de l'E&A	8 ateliers nationaux à Madagascar et participation à 2 événements sur le territoire lyonnais	Rapport d'activités	
Activité 6.5	Encourager les échanges entre les partenaires du projet avec les autres acteurs du secteur	Réseaux des maires et des ACEA opérationnels ; Participations de partenaires du projet à 8 ateliers nationaux	Rapport d'activités	
Activité 6.6	Former les techniciens du projet et encourager les échanges avec les autres acteurs du secteur	4 sessions organisées ; 2 visites d'échanges d'autres projets sur le secteur à Madagascar	Rapport d'activités	
Activité 6.7	Capitaliser sur les méthodes, formations ou outils produits	Un support numérique compile les productions du projet	Le support produit	

ANNEXE 2 : Recensement et présélection des sources intéressantes pour un AEPG

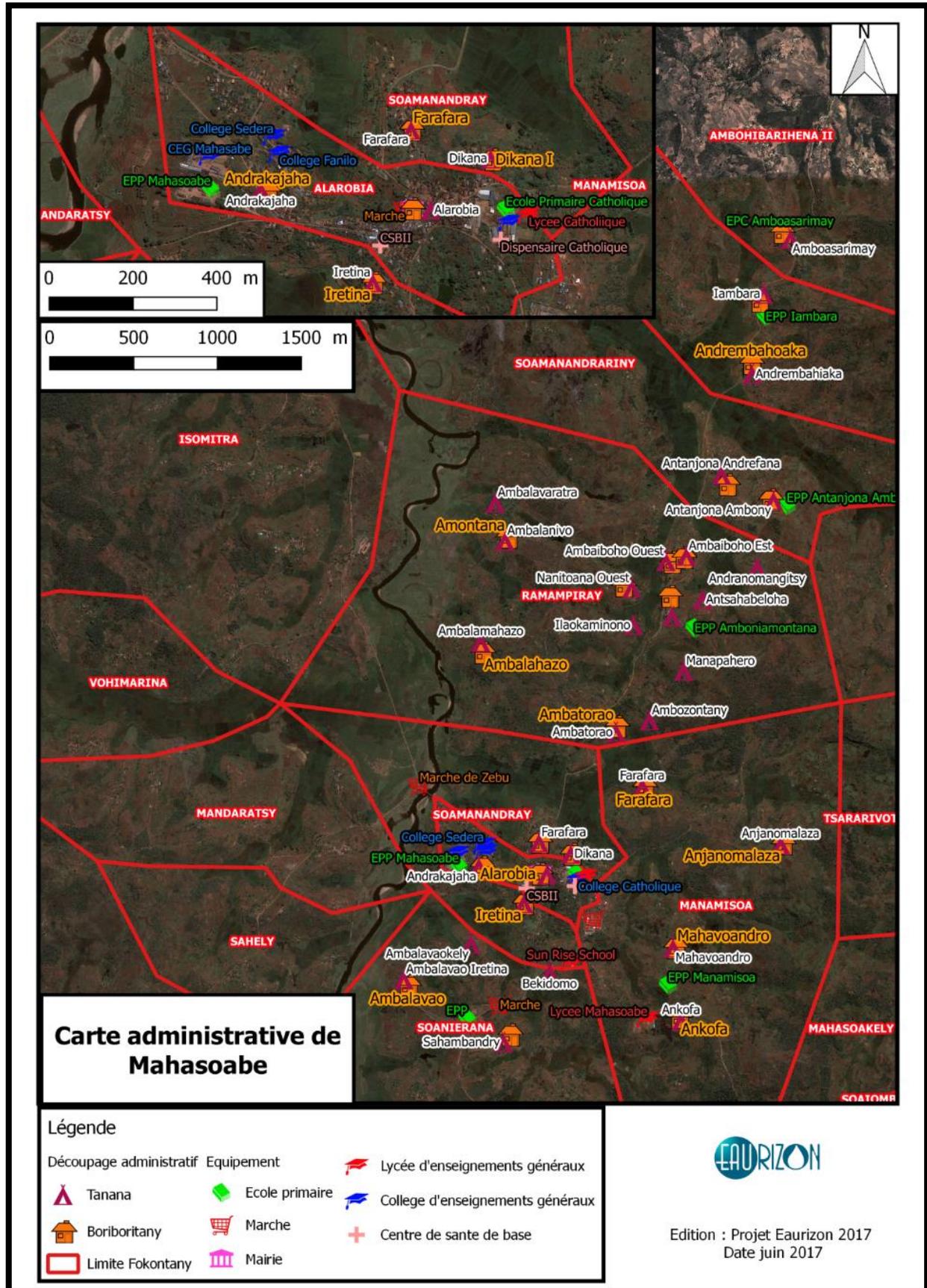


1.10. Annexe APS socio-économique

ANNEXE 3 : Carte de délimitation des contours et des fokontany de la zone d'étude



ANNEXE 4 : Carte administrative de la zone d'étude de Mahasoabe (recensement des zones d'habitations)



ANNEXE 5 : Tableau du recensement démographique complet de la zone d'étude

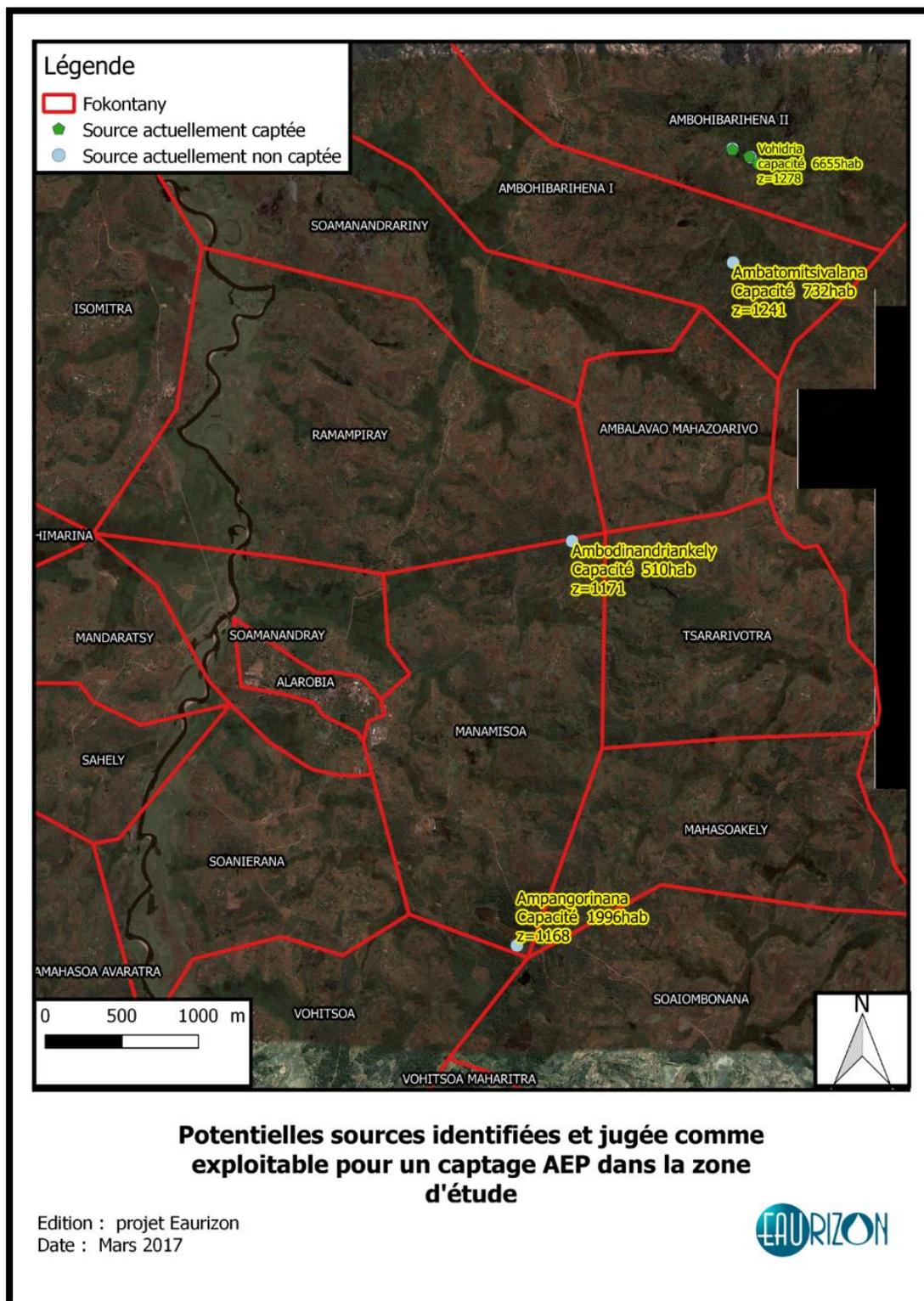
Fokontany	Boriboritany	Ménage	Habitants	dont adultes	Taille ménage	
Soamanandray (Chef-lieu)	Farafara	107	527	278	4,9	
	Iretina	86	526	245	6,1	
	Dikana	80	496	231	6,2	
	Ampanarivana	48	270	127	5,6	
Ambohibarihena II	Amboasarimay	88	519	242	5,9	
	Iambara	29	221	83	7,6	
Ambohibarihena I	Andriambahoaka	29	184	81	6,3	
Soamanandrarinny	Antanjona Andrefana	34	188	89	5,5	
	Antanjona Ambony	26	155	76	6	
Ramampiray	Ambalaiava	11	55	31	5	
	Andranomangitsy	17	87	48	5,1	
	Antsahabeloha	7	58	20	8,3	
	Amboniamontana	27	135	64	5	
	Ambaibo Est	21	148	65	7,0	
	Ambaibo Ouest	18	95	39	5,3	
	Nanitoana Ouest	14	101	44	7,2	
	Ilaokaminono	8	52	21	6,5	
	Manampahero	3	17	6	5,7	
	Ambalavaratra	10	55	30	5,5	
	Ambalanivo	11	68	29	6,2	
	Ambalahazo	18	128	61	7,1	
	Ambozontany	5	32	13	6,4	
	Ambatorao	5	49	29	9,8	
	Antanjona Atsimo	39	220	103	5,6	
	Soanerana	Bekidimo	14	83	39	5,9
		Anjaridaina	41	188	73	4,6
Manamisoa	Farafara2	24	176	76	7,3	
	Anjanomalaza	34	200	97	5,9	
	Mahavoandro	19	129	61	6,8	
	Ankofa	64	322	174	5	
Alarobia (Chef-lieu)	Alarobia	164	753	403	4,6	
	Andrakajaha	297	1114	565	3,8	
TOTAL		1398	7351	3543	5,3	

ANNEXE 6 : Questionnaire d'enquête de l'enquête ménage

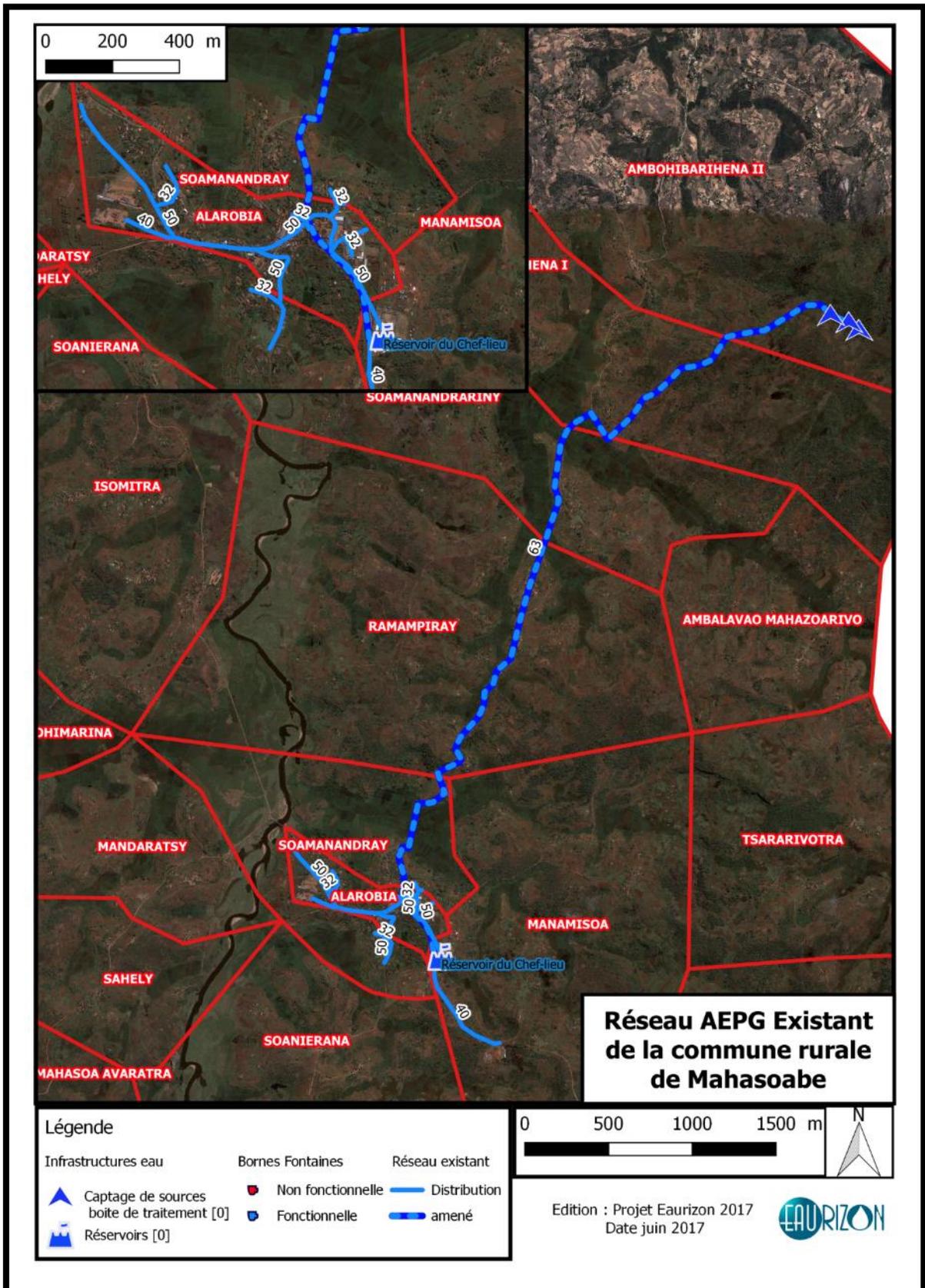
FICHE D'ENQUETE			
Commune :		Fokontany :	Quartier :
Enquêteur/Guide :		Code enquêté :	Date :
SITUATION GENERAL DU CHEF DE MENAGE			
Age :	Niveau d'étude	Activité Principale	Revenu mensuel moyen du ménage (y compris vady)
Sexe :	Non scolarisé a nalphabète <input type="checkbox"/>	Agriculteur/Eleveur <input type="checkbox"/>	Revenu mensuel :ar
Situation familial :	Non scolarisé a lphabétisé <input type="checkbox"/>	Commerçant/Epicier <input type="checkbox"/>	Moins de 5000 Ar <input type="checkbox"/>
Célibataire <input type="checkbox"/>	Primaire <input type="checkbox"/>	Hotely <input type="checkbox"/>	Entre 50000 - 100000 Ar <input type="checkbox"/>
Marié(e) <input type="checkbox"/>	Collège <input type="checkbox"/>	Fonctionnaire <input type="checkbox"/>	Entre 100000 - 200000 Ar <input type="checkbox"/>
Divorcé(e) <input type="checkbox"/>	Lycée <input type="checkbox"/>	Retraité (avec pension) <input type="checkbox"/>	Entre 200000 - 400000 Ar <input type="checkbox"/>
Veuf (ve) <input type="checkbox"/>	Supérieur <input type="checkbox"/>	Artisan <input type="checkbox"/>	Plus de 400000 Ar <input type="checkbox"/>
		Autres :	Si entreprise : C.A : Ar
Taille du ménage	Logement		Electricité
Nb adultes :	Nb de pièces dans le logement (utilisées seulement par le ménage) :	Propriétaire <input type="checkbox"/>	Accès à l'électricité (o/n) :
Nb enfants :		Locataire <input type="checkbox"/>	Si oui mode d'alimentation :
Si entreprise nb de salariés :		Si locataire, loyer : Ar	Groupe électrogène <input type="checkbox"/> ; Panneau solaire <input type="checkbox"/> ; Jirama <input type="checkbox"/>
			Dépenses mensuelles liées à l'électricité :
Biens du ménage		Epargne	
Appareil électronique : télé <input type="checkbox"/> ; lecteur VCD <input type="checkbox"/> ; antenne Sat <input type="checkbox"/>		Existence d'une épargne : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	
Meubles : frigo <input type="checkbox"/> ; salon <input type="checkbox"/> ;		Montant épargné mensuellement / bénéfice entre prise :	
Rizière : hectares		Destination prévue de l'épargne :	
Moyen de transport : vélo <input type="checkbox"/> ; moto <input type="checkbox"/> ; charrette <input type="checkbox"/> ; voiture <input type="checkbox"/>			
Animaux d'élevages : porc <input type="checkbox"/> ; zébu <input type="checkbox"/>			
Autres biens ayant une valeur notable :			
SITUATION SUR L'EAU			
Approvisionnement :	Quantité d'eau utilisée par jour pour le ménage :	Distance point d'eau :	Satisfaction sur le service actuel :
Réseau d'eau :	Maison (cuisine, boisson et hygiène) : litres	Distance :m	Qualité de l'eau : oui <input type="checkbox"/> ; un peu <input type="checkbox"/> ; non <input type="checkbox"/>
Puits :			Tarif : oui <input type="checkbox"/> ; un peu <input type="checkbox"/> ; non <input type="checkbox"/>
Rivière / rizière :			Gestion : oui <input type="checkbox"/> ; un peu <input type="checkbox"/> ; non <input type="checkbox"/>
			Confiance : oui <input type="checkbox"/> ; un peu <input type="checkbox"/> ; non <input type="checkbox"/>
Dépense mensuelle : ar/mois	Responsable de la corvée d'eau :	Traitement de l'eau : Oui Non <input type="checkbox"/>	Stockage de l'eau
Réseau fonctionnel :		Type de traitement :	Existence d'un stockage d'eau (o/n) :
Service porteurs d'eau : oui <input type="checkbox"/> ; non <input type="checkbox"/>			Volume de stockage : litres
Cout du bidon 20l avec porteur : ar			
Commentaires :			
SITUATION SUR L'ASSAINISSEMENT			
Latrine	Type de fosse	Type de dalle	Douche
Oui <input type="checkbox"/> ; Partagée <input type="checkbox"/> ; Non <input type="checkbox"/>	Trou simple <input type="checkbox"/>	Ciment ou porcelaine <input type="checkbox"/>	Oui <input type="checkbox"/> ; Partagée <input type="checkbox"/> ; Non <input type="checkbox"/>
Coût de réalisation:	Septique <input type="checkbox"/>	Bois ou terre <input type="checkbox"/>	Coût de réalisation:
	Autre : <input type="checkbox"/>	Autre : <input type="checkbox"/>	
VOLONTE A PAYER			
Type de branchement	Cout de raccordement si particulier	Mode de paiement	Tarif
borne fontaine <input type="checkbox"/>	A 200 000 ar, intéressé ? <input type="checkbox"/>	Paiement une fois <input type="checkbox"/>	Prix acceptable pour un bidon de 20l ? ar
Particulier <input type="checkbox"/>	à 150 000 ar, intéressé ? <input type="checkbox"/>	Paiement échelonné <input type="checkbox"/>	Si branchement particulier, facture mensuelle acceptable ? ar/mois
	à 100 000 ar intéressé ? <input type="checkbox"/>		
	à 75 000 ar intéressé ? <input type="checkbox"/>		
	à 50 000 ar, intéressé ? <input type="checkbox"/>		
Commentaires :			

1.1. Annexe APS technique

ANNEXE 7 : Localisation des sources exploitables pour un usage AEP dans la zone d'étude



ANNEXE 8 : Architecture du réseau existant



ANNEXE 9 : Tableau récapitulatif des caractéristiques du réseau existant d'Alarobia

Informations générales		
Date de réalisation	2003	Bailleur : FIKRIFAMA
Date de réhabilitation et extension	2009	Bailleur : ACORDS (UE)
Nombre d'usagers	Ménages : 318 ; Habitants : 980	
Fokontany concernés	Alarobia (980 usagers/1792 habitants ; taux d'accès à 72 % dans le Fkt)	
	Soamanandray (0 usager/1354 habitants ; taux d'accès à 0 % dans le Fkt)	
	Manamisoa (0 usager/1440 habitants ; Taux d'accès à 0 % dans le FKT)	
Boriboritany concernés	06 : Farafara, Dikana I, Alarobia, Iretina, Andrakajaha, Ankofa	
Informations techniques		
Sources et captages	<ul style="list-style-type: none"> - 03 sources captées, - Debit des sources : $Q = 3 \text{ l/s}$ (mesure 2016) - Type de captage : 05 drains captants 	
Filtre	- filtres physiques : composition gravillon et moellon	
Réservoirs	- 02 réservoirs en béton armé à Alarobia de 50 m ³ et de 11 m ³ .	
Linéaires	<ul style="list-style-type: none"> - Type de tuyaux : PEHD. - Longueur des tuyaux mesurés sur la carte : 9 340m. 	
Bornes-fontaines	<ul style="list-style-type: none"> - 35 Bornes avec l'extension. - 79 branchements privés. 	
Informations sur la gestion		
Type de gestion	- Communautaire	
Tarifification	- au forfait	
Cotisations	<ul style="list-style-type: none"> - 500 Ar/foyers/an. - 10 000 Ar/an pour le branchement privé. 	
Taxe communale	- 0 %	
Technicien formé	- Peu	

ANNEXE 10 : Synthèse et coût du scénario n°1 (sans la variante)

Désignation	Unité	Cout unitaire	Quantité	Cout total
Installation et repli de chantier	fft.	3 % du total des travaux		7 376 103
Captage de sources				7 376 103
Boite de captage	u.	5 500 000	4	22 000 000
Drain captant	u.	8 000 000	1	8 000 000
Collecteur et brise charge				
Chambre collecteur	u.	3 500 000	1	3 500 000
Filtre et traitement				
Filtre à sable	u.	10 000 000	1	10 000 000
Réservoirs				10 000 000
Réservoir de 5 m3	u.	8 000 000	1	8 000 000
Réservoir de 20 m3	u.	20 000 000	1	20 000 000
Réservoir de 50 m3	u.	40 000 000	1	40 000 000
Conduites				68 000 000
Tuyaux PEHD 75 PN 10 (Dintérieur 64)	ml.	14 000		
Tuyaux PEHD 63 PN 10 (Dintérieur 53,6)	ml.	11 000	5 096,31	56 059 410
Tuyaux PEHD 50 PN 10 (Dintérieur 42,6)	ml.	8 000	2 888,87	23 110 960
Tuyaux PEHD 40 PN 10 (Dintérieur 34)	ml.	6 000	3 754,04	22 524 240
Tuyaux PEHD 32 PN 10 (Dintérieur 26,2)	ml.	4 000	6 508,14	26 032 560
Accessoires et autres+ renforcement conduites	u	3 000 000	1,00	6 642 920
Points de distribution				134 370 090
BF kiosque	u.	2 800 000	8	22 400 000
Branchement partagé	u.	500 000	63	31 500 000
Lave mains	u.	5 500 000	4	22 000 000
Total infrastructure (HT)				329 146 193
Total infrastructure (TTC)				394 975 431
Prestation maître d'œuvre (TTC)				0
0% du total TTC				0
Coût total projet (TTC) + 5 % pour les imprécisions de l'APS				414 724 203
Participation communale				3 291 462
1% du total HT				

Descriptif du projet			
2	Sources captées	5 667	Nombre de bénéficiaires à l'année 0 (particuliers)
17 107	Mètres de tuyaux	4 324	Nombre de bénéficiaires à l'année 0 (équipements)
3	Réservoir de 5, 20 et 45 m ³	–	Points d'eau
2	Filtre à sable		
Coûts estimatifs			
Coûts total du projet (HT + 5 % d'imprécision)		345 603 502 Ar	
Coûts du projet par habitant		60 985 Ar	
Coûts du projet par bénéficiaire		34 591 Ar	

ANNEXE 11 : synthèse et coût du scénario n°2

Désignation	Unité	Coût unitaire	Quantité	Coût total
Installation et repli de chantier	fft.	3 % du total des travaux		7 604 662
Captage de sources				
Boite de captage	u.	5 500 000	3	16 500 000
Collecteur et brise charge				
Chambre collecteur	u.	3 500 000	1	3 500 000
Filtre et traitement				
Filtre à sable	u.	10 000 000	1	10 000 000
Réservoir				
Réservoir de 70 m3	u.	50 000 000	1	50 000 000
Conduites				
Tuyaux PEHD 75 PN 10 (Dintérieur 64)	ml.	14 000	6 216,68	87 033 555
Tuyaux PEHD 63 PN 10 (Dintérieur 53,6)	ml.	11 000	2 369,15	26 060 612
Tuyaux PEHD 50 PN 10 (Dintérieur 42,6)	ml.	8 000	3 510,93	28 087 416
Tuyaux PEHD 40 PN 10 (Dintérieur 34)	ml.	6 000	2 547,94	15 287 643
Tuyaux PEHD 32 PN 10 (Dintérieur 26,2)	ml.	4 000	2 593,95	10 375 806
Accessoires et autres + renforcements conduites	u	3 000 000	1,00	6 643 700
Points de distribution				
BF kiosque	u.	2 800 000	8	22 400 000
Branchement partagé	u.	500 000	64	32 000 000
Lave mains	u.	5 500 000	4	22 000 000
Total infrastructure (HT)				337 493 393
Total infrastructure (TTC)				404 992 072
Coût total projet (TTC) + 5 % pour les imprécisions de l'APS				425 241 676

Descriptif du projet			
1	Sources captées	5 715	Nombre de bénéficiaires à l'année 0 (particuliers)
17 239	Mètres de tuyaux	4324	Nombre de bénéficiaires à l'année 0 (équipements)
1	1 Réservoir de 70 m ³	–	Points d'eau
1	Filtre à sable		
Coûts estimatifs			
Coûts total du projet (HT+ 5 % d'imprécision)		355 000 000 Ar	
Coûts du projet par habitant		62 117 Ar	
Coûts du projet par bénéficiaire		35 299 Ar	

1.2. Annexe APS financière

ANNEXE 12 : Plan d'affaires détaillé du futur fermier

ANNÉES	N 1	N 2	N 3	N 4	N 5	N 6	N 7	N 8	N 9	N 10	N 11
Tarif du service											
Aux points d'eau collectifs	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Aux branchements partagés	0,60	0,60	0,60	0,60	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Aux branchements privés	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Aux équipements collectifs	0,60	0,60	0,60	0,60	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Gros consommateurs	0,95	0,95	0,95	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Volume journalier tarifé											
Aux points d'eau collectifs	27 730	28 468	29 235	30 013	30 792	31 605	32 421	33 264	34 112	34 979	35 865
Aux branchements partagés	24 320	25 301	26 319	27 375	28 481	29 628	30 827	32 068	33 363	34 703	36 099
Aux branchements privés	14 292	15 021	15 763	16 559	17 408	18 274	19 195	20 155	21 173	22 252	23 372
Aux équipements collectifs	5 324	5 324	5 324	5 324	5 324	5 324	5 324	5 324	5 324	5 324	5 324
Gros consommateurs	1 600	1 600	1 600	1 600	1 600	1 600	1 600	1 600	1 600	1 600	1 600
Total	73 266	75 714	78 241	80 871	83 606	86 430	89 367	92 410	95 572	98 857	102 260
Recettes											
Aux points d'eau collectifs	7 591 088	7 793 077	8 003 136	8 216 075	8 429 347	8 651 820	8 875 286	9 105 887	9 338 163	9 575 418	9 818 077
Aux branchements partagés	5 326 080	5 540 810	5 763 769	5 995 146	6 757 196	7 029 237	7 313 598	7 608 031	7 915 328	8 233 200	8 564 500
Aux branchements particuliers	5 216 675	5 482 732	5 753 589	6 043 861	6 989 460	7 336 832	7 706 938	8 092 038	8 500 885	8 934 086	9 383 678
Aux équipements collectifs	1 165 956	1 165 956	1 165 956	1 165 956	1 263 119	1 263 119	1 263 119	1 263 119	1 263 119	1 263 119	1 263 119
Gros consommateurs	554 800	554 800	554 800	554 800	584 000	584 000	584 000	584 000	584 000	584 000	584 000

Total	19 854 598	20 537 375	21 241 250	21 975 838	24 023 122	24 865 008	25 742 941	26 653 075	27 601 495	28 589 823	29 613 373	
Charges d'exploitation												
Réparations et maintenance réseau	600 000	648 000	699 840	755 827	816 293	881 597	952 125	1 028 295	1 110 558	1 199 403	1 295 355	
Loyer bureau	360 000	374 400	389 376	404 951	421 149	437 995	455 515	473 735	492 685	512 392	532 888	
Fournitures de bureau	700 000	728 000	757 120	787 405	818 901	851 657	885 723	921 152	957 998	996 318	1 036 171	
Communication	180 000	187 200	194 688	202 476	210 575	218 998	227 757	236 868	246 342	256 196	266 444	
frais de déplacement	144 000	149 760	155 750	161 980	168 460	175 198	182 206	189 494	197 074	204 957	213 155	
Énergie	480 000	499 200	519 168	539 935	561 532	583 993	607 353	631 647	656 913	683 190	710 517	
Mission de suivi déplacement	72 000	74 880	77 875	80 990	84 230	87 599	91 103	94 747	98 537	102 478	106 578	
Analyse qualité de l'eau	200 000	200 000	200 000	200 000	200 000	200 000	200 000	200 000	200 000	200 000	200 000	
Charges diverses	100 000	104 000	108 160	112 486	116 986	121 665	126 532	131 593	136 857	142 331	148 024	
Frais d'administratifs	100 000	104 000	108 160	112 486	116 986	121 665	126 532	131 593	136 857	142 331	148 024	
Primes d'assurances	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Rémunération du personnel	7 740 000	8 049 600	8 371 584	8 706 447	9 054 705	9 416 893	9 793 569	10 185 312	10 592 724	11 016 433	11 457 091	
Intéressement variable des fontainiers	2 530 363	2 337 923	2 400 941	2 464 822	2 528 804	2 595 546	2 662 586	2 731 766	2 801 449	2 872 625	2 945 423	
Cotisations employeur	CNAPS	834 600	1 046 448	1 088 306	1 131 838	1 177 112	1 224 196	1 273 164	1 324 091	1 377 054	1 432 136	1 489 422
	OSTIE	321 000	333 840	347 194	361 081	375 525	390 546	406 167	422 414	439 311	456 883	475 158
Total	14 361 963	14 837 251	15 418 162	16 022 726	16 651 257	17 307 549	17 990 332	18 702 708	19 444 360	20 217 675	21 024 251	
Excédent brut d'exploitation (EBE)												
	5 492 636	5 700 124	5 823 088	5 953 112	7 371 865	7 557 459	7 752 609	7 950 367	8 157 135	8 372 148	8 589 122	
Charges d'amortissement												
Dotations aux amortissements Compteurs	0	243 338	493 975	752 132	1 018 033	1 087 700	1 159 456	1 233 366	1 423 501	1 903 147	2 487 896	
Dotations aux amortissements Immobilisations	376 490	376 490	376 490	376 490	376 490	376 490	376 490	376 490	376 490	376 490	0	
Impayés	992 730	1 026 869	1 062 063	1 098 792	1 201 156	1 243 250	1 287 147	1 332 654	1 380 075	1 429 491	1 480 669	

Total	1 369 220	1 646 696	1 932 528	2 227 414	2 595 679	2 707 440	2 823 093	2 942 509	3 180 066	3 709 128	3 968 565
Résultat opérationnel	4 123 416	4 053 427	3 890 561	3 725 698	4 776 186	4 850 019	4 929 515	5 007 858	4 977 069	4 663 020	4 620 557
Résultat avant impôts (bénéfices)	4 123 416	4 053 427	3 890 561	3 725 698	4 776 186	4 850 019	4 929 515	5 007 858	4 977 069	4 663 020	4 620 557
Impôts, taxes et redevances											
Taxe communale	1 985 460	2 053 737	2 124 125	2 197 584	2 402 312	2 486 501	2 574 294	2 665 307	2 760 149	2 858 982	2 961 337
Impôt sur les bénéfices (24%)	989 620	972 823	933 735	894 168	1 146 285	1 164 005	1 183 084	1 201 886	1 194 497	1 119 125	1 108 934
Total	2 975 080	3 026 560	3 057 860	3 091 751	3 548 597	3 650 505	3 757 378	3 867 193	3 954 646	3 978 107	4 070 271
Résultat net de l'exercice	1 148 336	1 026 867	832 701	633 947	1 227 589	1 199 514	1 172 137	1 140 664	1 022 423	684 913	550 286

1.3. Annexe APD Technique

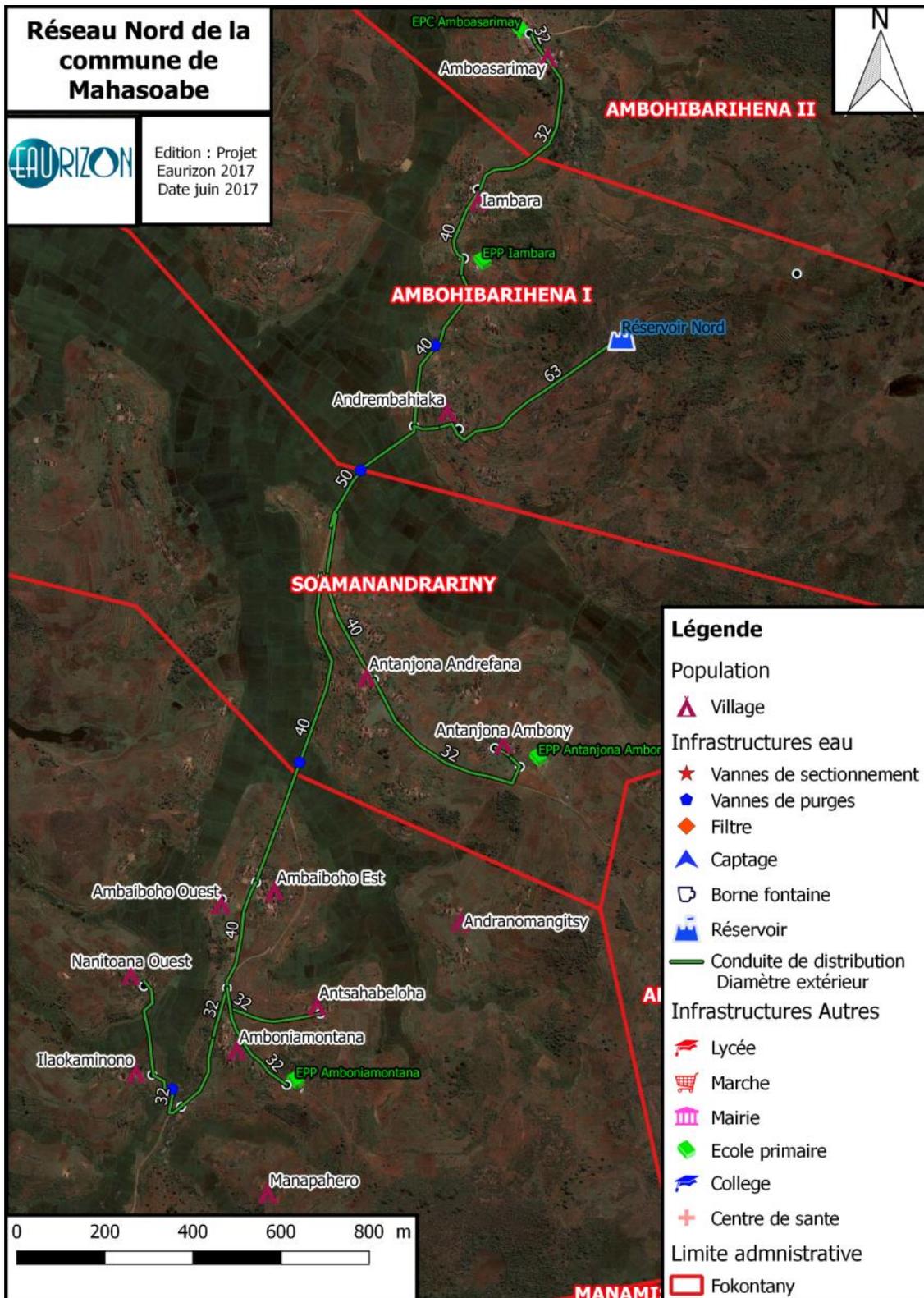
ANNEXE 13 : Synthèse des BJP

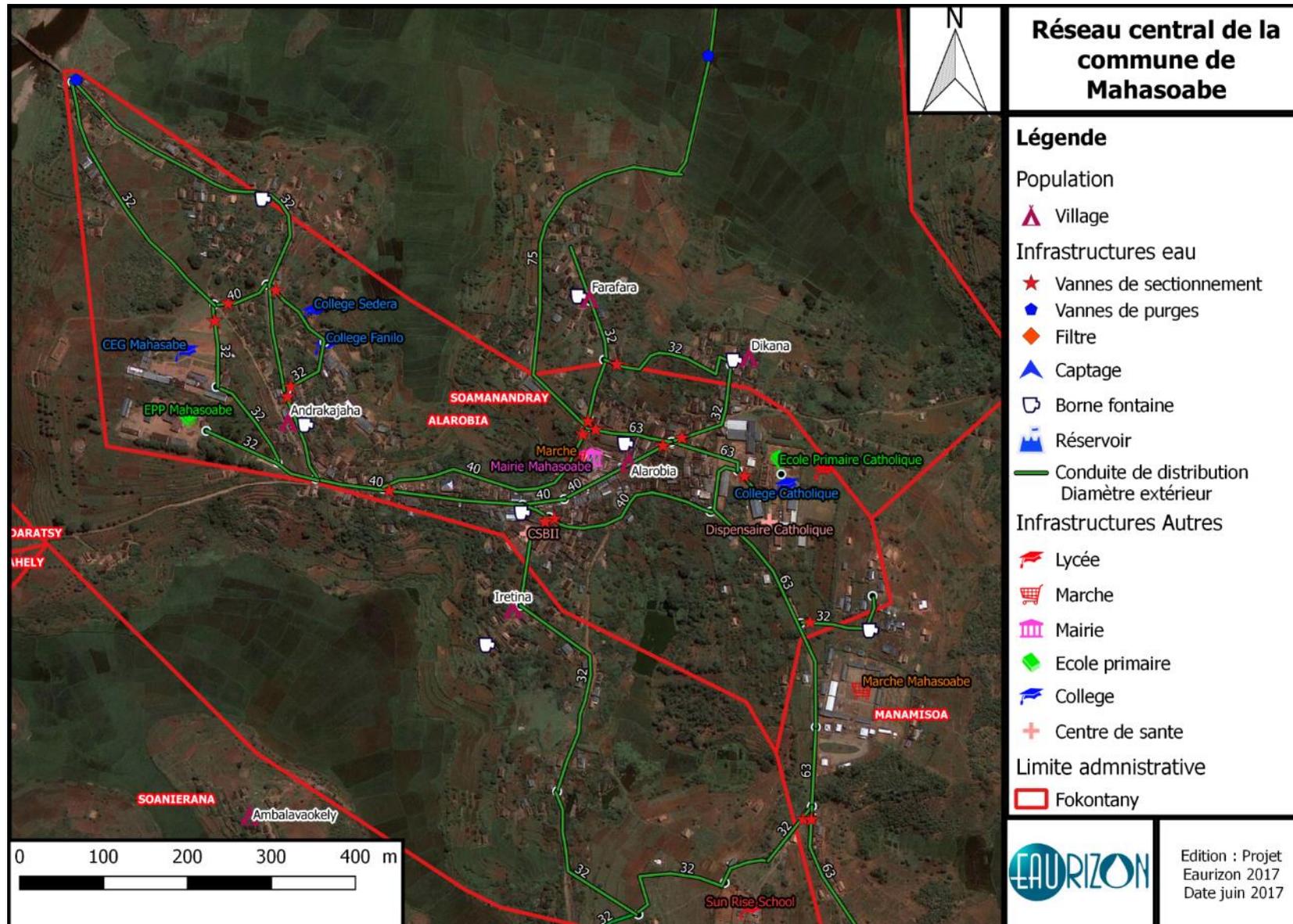
Type d'usagers		Habitants				Équipements collectifs et entreprises				Total			
Projection		N	N+5	N+10	N+15	N	N+5	N+10	N+15	N	N+5	N+10	N+15
Point d'eau collectif et Branchement partagé	Effectif (unité)	5 205	5 696	6 371	7 119	4 324	4 324	4 324	4 324	9 529	10 020	10 695	11 443
	Consommation (litre/jour)	18,25	18,25	18,25	18,25	3	3	3	3	21,25	21,25	21,25	21,25
	Volume total (litre/jour)	94 991	108 174	127 168	149 336	13 972	13 972	13 972	13 972	108 963	122 146	141 140	163 308
	Fuite	2 375	5 409	8 590	14 934	349,30	698,60	1 048	1 397	2 724	6 107	9 638	16 331
Branchement particulier et gros consommateurs	Effectif (unité)	739	865	1 052,000	1 280	2	2	2	2	741	867	1 054	1 282
	Consommation (litre/jour)	25	25	25	25	800	800	800	800	825	825	825	825
	Volume total (litre/jour)	18 475	22 503	28 764	36 783	1 600	1 600	1 600	1 600	20075	24103	30364	38383
	Fuite	461,875	1 125,153	2 157,294	3 678	40	80	120	160	502	1 205	2 277	3 838
Effectif total (unité)		5 944	6 561	7 423	8 399	4 326	4 326	4 326	4 326	10 270	10 887	11 749	12 725
Volume total brut (litre/jour)		113 466	130 677	155 932	186 119	15 572	15 572	15 572	15 572	129 038	146 249	171 504	201 691
Volume total avec pertes en eau (litre/jour)		116 303	137 211	166 680	204 731	15 961	16 351	16 740	17 129	132 264	153 562	183 420	221 860
Volume total avec pertes en eau (litre/seconde)		1,346	1,588	1,929	2,370	0,185	0,189	0,194	0,198	1,531	1,777	2,123	2,568

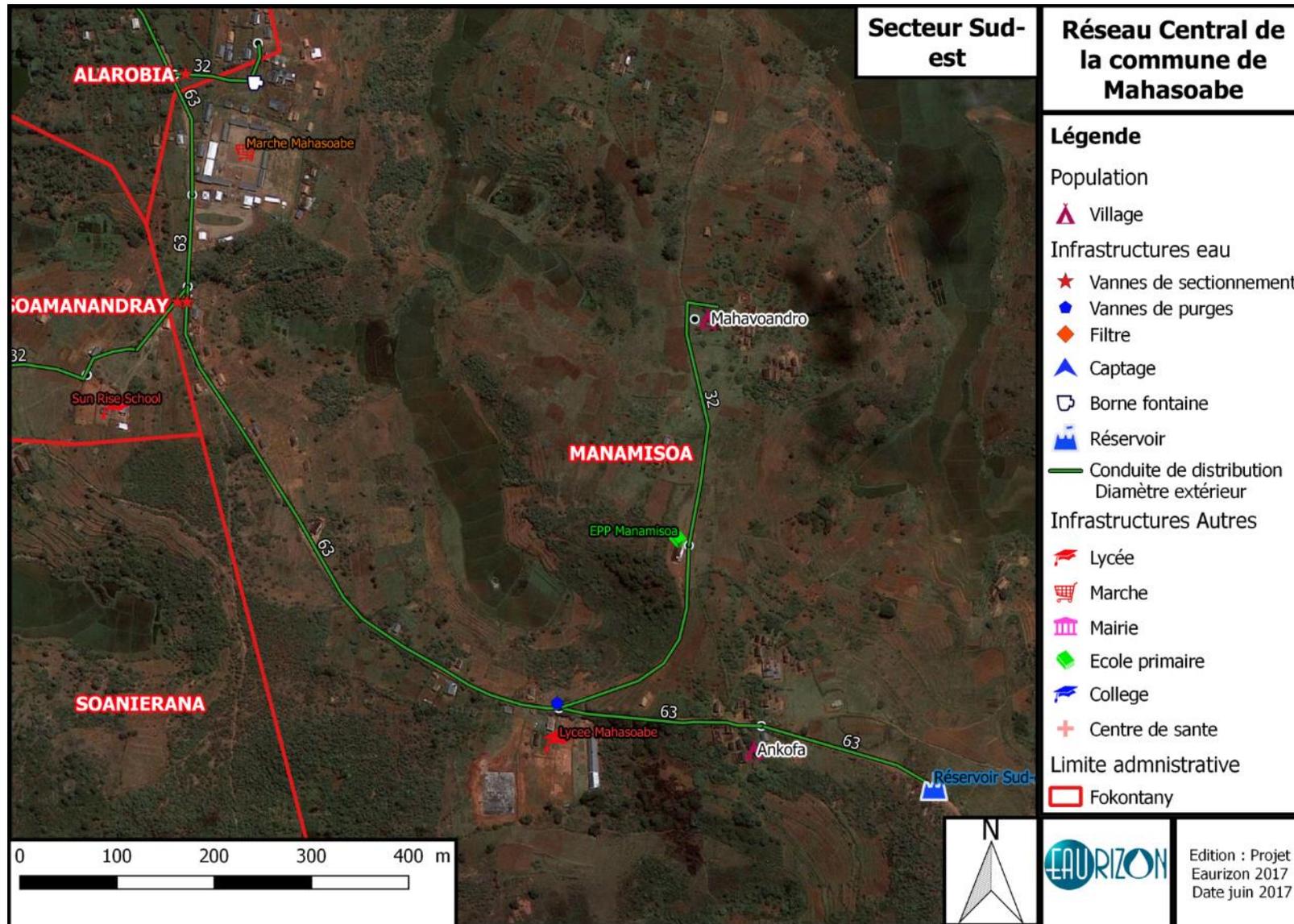
ANNEXE 14 : Livrables de l'APD

1.3.1. Plans sectoriels du réseau AEPG

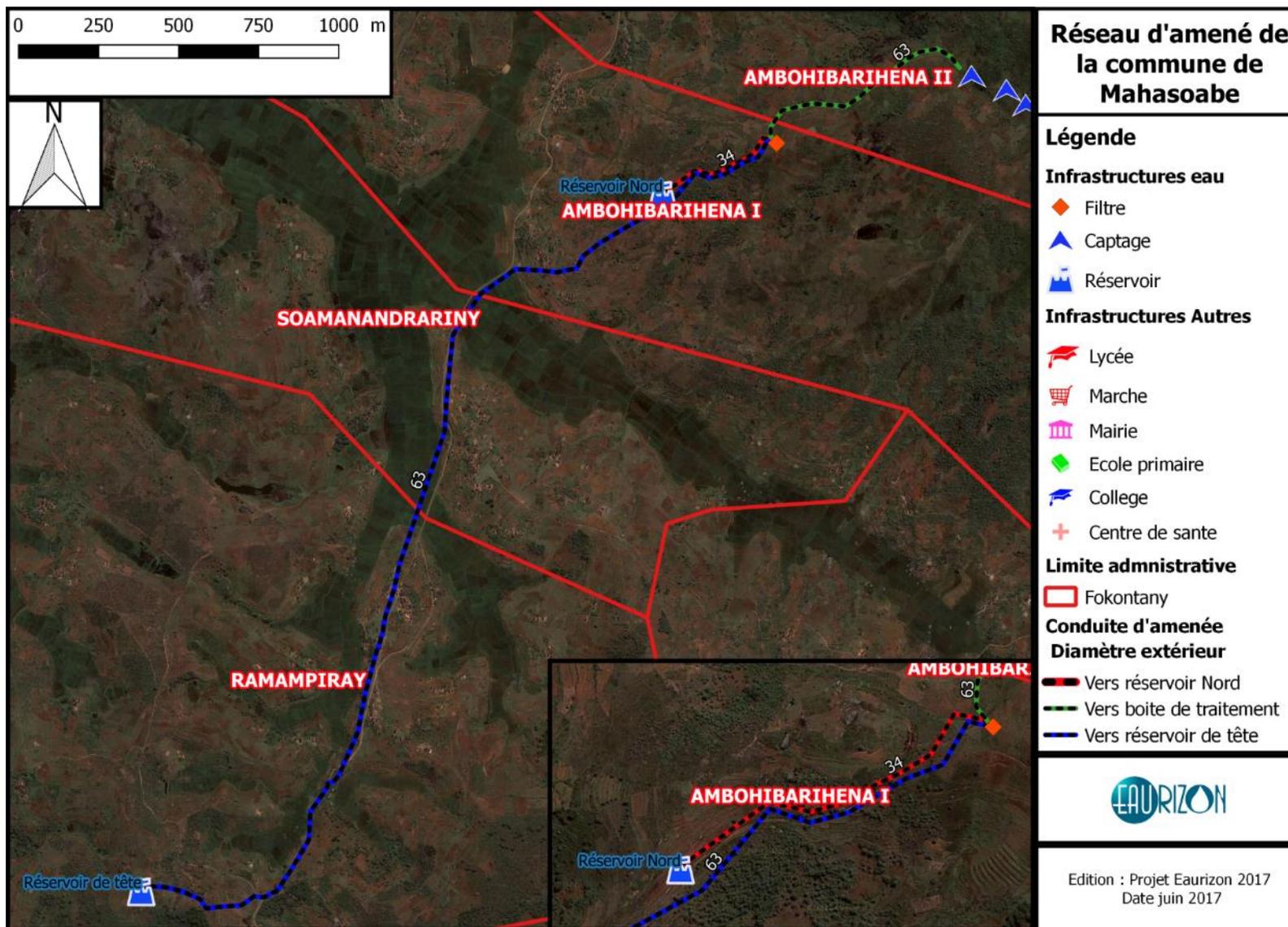
1.3.1.1. Réseaux de distribution



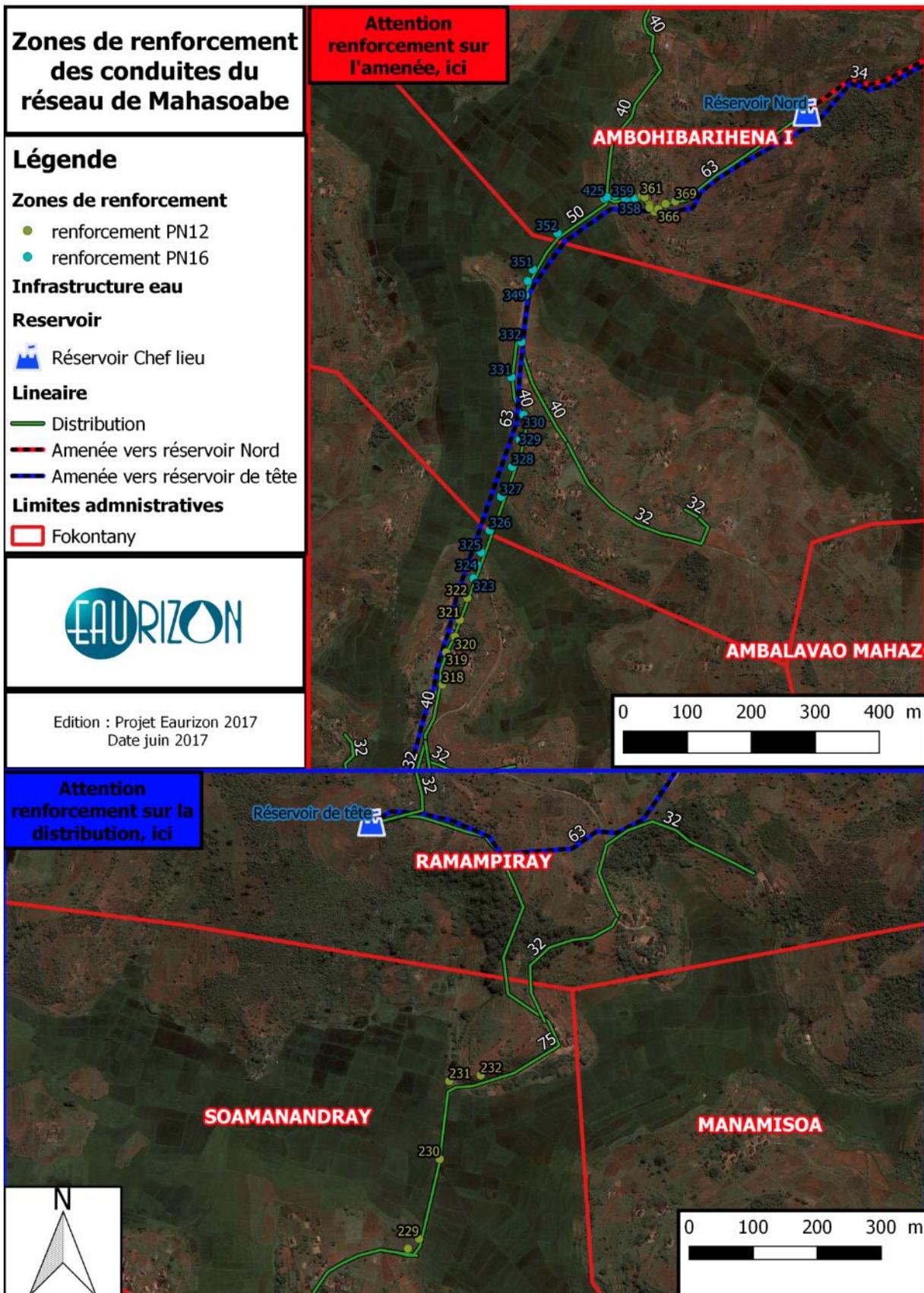




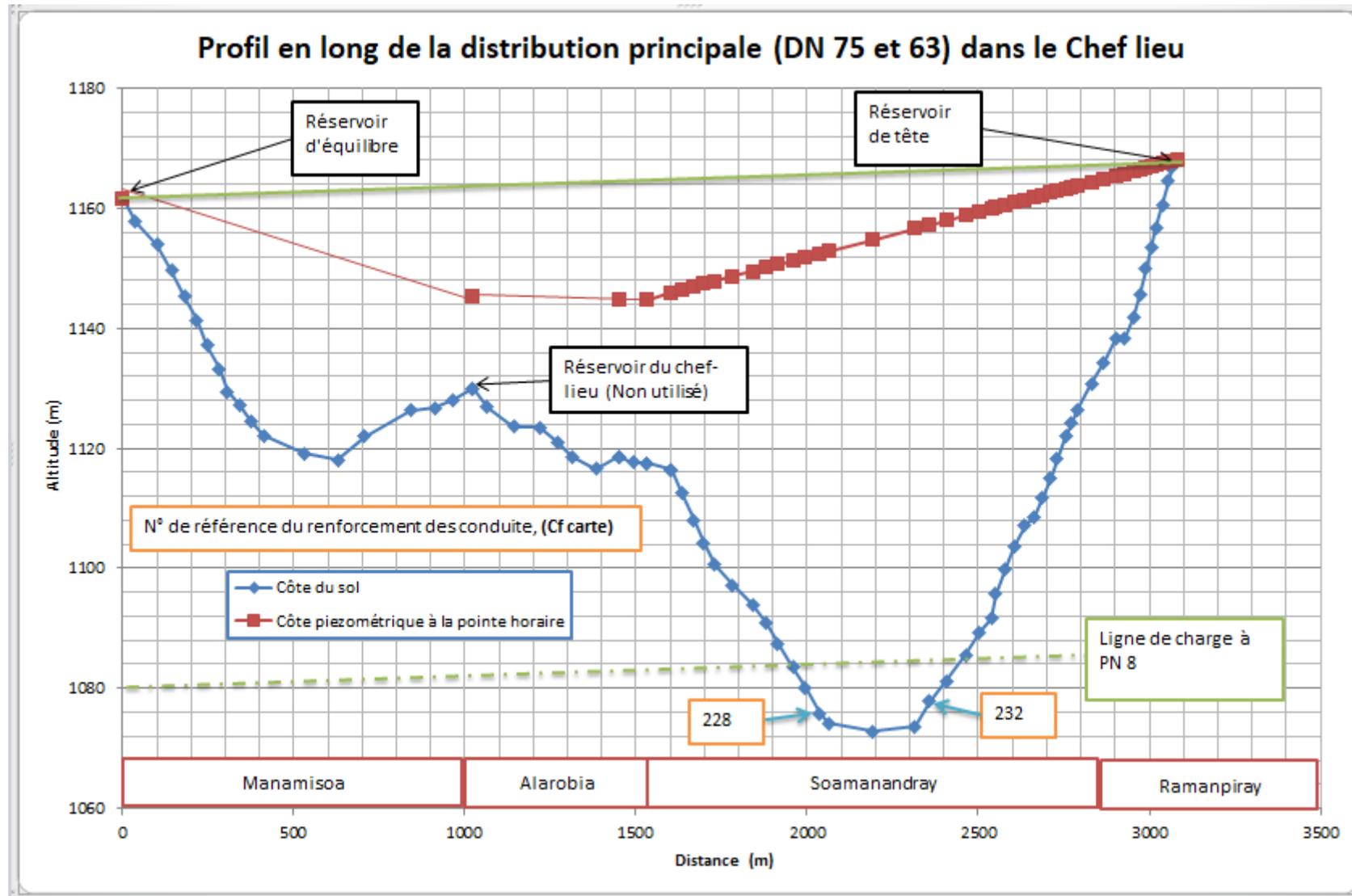
1.3.1.2. Réseaux d'amenée



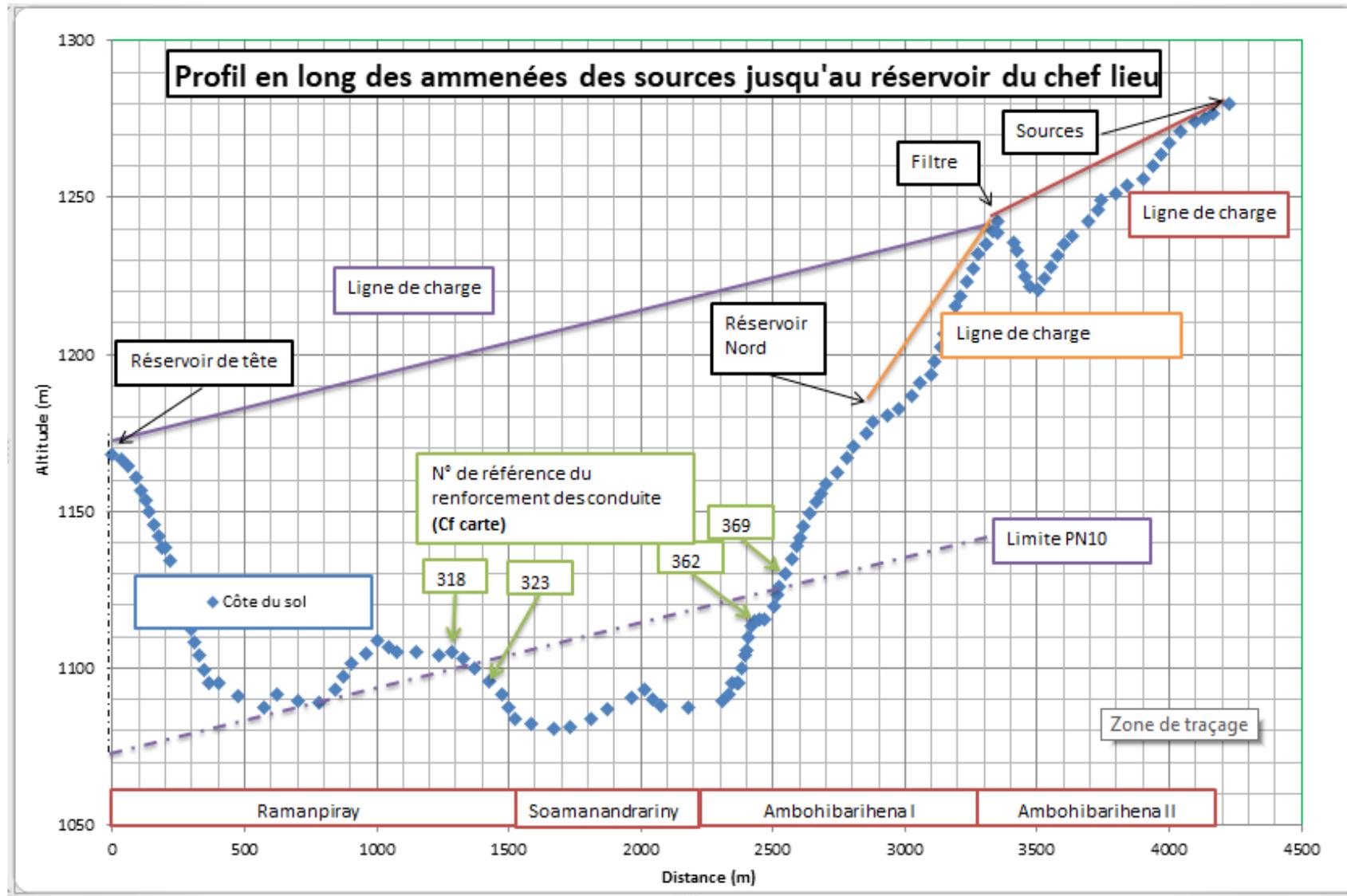
1.3.2. Carte de localisation des conduites à renforcer



1.3.3. Profil en long de la distribution principale



1.3.4. Profil en long des aménagements



1.3.5. Résultats de la modélisation

1.3.5.1. Tableau des résultats : synthèse des consommations à l'heure de pointe (6h) pour chaque point de consommation N+15

Nœud de consommation	Pointe horaire (L/s)	cote piézo (m)	pression (m)	Altitude (m)
SOAN5 - sahandry	0,198	1123,61	26,61	1097
SOA1 - Bekidimo	0,099	1137,17	31,17	1106
E3 - SRS	0,003	1145,72	22,72	1123
A1 - Alarobia	0,050	1148,27	29,27	1119
E4 - Masera	0,127	1147,90	26,90	1121
A2- Alarobia	0,453	1148,28	30,58	1118
SOA2 - Dikina - BF7	0,439	1146,51	34,51	1112
A3 - Alarobia	0,057	1145,01	26,11	1119
A4 - CSB2 -BF3	0,471	1143,81	25,61	1118
SOA4 - Iretina -BF4	0,503	1136,98	30,98	1106
A5 - Andrakajaha - BF2	0,539	1138,85	35,35	1104
E5 - EPP Mahasoabe	0,033	1140,86	18,96	1122
E7 - CEG Andrakajaha	0,059	1139,54	22,44	1117
E6 - CEG SEDERA et Fanilo	0,006	1138,70	51,40	1087
A6 - Andrakajaha- BF1	0,554	1133,19	53,79	1079
SOA0 Alarobia vers Ramampiray	0,014	1149,23	32,83	1116
SOA3 - Farafara - BF5	0,468	1142,14	42,44	1100
M1 - Ankofa	0,334	1158,21	7,21	1151
E1 - Lycée Mahasoabe	0,017	1155,66	30,66	1125
E2 - EPP Manamisoa	0,006	1155,36	11,36	1144
M2 - Mahavoandro	0,143	1154,89	20,89	1134
E12 - EPP Soanirana	0,003	1126,78	20,88	1106
SOAN3 - Ambalavao	0,099	1125,48	42,68	1083
R02 - Ambalamahajo	0,143	1167,17	54,17	1113
R05 - Ambatorao	0,050	1162,23	63,93	1098
R04 - Ambozotany	0,025	1162,04	69,44	1093
od_106 - Alarobia Réservoir - BF8	0,396	1147,98	17,98	1130
SOA41 - Iretina	0,036	1137,01	40,71	1096
E10 - EPP lambara	0,005	1160,62	56,62	1104
AMB2- lambara	0,248	1158,28	42,58	1116
AMB3 - Amboasarimay	0,198	1154,96	19,76	1135
E11 - EPP Amborasimay	0,023	1154,84	22,84	1132
SOAM2 - Antajona	0,198	1158,57	38,67	1120
SOAM3 - Antanjoana Albany	0,174	1155,61	25,71	1130
E9 - EPP Antanjona Albany	0,006	1155,91	22,61	1133
R6 - Ambaibo	0,273	1148,44	52,34	1096
R4 - Aboniamontana	0,149	1145,86	38,46	1107
R5 - Antsahabehola	0,071	1145,54	19,54	1126
R2 - Ilaokamino	0,050	1143,60	45,60	1098
R3 - Nanotaona	0,124	1142,88	44,88	1098
E8 - EPP Amboniamontana	0,003	1145,84	38,84	1107
AMB1 - Andriambahoaka	0,198	1167,29	51,79	1116

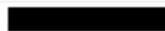
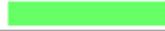
1.3.5.2. *Vue cartographique de l'état hydraulique du réseau Nord à l'année 15 à l'heure de pointe (6h)*



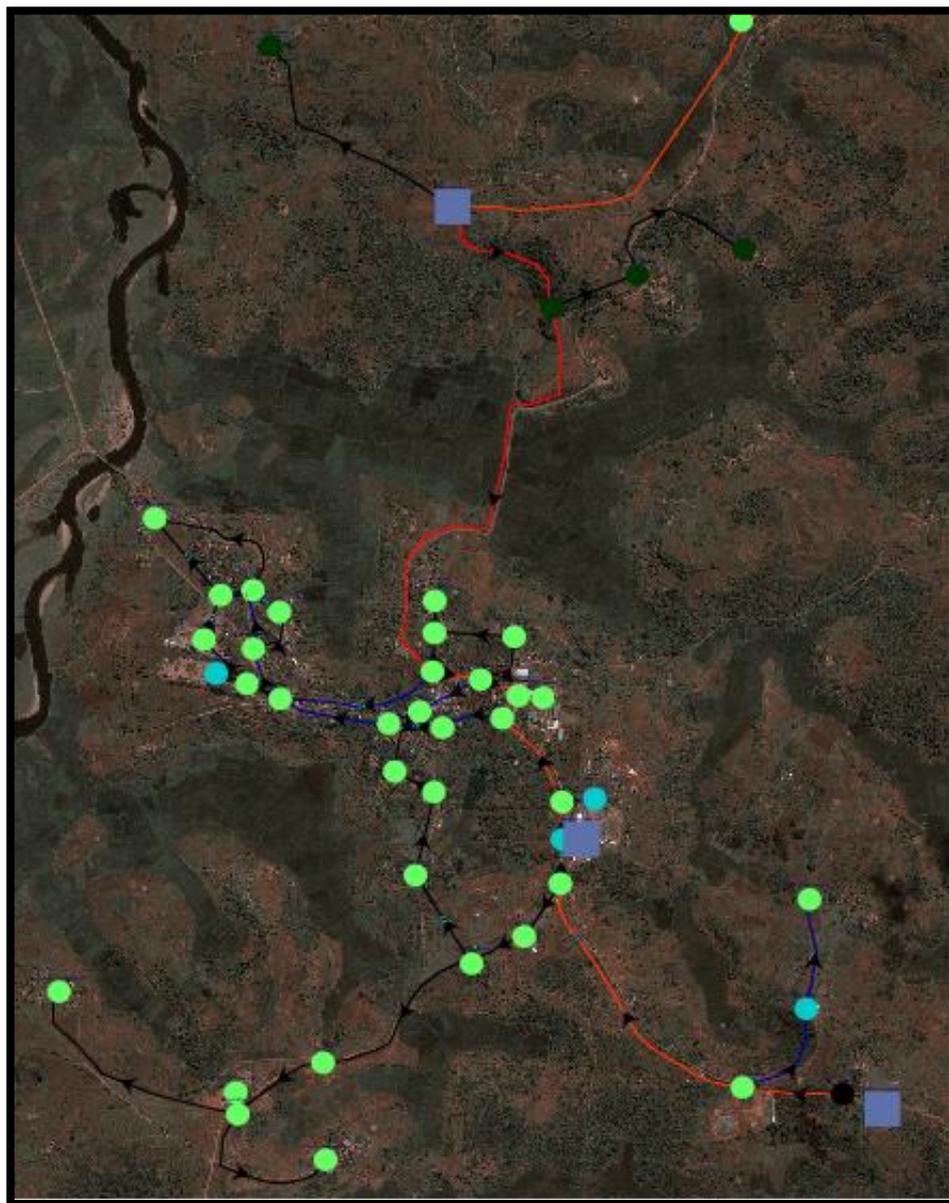
Diamètre intérieur des conduites

Seuil	Couleur
26,2	
34	
42,6	
54,6	
64	

Pression au nœud de consommation en (mCE)

Seuil	Couleur
0	
10	
20	
54	
80	
90	

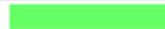
1.3.5.3. *Vue cartographique de l'état hydraulique du réseau Sud à l'année 15 à l'heure de pointe (6h)*



Diamètre intérieur des conduites

Seuil	Couleur
26,2	
34	
42,6	
54,6	
64	

Pression au nœud de consommation en (mCE)

Seuil	Couleur
0	
10	
20	
54	
80	
90	

1.3.5.4. *Vue cartographique de l'état hydraulique du réseau Nord à l'année 15 à l'heure creuse*



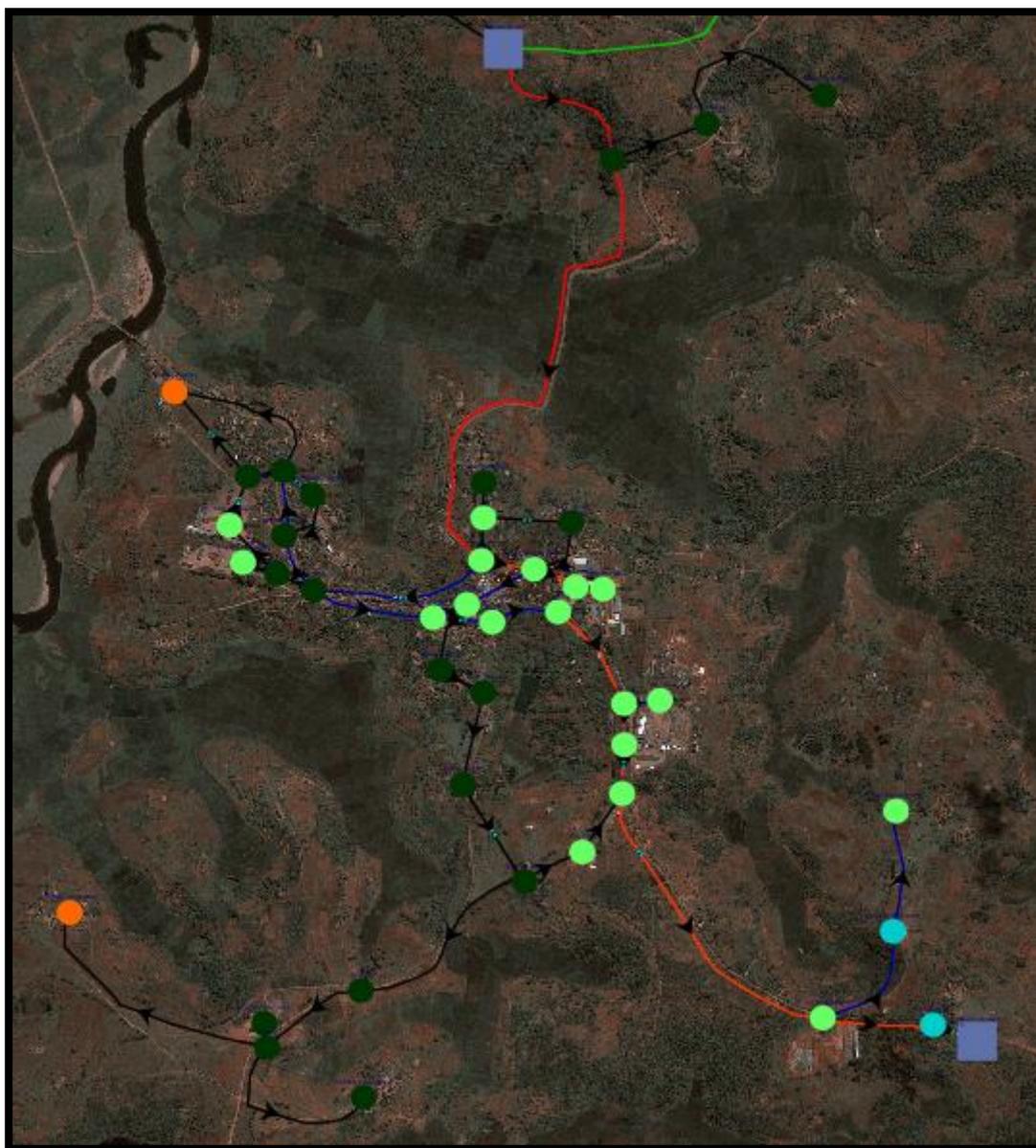
Diamètre intérieur des conduites

Seuil	Couleur
26,2	
34	
42,6	
54,6	
64	

Pression au nœud de consommation en (mCE)

Seuil	Couleur
0	
10	
20	
54	
80	
90	

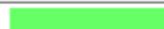
1.3.5.5. *Vue cartographique de l'état hydraulique du réseau Sud à l'année 15 à l'heure creuse*



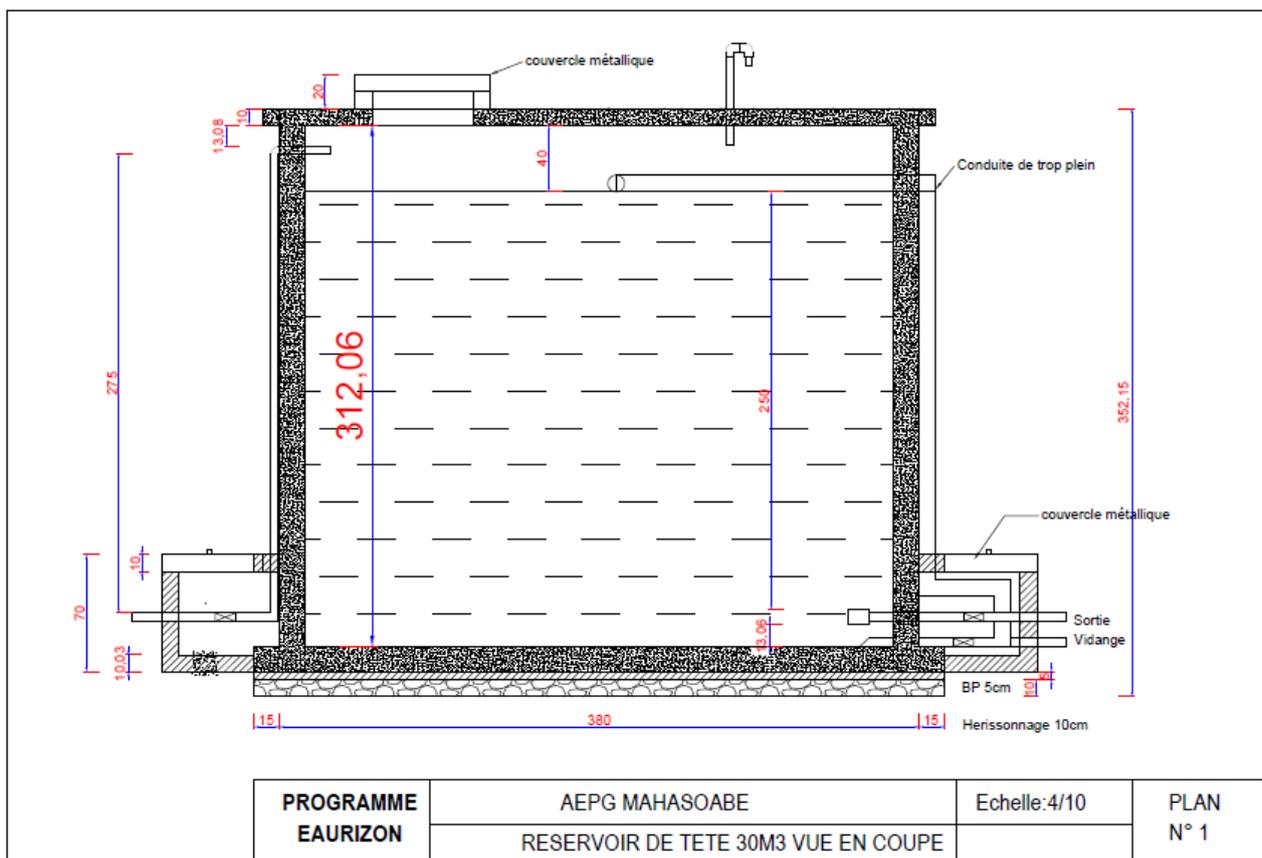
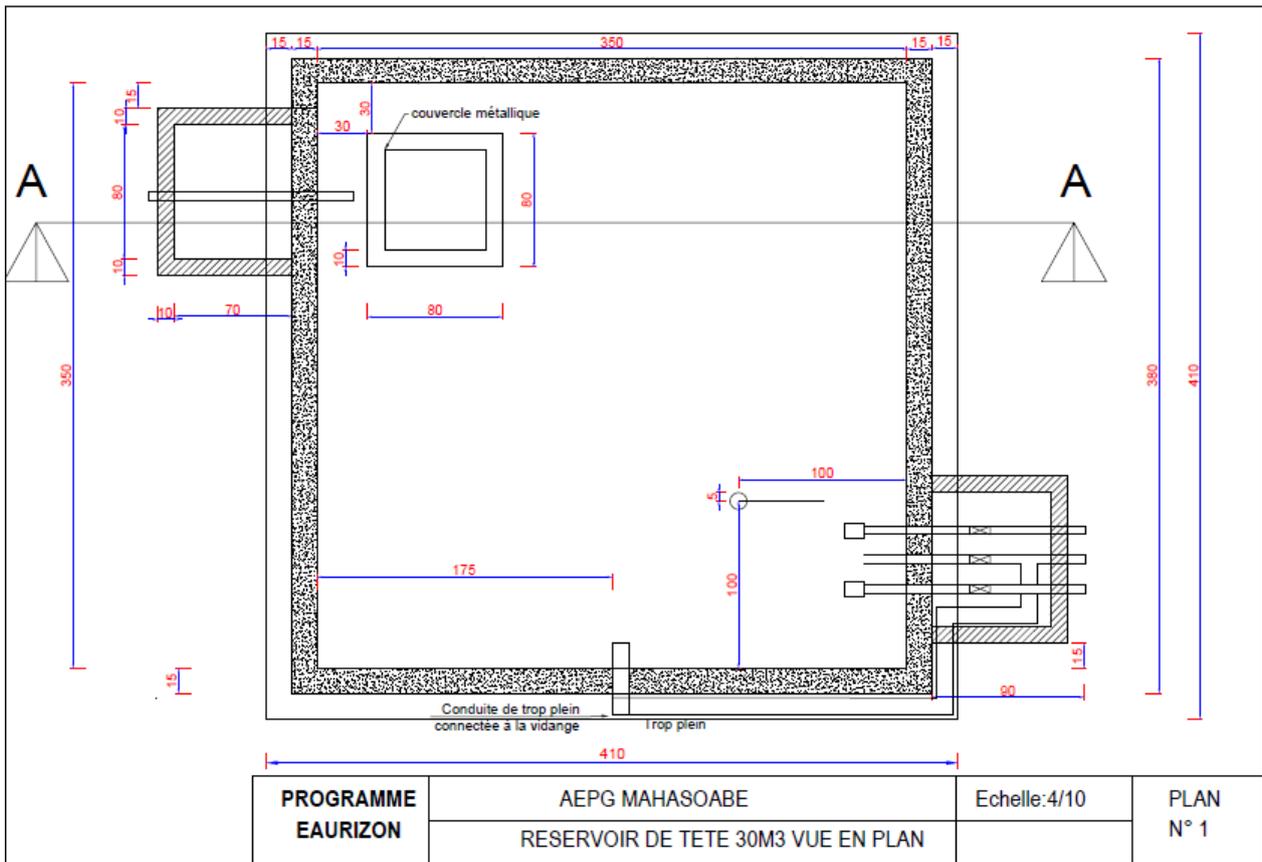
Diamètre intérieur des conduites

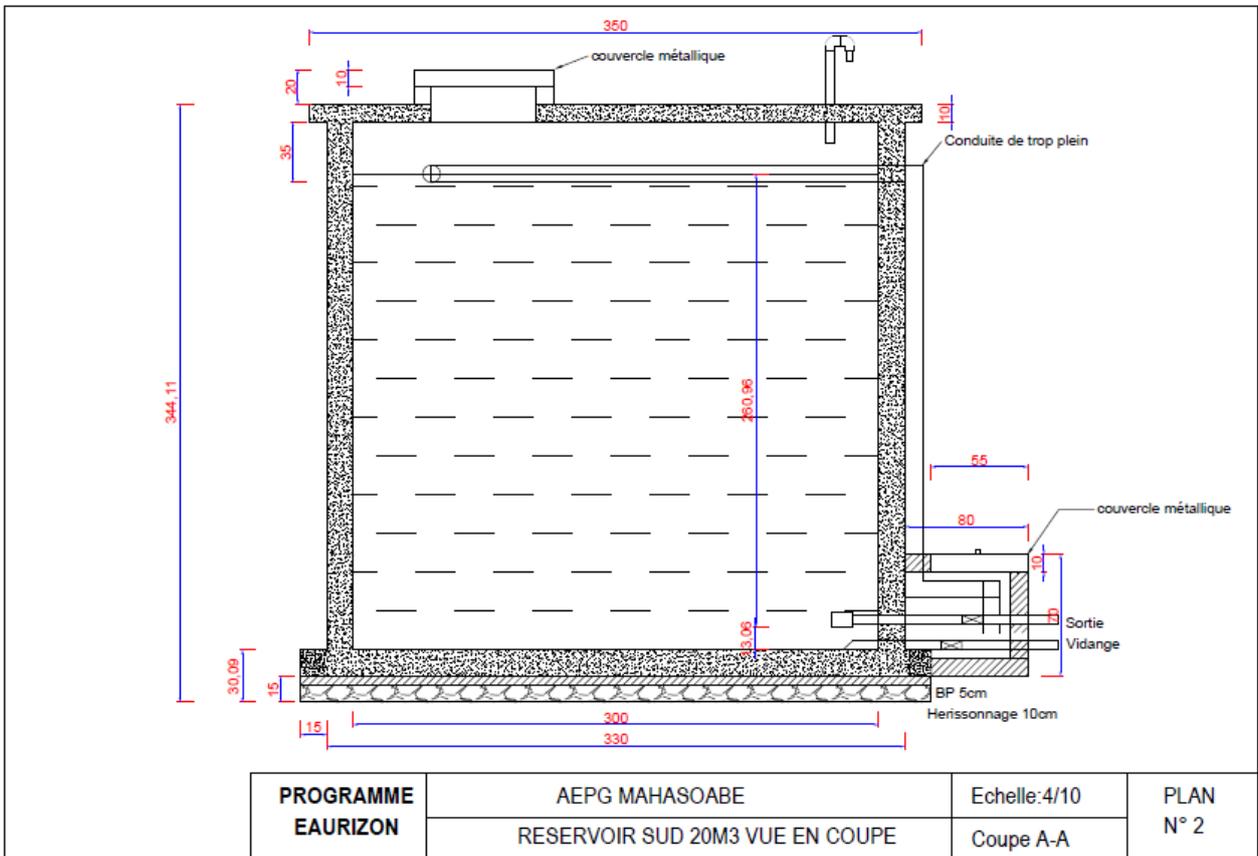
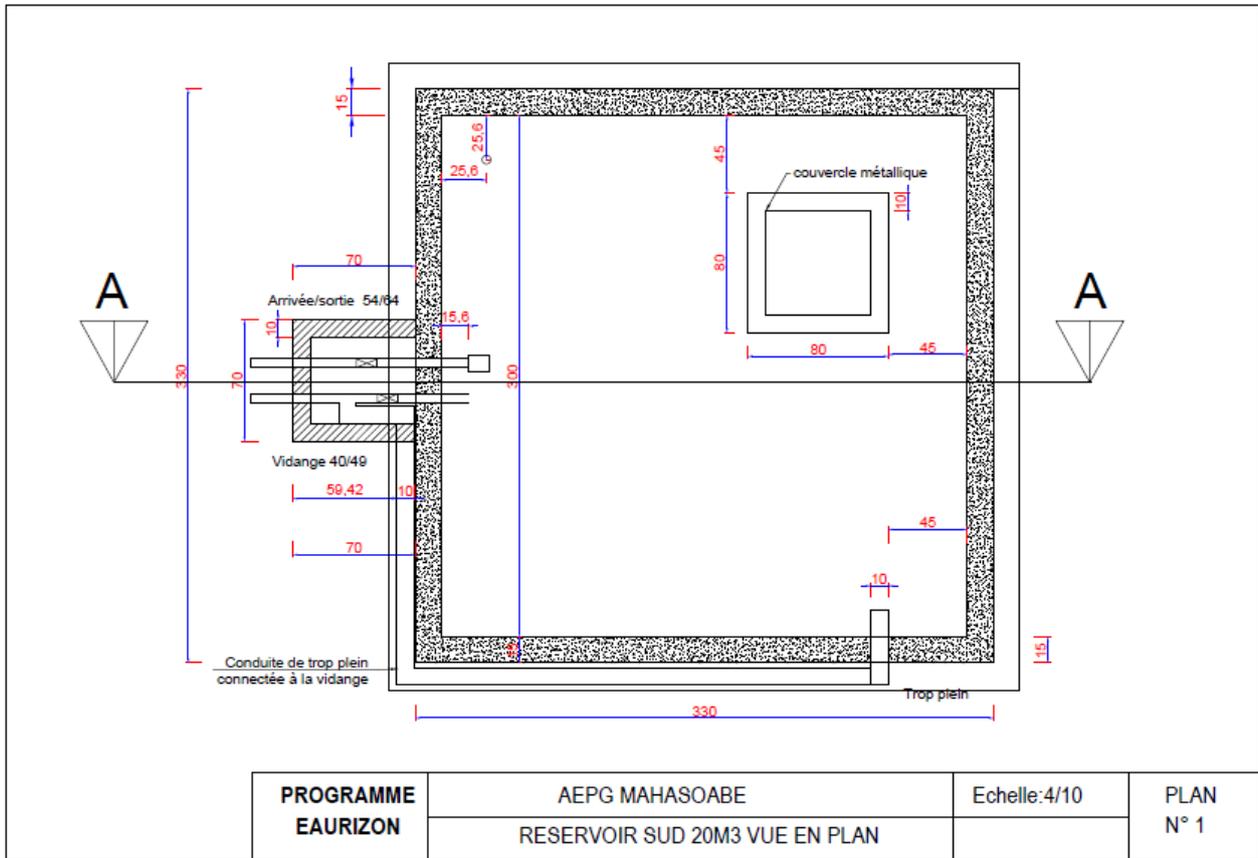
Seuil	Couleur
26,2	
34	
42,6	
54,6	
64	

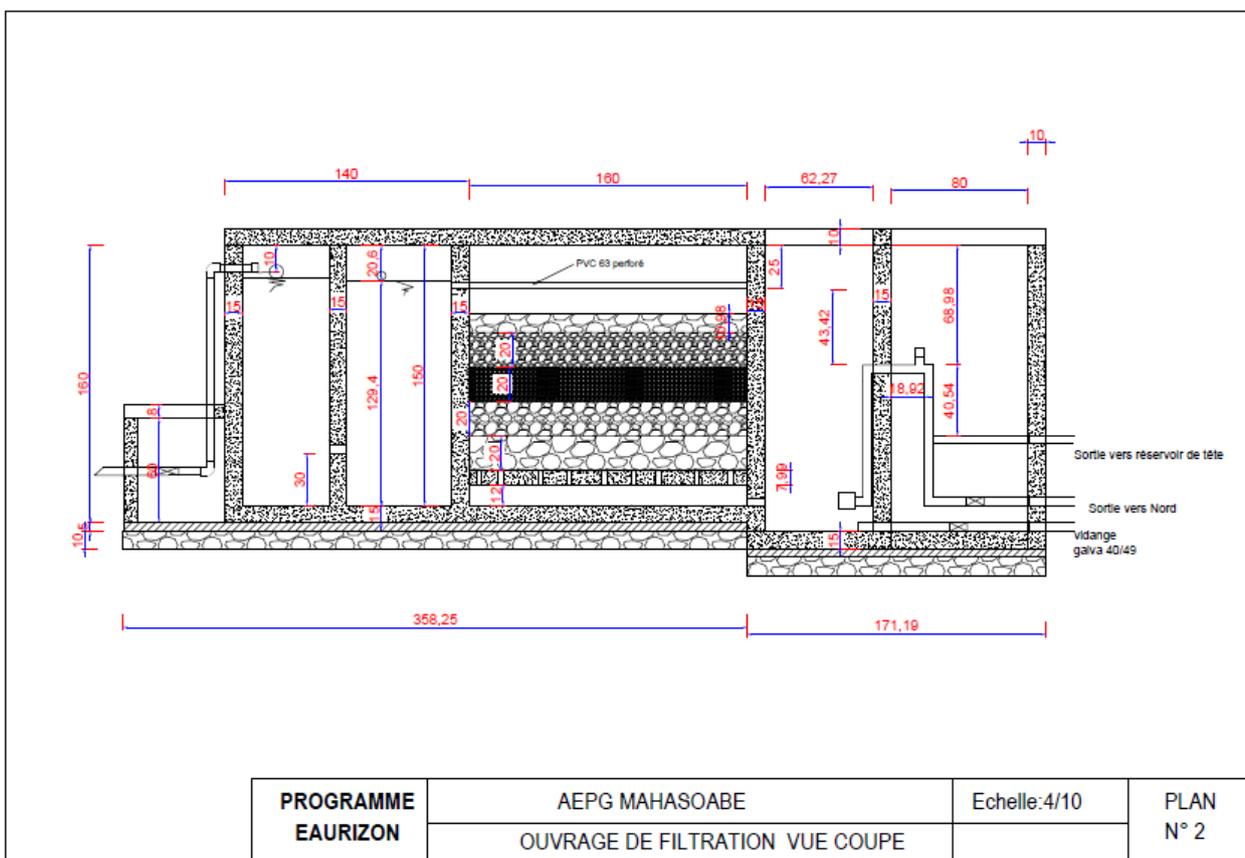
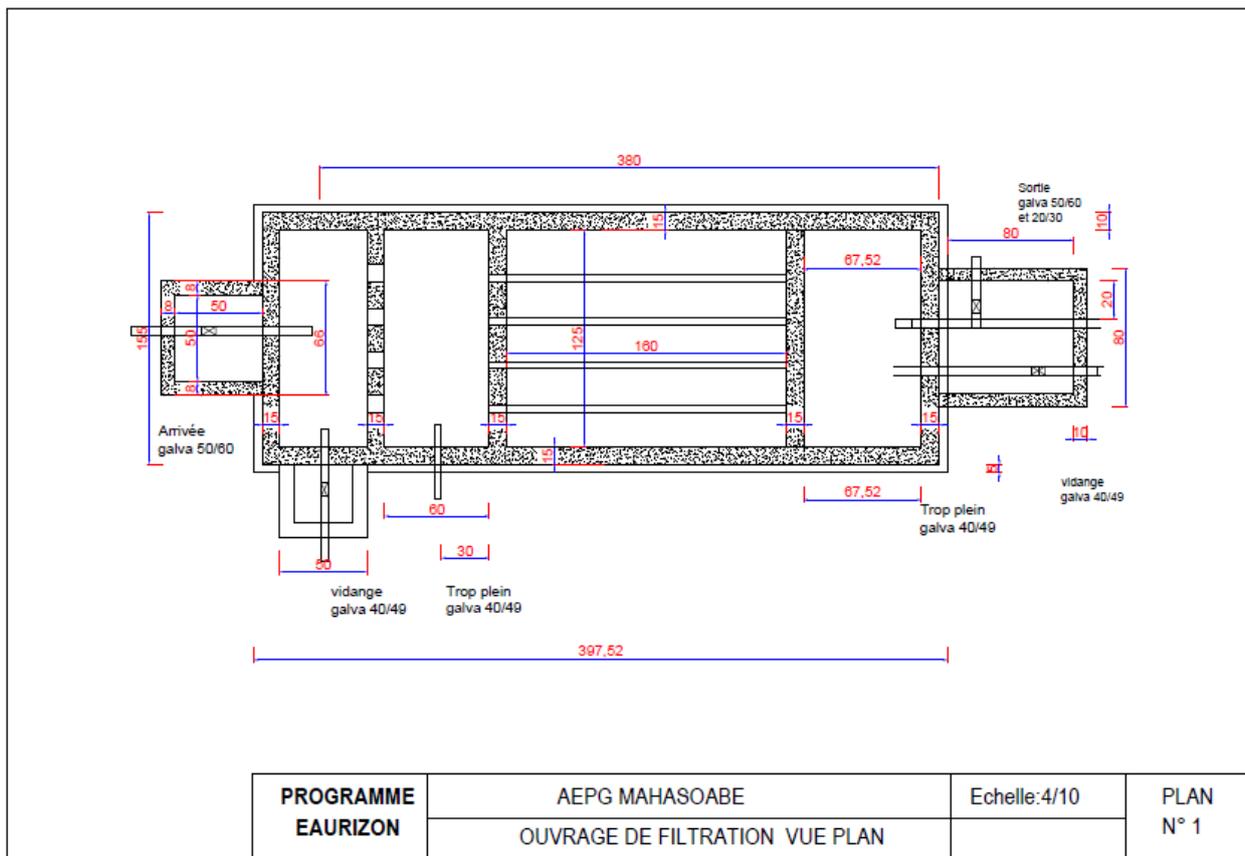
Pression au nœud de consommation en (mCE)

Seuil	Couleur
0	
10	
20	
54	
80	
90	

1.3.6. Plans des ouvrages (présent dans ce rapport seulement le réservoir de tête, du Sud et le filtre)







1.3.7. Bordreau Détail estimatif des prix de terrassement, de génie civil pour chaque ouvrage

I TRAVAUX PRÉPARATOIRES					
N° PRIX	DESIGNATION	UNITES	Qté	P.U.	MONTANT
0	TRAVAUX PRÉPARATOIRES	U	1,0	10 549 676	10 549 676
Total INSTALLATION ET REPLI DE CHANTIER					10 549 676

II CAPTAGE PAR DRAIN					
N° PRIX	DESIGNATION	UNITES	Qté	P.U.	MONTANT
100	Terrassement				
101	Débroussaillage	m2	337,5	1 200	405 000
102	Fouille pour ouvrage en terrain de toute nature	m3	202,5	20 000	4 050 000
105	Remblai ordinaire	m3	33,75	24 000	810 000
106	Engazonnement	m2	337,5	4 000	1 350 000
109	Évacuation des terres non utilisées	m3	202,5	9 000	1 822 500
111	Fourniture et pose de couche d'argile	m3	47,25	40 000	1 890 000
112	Batardeau	Fft	1	50000	50 000
Total terrassement					10 377 500
200	Ouvrage génie civil				
202	Béton de propreté dosé à 150 kg/m3	m3	0,3	250 000	70 000
205	Béton armé dosé à 350 kg/m3	m3	1,6	450 000	738 000
207	Coffrage plan en bois ordinaire y compris traverses et étais	m2	29,3	25 000	733 500
208	Armature en acier de différents diamètres	kg	134,9	6 500	876 720
212	Chape étanche dosée à 400 kg/m3 avec hydrofuge d'épaisseur 3 cm	m2	4,8	16 000	76 000
213	Chape ordinaire dosée 400 kg/m3 avec hydrofuge d'épaisseur 3 cm	m2	5,8	14 000	80 920
214	Enduit étanche dosé à 400 Kg/m3 avec hydrofuge d'épaisseur 3 cm	m2	23,2	14 000	324 520
217	Fourniture et mise en place de gravier 100/150	m2	85,5	14 000	1 197 000
218	Fourniture et mise en place de hérissonnage 40/70	m3	17,3	46 000	795 800
220	Fourniture et pose de gravier 15/25	m3	11,6	54 000	625 050
221	Fourniture et pose de gravier 5/15	m3	11,6	54 000	626 400
224	Fourniture et mise en place sable filtrant calibré 0,5/1	m3	17,5	26000	453 700
Total génie civil					6 597 610
300	Tuyauterie et accessoires				
424	Fourniture et pose de crépine en inox ou équivalent 50/60	U	1,0	140 000	140 000
309	Fourniture et pose de tuyau galvanisé 60/50	ml	2,0	25 000	50 000
393	Fourniture et pose de raccord union galvanisé 60/50	U	1,0	30 000	30 000
403	Fourniture et pose de mamelon galvanisé 60/50	U	5,0	30 000	150 000
375	Fourniture et pose de vanne galvanisée 60/50	U	2,0	150 000	300 000
303	Fourniture et pose de tuyau PEHD DN 63 PN10	ml	300,0	11 000	3 300 000
333	Fourniture et pose de SR14 DN60	U	1,0	22 000	22 000
315	Fourniture et pose de PVC à pression DN110 pour drain	ml	150,0	20000	3 000 000
Totale tuyauterie et accessoires					6 992 000
TOTAL CAPTAGE PAR DRAIN					23 967 110

III COLLECTEUR					
N° PRIX	DESIGNATION	UNITES	Qté	P.U.	MONTANT
100	TERRASSEMENT				
101	Décapage et débroussaillage	m2	8,0	1 250	10 000
102	Fouille pour ouvrage en terrain de toute nature	m3	7,2	30 000	216 000
110	Remblai ordinaire	m3	0,7	20 000	13 160
Total Terrassement.....					239 160
200	OUVRAGE				
201	Empierrement en pierre sèche d'épaisseur 12 cm	m3	0,4	47 500	19 152
202	Béton de propreté dosé à 150 kg/m3	m3	0,2	25 000	4 200
205	Béton armé dosé à 350 kg/m3	m3	1,9	450 000	842 018
207	Coffrage en bois	m2	22,6	25 000	565 650
208	Armature en acier de différents diamètres	kg	141,3	6 000	847 632
211	Chape étanche dosée à 400kg/m3	m2	2,1	16 000	33 062
212	Chape ordinaire dosée à 350kg/m3	m2	4,0	14 000	55 440
213	Enduit étanche dosé à 400kg/m3	m2	8,3	14 000	116 480
214	Enduit ordinaire dosé à 350kg/m3	m2	13,1	12 000	157 152
228	Tête de rejet en maçonnerie de moellons au mortier dosé à 350kg/m3	U	1,0	60 000	60 000
Total Ouvrages.....					2 681 635
300	TUYAUTERIE ET ACCESSOIRE				
309	Fourniture et pose de tuyau galvanisé 40/49	ml	1,0	25 000	25 000
333	Fourniture et pose de raccord mixte femelle SR 14 en PEHD DN 63	U	2,0	20 000	40 000
374	Fourniture et pose vanne d'arrêt 1/4 de tour galvanisée 50/60	U	2,0	140 000	280 000
382	Fourniture et pose de Té égaux galvanisé 40/49	U	1,0	20 000	20 000
319	Fourniture et pose Tuyaux galvanisés 50/60	ml	1,0	25 000	25 000
385	Fourniture et pose de raccord union galvanisée 40/49	U	1,0	20 000	20 000
395A	Fourniture et pose de coude galvanisé 50/60	U	2,0	25 000	50 000
402	Fourniture et pose de mamelon galvanisé 50/60	U	8,0	25 000	200 000
425	Fourniture et pose de crépine en inox ou équivalent 50/60	U	1,0	150 000	150 000
Total Tuyauterie et Accessoires.....					810 000
TOTAL COLLECTEUR.....					3 730 795

IV FILTRE					
N° PRIX	DESIGNATION	UNITES	Qté	P.U.	MONTANT
100	Terrassement				
102	Fouille pour ouvrage en terrain de toute nature	m3	21,4	30 000	640 800
Total terrassement					640 800
200	Ouvrage génie civil				
201	Empierrement en pierre sèche d'épaisseur 12 cm	m3	1,1	50 000	53 160
202	Béton de propreté dosé à 150 kg/m3	m3	0,4	250 000	88 600
205	Béton armé dosé à 350 kg/m3	m3	3,4	450 000	1 535 850
206	Dalle perforée en béton armée dosé à 350kg/m3	m3	0,2	450 000	72 000

207	Coffrage plan en bois ordinaire y compris traverses et étais	m2	47,2	25 000	1 178 943
208	Armature en acier de différents diamètres	kg	283,0	6 000	1 698 000
212	Chape étanche dosée à 400 kg/m3 avec hydrofuge d'épaisseur 3 cm	m2	5,0	16 000	80 000
214	Enduit étanche dosé à 400 Kg/m3 avec hydrofuge d'épaisseur 3 cm	m2	24,1	14 000	337 400
215	Enduit ordinaire dosé à 350 kg/m3 d'épaisseur 3 cm	m2	19,0	14 000	266 000
219	Fourniture et pose de blocage filtrant 30-50	m3	0,4	40 000	16 000
220	Fourniture et pose de gravier filtrant 15/25	m3	0,4	60 000	24 000
221	Fourniture et pose de gravier filtrant 5/15	m3	0,4	60 000	24 000
224	Fourniture et mise en place sable filtrant calibré 0,5/1	m3	0,4	38 000	15 200
228	Exécution de regard 80 x 80x 80 cm	U	3,0	120 000	360 000
229	Tête de rejet en maçonnerie de moellons	U	1,0	60 000	60 000
241	Fourniture et pose clôture en bois d'eucalyptus traité au xylophène	ml	21,4	50 000	1 068 000
Total génie civil.....					6 877 153
300	Tuyauterie et accessoires				
316-a	Fourniture et pose de tuyau PVC DN 110 perforé	ml	7,5	20 000	150 000
375	Fourniture et pose vanne d'arrêt 1/4 de tour galvanisée 40/49	U	2,0	120 000	240 000
309	Fourniture et pose de tuyau galvanisé 40/49	ml	2,0	26 000	52 000
319	Fourniture et pose de tuyau galvanisé 50/60	ml	4,0	20 000	80 000
333	Fourniture et pose de raccord mixte femelle SR 14 en PEHD DN 63	U	3,0	30 000	90 000
374	Fourniture et pose de vanne d'arrêt 1/4 de tour galvanisée 50/60	U	3,0	140 000	420 000
403	Fourniture et pose de mamelon galvanisé 40/49	U	4,0	10 000	40 000
384	Fourniture et pose de Tés égaux galvanisés 50/60	U	2,0	20 000	40 000
396	Fourniture et pose de raccord union galvanisée 50/60	U	6,0	30 000	180 000
395A	Fourniture et pose de coude galvanisé 50/60	U	6,0	25 000	150 000
402	Fourniture et pose de mamelon galvanisé 50/60	U	25,0	25 000	625 000
393	Fourniture et pose de raccord union galvanisée 40/49	U	4,0	20 000	80 000
326a	Fourniture et pose de manchon réduit 63*32	U	1,0	32 083	32 083
425	Fourniture et pose de crépine en inox ou équivalent 50/60	U	1,0	150 000	150 000
Totale tuyauterie et accessoires.....					2 329 083
TOTAL FILTRE.....					9 847 036

V	RESERVOIR NORD de 23 M3				
N° PRIX	DESIGNATION	UNITES	Qté	P.U.	MONTANT
100	Terrassement				
103	Fouille pour ouvrage en terrain de toute nature	m3	16,3	30 000	488 880
109	Évacuation de terre non utilisée	m3	10,5	20 000	210 600
110	Remblai	m3	5,8	20 000	115 320
Total terrassement.....					814 800
200	Ouvrage génie civil				
201	Empierrement en pierre sèche d'épaisseur 20 cm	m3	3,8	47 500	182 590
202	Béton de propreté dosé à 150 Kg/m3	m3	1,9	200 000	384 400
205	Béton armé dosé à 350 Kg/m3	m3	5,7	450 000	2 546 640
207	Coffrage plan en bois ordinaire y compris traverses et étais	m2	89,4	25 000	2 236 200
208	Armature en acier de différents diamètres	Kg	452,7	6 000	2 716 416

212	Chape étanche dosée à 400 kg/m3 avec hydrofuge	m2	9,0	16 000	144 000
213	Chape ordinaire dosée à 350 kg /m3	m2	12,6	14 000	176 400
214	Enduit étanche dosé à 400 kg/m3 avec hydrofuge	m2	36,5	14 000	510 720
214	Enduit ordinaire au mortier de ciment dosé à 350 kg/m3	m2	40,1	12 000	481 536
267	Fourniture et pose d'échelle métallique galvanisée	U	1,0	200 000	200 000
228	Exécution de regard 0,80 x 0,80 x 0,80 m	U	2,0	120 000	240 000
238	Fourniture et pose clôture en bois d'eucalyptus traité au xylophène	FFT	1,0	800 000	800 000
268	Fourniture et pose anti-bourbier	m3	0,9	60 000	55 200
259	Peinture à l'eau extérieure	m2	52,7	7 000	369 096
	Fourniture et pose d'une aération en tuyau galvanisé 40/49	U	1,0	16 000	16 000
Total Ouvrages.....					11 059 198
300	Tuyauterie et accessoires				
319	Fourniture et pose Tuyaux galvanisés 50/60	ml	2,0	25 000	50 000
320	Fourniture et pose de tuyau galvanisé 40/49	ml	12,0	20 000	240 000
322	Fourniture et pose de tuyau galvanisé 26/34	ml	4,0	13 500	54 000
333	Fourniture et pose de raccord mixte femelle SR 14 en PEHD DN 63	U	1,0	30 000	30 000
336	Fourniture et pose de raccord mixte femelle SR 14 en PEHD DN 32	U	1,0	11 000	11 000
374	Fourniture et pose vanne d'arrêt 1/4 de tour galvanisée 50/60	U	1,0	140 000	140 000
375	Fourniture et pose vanne d'arrêt 1/4 de tour galvanisée 40/49	U	1,0	100 000	100 000
377	Fourniture et pose vanne d'arrêt 1/4 de tour galvanisée 26/34	U	1,0	80 000	80 000
395	Fourniture et pose raccord union 26/34 galvanisé	U	2,0	20 000	40 000
396	Fourniture et pose de raccord union galvanisée 50/60	U	2,0	30 000	60 000
398	Fourniture et pose coude 90° galvanisé 26/34	U	2,0	15 000	30 000
405	Fourniture et pose de mamelon galvanisé 26/34	U	6,0	20 000	120 000
402	Fourniture et pose de mamelon galvanisé 50/60	U	2,0	25 000	50 000
425	Fourniture et pose de crépine en inox ou équivalent 50/60	U	1,0	150 000	150 000
Total Tuyauterie et accessoires.....					1 155 000
TOTAL RESERVOIR NORD					13 028 998

VI	RESERVOIR SUD DE 23M3				
N° PRIX	DESIGNATION	UNITES	Qté	P.U.	MONTANT
100	Terrassement				
103	Fouille pour ouvrage en terrain de toute nature	m3	9,4	30 000	281 520
109	Évacuation de terre non utilisée	m3	3,6	20 000	72 360
110	Remblai	m3	5,8	20 000	115 320
Total terrassement.....					469 200
200	Ouvrage génie civil				
201	Empierrement en pierre sèche d'épaisseur 20 cm	m3	3,8	50 000	192 200
202	Béton de propreté dosé à 150 Kg/m3	m3	1,9	250 000	480 500
205	Béton armé dosé à 350 Kg/m3	m3	5,7	450 000	2 546 640
207	Coffrage plan en bois ordinaire y compris traverses et étais	m2	89,4	25 000	2 236 200
208	Armature en acier de différents diamètres	Kg	396,1	6 000	2 376 864
212	Chape étanche dosée à 400 kg/m3 avec hydrofuge	m2	9,0	16 000	144 000
213	Chape ordinaire dosée à 350 kg /m3	m2	12,6	14 000	176 400

214	Enduit étanche dosé à 400 kg/m3 avec hydrofuge	m2	36,5	14 000	510 720
214	Enduit ordinaire au mortier de ciment dosé à 350 kg/m3	m2	40,1	12 000	481 536
267	Fourniture et pose d'échelle métallique en galvanisée	U	1,0	200 000	200 000
228	Exécution de regard 0,80 x 0,80 x 0,80 m	U	1,0	120 000	120 000
238	Fourniture et pose clôture en bois d'eucalyptus traité au xylophène	FFT	1,0	800 000	800 000
268	Fourniture et pose anti-bourbier	m3	0,9	60 000	55 200
259	Peinture à l'eau extérieure	m2	52,7	8 000	421 824
	Fourniture et pose d'une aération en tuyau galvanisé 40/49	U	1,0	16 000	16 000
Total Ouvrages.....					10 758 084
300	Tuyauterie et accessoires				
319	Fourniture et pose Tuyaux galvanisés 50/60	ml	2,0	25 000	50 000
320	Fourniture et pose de tuyau galvanisé 40/49	ml	12,0	20 000	240 000
333	Fourniture et pose de raccord mixte femelle SR 14 en PEHD DN 63	U	1,0	30 000	30 000
334	Fourniture et pose de raccord mixte femelle SR 14 en PEHD DN 50	U	1,0	25 000	25 000
374	Fourniture et pose vanne d'arrêt 1/4 de tour galvanisée 50/60	U	1,0	140 000	140 000
375	Fourniture et pose vanne d'arrêt 1/4 de tour galvanisée 40/49	U	1,0	120 000	120 000
396	Fourniture et pose de raccord union galvanisée 50/60	U	2,0	30 000	60 000
393	Fourniture et pose de raccord union galvanisée 40/49	U	2,0	25 000	50 000
402	Fourniture et pose de mamelon galvanisé 50/60	U	2,0	25 000	50 000
403	Fourniture et pose de mamelon galvanisé 40/49	U	2,0	20 000	40 000
396A	Fourniture et pose de coude galvanisé 40/49	U	6,0	20 000	120 000
424	Fourniture et pose de crépine en inox ou équivalent 50/60	U	1,0	140 000	140 000
Total Tuyauterie et accessoires.....					1 065 000
TOTAL RESERVOIR SUD 23 M3					12 292 284

VII RESERVOIR DE TÊTE DE 30M3					
N°	DESIGNATION	UNITES	Qté	P.U.	MONTANT
100	Terrassement				
103	Fouille pour ouvrage en terrain de toute nature	m3	15,9	30 000	477 120
109	Évacuation de terre non utilisé	m3	9,3	20 000	186 880
110	Remblai	m3	6,6	20 000	131 200
Total terrassement.....					795 200
200	Ouvrage génie civil				
201	Empierrement en pierre sèche d'épaisseur 20 cm	m3	1,7	50 000	84 050
202	Béton de propreté dosé à 150 Kg/m3	m3	0,9	250 000	231 138
205	Béton armé dosé à 350 Kg/m3	m3	8,4	450 000	3 773 138
207	Coffrage plan en bois ordinaire y compris traverses et étais	m2	118,5	25 000	2 961 585
208	Armature en acier de différents diamètres	Kg	553,4	6 000	3 320 361
212	Chape étanche dosée à 400 kg/m3 avec hydrofuge	m2	13,5	16 000	215 600
213	Chape ordinaire dosée à 350 kg /m3	m2	18,1	14 000	253 330
214	Enduit étanche dosé à 400 kg/m3 avec hydrofuge	m2	43,7	14 000	611 520
214	Enduit ordinaire au mortier de ciment dosé à 350 kg/m3	m2	48,0	12 000	576 576
267	Fourniture et pose d'échelle métallique en galvanisé	U	1,0	200 000	200 000
228	Exécution de regard 0,80 x 0,80 x 0,80 m	U	2,0	120 000	240 000

238	Fourniture et pose clôture en bois d'eucalyptus traité au xylophène	FFT	1,0	800 000	800 000
268	Fourniture et pose anti-bourbier	m3	1,0	60 000	61 200
259	Peinture à l'eau extérieure	m2	66,1	7 000	463 001
Total Ouvrages.....					13 791 498
300	Tuyauterie et accessoires				
320	Fourniture et pose de tuyau galvanisé 40/49	ml	12,0	20 000	240 000
319	Fourniture et pose Tuyaux galvanisés 50/60	ml	5,0	25 000	125 000
318	Fourniture et pose Tuyaux galvanisés 66/76	ml	1,0	30 000	30 000
322	Fourniture et pose de tuyau galvanisé 26/34 pour sortie	ml	1,0	18 000	18 000
325	Fourniture et pose de raccord mixte femelle SR 14 en PEHD DN 75	U	1,0	40 375	40 375
326	Fourniture et pose de raccord mixte femelle SR 14 en PEHD DN 63	U	1,0	20 000	20 000
327	Fourniture et pose de raccord mixte femelle SR 14 en PEHD DN 50	U	1,0	15 000	15 000
329	Fourniture et pose de raccord mixte femelle SR 14 en PEHD DN 32	U	1,0	10 000	10 000
373	Fourniture et pose de vanne d'arrêt 1/4 de tour galvanisée 66/76	U	1,0	180 000	180 000
375	Fourniture et pose vanne d'arrêt 1/4 de tour galvanisée 40/49	U	1,0	120 000	120 000
377	Fourniture et pose vanne d'arrêt 1/4 de tour galvanisée 26/34	U	1,0	80 000	80 000
382	Té galvanisé 40/49 pour aération	U	1,0	20 000	20 000
395A	Fourniture et pose de coude galvanisé 50/60	U	2,0	25 000	50 000
396A	Fourniture et pose de coude galvanisé 40/49	U	6,0	20 000	120 000
401	Fourniture et pose de mamelon galvanisé 66/76	U	2,0	20 000	40 000
402	Fourniture et pose de mamelon galvanisé 50/60	U	6,0	25 000	150 000
403	Fourniture et pose de mamelon galvanisé 40/49	U	18,0	20 000	360 000
397	Fourniture et pose de raccord union galvanisée 66/76	U	2,0	25 000	50 000
396	Fourniture et pose de raccord union galvanisée 50/60	U	2,0	30 000	60 000
393	Fourniture et pose de raccord union galvanisée 40/49	U	2,0	20 000	40 000
424	Fourniture et pose de crépine en inox ou équivalent 66/76	U	1,0	180 000	180 000
428	Fourniture et pose de crépine en inox ou équivalent 26/34	U	1,0	80 000	80 000
Total Tuyauterie et accessoires.....					2 028 375
TOTAL RESERVOIR					16 615 073

VIII	KIOSQUE URBAINE A UNE SORTIE				
N° PRIX	DESIGNATION	UNITES	Qté	P.U.	MONTANT
100	TERRASSEMENT				
101	Décapage et débroussaillage	m2	4,0	1 250	5 000
102	Fouille pour ouvrage en terrain de toute nature	m3	0,8	30 000	24 000
109	Évacuation des terres non utilisées	m3	0,5	20 000	10 000
Total Terrassement.....					39 000
200	OUVRAGE				
	Maçonnerie et béton en infrastructure				
201	Empierrement en pierres sèches d'épaisseur 12 cm	m3	0,2	47 500	7 173
202	Béton de propreté dosé à 150 kg/m3	m3	0,1	200 000	19 600
205	Béton armé dosé à 350 kg/m3	m3	0,4	380 000	148 580
207	Coffrage en bois	m2	2,2	18 500	39 960
208	Armature en acier de différents diamètres	kg	28,9	7 000	202 300

211	Pavage en maçonnerie de moellons	m2	2,2	25 000	55 000
Total Maçonnerie et béton en infrastructure.....					472 613
Maçonnerie et béton en superstructure					
205	Béton armé dosé à 350 kg/m3	m3	0,4	450 000	189 000
207	Coffrage en bois	m2	6,8	25 000	170 500
208	Armature en acier de différents diamètres	kg	66,3	6 000	397 800
213	Chape ordinaire dosée à 350kg/m3	m2	6,0	14 000	84 000
214	Enduit étanche dosé à 400kg/m3	m2	0,6	14 000	8 680
215	Enduit ordinaire dosé à 350kg/m3	m2	12,6	12 000	151 200
229	Exécution de tête de rejet	U	1,0	60 000	60 000
231	Maçonnerie de briques (épaisseur 11cm) mortier de ciment dosé à 350kg/m3	m2	4,3	30 000	129 000
246	Fourniture et pose de porte métallique, 1 vantail (0,70x1, 80m)	U	1,0	290 000	290 000
247	Fourniture et pose de volet métallique, 1 vantail (0,70x0, 90m)	U	1,0	165 000	165 000
252	Grille métallique (50 x 50cm)	U	1,0	75 000	75 000
259	Peinture à l'eau (intérieur et extérieur)	m2	13,5	7 000	94 150
260	Peinture à l'huile (bois et métal)	m2	4,3	10 000	42 500
Total Maçonnerie et béton en infrastructure.....					1 856 830
Total Ouvrage.....					2 329 443
300	TUYAUTERIE ET ACCESSOIRE				
316	Fourniture et pose de tuyau PVC DN 63	ml	10,0	10 000	100 000
323	Fourniture et pose de tuyau galvanisé 20/27	ml	3,3	8 200	27 060
337	Fourniture et pose de raccord mixte SR 14 en PEHD DN 25	U	1,0	10 000	10 000
378	Fourniture et pose de vanne ¼ de tour 20/27	U	2,0	50 000	100 000
392	Fourniture et pose de raccord union galvanisée 20/27	U	3,0	7 000	21 000
399	Fourniture et pose de coude galvanisé 20/27	U	7,0	4 500	31 500
406	Fourniture et pose de mamelon galvanisé 20/27	U	3,0	4 500	13 500
413	Fourniture et pose de manchon galvanisé 20/27	U	3,0	4 500	13 500
Total Tuyauterie et Accessoires.....					316 560
TOTAL 01 KIOSQUE URBAINE A 1 SORTIE.....					2 685 003

IX	BORNES FONTAINES URBAINE A DEUX SORTIES				
N° PRIX	DESIGNATION	UNITES	Qté	P.U.	MONTANT
100	TERRASSEMENT				
101	Décapage et débroussaillage	m2	4,0	1 250	5 000
102	Fouille pour ouvrage en terrain de toute nature	m3	0,5	30 000	15 000
109	Évacuation des terres non utilisées	m3	0,5	20 000	10 000
Total Terrassement.....					30 000
200	OUVRAGE				
Maçonnerie et béton en infrastructure					
201	Empierrement en pierres sèches d'épaisseur 12 cm	m3	0,2	47 500	7 173
202	Béton de propreté dosé à 150 kg/m3	m3	0,1	200 000	19 600
205	Béton armé dosé à 350 kg/m3	m3	0,4	380 000	157 700

207	Coffrage en bois	m2	2,2	18 500	39 960
208	Armature en acier de différents diamètres	kg	28,9	7 000	202 300
211	Pavage en maçonnerie de moellon	m2	2,2	25 000	55 000
Total Maçonnerie et béton en infrastructure.....					481 733
Maçonnerie et béton en superstructure					
205	Béton armé dosé à 350 kg/m3	m3	0,4	450 000	189 000
207	Coffrage en bois	m2	6,8	25 000	170 500
208	Armature en acier de différents diamètres	kg	66,3	6 000	397 800
213	Chape ordinaire dosé à 350kg/m3	m2	6,0	14 000	84 000
214	Enduit étanche dosé à 400kg/m3	m2	0,6	14 000	8 680
215	Enduit ordinaire dosé à 350kg/m3	m2	18,3	12 000	219 480
229	Exécution de tête de rejet	U	1,0	60 000	60 000
231	Maçonnerie de briques (épaisseur 11cm) mortier de ciment dosé à 350kg/m3	m2	5,3	32 000	168 640
242	Fourniture et pose de porte métallique, 1 vantail (0,70x1, 80m)	U	1,0	290 000	290 000
243	Fourniture et pose de volet métallique, 1 vantail (0,80x0, 90m)	U	1,0	165 000	165 000
253	Grille métallique (50 x 90cm)	U	1,0	90 000	90 000
259	Peinture à l'eau (intérieur et extérieur)	m2	18,3	7 000	128 030
260	Peinture à l'huile (bois et métal)	m2	4,8	10 000	48 000
Total Maçonnerie et béton en infrastructure.....					2 019 130
Total Ouvrage.....					2 500 863
300	TUYAUTERIE ET ACCESSOIRE				
316	Fourniture et pose de tuyau PVC DN 63	ml	10,0	10 000	100 000
322	Fourniture et pose de tuyau galvanisé 20/27	ml	3,3	8 000	26 400
323	Fourniture et pose de tuyau galvanisé 15/21	ml	1,5	7 500	11 250
337	Fourniture et pose de raccord mixte SR 14 en PEHD DN 25	U	1,0	5 500	5 500
378	Fourniture et pose de vanne ¼ de tour 20/27	U	1,0	50 000	50 000
379	Fourniture et pose de vanne ¼ de tour 15/21	U	2,0	28 000	56 000
386	Fourniture et pose de Té égaux galvanisé 15/21	U	1,0	2 200	2 200
393	Fourniture et pose de raccord union galvanisé 15/21	U	4,0	6 000	24 000
399	Fourniture et pose de coude galvanisé 20/27	U	4,0	5 000	20 000
400	Fourniture et pose de coude galvanisé 15/21	U	4,0	3 000	12 000
406	Fourniture et pose de mamelon galvanisé 20/27	U	2,0	5 000	10 000
413	Fourniture et pose de manchon galvanisé 20/27	U	2,0	5 000	10 000
414	Fourniture et pose de manchon galvanisé 15/21	U	4,0	3 000	12 000
422	Fourniture et pose de réduction galvanisé 15/20	U	1,0	4 000	4 000
Total Tuyauterie et Accessoires.....					343 350
TOTAL 01 BORNE FONTAINE URBAINE à DEUX SORTIES.....					2 874 213

X	LAVE MAIN AVEC BORNE FONTAINE				
N°	DESIGNATION	UNITES	Qté	P.U.	MONTANT
100	TERRASSEMENT				
101	Décapage et débroussaillage	m2	40,0	1 250	50 000
102	Fouille pour ouvrage en terrain de toute nature	m3	4,4	30 000	132 480

109	Évacuation des terres non utilisées	m3	2,4	20 000	48 320
110	Remblai ordinaire	m3	2,0	20 000	40 000
Total Terrassement.....					270 800
200	OUVRAGE				
	Maçonnerie et béton en infrastructure				
201	Empierrement en pierre sèche d'épaisseur 12 cm	m3	2,0	47 500	94 050
202	Béton de propreté dosé à 150 kg/m3	m3	0,7	200 000	147 000
205	Béton armé dosé à 350 kg/m3	m3	2,4	380 000	912 000
207	Coffrage en bois	m2	5,1	18 500	95 090
208	Armature en acier de différents diamètres	kg	116,9	7 000	818 300
Total Maçonnerie et béton en infrastructure.....					2 066 440
	Maçonnerie et béton en superstructure				
205	Béton armé dosé à 350 kg/m3	m3	0,9	450 000	402 750
207	Coffrage en bois	m2	14,1	25 000	353 250
208	Armature en acier de différents diamètres	kg	52,8	7 000	369 250
212	Chape étanche dosée à 400kg/m3	m2	1,8	16 000	29 120
213	Chape ordinaire dosée à 350kg/m3	m2	12,8	14 000	179 620
214	Enduit étanche dosé à 400kg/m3	m2	4,1	14 000	57 820
215	Enduit ordinaire dosé à 350kg/m3	m2	7,8	12 000	93 600
232	Maçonnerie de brique cuite en mortier de ciment dosée à 350kg/m3 ép 0,22	m2	1,4	60 000	85 800
235	Cunette en maçonnerie de brique cuite (pose sur sable, scellement dosé à 350kg/m3)	ml	18,6	22 000	409 200
251	Fourniture et pose couvercle métallique pour regard de 50x50cm	U	1,0	90 000	90 000
253	Grille métallique de 40 x 40 cm	U	1,0	75 000	75 000
254	Fourniture et pose boîtes à cadenas	U	1,0	50 000	50 000
259	Peinture à l'eau	m2	7,8	8 000	62 400
Total Maçonnerie et béton en infrastructure.....					2 257 810
Total Ouvrage.....					4 324 250
300	TUYAUTERIE ET ACCESSOIRE				
304	Fourniture et pose de tuyau PEHD DN 40 évacuation	ml	7,0	6 000	42 000
316	Fourniture et pose de tuyau PVC DN 63	ml	3,0	7 100	21 300
323	Fourniture et pose de tuyau galvanisé 20/27	ml	12,0	8 200	98 400
337	Fourniture et pose de raccord mixte SR 14 en PEHD DN 25	U	1,0	10 000	10 000
378	Fourniture et pose de vanne ¼ de tour galvanisée 20/27	U	2,0	50 000	100 000
382	Fourniture et pose Té galvanisé 20/27	U	2,0	4 500	9 000
392	Fourniture et pose de raccord union galvanisée 20/27	U	4,0	7 000	28 000
399	Fourniture et pose de coude galvanisé 20/27	U	4,0	5 000	20 000
413	Fourniture et pose de manchon galvanisé 20/27	U	4,0	5 000	20 000
421	Fourniture et pose de bouchon galvanisé 20/27	U	2,0	5 000	10 000
436	Fourniture et pose de robinet de puisage en laiton 20/27 de type à béquille	U	1,0	50 000	50 000
Total Tuyauterie et Accessoires.....					408 700
TOTAL 01 LAVE MAIN AVEC BORNE FONTAINE					5 003 750

XI BRANCHEMENTS PARTAGES SUBVENTIONNES					
N° PRIX	DESIGNATION	UNITES	Qté	P.U.	MONTANT
100	TERRASSEMENT				
101	Décapage et débroussaillage	m2	10,0	1 200	12 000
104	Fouille en tranchée pour canalisation en terrain de toute nature	ml	20,0	1 500	30 000
110	Remblai ordinaire	m3	3,2	24 000	76 800
Total Terrassement.....					118 800
200	OUVRAGE				
230	Fourniture et pose niche à compteur de dimension 70x50x40 avec couvercle métallique	U	1,0	80 000	80 000
236	Fourniture et pose support en BA de 15x15x100	U	1,0	50 000	50 000
Total Ouvrage.....					130 000
300	TUYAUTERIE ET ACCESSOIRE				
311	Fourniture et pose de Tuyau PEHD DN 20	ml	20,0	3 000	60 000
324	Fourniture et pose de Tuyau galvanisé 15/21	ml	2,0	8 000	16 000
338	Fourniture et pose de SR14 en PEHD DN 20	U	1,0	15 000	15 000
379	Fourniture et pose de vanne ¼ de tour galvanisée 15/21	U	1,0	20 000	20 000
392A	Fourniture et pose de Raccord union galvanisé 15/21	U	2,0	9 000	18 000
422	Fourniture et pose de Manchon galvanisé 15/21	U	1,0	4 000	4 000
381A	Fourniture et pose de Té galvanisé 15/21	U	1,0	8 000	8 000
423	Fourniture et pose de bouchon galvanisé 15/21	U	1,0	6 000	6 000
407	Fourniture et pose de Mamelon galvanisé 15/21	U	2,0	6 000	12 000
399A	Fourniture et pose de coude galvanisé 15/21	U	5,0	7 000	35 000
429	Fourniture et pose de robinet ¼ de tour 15/21	U	1,0	18 000	18 000
Total Tuyauterie et Accessoires.....					212 000
TOTAL 01 BRANCHEMENT PARTAGE SUBVENTIONNE.....					460 800

XII CANALISATION ET TUYAUTERIE DISTRIBUTIONS ET AMMENEES					
N° PRIX	DESIGNATION	UNITES	Qté	P.U.	MONTANT
100	TERRASSEMENT				
101	Décapage et débroussaillage	m2	5108	1 200	6 129 372
104	Fouille en tranchée pour canalisation en terrain de toute nature	ml	13486	1 500	20 229 047
	Fouille en tranchée et pose pour vielle conduite à réutiliser	ml	3540	2 000	7 080 000
Total Terrassement					33 438 419
200	OUVRAGE				
	Maçonnerie et béton en infrastructure				
205	Béton armé dosé à 350 kg/m3	m3	1,2	390 000	468 000
207	Coffrage en bois	m2	10,4	16 000	166 400
208	Armature en acier de différents diamètres	kg	72,1	6 500	468 520
Total Maçonnerie et beton					1 102 920
300	TUYAUTERIE ET ACCESSOIRE				
302	Fourniture et pose de tuyau PEHD DN 75 PN10	ml	1210,0	18 000	21 780 000

303	Fourniture et pose de tuyau PEHD DN 63 PN10 (+ réutilisation estimée à 60% des vieux tuyaux)	ml	2788,7	11 000	30 675 679
304	Fourniture et pose de tuyau PEHD DN 50 PN10	ml	319,3	8 500	2 714 050
306	Fourniture et pose de tuyau PEHD DN 40 PN10	ml	3773,2	6 500	24 525 707
308	Fourniture et pose de tuyau PEHD DN 32 PN10	ml	8180,8	5 500	44 994 661
-	Fourniture tuyau PEHD DN 63 PN 12	ml	328,0	10 074	3 304 272
-	Fourniture tuyau PEHD DN 75 PN 12	ml	219,0	14 100	3 087 900
-	Fourniture tuyau PEHD DN 63 PN16	ml	983,0	12 070	11 864 810
325	Fourniture et pose de SR 12 en PEHD DN 75	U	28,6	75 000	2 143 500
326	Fourniture et pose de SR 12 en PEHD DN 63	U	62,2	22 000	1 369 214
327	Fourniture et pose de SR 12 en PEHD DN 50	U	3,2	22 000	70 246
328	Fourniture et pose de SR 12 en PEHD DN 40	U	37,7	13 000	490 514
329	Fourniture et pose de SR 12 en PEHD DN 32	U	81,8	10 500	858 989
-	manchon réduit 40*32	U	2,0	12 505	25 010
-	manchon réduit 63*50	U	4,0	22 345	89 380
-	Tés égaux 90° 32	U	8,0	13 633	109 064
-	Tés égaux 90° 40	U	2,0	24 805	49 610
363	Tés réduits 63*50*63	U	1,0	34 606	34 606
369	Tés réduits 40*32*40	U	7,0	28 174	197 218
-	Tés réduits 50*32*50	U	1,0	28 495	28 495
365	Tés réduits 50*40*50	U	4,0	29 315	117 260
363	Tés réduits 63*32*63	U	1,0	34 606	34 606
392	Tés réduits 63*40*63	U	2,0	34 606	69 212
-	Tés réduits 75*40*75	U	1,0	76 343	76 343
-	Tés réduits 75*63*75	U	1,0	93 951	93 951
379	Fourniture et pose de ventouse manuelle y compris regard et toutes suggestions de mise en œuvre	U	1,0	350 000	350 000
377	Fourniture et pose de vanne de vidange des fines y compris regard et toutes suggestions de mise en œuvre	U	9,0	380 000	3 420 000
Total Tuyauterie et Accessoires					152 574 297
TOTAL CANALISATION ET TUYAUTERIE					187 115 636

XIII VANNE DE SECTIONNEMENT					
N° PRIX	DESIGNATION	UNITES	Qté	P.U.	MONTANT
100	TERRASSEMENT				
102	Fouille pour ouvrage en terrain de toute nature	m3	1,0	20 000	20 000
Total Terrassement					20 000
200	OUVRAGE REGARD dimension extérieure 100x100x80				
	Maçonnerie et béton en infrastructure				
205	Béton armé dosé à 350 kg/m3	m3	0,4	390 000	156 000
208	Armature en acier de différents diamètres	kg	24,0	6 500	156 000
207	Coffrage en bois	m2	7,2	16 000	115 200
215	Enduit ordinaire dosé à 350 kg/m3 d'épaisseur 3 cm	m2	3,2	11 000	35 200
251	Fourniture et pose couvercle métallique cadénassée pour regard de 100x100cm	U	18,0	35 000	630 000

Total Maçonnerie et béton					1 092 400
300	TUYAUTERIE ET ACCESSOIRE				
319	Fourniture et pose de Tuyau galvanisé 50/60	ml	1,6	35 000	56 000
320	Fourniture et pose de Tuyau galvanisé 33/42	ml	3,0	20 000	60 000
333	Fourniture et pose de SR14 en PEHD DN 63	U	4,0	30 000	120 000
335	Fourniture et pose de SR14 en PEHD DN 40	U	12,0	14 000	168 000
374	Fourniture et pose de vanne ¼ de tour 50/60	U	2,0	85 000	170 000
376	Fourniture et pose de vanne ¼ de tour 33/42	U	6,0	80 000	480 000
392	Fourniture et pose de Raccord union galvanisé 50/60	U	4,0	14 000	56 000
394	Fourniture et pose de Raccord union galvanisé 33/42	U	12,0	10 500	126 000
402	Fourniture et pose de mamelon galvanisé 50/60	U	4,0	12 000	48 000
387	Fourniture et pose raccord union 26/34 galvanisé pour entrée	U	20,0	6 500	130 000
399	Fourniture et pose de mamelon galvanisé 26/34	U	20,0	4 500	90 000
321	Fourniture et pose de tuyau galvanisé 26/34 pour entrée	ml	6,0	13 500	81 000
374	Fourniture et pose vanne d'arrêt 1/4 de tour galvanisé 26/34	U	10,0	80 000	800 000
334	Fourniture et pose de raccord mixte femelle SR 14 en PEHD DN 32	U	20,0	7 812	156 240
404	Fourniture et pose de mamelon galvanisé 33/42	U	12,0	10 000	120 000
Total Tuyauterie et Accessoires					2 661 240
TOTAL VANNE DE SECTIONNEMENT					3 773 640

XIV	COMPTEURS VOLUMETRIQUES				
N° PRIX	DESIGNATION	UNITES	Qté	P.U.	MONTANT
442	Fourniture et pose compteur d'eau de référence 15/21	U	91,0	80 000	7 280 000
TOTAL COMPTEURS VOLUMETRIQUES					7 280 000

RECAPITULATION RESEAU AEP COMMUNE DE MAHASOABE					
N°	DESIGNATION	U	Qté	P.U.	MONTANT
I	TRAVAUX PREPARATOIRES	Fft	1	10 549 676	10 549 676
II	CAPTAGE PAR DRAIN	U	1	23 967 110	23 967 110
III	COLLECTEUR	U	1	3 730 795	3 730 795
IV	FILTRE	U	1	9 847 036	9 847 036
V	RESERVOIR NORD 23M3	U	1	13 028 998	13 028 998
VI	RESERVOIR SUD 23 M3	U	1	12 292 284	12 292 284
VII	RESERVOIR DE TÊTE 30M3	U	1	16 615 073	16 615 073
VIII	KIOSQUE URBAIN A 1 SORTIE	U	7	2 685 003	18 795 018
IX	KIOSQUE URBAIN A 2 SORTIE	U	1	2 874 213	2 874 213
X	LAVE-MAIN SANS TOITURE	U	3	5 003 750	15 011 250
XI	BRANCHEMENTS PARTAGES SUBVENTIONNES	U	81	460 800	37 324 800
XII	CANALISATION ET TUYAUTERIE	Fft	1	187 115 636	187 115 636
XIII	VANNE DE SECTIONNEMENT	Fft	1	3 773 640	3 773 640
XIV	COMPTEURS VOLUMETRIQUES	Fft	1	7 280 000	7 280 000
TOTAL GENERAL HT					362 205 527
TVA 20%					72 441 105
TOTAL GENERAL TTC					434 646 632



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Diplôme : Diplôme d'ingénieur de l'ENGEES

Spécialité : Hydrosystème option eaux souterraines

Auteur : POIREL Samuel

Année : 2017

Titre :

Réalisation des études avant-projets détaillés du réseau central de la commune de Mahasoabe, Madagascar

Nombre de pages Texte : 101 Annexes : 42 pages

Nombre de références bibliographiques : 16

Structure d'accueil : Métropole de Lyon – Décentralisation à Madagascar – Fianarantsoa, Madagascar

Maître de stage : François Simon

Résumé :

Depuis 2006, la métropole de Lyon est en coopération décentralisée avec la région Haute-Matsiatra à Madagascar pour développer le secteur de l'eau et de l'assainissement. Dans le cadre du programme Eaurizon, j'ai réalisé toutes les études d'avant-projets pour la construction d'un réseau d'eau potable de la commune Mahasoabe, 25000 habitants.

Pendant 5 mois, j'ai étudié ce projet d'AEP sous tous ces aspects, de l'étude socio-économique de la zone de besoin à la validation financière de la nouvelle gestion par affermage professionnel, sans oublier la conception complète du réseau pour alimentation de plus de 6000 habitants et 4000 écoliers.

Mots-clés :

Réseau d'eau potable gravitaire maillé, études d'avant-projet, enquête socio-économique, plan d'affaire, études techniques détaillées, Madagascar, petit-urbain, Métropole de Lyon