



RAPPORT FINAL

**Etude de diagnostic AEP
dans les 3^{ème} et 5^{ème} arrondissements
de la Commune Urbaine d' Antananarivo**

Juin 2016



LISTE DES ABREVIATIONS

N°	Abréviations	Détails
1	Ab	Abonné
2	AEP	Alimentation en Eau Potable
3	AESN	Agence Eau Seine Normandie
4	AFD	Agence Française de Développement
5	APD	Avant-Projet Détaillé
6	ASR	Anaérobie Sulfite-Réductrice
7	ASS	Association
8	BDD	Base de Données
9	BEI	Banque Européenne d'Investissement
10	BF	Borne Fontaine
11	BS	Bloc Sanitaire
12	CDT	Conduite
13	CLC NRW	Coordination de Lutte Contre le Non Revenu Water
14	CT	Coliformes Totaux
15	CTR	Compteur
16	CUA	Commune Urbaine d'Antananarivo
17	DDDO	Département Développement Desserte en Eau
18	DDOA	Département Distribution Eau Antananarivo
19	DEDO	Département Exploitation Distribution Eau
20	DEO	Direction Equipement Eau
21	DEXO	Direction EXploitation Eau
22	DGA	Directeur Général Adjoint
23	DGQO	Département Gestion Qualité Eau
24	DGRO	Département Gestion Réseau Eau
25	DGSPO	Département Gestion Système Production Eau
26	DIRTANA	Direction Inter-Régionale d'Antananarivo
27	DMA	District Metered Areas
28	DN	Diamètre Nominal
29	DO	Distribution Eau
30	DPOA	Département Production Eau Antananarivo
31	DPS	Direction de la Planification Stratégique
32	DRMO	Département Réseau Métrologie Eau
33	DSI	Direction Système Informatique
34	DTA	Direction Technique Antananarivo
35	DTEA	Direction Technique Electricité Antananarivo
36	DTOA	Direction Technique Eau Antananarivo
37	EC	Escherichia Coli
38	EI	Entérocoques Intestinaux
39	EPP	Ecole Public Primaire
40	ESRI	Environmental Systems Research Institute
41	FAFI	Fandraisana Fitarainana
42	FIB	Fiche Individuelle de Branchement
43	Fonte GS	Fonte à Graphite Sphéroïdale
44	Galva	Acier Galvanisé
45	GPS	Global Positioning System

N°	Abréviations	Détails
46	HMT	Hauteur Manométrique Totale
47	INSTN	Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires
48	IPM	Institut Pasteur de Madagascar
49	ISPM	Institut Supérieur Polytechnique de Madagascar
50	JIRAMA	Jiro sy Rano Malagasy
51	MCE	Mètre de Colonne d'Eau
52	MNT	Modèle Numérique du Terrain
53	NC	Non Conforme
54	NRW	Non Revenu Water
55	NTU	Nephelometric Turbidity Unit
56	OMS	Organisation Mondiale de la Santé
57	ONG EAST	Organisation Non Gouvernementale Eau Agriculture et Santé en Milieu Tropical
58	OPTD	Opération pour la Promotion du Taux de Desserte
59	pH	Potentiel Hydrogène
60	PRV	Pressure Relief Valve
61	PVC	Poly Vinyl Chloride (Polychlorure de Vinyle)
62	Q moyen	Débit moyen
63	RIF	Région Iles de France
64	SEM	Société des Energies de Madagascar
65	SF	Streptocoques Fécaux
66	SIG	Système d'Information Géographique
67	SMEE	Société Malagasy des Eaux et Electricité
68	SMTP	Société Malgache de Transformation des Plastiques
69	TC	Tournée Carnet
70	TDR	Termes de Référence
71	TRI	Taux de Rentabilité Interne
72	UK Aid	United Kingdom's Aid
73	Vanne RE	Vanne Réseau
74	WSUP	Water Sanitation Urban Poor
75	Φ	Diamètre

Tableau 1: Planning global prévisionnel de réalisation de l'étude.....	14
Tableau 2: Proposition des zones par la JIRAMA et choix de la zone pilote.....	20
Tableau 3: Tuyaux existants dans les 14 secteurs d'interventions avec leurs longueurs respectives en mètre linéaire	23
Tableau 4: Liste des surpresseurs dans la zone d'étude	26
Tableau 5: Liste des réservoirs dans la zone d'étude	27
Tableau 6: Fréquence des analyses d'eau	50
Tableau 7 : Extrait des résultats des analyses des échantillons d'eau de 2014, cas de non conformité	54
Tableau 8: Extrait des résultats des analyses des échantillons d'eau effectués dans les réservoirs en 2014.....	55
Tableau 9: Extrait des résultats des analyses des échantillons d'eau de 2015, cas de non-conformité	55
Tableau 10: Extrait des résultats des analyses d'eau effectués dans les réservoirs en 2015, cas de non-conformité	56
Tableau 11: Comparaison des résultats d'analyse d'eau des réservoirs entre 2014 et 2015.....	57
Tableau 12 : Résultats d'analyse du 30 juillet 2015 des 12 échantillons prélevés à Ambatomaro	60
Tableau 13: Résultats des analyses de turbidité des deuxièmes prélèvements de 12 échantillons à Ambatomaro	62
Tableau 14: Evolution constatée entre les deux mesures de turbidité	64
Tableau 15: Résultats des analyses bactériologiques du 30 juillet 2015 des 12échantillons prélevés à Ambatomaro	65
Tableau 16: Evolution des résultats d'analyse bactériologique de l'eau du réservoir Ankatso en 2014 et 2015	66
Tableau 17: Caractéristiques des conduites existantes à Ambatomaro	83
Tableau 18: Caractéristiques des équipements existants à Ambatomaro	84
Tableau 19: Différence de longueur de conduites observées sur SIG et sur terrain.....	87
Tableau 20: Résultats de calage de débit à partir des premières mesures	94
Tableau 21: Résultats de calage de débit à partir des deuxièmes mesures	94
Tableau 22: Résultats de calage des pressions à partir des premières mesures	95
Tableau 23: Résultats de calage des pressions à partir des deuxièmes mesures.....	95
Tableau 24 : Valeurs issues de la simulation du modèle des pressions et des débits dans les zones resencées à problème à partir de la première mesure	97
Tableau 25: Valeurs issues de la simulation du modèle des pressions et des débits dans les zones recensées à problème à partir de la deuxième mesure	97
Tableau 26: Résultats des mesures des taux de chlore résiduel.....	98
Tableau 27: Taux unitaire sur la variation du chlore résiduel	100
Tableau 28: Comparaisons des variations des valeurs des pressions et débits pour les trois variantes de solution d'amélioration, dans la zone1.....	103
Tableau 29: Comparaisons des variations des valeurs des pressions et débits pour les trois variantes de solution d'amélioration, dans la zone2.....	104
Tableau 30: Comparaisons des variations des valeurs des pressions et débits pour les trois variantes de solution d'amélioration, dans la zone 3.....	106
Tableau 31: Bilan des dépenses réalisées lors de l'étude de faisabilité de modélisation dans la zone pilote ..	110
Tableau 32 : Tableau de synthèse (Points forts, Points faibles, Propositions de solutions)	135
Tableau 33: Tableau récapitulatif des propositions de solutions d'amélioration	138
Tableau 34: Fiches de projet d'amélioration de l'exploitation de l'approvisionnement en eau de la JIRAMA, élaborés ensemble par les deux équipes : JIRAMA et EAST	140

Tableau 35: Planification des projets d'amélioration selon leurs PERTINENCES 142
Tableau 36: Classement des fiches de projet selon leurs COMPLEXITE (partant du moins complexe au plus complexe) 145

Illustration 1: Organigramme général de la JIRAMA (2015)	12
Illustration 2: Schéma global de la situation de production d'eau à Mandroseza	15
Illustration 3: Schéma synoptique du réseau de la JIRAMA à Antananarivo	16
Illustration 4: Délimitation de la zone d'étude et zone pilote à AMBATOMARO	21
Illustration 5: Cartographie du réseau dans les 14 secteurs de la zone d'étude	24
Illustration 6: Surpresseurs à Ambatomaro	26
Illustration 7: Réservoirs de Fort Duchesne	28
Illustration 8: Réservoir Ankatso.....	28
Illustration 9: Installation d'une vanne de sectionnement à Analamahitsy.....	30
Illustration 10: Installation des 3 débitmètres.....	31
Illustration 11: Organigramme du service exploitation Eau de la DEDO au sein de la DTOA	32
Illustration 12: Etat d'un tronçon de tuyau en galva 63 déposé du réseau vers Ambavahadimitafo	33
Illustration 13: Fuite observée sur un tuyau PVC 63 peu profond à Ambatomaro, due à une cassure, lors de passage d'un camion.....	34
Illustration 14: Débitmètres à insertion installés à la sortie de production de Mandroseza I	35
Illustration 15: Schéma global du processus de traitement d'eau à Mandroseza II	36
Illustration 16: Schéma global du processus de traitement d'eau à Mandroseza I.....	36
Illustration 17: Photos des ouvrages de traitement d'eau à Mandroseza	37
Illustration 18: Zones d'intervention de WSUP à Antananarivo	44
Illustration 19 : Photo du laboratoire de compteur à Mandroseza.....	47
Illustration 20: Matériels du laboratoire	49
Illustration 21: Scan d'un bulletin d'analyse physico-chimique de la JIRAMA	51
Illustration 22: Scan d'un bulletin d'analyse bactériologique IPM	52
Illustration 23: Schéma de la répartition des points de prélèvement d'eau à analyser à Ambatomaro	59
Illustration 24: Topographie du terrain dans la zone pilote à Ambatomaro	73
Illustration 25: Localisation des appareils de mesure des paramètres hydraulique à Ambatomaro	76
Illustration 26:Schéma de changement de fonctionnement des surpresseurs à Ambatomaro	77
Illustration 27: Schéma de la conduite feeder proposée	82
Illustration 28: Répartition des abonnés dans le secteur Ambatomaro.....	85
Illustration 29 : Comparaison du tracé du réseau sur SIG et sur terrain à Ambatomaro	86
Illustration 30: Schéma global du réseau à Ambatomaro lorsque les deux surpresseurs fonctionnent en parallèle	90
Illustration 31: Répartition des zones à Ambatomaro, ayant les mêmes problèmes d'alimentation d'eau de la JIRAMA	93
Illustration 32: Schéma de la localisation des zones à problèmes d'alimentation en eau dans le secteur Ambatomaro.....	96
Illustration 33: Localisation des points de mesure des taux de chlore résiduel dans le secteur Ambatomaro ..	99
Illustration 34: Localisation des zones d'extension du réseau	108

Graphique 1: Comparaison des résultats de mesures de turbidité réalisées le 30 juillet 2015, par la JIRAMA et l'IPM	61
Graphique 2: Comparaison des résultats de mesures de chlore résiduel réalisées par la JIRAMA et l'IPM.....	61
Graphique 3: Comparaison des résultats de mesures de turbidité réalisées par la JIRAMA et l'IPM, le 11 septembre 2015.....	63
Graphique 4: Profil de consommation étage bas	80
Graphique 5: Profil de consommation étage haut	80
Graphique 6: Différence des longueurs des conduites recensées à Ambatomaro après rapprochement sur terrain.....	87
Graphique 7: Courbe de variation des mesures de débit sur DN150.....	88
Graphique 8 : Courbe de variation des mesures de débit sur DN100.....	88
Graphique 9: Courbe de variation des mesures de débit sur DN125.....	89
Graphique 10: Courbe de variation des mesures de pression sur DN150	89
Graphique 11: Courbe de variation des mesures de pression sur DN100	89
Graphique 12: Courbe de variation des mesures de pression sur DN125	90
Graphique 13: Comparaison des résultats des mesures des taux de chlore résiduel effectuées par la JIRAMA, IPM, et simulé	99
Graphique 14: Courbes de variation des pressions et débits dans la zone 1, correspondantes aux trois variantes de solution d'amélioration.....	102
Graphique 15 : Courbes de variation des pressions et débits dans la zone 2, correspondantes aux trois variantes de solution d'amélioration.....	104
Graphique 16: Courbes de variation des pressions et débits dans la zone 3, correspondantes aux trois variantes de solution d'amélioration.....	105
Graphique 17: Courbes de variation du niveau d'eau dans le réservoir Ankatso pour les trois variantes de solution	106

SOMMAIRE

1. Introduction.....	10
1.1. Contexte général	10
1.2. Objectifs généraux.....	12
1.3. Equipe de projet et moyens mis en œuvre.....	13
2. Etat du patrimoine/ Pratique et Outils d'exploitation	15
2.1. Contexte	15
2.2. Objectifs	17
2.3. Méthodologie	17
2.3.1. Les équipes de la JIRAMA, intervenant de l'étude.....	17
2.3.2. Délimitation de la zone d'étude/ choix d'une zone pilote	18
2.3.3. Collecte des informations techniques et des données sur le réseau	18
2.4. Résultats et analyses.....	19
2.4.1. Définition de la zone d'étude.....	19
2.4.2. Choix de la zone pilote	20
2.4.3. Données SIG	22
2.4.3.1. Les conduites de distribution d'eau de la JIRAMA	22
2.4.3.2. Les équipements et ouvrages du réseau	25
2.4.4. Conditions de pose des équipements	29
2.4.5. Interventions sur pannes et sinistres.....	31
2.4.6. Etats des conduites	33
2.4.7. Station de production de Mandroseza	35
2.4.7.1. Capacité de production.....	35
2.4.7.2. Principe de traitement d'eau	36
2.4.7.3. Principe de distribution d'eau potable à partir de la station de Mandroseza	39
2.4.8. Travaux et études réalisées, en cours et en vue.....	40
2.4.8.1. Travaux et études réalisés.....	40
2.4.8.2. Travaux et études en cours	43
2.4.8.3. Travaux prévus.....	45
2.4.9. Laboratoire des compteurs	45
2.4.9.1. Historique et missions.....	45
2.4.9.2. Gestion des compteurs.....	46
2.4.9.3. Autres interventions du labo compteur.....	46
2.4.10. Laboratoire qualité eau	47
2.4.10.1. Organisation et structure de contrôle de la qualité de l'eau.....	47
2.4.10.2. Technique d'analyse adoptée.....	48

2.4.10.3.	Plan de gestion des risques.....	53
2.4.10.4.	Résultats des analyses des échantillons d'eau prélevés dans la zone d'étude pendant les deux années : 2014 et 2015.....	53
2.4.10.5.	Résultats des analyses d'eau réalisés dans la zone pilote.....	58
2.4.11.	Organisation pour des levés GPS des abonnés du secteur Ambatomaro	67
2.4.11.1.	Information sur les données Clients à Ambatomaro.....	67
2.4.11.2.	Informations diverses.....	67
2.4.12.	Information sur la gestion des fuites.....	68
2.4.12.1.	Historique et définitions	68
2.4.12.2.	Organisation de la CLC NRW pour la gestion des fuites.....	69
2.4.12.3.	Intervention de l'équipe de NRW	69
2.4.12.4.	Résultats observés après la mise en œuvre de la stratégie.....	69
2.4.13.	Information sur le stockage des données de la JIRAMA	70
3.	Essai de modélisation.....	72
3.1.	Contexte.....	72
3.2.	Objectifs	74
3.3.	Méthodologie.....	74
3.3.1.	Collecte de données nécessaires	74
3.3.1.1.	Plan du réseau sur SIG et MNT.....	74
3.3.1.2.	Localisation de tous les branchements à partir des levés GPS des abonnés et éclaircissement du réseau.....	74
3.3.1.3.	Mesure de paramètres hydrauliques.....	75
3.3.1.4.	Enquête auprès des abonnés.....	77
3.3.2.	Traitement des données collectées	78
3.3.2.1.	Exportation des données SIG vers EPANET	78
3.3.2.2.	Traitement des données sur EPANET	79
3.3.3.	Calage du modèle	79
3.3.4.	Simulation de la variation spatiale du chlore résiduel.....	81
3.3.5.	Proposition de solution pour l'amélioration de la desserte dans la zone pilote à Ambatomaro.....	81
3.3.6.	Elaboration du budget.....	83
3.4.	Résultats	83
3.4.1.	Collecte de données nécessaires	83
3.4.1.1.	Plan du réseau sur SIG et MNT.....	83
3.4.1.2.	Levés GPS des abonnés et éclaircissement du réseau	84
3.4.1.3.	Mesure de paramètres hydraulique	88

3.4.1.4.	Enquête auprès des abonnés	91
3.4.2.	Calage du modèle	94
3.4.3.	Simulation de la variation spatiale du chlore résiduel.....	98
3.4.4.	Proposition de solution pour l'amélioration de la desserte dans la zone pilote à Ambatomaro	101
3.4.5.	Budget de la modélisation du réseau du secteur à Ambatomaro	109
4.	Bilan et planification.....	111
4.1.	Objectifs	111
4.2.	Méthodologie	111
4.3.	Résultats et analyse	112
4.3.1.	Bilan des facteurs de désordre	112
4.3.2.	Planification	136
4.3.2.1.	Problèmes et solutions	136
4.3.2.2.	Fiches de projet.....	139
4.3.2.3.	Classification des projets selon les priorités.....	141
4.3.2.3.1.	Critères de pertinence.....	141
4.3.2.3.2.	Critères de complexité	143
5.	Conclusion.....	146
6.	ANNEXES	147

1. Introduction

1.1. Contexte général

Depuis l'année 2006, l'ONG EAST / l'Institut des Métiers apportent un appui au programme sanitaire social de la Commune Urbaine d'Antananarivo, visant à améliorer les conditions d'accès à l'eau potable et d'assainissement au sein des 3ème et 5ème arrondissements. Dans le cadre du projet Masay 6, financé par la Région Ile de France et l'Agence Eau Seine Normandie, sur une période de 36 mois depuis le mois de juin 2013, le volet « eau potable » du programme prévoit la mise en place d'un diagnostic du réseau AEP à l'échelle du bassin versant du Canal de la Vallée de l'Est.

Actuellement, la JIRAMA est l'exploitante du réseau d'alimentation d'eau potable dans la ville d'Antananarivo, C'est pourquoi la réalisation et l'aboutissement dudit projet requiert la collaboration entre les deux entités EAST et JIRAMA.

La JIRAMA est une société anonyme de droit commun détenue entièrement par l'Etat Malagasy, d'un capital d'environ 17,53 milliards d'Ariary (87,6 milliards de Fmg). Elle a été Créée le 17 octobre 1975, résultant de la fusion entre deux sociétés : la Société Malagasy des Eaux et Electricité (SMEE) et la Société des Energies de Madagascar (SEM). Elle est dirigée par un Conseil d'administration auquel répond le Directeur Général. Il est nommé par le Ministère chargé de l'énergie.

Le Conseil d'administration est composé des représentants de l'Etat - notamment des ministères de tutelle - et des représentants des employés. L'organisation de la JIRAMA reflète ses deux grandes activités que sont l'eau et l'électricité. L'entreprise déploie aussi parallèlement une organisation géographique faite de directions interrégionales dans tout Madagascar.

Elle assure ainsi la quasi-totalité du service public d'eau et d'électricité, avec près de **470 000 abonnés** dans **114 localités pour l'électricité** et près de **172 000 abonnés** dans **67 centres pour l'eau**.

La première étape de la collaboration entre les deux entités EAST et JIRAMA consistait en des réunions de concertations à 2 reprises, où chaque entité devait s'enquérir des besoins et des attentes de l'autre, dans le but de définir les moyens permettant ultérieurement la mise en œuvre de l'étude et de définir la répartition des rôles et responsabilités de chaque intervenant. Ces réunions se sont tenu le 06/10/2014 et le 13/11/2014. A l'issue de ces réunions, une convention a été signée le 20/11/2015 par : le représentant de EAST, le Directeur Général de la JIRAMA, le Directeur de l'Exploitation Eau, le Directeur Equipement Eau, le Directeur Général Adjoint Eau .Un TDR et une convention ont également été élaborés, puis le TDR mis à jour au fur et à mesure de l'avancement du projet (Cf. Annexes : A1 jusqu'à A5).

Nos principaux interlocuteurs dans ce projet ont été des représentants des quatre directions figurées dans cet organigramme, il s'agit de :

- la **DTOA** : ayant pour mission d'assurer le bon fonctionnement du système d'alimentation en eau potable de la ville d'Antananarivo, en poursuivant le processus de mise en place progressive de la modernisation de la gestion de l'exploitation, ainsi que l'application de la politique de proximité afin d'atteindre l'objectif de la satisfaction Clientèle. (Cf. Annexes A7 : Organigramme DTOA)
- **CLCNRW** : avec la mission de définition, planification , mise en œuvre, suivi, contrôle et accompagnement de toutes les actions à entreprendre auprès des sites d'exploitation et aboutissant à l'élimination des « Non Revenu Water ». (Cf. Annexes A9 : Organigramme CLCNRW)

- **DEXO** : dont la mission est l'assistance et l'appui technique dans les 67 Centres Eau des Directions Interrégionales de la JIRAMA, afin de pérenniser la production et la distribution d'Eau potable dans tous les Centres d'Exploitation. Les Projets de la DEXO sont établis en vue d'atteindre les principaux objectifs fixés pour assurer cette mission, qui sont la Sécurisation des Exploitations, la Maitrise des coûts d'exploitation, la Maitrise des Pertes Eau, la Maitrise de la Qualité Eau, l'Informatisation de la Gestion des Réseaux de Distribution, la Protection de l'Environnement des Ressources et l'Augmentation du Taux de Desserte. (Cf. Annexes A6 : Organigramme DEXO)

Par ailleurs, en tant que Direction d'appui, la DEXO est garant de la normalisation et de la standardisation des installations de l'exploitation Eau. Dans ce cadre, il lui appartient de mettre en place et faire respecter les procédures, les réglementations, les règles de normalisation et standardisation, et de procéder aux éventuels contrôles nécessaires correspondants.

-**DEO** : ou Direction de l'Équipement Eau, ayant pour mission de réaliser ou de faire réaliser pour le compte de la JIRAMA, les études et travaux touchant l'activité Eau. Elle joue, ainsi, le rôle de Bureau d'Études et/ou d'Agence d'Exécution au service des Directions Exploitation. A ce titre, ses principales activités sont la Maîtrise d'Ouvrage et/ou la Maîtrise d'œuvre Déléguées pour les projets ayant trait à l'activité Eau, mais peut se voir confier, en fonction des spécificités des projets, la réalisation même des travaux. (Cf. Annexes A8 : Organigramme DEO)

Les projets dont la Direction de l'Équipement Eau est en charge, peuvent concerner, soit l'amélioration et/ou l'extension des systèmes d'AEP existant des centres déjà exploités par la JIRAMA, soit l'équipement de nouveaux centres. Les actions peuvent être engagées en conformité avec les plans directeurs et les programmes d'expansion de la JIRAMA, ou en fonction des urgences de l'exploitation, ou encore, à la demande de tiers, dont, principalement, du Ministère de l'Eau.

L'organigramme général de la JIRAMA (source site web de la JIRAMA), actuellement approuvé, est le suivant :

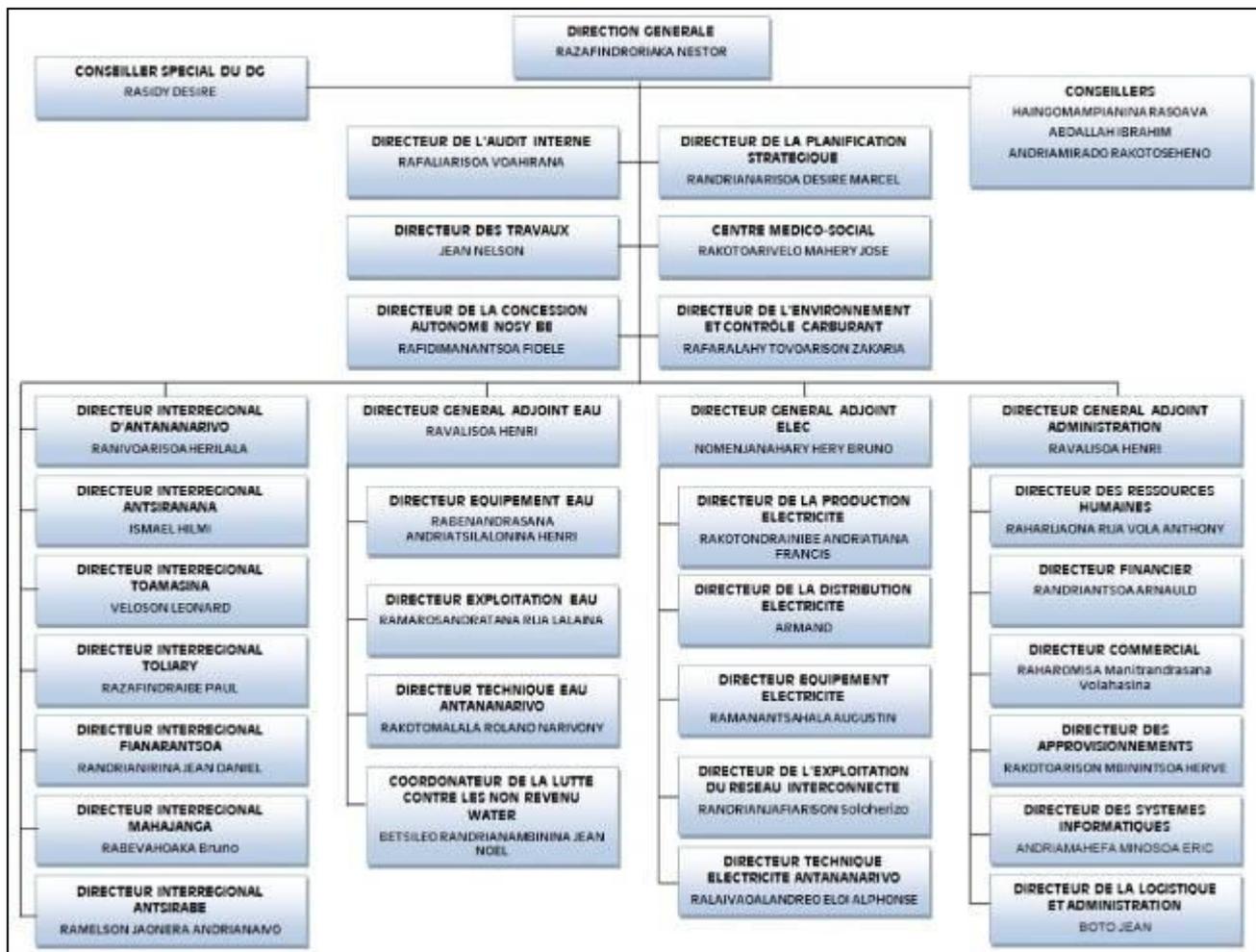


Illustration 1: Organigramme général de la JIRAMA (2015)

1.2. Objectifs généraux

Initialement, cette étude de diagnostic avait un double objectif:

- en premier lieu d'établir un état des lieux complet et technique du patrimoine dans la zone d'intervention, incluant les 3^{ème} et 5^{ème} arrondissement (ensemble des composants du réseau et son mode de gestion), permettant secondairement une analyse des points faibles du réseau.
- en second lieu de proposer un outil de planification réaliste suivant des solutions ciblées, réalistes, qui pourront servir de plaidoyer auprès des bailleurs de fonds, tenant compte des priorités.

Le premier objectif, jugé trop optimiste, a été révisé, et revu à la baisse, ainsi, il a été décidé d'établir l'état des lieux complet uniquement d'une zone pilote de l'étude. Cependant, ceci ne nous a pas empêché de réaliser l'état des lieux du reste du patrimoine d'intervention, dans la mesure de notre possible.

A la suite de l'étude diagnostique, nous serions en mesure d'identifier tous les points de faiblesse du réseau dans tous ces aspects (dimensionnelle, vétusté, fuite...), concernée par la zone d'étude, d'identifier toutes les bornes fontaines et les branchements privés dans la cartographie du

réseau, dans la zone pilote uniquement. Tout ceci donnera à l'étude des données de bases en vue de la mise en place d'un plan d'action à moyen terme du renforcement et de l'extension du réseau actuel, au bénéfice de la JIRAMA.

1.3. Equipe de projet et moyens mis en œuvre

L'étude a été menée par l'ONG EAST, dont l'équipe comprend :

- une coordinatrice de projet (de profil Hydraulicien confirmé);
- un Ingénieur en hydraulique, chargé d'étude;
- un technicien SIG en charge de tous les documents cartographiques;
- un technicien en Hydraulique assistant du chef de projet ;
- deux enquêteurs.

Chaque membre de l'équipe de l'ONG EAST est intervenu à des moments précis du projet, ainsi la durée d'intervention de chaque membre dépendait des activités développées.

Des techniciens de la JIRAMA ont appuyé l'équipe du projet en temps partiel tout au long de l'étude. Ils ont été proposés en fonctions des besoins (SIG, BDD, Technicien terrain /prélèvement d'échantillon d'eau; entretien /maintenance ; laboratoire de compteur ; releveurs)

L'enveloppe budgétaire allouée pour cette étude s'élevait à 13 500 € (42 millions d'Ariary environ).

Finalement, l'étude a été menée sur une période de 12 mois, de février 2015 en janvier 2016, si celle-ci était prévue sur une durée de 9 mois.

2. Etat du patrimoine/ Pratique et Outils d'exploitation

2.1. Contexte

La ressource en eau utilisée par la JIRAMA pour alimenter la ville d'Antananarivo est la rivière IKOPA, avec un débit de pompage de près de 10 000 m³/h, en passant par le lac Mandroseza, après lequel elle subit les traitements nécessaires pour être potable. La station de production à Mandroseza date de 1958.

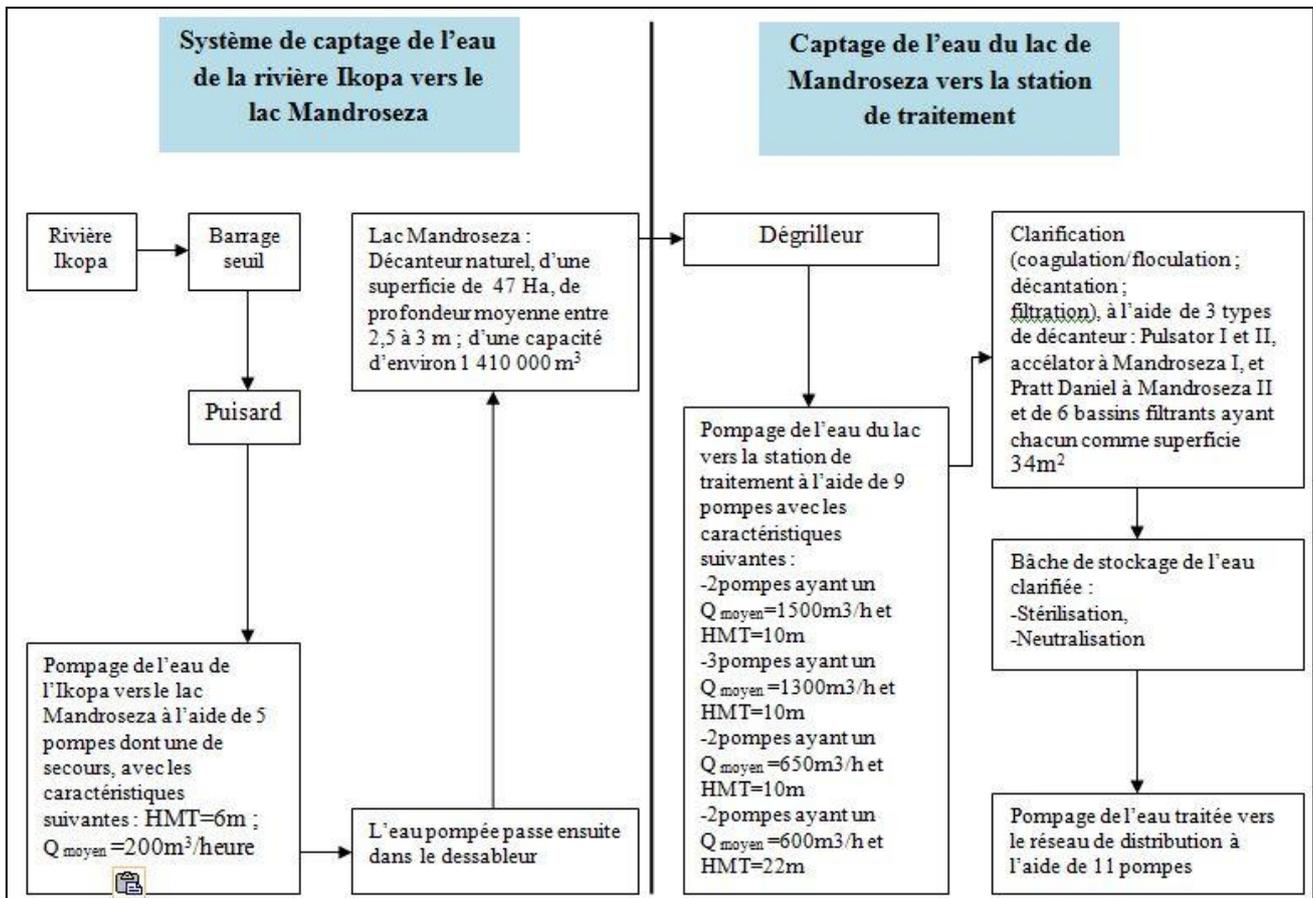


Illustration 2: Schéma global de la situation de production d'eau à Mandroseza

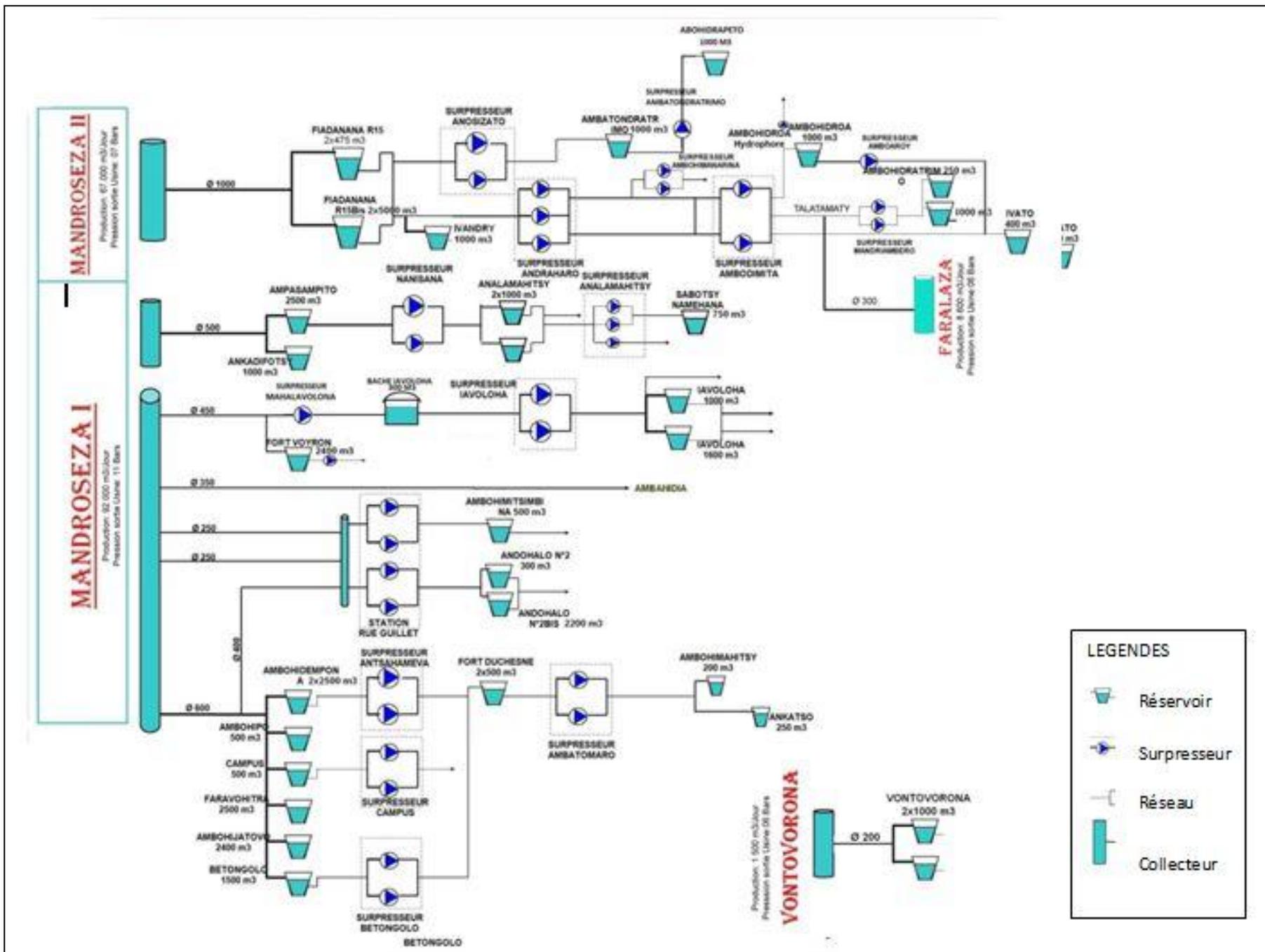


Illustration 3: Schéma synoptique du réseau de la JIRAMA à Antananarivo

D'après ce schéma, les principes de base de l'approvisionnement sont les mêmes, pour les 2 stations Mandroseza 1 et 2. Après traitement, l'eau est refoulée dans les réseaux de distribution à l'aide des pompes. Comme énoncé précédemment, dans le réseau de distribution d'eau de la JIRAMA à Antananarivo, le système adopté est celui d'un refoulement distributif, et les réservoirs fonctionnent en réservoirs d'équilibre. L'eau est cependant piquée en cours de route avant d'atteindre les réservoirs. De ce fait une grande majorité des réservoirs n'arrivent plus à se remplir correctement à ce jour.

Toujours d'après le schéma, pour transiter l'eau d'un réservoir à un autre, il y a besoin d'un surpresseur pour augmenter la pression.

2.2. Objectifs

Les objectifs de l'étude relative à l'état du patrimoine ont été :

- de connaître l'état du réseau qui va donner une base d'analyse des points faibles vis-à-vis de son fonctionnement.
- de connaître et comprendre le mode de gestion du réseau pour en tirer des conclusions en rapport avec la situation actuelle
- de servir de base à l'élaboration des solutions d'amélioration

2.3. Méthodologie

Avant tout, nous avons organisé une réunion de lancement, avec toute l'équipe de la JIRAMA, intervenant du projet, et l'équipe de EAST, au cours de laquelle nous avons incité la JIRAMA à faire des propositions de membres de l'équipe de projet.

Cette réunion avait pour buts de débattre sur le contenu du projet, de définir les orientations, et de présenter le planning prévisionnel global.

Les interventions ont été planifiées de la manière suivante :

- nous avons d'abord procédé à la délimitation de la zone d'étude dans laquelle a été choisie une zone pilote.
- ensuite, nous avons réalisé les collectes des informations techniques et des données sur le réseau, en même temps nous nous étions renseignés sur la manière dont la JIRAMA s'organise pour l'exploitation du réseau.
- enfin, nous nous sommes attelés à l'élaboration d'un tableau de synthèse.

2.3.1. Les équipes de la JIRAMA, intervenant de l'étude

Les principaux acteurs dans cette étude étaient :

- La DEXO avec ses deux départements : DGQO ; DRMO
- Les départements DPOA et DDOA rattachés à la DTA : ils se chargeaient respectivement de la gestion de la production / ouvrages, et du réseau de distribution (nouveau branchement, entretien/maintenance, SIG), au début du projet. A l'époque, la DTA s'occupait de 2 volets : eau et électricité. Au mois d'aout 2015, la DTA a fait l'objet d'une restructuration, en vue de l'optimisation des interventions et des résultats, qui l'a scindé en 2 directions : DTOA et DTEA.

En ce moment, 4 départements de la DTOA sont impliqués dans cette étude, il s'agit de : DGSP0, DGRO, DEDO et DDDO

- La DEO,
- Le NRW
- La DIRTANA

2.3.2. Délimitation de la zone d'étude/ choix d'une zone pilote

Les directions impliquées étaient DTA et DEXO. Le support de base est le SIG de la JIRAMA.

La zone d'étude devait être située dans le 3ème et 5ème arrondissement de la CUA, en même temps devait être délimitée suivant les secteurs hydrauliques de la JIRAMA, secteurs alimentés à partir des deux conduites $\Phi 500$ et $\Phi 600$ depuis la station de production de Mandroseza. (Cf. [Annexe A10 : SIG](#))

La zone pilote a été définie suivant :

- Le problème de manque d'eau fréquente
- La vétusté du réseau
- La représentativité de la zone pilote par rapport à la zone d'étude
- Les abonnés peu nombreux
- Les points d'entrée et sortie du secteur hydraulique peu nombreux, avec existence des débits entrants

2.3.3. Collecte des informations techniques et des données sur le réseau

Les informations techniques et les données sur le réseau ont été recueillies auprès des directions et des départements concernés dans diverses circonstances:

- lors de réunions,
- dans les supports fournis en appui,
- au moment des remplissages des outils élaborés par l'équipe du projet de EAST,
- pendant les visites sur terrain,

Les données théoriques collectées se rapportant à la zone pilote ont fait l'objet d'un rapprochement sur terrain.

Nous avons effectué des réunions avec:

- les équipes de la DTOA /DEXO, pour la collecte des données SIG ; pour la collecte des informations sur les conditions de pose des équipements, sur l'intervention lors des pannes et sinistres, sur les états des conduites et sur la station de production à Mandroseza.
- les équipes de la DEXO, pour la collecte des informations techniques sur les travaux et les études réalisées /en cours/en vue, sur le laboratoire de compteurs, sur le laboratoire de qualité eau
- les équipes de la DIRTANA, pour la collecte des informations techniques sur les TC et pour l'organisation de levés GPS des abonnés dans la zone pilote
- les équipes de la NRW, pour la collecte des informations sur la détection et l'intervention sur fuite, les campagnes FIB, les données FAFI. (Cf. [Annexe A14 : Données FAFI](#))
- les équipes de la DEO, pour la collecte des informations sur les projets réalisés, en cours et en vue

→ l'équipe de la DSI, assurant le support de la centralisation des données via les réseaux informatiques existants.

2.4. Résultats et analyses

2.4.1. Définition de la zone d'étude

Nous avons défini 14 secteurs hydrauliques pour la zone d'étude, qui sont :

1. Secteur Ambatomaro
2. Secteur Ampandrana Besarety
3. Secteur Soamanandrarinny
4. Secteur Masinandriana
5. Secteur Fort Duchesne
6. Secteur Faravohitra Andranobevava
7. Secteur Ankadindramamy Ambany
8. Secteur Ankadindramamy
9. Secteur Analamahitsy
10. Secteur Ampasampito
11. Secteur Ambohijatovo Besarety
12. Secteur Ambodivona
13. Secteur Ambanidia Besarety
14. Secteur Alarobia Soavimasandro

(Cf. Annexe A12 : Données SIG dans la zone d'étude y figurant les BF)

2.4.2. Choix de la zone pilote

La zone pilote choisie, parmi les six quartiers et zones hydrauliques proposées par la JIRAMA (figurés dans le tableau ci-après), répondant aux critères sus cités, a été celle d'Ambatomaro: (Cf. Annexe A11 : Données SIG dans la zone pilote y figurant les BF)

N° Doléance	Zone Hydraulique ou Quartier	Critère de choix	Description des problèmes	Superficie (Ha)	N° et nombre de tourné carnet	Nombre d'abonnés	densité % abonnés	Nombre des points d'entrée du réseau dans le secteur	Nombre des points de sorties du réseau dans le secteur	Proposée comme zone pilote
1	Ankadifotsy	conduite vetuste	manque d'eau dans la journée	1,21	(TC / N=3) 5503-5504-5505	117	96	1	5	
2	Analamahitsy-Cité	conduite vetuste	Manque de pression dans la journée	12,49	(TC / N= 7) 5601 à 5603 et 5605-5607- 5609-5610	54	4	1	1	
3	Andraisoro		Manque d'eau fréquent	23,84	(TC / N=1) 4709	40	2	2	2	
4	Ambohitrakely	conduite vétuste	faible pression parfois manque d'eau	2,90	(TC / N =1) 4629	58	20	2	3	
5	Mahatony-Soavimasandro	conduite vetuste	Manque d'eau fréquent	19,71	(TC / N=1) 5760	94	5	1	2	
6	Ambatomaro	conduite vetuste	Manque d'eau fréquent / faible pression	249,12	(TC / N= 3) 4723-4725-4729	359	1	3	0	X

Tableau 2: Proposition des zones par la JIRAMA et choix de la zone pilote

La carte ci-après montre la délimitation de ces 14 secteurs, et la zone pilote choisie.

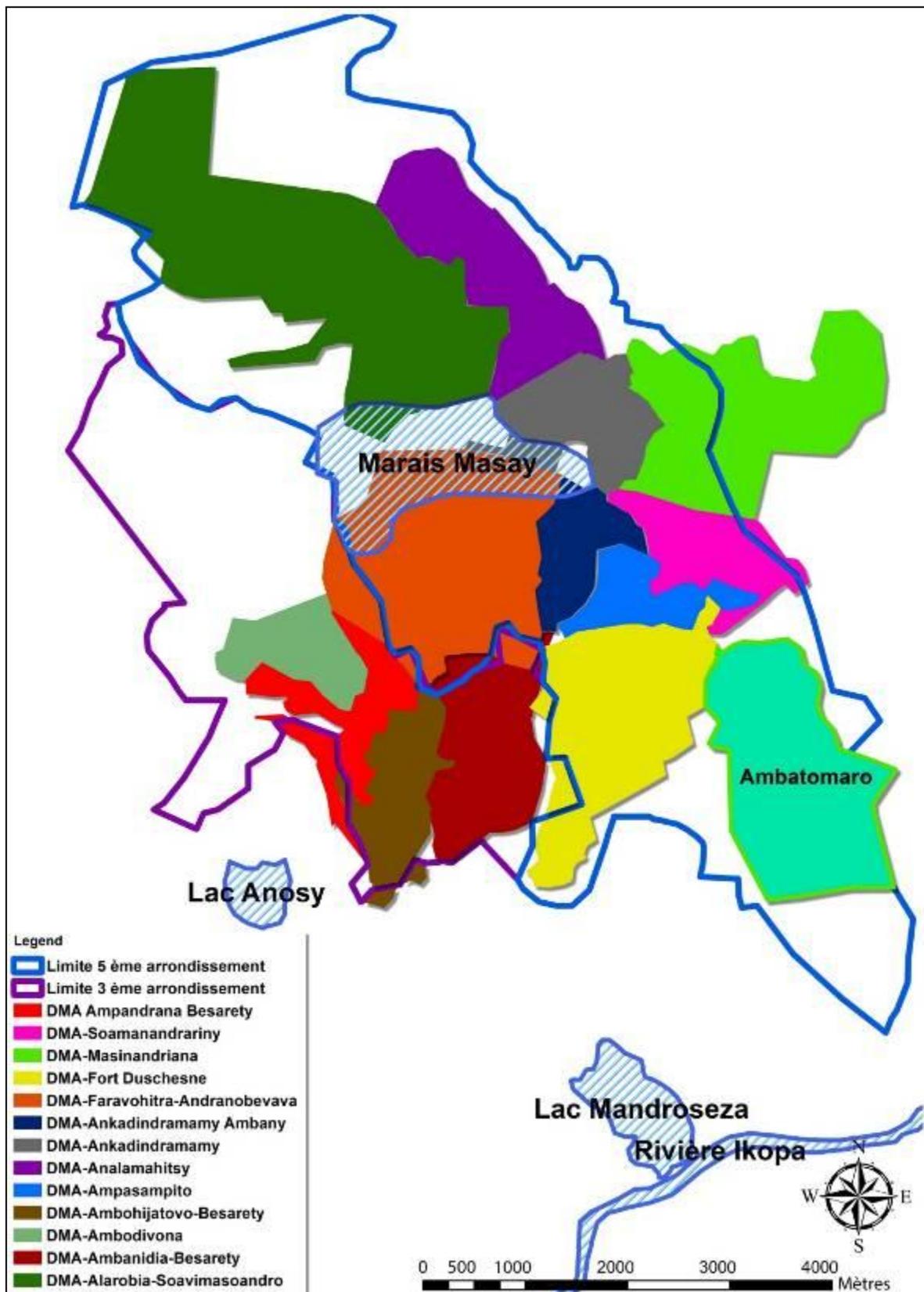


Illustration 4: Délimitation de la zone d'étude et zone pilote à AMBATOMARO

2.4.3. Données SIG

Les données SIG disponible auprès de la DTOA/DEXO nous ont permis de faire les recensements sectoriels des équipements du réseau concernant les 14 secteurs.

2.4.3.1. Les conduites de distribution d'eau de la JIRAMA

Nous avons ainsi recueilli : l'année de pose des conduites et équipements du réseau, la longueur des conduites et la nature des équipements. Ces données, par secteur, sont présentées en [Annexe A13 : Recensement sectoriel](#).

Nous avons retrouvé six types de conduites dans le réseau de la JIRAMA, réseau qui est départagé en trois catégories depuis la sortie d'usine jusqu'aux consommateurs :

- canalisation primaire, allant de la station de production rejoignant les réservoirs, il comporte des conduites en fonte grise, en fonte, en acier, de diamètres supérieurs à 250.
- canalisation secondaire, prenant source au niveau du réseau primaire, atteignant les points de branchements, il est composé de conduites en fonte grise, en fonte, en PVC, de diamètre variant de $\Phi 110$ à $\Phi 250$.
- canalisation tertiaire, comprenant les conduites en fonte en galva et en PVC, de diamètre entre $\Phi 63$ et $\Phi 110$, avec quelques particularités par l'existence des $\Phi 50$.

Les conduites en fontes sont âgées de 21 à 62 ans, si on se rapporte à la base de données actuelle, mise à jour. La durée de vie des conduites en fonte est de 50 ans, et celle en PVC est de 30 à 50 ans d'après les renseignements obtenus auprès de l'équipe de la JIRAMA, confirmé par SMTP une des sociétés fournisseurs des conduites en PVC éligibles par la JIRAMA.

Peu de problèmes ont été relevés en ce qui concerne ces conduites, depuis leur mise en place. Par contre, les conduites en galva sont en état de dégradation très avancée, dans leur presque totalité.

La longueur totale des conduites par secteur et selon leur type est présentée dans le tableau ci-après :

Secteur	Fonte	Fonte GS	PVC	Amiante ciment	Acier	Galva	Longueur totale /secteur
Ampandrana Besarety	9 076,1	225,7	3 243,8	553,9	299,5	3 891,4	17 290,4
Soamanandrarinny	3 971,1		6 015,2	724,9		724,9	11 436,1
Masinandriana	1 475,6		12 796,5	622,2		223,4	15 117,7
Fort Duchesne	12 864,7	389,8	9 259,9	1334,6		790,1	24 639,1
Faravohitra Andranobevava	12 930,5		9 402,3			4 623,4	26 956,2
Ankadindramamy Ambany	3 431,1		2 165,4			564,0	6 160,5
Ankadindramamy	6 273,0		6 774,6			971,2	14 018,8
Analamahitsy	5 461,1		6 608,7			1 648,4	13 718,2
Ampasampito	3 189,1		1 358,1			511,1	5 058,3
Ambohijatovo Besarety	10 269,0	1 118,7	5 588,8		251,3	6 251,0	23 478,8
Ambodivona	10 163,2		1 677,1			4 638,3	16 478,6
Ambanidia Besarety	15 045,5	211,8	2 751,5			5 710,5	23 719,3
Alarobia Soavimasoandro	3 446,2	219,2	9 804,0			4 737,1	33 618,4
Ambatomaro	3 446,2	1 603,0	4 254,5			68,4	9 372,2
TOTAL	116 454,3	3768,2	81700,5	3 235,6	550,8	35 353,4	241 062 ,5
	48.30%	1.56%	33.89%	1.34%	0.22%	14.66%	

Tableau 3: Tuyaux existants dans les 14 secteurs d'interventions avec leurs longueurs respectives en mètre linéaire

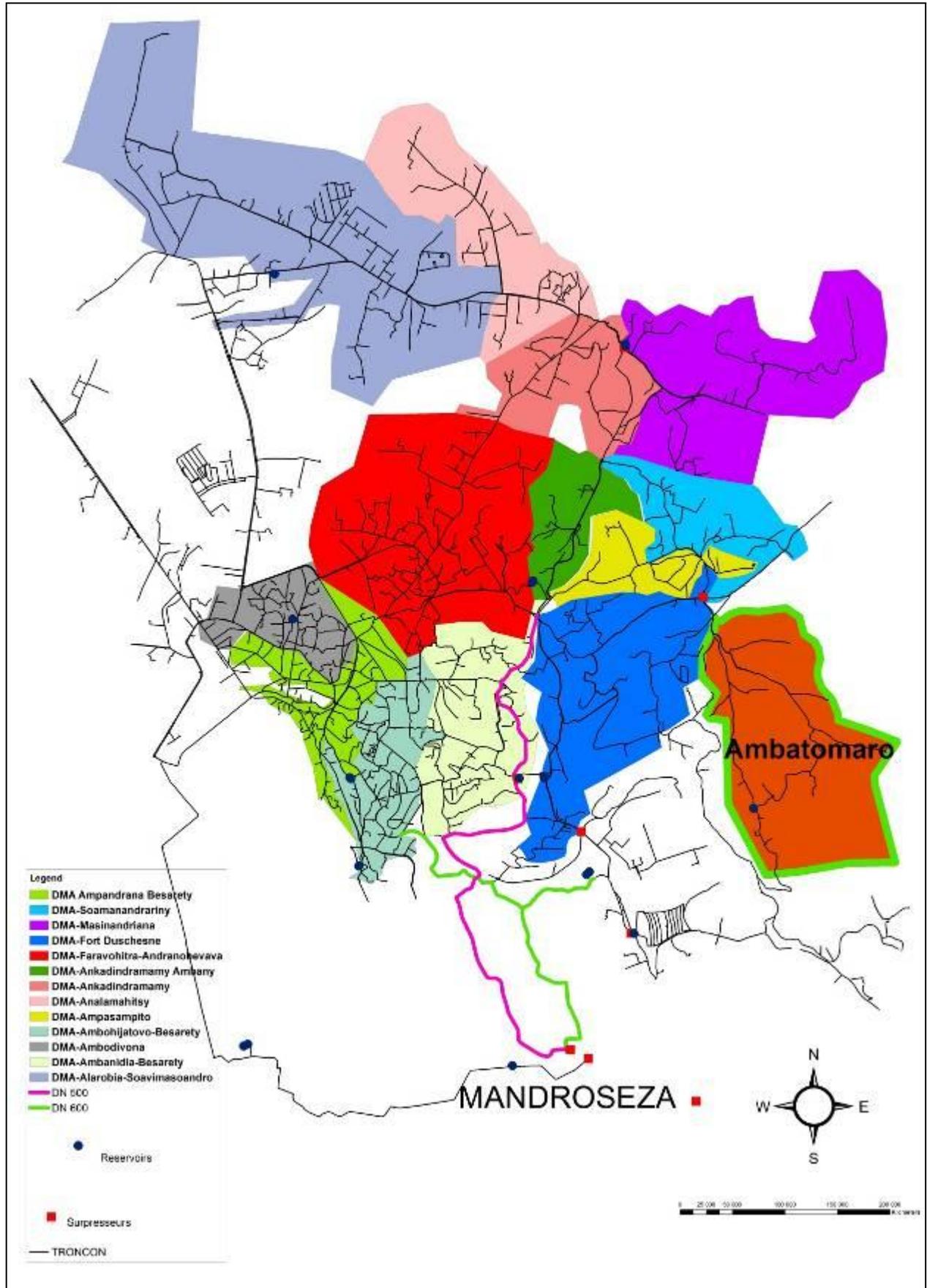


Illustration 5: Cartographie du réseau dans les 14 secteurs de la zone d'étude

D'après le tableau, la longueur des tuyaux en galva représentent 14,9% de la longueur totale de tous les types de tuyaux existant dans les 14 secteurs. Actuellement, ces tuyaux en galva sont en état de dégradation avancée, c'est pourquoi la JIRAMA a jugé prioritaire le projet de remplacement de ceux-ci par des tuyaux en PVC. Mais la JIRAMA ne disposant pas de moyens suffisants, seule une partie a été remplacée jusqu'à ce jour. Ces tuyaux font partis du réseau tertiaire (extension et branchement).

Nous avons rencontré beaucoup plus de tuyaux en Galva dans le secteur Ambohijatovo Besarety que dans les autres secteurs, la situation y est tout à fait à l'opposé de celle d'Ambatomaro. Ces données devraient alors être prises en compte dans l'élaboration du planning, afin de définir les secteurs prioritaires, quant aux interventions à effectuer à l'endroit du projet de remplacement de ces tuyaux en galva.

Dans le secteur à Ambatomaro, nous avons constaté des conduites apparentes, toutes en fonte, d'une longueur totale de l'ordre de 500ml, qui représentent à peu près les 5% de la totalité du réseau.

2.4.3.2. Les équipements et ouvrages du réseau

Relatif aux équipements recensés, citons : les vannes dans tous ses états ; les ventouses ; les purges.

Concernant les ouvrages, notons : les surpresseurs et les réservoirs.

Nous avons remarqué que les états des vannes, fermées ou ouvertes, ne sont pas bien précis dans le SIG, à défaut d'une mise à jour correcte des données, secondaire à des manipulations non programmées. Ces manipulations sont par ailleurs à l'origine d'une perte de l'étanchéité des vannes. Ajoutons que certaines vannes ne figurent pas dans le SIG alors que les agents de terrains de la JIRAMA confirment leurs existences lors des descentes de terrain réalisées ensembles avec l'équipe du projet. Enfin, certaines bouches à clé des vannes ont été enfouis, soit au décours des travaux de route, soit par des éboulis, qu'elles sont devenues invisibles sur terrain. Les vannes ont une durée de vie de 10 ans, d'après toujours les renseignements obtenus auprès de l'équipe de la JIRAMA.

A propos des surpresseurs, nous n'avons pas de données précises sur le SIG en matière de pression et débit d'aspiration nominales, ni en matière de pression et débit de refoulement nominales. Toutefois, des capteurs de mesures de pression existent au niveau de la station de production à Mandroseza, permettant la lecture momentanée des pressions au niveau de tous les surpresseurs.

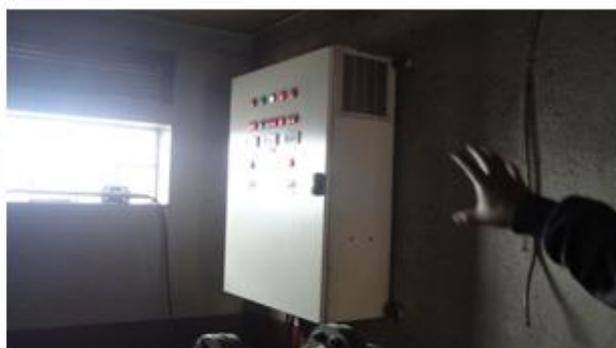
Rapportons en exemple le cas d'Ambatomaro où le surpresseur ne fonctionne plus selon les données caractéristiques d'origine, à la suite d'une succession de bricolage. Il en est de même pour la tête émettrice du compteur de débit. Il est quand même possible de connaître le débit mensuel.

D'autres problèmes des surpresseurs sont l'insuffisance de débit à aspirer et la coupure répétitive de l'électricité, qui pourraient provoquer l'arrêt du fonctionnement du surpresseur.

Les photos suivantes ont été prises lors de notre visite du surpresseur à Ambatomaro:



Le site comporte deux surpresseurs fonctionnant en alternance tous les mois : un en service et un en secours. Ceci a été changé depuis septembre 2015, car la JIRAMA a fait fonctionner les deux surpresseurs en parallèle en raison de la politique d'optimisation d'utilisation des équipements existants pour pouvoir améliorer la desserte en eau à Ambatomaro



Le site comporte une armoire équipée d'un système émetteur/récepteur, qui transmet les informations des pressions d'aspiration et de refoulement d'eau vers Mandroseza

Illustration 6: Surpresseurs à Ambatomaro

Nous tenons à préciser qu'après le changement de fonctionnement des surpresseurs à Ambatomaro, fonctionnant désormais en parallèle, après l'adoption de la politique d'optimisation des équipements existants, une amélioration significative au niveau de l'approvisionnement en eau de la zone d'Ambatomaro a été constatée, d'après les relevés de mesures des paramètres hydrauliques faites pendant quelques temps. Rappelons que ces surpresseurs ont fonctionné en alternance précédemment (un en service et l'autre en secours).

Toutefois, ceci ne suffit pas pour résoudre le problème majeur de manque d'eau dans cette zone, c'est pourquoi des études approfondies, telles que la modélisation, l'amélioration du réseau de distribution d'eau en amont du secteur Ambatomaro, ainsi que l'augmentation de production à Mandroseza, ont été menées afin de trouver des solutions d'amélioration optimales.

Dans les 3^{ème} et 5^{ème} arrondissements, zones d'étude, nous avons recensé onze surpresseurs sur six sites.

LOCALISATION	NOMBRE DE POMPES
AMBATOMARO	2
ANALAMAHSY	2
ANTSAHAMEVA	2
BETONGOLO	2
MANANDRIANA	1
NANISANA	2
TOTAL	11

Tableau 4: Liste des surpresseurs dans la zone d'étude

Quant aux réservoirs, les données figurées dans le SIG étaient les capacités, les côtes radiers et trop plein, les localisations. Nous n'avons retrouvé aucune donnée sur les hauteurs d'eau, les appoints et les taux de chlore, les turbidités, qui sont des paramètres importants à suivre de près, en particuliers dans les réservoirs.

Dans les 3^{ème} et 5^{ème} arrondissements, zones d'étude, nous avons recensé douze réservoirs sur huit sites.

LOCALISATION	NUMERO	CAPACITE (M ³)	RADIER (M)	TROP PLEIN (M)
AMPASAPITO	22	2500,00	1316,00	1322,00
AMPASAPITO	22 BIS	2500,00	1316,00	1316,00
ANALAMAHSY	12 BIS	1010,00	1326,00	1330,50
ANALAMAHSY	12	1010,00	1326,00	1330,50
ANKADIFOTSY	5	1000,00	1303,40	1311,30
ANKATSO	14	207,00	1368,00	1372,00
BETONGOLO	6	1500,00	1330,00	1334,72
FARAVOHITRA	8	2500,00	1340,00	1344,75
FARAVOHITRA	8 BIS	2500,00	1340,00	1344,75
FORT DUCHESNE	7	500,00	1371,00	1375,00
FORT DUCHESNE	7 BIS	500,00	1371,00	1375,00
IVANDRY	19	1000,00	1307,80	1313,60
TOTAL	16			

Tableau 5: Liste des réservoirs dans la zone d'étude

Nous avons pu constater les états des 2 réservoirs de Fort Duchesne, de capacité respective 500 et 1000 m³, lors d'une visite de terrain organisée avec le DPOA. Ces réservoirs ont été construits en 1977 (38ans), actuellement la dalle en béton armé de la partie supérieure est engazonnée, son périmètre est insalubre et non clôturé, sa trappe de visite est non verrouillée, son limnimètre est bloqué. Ce qui traduit le manque de rigueur des responsables de l'entretien de l'ouvrage, le lavage ne se faisant que tous les 3 mois environ (lavage Paroi, lavage fond, désinfection).

Normalement, la hauteur d'eau du réservoir est télé enregistrée à la station de Mandroseza



Illustration 7: Réservoirs de Fort Duchesne

Dans la zone pilote, nous avons également visité le réservoir Ankatso situé à Ambatomaro, d'une capacité de 207m³.



Illustration 8: Réservoir Ankatso

Nous avons constaté l'absence du capteur-émetteur d'hauteur d'eau, qui a en fait été déplacé par la JIRAMA, pour cause d'inutilité, car le réservoir est vide d'eau pendant de longues périodes. Ce réservoir de la zone pilote présente à décrire par ailleurs plusieurs autres anomalies :

- une fissure importante le long de la paroi,
- une absence de clôture de sécurité,
- une insalubrité du périmètre alentour,

2.4.4. Conditions de pose des équipements

Des normes ont été évoquées par la JIRAMA en ce qui concerne les conditions de pose des équipements. En effet, toutes les conduites doivent être posées sur une profondeur optimale de 1m, il en est de même pour tout autre équipement. Les conduites doivent être posées sur un lit de sable, et doivent être repérer par des grilles signalétiques. Le mode de pose se différencie selon la nature du sol où on doit placer les conduites. Les poses et remplacements des conduites nécessitent l'autorisation de la Commune et un avis de coupure de 48 heures.

Sur terrain toutefois, dans la zone pilote à Ambatomaro, ces normes ne semblaient pas respectées. Nous avons observé une longueur importante de tuyaux apparents en fonte pour diverses causes :

- les caractéristiques du terrain : terrain rocheux, ne permettant pas d'atteindre 1m de profondeur
- la proximité des carrières : la présence des conduites n'est pas bien mise en évidence, le travail des mineurs font apparaître les tuyaux enfouis, faute de signalisation.
- l'érosion, surtout dans les pistes.

La DTOA prévoit déjà dans leur plan d'action la mise en profondeur de ces tuyaux apparents. Cette apparence des conduites les rend vulnérables, puisqu'elles sont exposées aux fissures, aux fuites, aux déboitements lors de forte pression et à d'autres complications.

Nous avons eu l'occasion de voir sur terrain l'installation d'un robinet-vanne de $\Phi 200$ sur une conduite en PVC à Analamahitsy. Le lieu d'emplacement était sur une route bitumée à sol compact. Le robinet-vanne a été posé à 1m de profondeur, sur des buttages en moellon remblayé de terre issu du déblai. La remise en état de la chaussée et la pose de bouchon pour la bouche à clé n'ont pas été effectuées dans l'immédiat.



Illustration 9: Installation d'une vanne de sectionnement à Analamahitsy

Sur le terrain, nous avons remarqué que les équipes d'interventions n'étaient pas bien préparés pour les travaux à effectuer par rapport aux matériels nécessaires, Ont été ramenés :

- une scie à sol,
- une pioche,
- une pelle,
- des scies à métaux fragiles, se cassant à la moindre utilisation, d'où une découpe irrégulière du tronçon de tuyau,
- une carcasse de seaux d'eau en plastique,
- une barre à mine,
- une clef plate,
- des cônes de signalisation de travaux.

Après la réalisation de ces travaux, l'équipe du projet a procédé à la mise à jour des données SIG, par la localisation à travers le levé GPS de l'emplacement du robinet.

Nous avons eu une autre occasion de voir sur terrain l'installation des 3 appareils de mesure de débit et pression à l'entrée du secteur hydraulique d'Ambatomaro, sur des routes bitumées à sol compact, nous avons pu confirmer le respect des normes de profondeur des conduites égale à 1 m.



Illustration 10: Installation des 3 débitmètres

2.4.5. Interventions sur pannes et sinistres

La gestion des pannes et sinistres est l'une des responsabilités du DEDO au sein de la DTOA. Il existe trois services exploitation réseau au sein du DEDO, s'occupant de 3 zones, qui regroupe chacune de deux agences. Chaque service comprend : un Equipe dépannage, un Equipe entretien programmé, un Equipe de traitement et de coordination technique, un Equipe des interventions de proximité posté dans chaque agence.

Souvent, c'est le public qui repère les fuites d'eau et en informe le département concerné. Une fois le service mis au courant des pannes, il informe les responsables dépannage qui à leur tour mobilisent les chefs d'équipe de dépannage. De la même manière, les responsables des interventions de proximité peuvent effectuer des interventions d'urgences. Dans le nouvel organigramme, 6 équipes sont prévus pour faire face aux urgences. Dans tous les cas, nous avons remarqué qu'après la prise de connaissance des informations sur les pannes, les interventions de dépannages tardent à arriver sur le terrain, il faut compter un minimum de 2 jours pour résoudre les problèmes, tenant compte des embouteillages , des distances à parcourir, et de l'endroit de la récupération des accessoires nécessaires pour le dépannage une fois le problème identifié (longue procédure , indisponibilité dans les stocks,....)

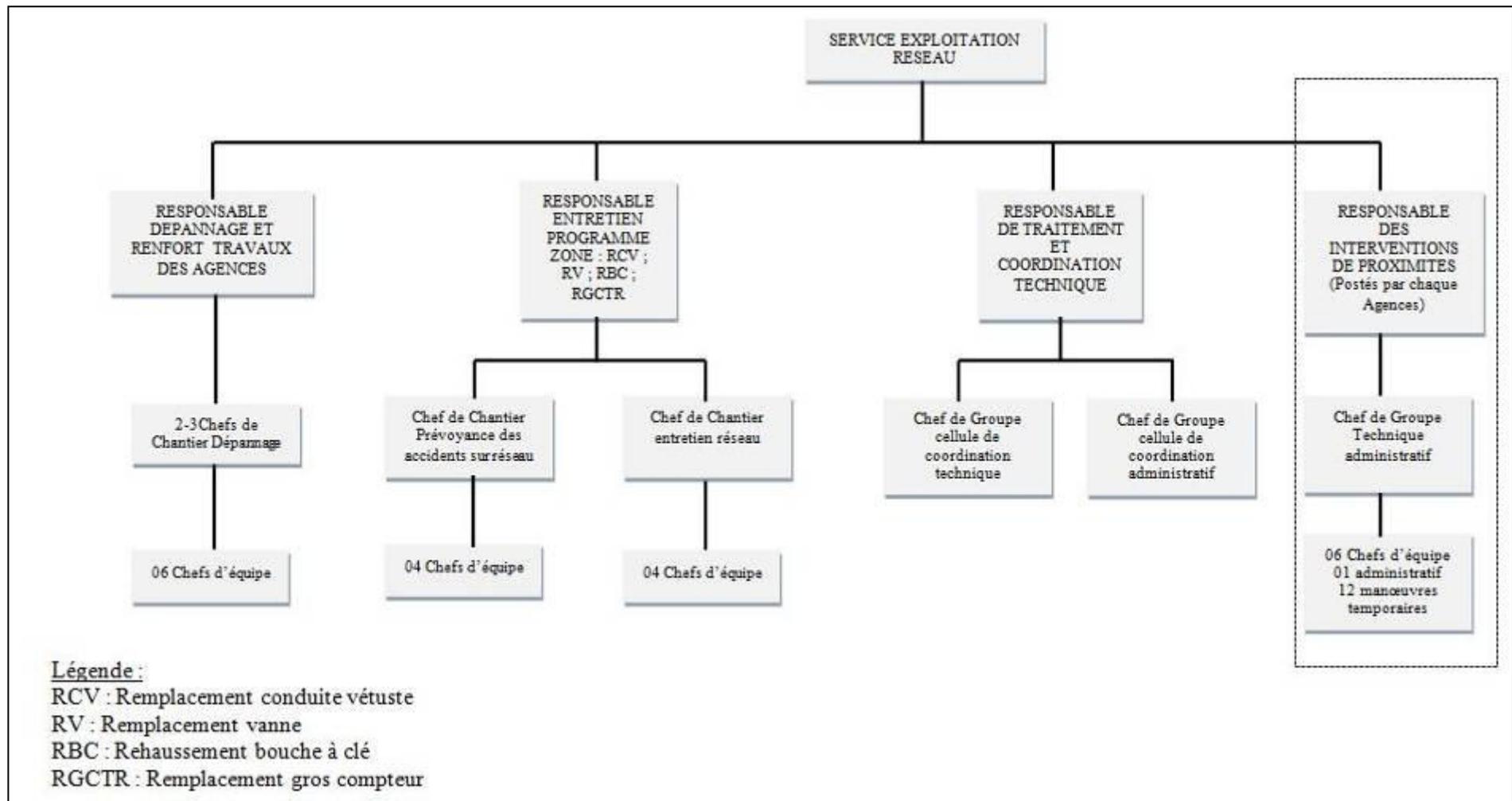


Illustration 11: Organigramme du service exploitation Eau de la DEDO au sein de la DTOA

2.4.6. Etats des conduites

A ce propos, nous pouvons dire que les tuyaux en galva ne fonctionnent plus selon leur section nominale, à cause des dépôts. Nous avons remarqué que le taux de rugosité de ces tuyaux est très important, à l'origine d'une réduction de la pression de l'eau.

Ci-après des photos illustrant l'état de dégradation d'un tronçon de tuyau en galva $\Phi 63$ déposé lors des travaux de dépannage dans le quartier d'Ambavahadimitafo.



Illustration 12: Etat d'un tronçon de tuyau en galva 63 déposé du réseau vers Ambavahadimitafo

Notons que ces conduites en galva sont âgées de 26 à 52 ans. Un remplacement de ces conduites en galva en conduites en PVC a déjà été entrepris par la JIRAMA, en partie, au cours des dernières années.

Ces photos nous montrent la dégradation de l'état de la conduite au fil du temps, pouvant mettre en doute la qualité de l'eau transitée. Cette dégradation des conduites constitue l'une des causes d'insuffisance d'eau, voire de manque d'eau dans plusieurs quartiers d'Antananarivo actuellement. En effet, lorsque la rugosité d'une canalisation augmente, les frottements sont plus nombreux, la perte de charge augmente, par conséquent, il y a résistance à l'écoulement. L'analyse de l'échantillon de conduite montré par ces photos nous permet de comprendre le comportement de l'écoulement de l'eau, en faisant le calcul de divers paramètres hydraulique, en particulier le coefficient de rugosité qui tient une place non négligeable, et qui devrait être considérée à l'étude de la modélisation.

Afin d'estimer la valeur de ce coefficient de rugosité, nous avons utilisé la formule de l'épaisseur moyenne de la rugosité, mais rappelons que l'obtention de valeur exacte de la rugosité est assez difficile.

En effet, le facteur essentiel de la rugosité dépend :

- de la hauteur moyenne des aspérités,
- des variations de hauteurs par rapport à la hauteur moyenne,
- de la forme et de la répartition des aspérités
- l'écart-type σ sur les hauteurs d'aspérité.

D'après cette méthode de calcul la rugosité R équivaut à la moyenne des distances saillies-craux de la surface, pouvant être dues aux arrachements, fentes, stries, rouille, calcaire, usinage... . Nous avons procédé par la voie expérimentale pour l'estimation de la valeur de la rugosité :

- en premier lieu, nous avons effectué le calcul du volume extérieur du tronçon de tuyau,
- en second lieu, nous avons mesuré le volume d'eau introduit dans le tuyau,
- à la fin : nous avons calculé la différence entre les volumes, à partir de laquelle nous avons déduit l'épaisseur moyenne du dépôt, que nous avons considéré comme l'équivalent de la valeur de rugosité. Nous avons alors trouvé une valeur moyenne égale à 7,3mm.

La valeur de référence pour les conduites neuves en galva du commerce est $R = 0.15 \text{ mm}$.

Il existe actuellement dans les commerces des appareils de mesure de rugosité appelé « rugosimètre », qui pourraient donner des valeurs plus précises de la rugosité. Voir sur http://www.mesurez.com/mesure-rugosite-principe-application_solution.html pour tout ce qui concerne le principe, l'utilisation et l'idée de coût de la rugosimètre.

Par contre, les conduites en fonte ne sont pas vraiment exposées aux entartrages. Il en est de même pour les tuyaux en PVC, plus récents, cependant ils ne résistent pas à des surcharges, causes des fissures. Nous aimerions rapporter un cas qui s'est produit à Ambatomaro : le tuyau PVC $\Phi 63$ s'est brisé lors d'un passage d'un camion, que nous montrons à partir de la photo ci-après :



Légende : Contour jaune : jet d'eau de la fuite
Contour blanc : tuyau PVC 63 apparent au milieu d'une route

Illustration 13: Fuite observée sur un tuyau PVC 63 peu profond à Ambatomaro, due à une cassure, lors de passage d'un camion

Les dépôts dans les tuyaux ont pour conséquences une anomalie dans la turbidité de l'eau d'une part, très marquée à l'ouverture des robinets (constatation faite au moment des prélèvements d'échantillon d'eau à analyser à Ambatomaro, confirmé par d'autres abonnés lors des enquêtes qui ont été menées dans cette zone) et une dégradation des compteurs d'autre part.

2.4.7. Station de production de Mandroseza

2.4.7.1. Capacité de production

Actuellement, il existe 3 stations de production d'eau de la JIRAMA à Antananarivo:

Une station à Mandroseza, une autre à Vontovorona installée en 1985/1987, et une dernière à Faralaza installée en 2009.

Depuis 2015, une vérification périodique du débit se fait tous les 3 mois à la sortie de la station de Mandroseza.

Pendant une semaine en avril 2015, des mesures ponctuelles ont été faites à la station de Mandroseza, composé par Mandroseza I et Mandroseza II, et ont permis d'obtenir des valeurs de production comprises entre 162000 et 163000m³/jour, d'après les renseignements reçus auprès du DRMO. Théoriquement, Mandroseza I, a une capacité de production d'eau d'environ 92 000m³/j et Mandroseza II assure une production d'eau allant à 67 000 m³/j, correspondant à la première phase de l'extension.

Pour la station de Vontovorona, la production d'eau potable est estimée à 1500m³/j

La station de Faralaza quant à elle peut produire jusqu'à 8600m³/j d'eau potable

Ces trois stations peuvent assurer quotidiennement une production d'eau potable estimée à 169 000 m³/j.

En se servant de ces données comme base, le rendement calculé est de 57%, alors que le rendement estimé auparavant était de 50% (en tenant compte des absences de données pour certains compteurs).

En juillet 2015, la JIRAMA a installé des débitmètres à insertion en permanence à la sortie de la station de Mandroseza1, remplaçant ceux tombés en panne depuis 2010. Pour, Mandroseza 2, tous les débitmètres sont fonctionnels.



Illustration 14: Débitmètres à insertion installés à la sortie de production de Mandroseza I

Dans la vision de déconcentration de l’approvisionnement en eau à Antananarivo, la JIRAMA vient de mettre en place une station de production autonome à Sabotsy Namehana. Cette station produit un débit de 100 m³/h (ressource : rivière Imamba), qui va desservir 1600 abonnés, sur une perspective de deux ans, et semble être fonctionnelle depuis le mois d’Août 2015. Cette action va permettre à la JIRAMA de récupérer l’eau du réservoir à Analamahitsy.

2.4.7.2. Principe de traitement d’eau

Dans la station de production, l’eau subit divers traitements avant de cheminer à travers les différents réseaux, Pour Mandroseza 1 et 2, les différentes phases de traitement sont expliquées dans les deux schémas ci-après :

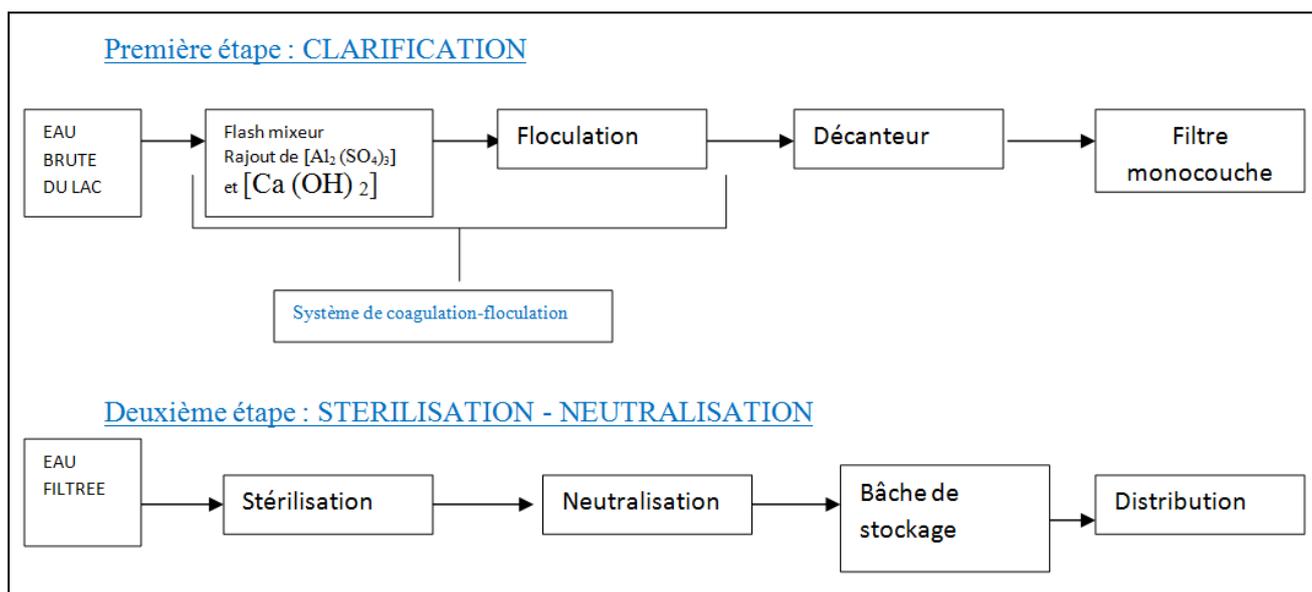


Illustration 16: Schéma global du processus de traitement d'eau à Mandroseza I

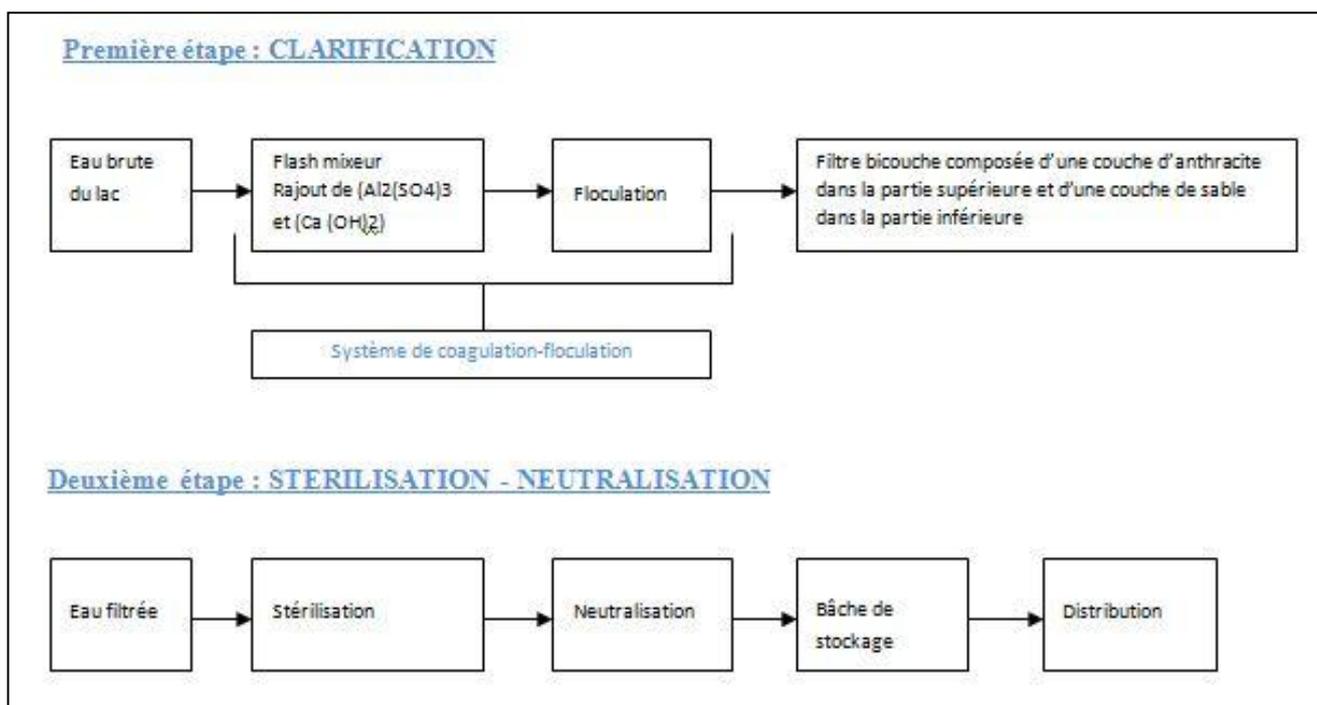


Illustration 15: Schéma global du processus de traitement d'eau à Mandroseza II

Les photos suivantes montrent les divers ouvrages que nous pouvons rencontrer à la station de production d'eau potable à Mandroseza



Puisard au niveau de captage de l'eau de l'Ikopa



Canal « dessableur » qui conduit l'eau de l'Ikopa vers le lac Mandroseza



Lac Mandroseza



Bassin filtrant Mandroseza I



Décanteur « accelator » Mandroseza I



« Filtre bicouche » Mandroseza II

Illustration 17: Photos des ouvrages de traitement d'eau à Mandroseza

L'eau subit des traitements physico-chimiques ou phase de clarification, puis un traitement bactériologique ou phase de stérilisation et enfin la phase de neutralisation.

Les traitements physiques concernent l'élimination des particules visibles. La station prévoit :

- un dessableur au droit de la rivière d'Ikopa, dont le curage se fait systématiquement tous les 15 jours

- un décanteur naturel qui est le lac Mandroseza lui-même, le curage se fait par système de dragage

- un dégrilleur

Les traitements chimiques suivent 5 étapes :

Etape 1 : Rajout de sulfate d'alumine $[Al_2(SO_4)_3]$ et de chaux $[Ca(OH)_2]$ dans le flash mixeur.

La dose utilisée n'est pas fixe mais varie selon la saison. En général elle est de 6 à 7 [mg/l] en saison sèche, et peut atteindre 29 [mg/l] en saison de pluie. L'appareil que la JIRAMA utilise pour doser ces adjuvants est le JAR-TEST.

Etape 2 : Coagulation et floculation

-Le sulfate d'alumine $[Al_2(SO_4)_3]$:

L'utilisation de ce réactif permet l'obtention des floes. Le temps de contact dans le système de coagulation-floculation est de 1h15' à 1h30'.

-Chaux amont $[Ca(OH)_2]$: il sert à corriger le pH initial de l'eau à traiter, pour avoir un pH admissible et pour avoir une meilleure floculation. La dose de chaux amont est toujours fixée à 1/5 de la dose d'alumine utilisée.

Le pH nécessaire varie de 7,2 à 7,4 alors qu'en général, le pH de l'eau de lac varie de 6,6 à 6,7.

Etape 3 : Décantation et filtration

Les décanteurs PULSATOR, ACCELATOR assurent la phase de décantation à Mandroseza I. Cette station comporte 6 bassins filtrants, de 34 m² de surface chacun, avec une profondeur moyenne comprise entre 1,50 à 2m.

A la suite de la phase de décantation, la filtration vise à éliminer les floes non décantables pour le cas de Mandroseza I. Le filtre est constitué de sable, de 80 cm d'épaisseur avec une granulométrie variant de 0,8 à 2 mm, et de buselure (sorte de tamis), ces derniers sont disposés de la façon suivante : le sable fin est déposé au-dessus, suivi du sable grossier, et tout au fond se trouve le buselure.

Pour la station de Mandroseza II, qui utilise le décanteur PRATT DANIEL, l'unité de traitement de l'eau est différente de celle de Mandroseza I par la décantation sur filtre, n'utilisant pas un décanteur isolé. Le type de filtre utilisé dans ce cas est un filtre bicouche, contrairement à celle de Mandroseza I (filtre monocouche). Le bassin filtrant de la station Mandroseza II est étendue de 67,3m², et mesure 2,2m de hauteur.

Les principes globaux des fonctionnements de ces trois types de décanteurs utilisés à la station de Mandroseza peuvent être observés en annexe

Le filtre subit un décolmatage une ou 2 fois par jour, dans le but d'assurer son bon fonctionnement, et le sable du filtre est changé en moyenne une fois par an.

La JIRAMA procède à des lavages périodiques des filtres, qui vont prévenir leur colmatage par le biais de deux étapes : le soufflage et le rinçage.

Etape 4 : Stérilisation

Le but de la stérilisation est d'éliminer tous les micro-organismes pathogènes dans l'eau, pouvant causer des problèmes de santé chez les consommateurs. D'une autre manière, elle permet de maintenir un taux de chlore suffisant dans l'eau depuis la station jusqu'aux consommateurs, en cas d'éventuelle contamination.

La stérilisation se fait par addition d'hypochlorite de calcium dosé jusqu'à 2,5 mg/l de chlore. Selon la norme de l'OMS, le taux de chlore résiduel à la sortie de l'usine devrait être égal à 1 mg/l et à la sortie du robinet, il devrait être compris entre 0,5 et 0,6 mg/l. En cas d'épidémie cependant, il faut que le taux de chlore résiduel arrivant à la borne fontaine atteigne 1 mg/l.

Selon la norme Malagasy, la valeur de référence de la conformité de chlore résiduel est entre 0,3 à 2mg/l. Parmi les 12 échantillons prélevés dans la zone pilote à Ambatomaro, analysés par l'Institut Pasteur de Madagascar, en comparaison avec la fourchette de valeurs de l'OMS, nous avons trouvé : (N=3) conforme, entre 0.5 et 0.6mg/l ; (N=8) inférieur à 0.5mg/l et (N=1) supérieur à 0.6mg/l, non conforme.

La conformité est différente si on applique la norme Malagasy : (N=11) conforme, compris entre 0.3 et 2mg/l, et (N=1) inférieur à 0.3mg/l non conforme.

Etape 5 : Neutralisation

La neutralisation de l'eau a pour objectif d'obtenir un pH basique compris entre 7,4 et 8,5, car l'eau stérilisée est encore agressif, pour ne pas dire acide.

Le réactif utilisé pour cette étape de neutralisation est « le chaux amont saturé » dont la concentration est de 3 mg/l. Mais si le pH est faible après stérilisation, la dose d'eau de chaux saturée peut atteindre 4,8 mg/l.

Remarque :

La station de Mandroseza II est pourvu d'un bâtiment d'électro chloration qui à ce jour n'est plus fonctionnel, puisque les matériels d'entretien pour le bon fonctionnement des machines ne sont plus disponibles sur le marché, empêchant l'utilisation optimale de ce bâtiment. La raison d'existence de ce bâtiment aurait dû être la production d'hypochlorite locale à partir de la distillation de sel, afin de réduire le coût de l'exploitation. Actuellement, la JIRAMA continue de s'approvisionner en hypochlorite en procédant à des achats.

2.4.7.3. Principe de distribution d'eau potable à partir de la station de Mandroseza

Les deux stations de traitement : Mandroseza I et Mandroseza II vont alors assurer l'alimentation en eau d'Antananarivo suivant 3 étages :

→ *Etage haut, (cote moyenne : 1335m), alimenté par Mandroseza I, prévoyant 6 pompes de refoulement.*

Ces pompes ont une HMT égale à 125 m de colonne d'eau.

Les caractéristiques des 6 pompes sont les suivants :

- 1) Pompe de type 4 qui assure un débit de 125 [m³/h]
- 2) Pompe de type 6 qui assure un débit de 500 [m³/h]
- 3) Pompe de type 6 bis qui assure un débit de 500 [m³/h]

4) Pompe de type 6 ter qui assure un débit de 500 [m³/h]

5) Pompe de type 7 qui assure un débit de 800 [m³/h]

6) Pompe de type 8 qui assure un débit de 1000 [m³/h]

→ *Etage moyen, (cote moyenne : 1275 m) ; alimenté par Mandroseza I, prévoyant deux pompes de refoulement.*

Ces pompes ont une HMT égale à 80 à 100 m de colonne d'eau.

Chacune a un débit de 450 [m³/h]

→ *Etage bas, (cote moyenne : 1250 m), alimenté par Mandroseza II, prévoyant 3 pompes de refoulement.*

Ces pompes ont une HMT égale à 67 m de colonne d'eau, dont chacune a un débit de 1150 [m³/h].

L'eau passe dans la conduite collectrice avant de rejoindre le réseau de distribution.

Le réseau de la JIRAMA est de type maillé, et constitue des boucles. Dans ce réseau, le sens de l'écoulement d'eau varie fréquemment, en fonction de la demande de certaines conduites. Les avantages de ces pratiques sont : la réduction de nombre d'abonnés non desservis en cas de panne ou de réparation puisque l'eau peut atteindre un même point par plusieurs chemins ; une vitesse d'écoulement de l'eau toujours positive, ce qui offre l'avantage de maintenir la bonne qualité de l'eau distribuée. Cependant, il nécessite de fréquente manipulation de vannes ou d'autres équipements du réseau, qui peut occasionner d'une part des ingérences et d'autre part l'usure très rapide des équipements.

2.4.8. Travaux et études réalisés, en cours et en vue

La DEO, qui s'occupe des études et des travaux afférents au secteur eau de la JIRAMA, possède un organisme de recherche pour les études relatives aux projets de la JIRAMA, dont la préoccupation actuelle est d'assurer les besoins des abonnés jusqu'en 2030, bien que les travaux de la DEO soient à ce jour concentrés dans la zone Est de Tana.

Nous allons relater successivement, dans les paragraphes suivants, les différents travaux et études réalisés, en cours, et en vue.

2.4.8.1. Travaux et études réalisés

Concernant les travaux réalisés, citons :

1) Le dédoublement de la conduite DN600 en fonte, de longueur 1,40km à partir de Mandroseza I jusqu'à Andohan'i Mandroseza. Les objectifs étaient :

- De remplacer l'ancienne conduite DN600, en acier, faisant partie des conduites vétustes cadré dans le projet « remplacement des conduites vétustes ». D'autres raisons techniques ont par ailleurs poussé la JIRAMA à encourager les bailleurs pour la réalisation de ce projet, en effet, une partie de cette conduite traverse une zone inondable, très exposée à l'oxydation, et quasiment inaccessible en temps de pluie, rendant impossible les éventuelles réparations pendant cette période, telle que la réalisation de soudure etc. Et dans le souci d'une coupure d'eau dans plusieurs secteurs, provoquée par la nécessité d'intervention sur la conduite, la JIRAMA a décidé de procéder à un dédoublement.

- D'améliorer l'alimentation d'eau vers la zone Est sans prétendre d'une production supplémentaire à travers la nouvelle DN600. Sachant que pendant la période de pointe, la vitesse de

l'eau peut atteindre 2,5[m/s], ce qui est excessif, et de plus accélère la corrosion interne de la conduite. La raison du dédoublement est donc de stabiliser la vitesse et la pression de l'eau dans l'ancienne conduite. Ce projet a pour but de rendre plus souple l'exploitation de telle sorte que la nouvelle conduite DN600 puisse servir à équilibrer la pression à l'entrée de l'ancienne DN600. Notons qu'à la sortie du collecteur DN800, la valeur de la pression maximale admissible est de 11 bars, pour deux raisons : maintenir son état, éviter les goulots d'étranglement dans les conduites. Ainsi, lorsque cette pression est atteinte, il est nécessaire de procéder à l'ouverture de la vanne au niveau de la nouvelle conduite DN600. Généralement, cette action doit se faire la nuit, et presque chaque nuit.

La première phase des travaux a commencé en 2009, la deuxième phase a été réalisée en 2014, suivie de sa mise en exploitation. La JIRAMA à travers la DEO se chargeait des études et travaux, et le financement provenait de l'AFD avec un budget de 2.500.000,00 Euros.

Remarque : Au cours de l'exécution des travaux, la JIRAMA a rencontré quelques difficultés au niveau du tracé, ce qui l'a obligé à faire un changement de tracé (passage dans une zone marécageuse, passage sur des terrains privés). De plus, si au départ la nouvelle conduite devait être posée en remplaçant l'ancienne, ce projet a été abandonné en raison de l'arrêt de l'alimentation d'eau engendré, ainsi un autre tracé a dû être choisi.

2) Le remplacement des conduites vétustes réalisé pour quelques zones (Itaosy ; Ambohimandra ; Tongarivo / Tanjombato; Ifarihy) et a concerné les tuyaux en galva de diam 40, 60 dans le réseau tertiaire.

3) La mise en place de la station de production autonome de Sabotsy Namehana avec un débit de refoulement de 100 m³/h (ressource : rivière Imamba), avec un coût s'élevant à 646 000 \$, financé par UKAid du gouvernement Anglais, et projet coordonné par WSUP. Ce projet, ayant eu une perspective de deux ans, a été mise en exploitation en septembre 2015. 1600 abonnés, habitants de Sabotsy Namehana, ont bénéficié de ce projet. Un autre avantage est la récupération de l'eau du réservoir à Analamahitsy.

4) La JIRAMA a procédé à la normalisation du réseau, pour faciliter les interventions nécessaires en vue d'une meilleure exploitation, citons l'exemple des travaux d'installation d'un Robinet vanne de sectionnement à Analamahitsy ont été réalisés le 17 Avril 2015. L'existence de cette vanne facilite les interventions d'entretien et de maintenance du réseau.

5) Optimisation de fonctionnement des deux surpresseurs existants à Ambatomaro (en faisant fonctionner en parallèle les deux surpresseurs si avant ils fonctionnaient en alternance), en vue d'améliorer l'alimentation en eau du réservoir d'Ankatso .L'objectif ayant été de renforcer la pression et le débit d'eau dans la zone d'Ambatomaro de la façon suivante : le 1er surpresseur assure l'alimentation directe vers le secteur d'Ambatomaro, et le 2ème va vers le réservoir d'Ambohimahitsy.

Concernant les études, ont été réalisées :

1) L'étude sur la Numérisation du réseau sur SIG

Dont l'objectif consiste à moderniser la gestion de l'exploitation, en vue d'une amélioration. Il existe sur les données SIG : le tracé et les caractéristiques des conduites (primaire, secondaire, tertiaire) ; les équipements et ouvrages existants au niveau du réseau (vannes, réservoirs, surpresseurs) ; les données commerciales : tourné carnet (regroupement et, nombre des abonnés) ; les délimitations hydrauliques. A partir de ces données, une initiative à la modélisation sommaire a été entreprise par l'équipe de la JIRAMA.

Le "Département gestion réseau eau d'Antananarivo (DGRO) se charge du rattrapage des mises à jour des données sur SIG, avec une organisation effective. La mise à jour des données fait partie de leur tâche quotidienne.

2) L'étude de la sectorisation du réseau

L'étude de la sectorisation du réseau en "25 secteurs" a été réalisée pour le centre-ville, dont 14 secteurs concernent la zone d'étude.

L'objectif était de réduire l'étendue du réseau, en définissant des secteurs hydrauliques, en vue d'améliorer l'exploitation, la gestion, et les diverses interventions d'entretien et de maintenance.

3) Montage des données FAFI (Fandraisana Fitarainana).

En 2011, le système informatique FAFI (Fandraisana Fitarainana) s'occupait de la gestion des fuites, toutes les informations étaient centralisées à la DSI de la JIRAMA. Il s'agit de l'enregistrement des réclamations, des interventions et des rapports. Ces données sont presque à jour, de +/- 3 jours, du fait que les équipes de dépannages ont accès au saisi dans ce site.

4) Projet d'installation de nouvelle conduite feeder, depuis Mandroseza vers le réservoir d'Ambohidempona.

Un projet d'installation d'une nouvelle conduite Feeder DN400 depuis Mandroseza vers le réservoir d'Ambohidempona est en vue, et est en phase d'APD actuellement, en attente de financement. Selon la DEO, cette nouvelle conduite alimentera le réservoir d'Ambohidempona par refoulement direct depuis Mandroseza. La conduite de remplissage sera donc Feeder. L'objectif étant l'amélioration de desserte dans la zone Est comme Ambatomaro, Ambohidempona,...

5) Seconde phase de l'extension de la station de production de Mandroseza II.

Un projet d'extension de la station Mandroseza, dénommé Mandroseza 2 a été élaboré pour augmenter la production d'eau jusqu'à 120 000m³/j, prévoyant son horizon en 2020. La première phase de cette extension a été réalisée en 1993 et devait satisfaire les besoins de la population d'Antananarivo jusqu'en 2000. Elle a assuré une augmentation jusqu'à 67 000m³/j.

La mise en œuvre du projet relatif à la deuxième phase de Mandroseza 2, d'une capacité totale de 60 000m³/j, est encore à la recherche de bailleur de fonds, La JIRAMA a utilisé ses propres fonds pour commencer les travaux de génie civil relatifs au filtre, d'une surface de 68m² qui arrive à augmenter jusqu'à 900m³/h, soit 21 600 m³/j, la production. (Cf. Annexe A16)

6) Projet de renforcement et déconcentration du système de production et de distribution d'eau potable de la ville d'Antananarivo et de ses périphéries.

Outre le projet d'extension susmentionné, la JIRAMA n'a cessé de rechercher des projets d'amélioration, devant la limitation de la ressource en eau disponible à Ikopa, et la difficulté d'exploitation d'un réseau trop étendu. Un projet de renforcement et de déconcentration du système de production et de distribution d'eau potable de la ville d'Antananarivo et de ses périphéries a vu le jour en 2008. Il consiste à renforcer la production d'eau par la création de deux nouvelles stations de

production d'eau potable à Alasora et à Ambohitrimanjaka, mais à cause du problème de suspension du financement en 2010 due à la crise à Madagascar, la reprise du financement sera envisagée courant de l'année 2016. A noter qu'une étude préliminaire a été déjà effectuée par la BET BCEOM en 2004 et a permis de définir les besoins comme suit :

- nécessité d'installation de nouvelle conduite de plus de 50[km] de longueur,
- nécessité d'installation de nouveaux réservoirs de capacité d'environ 12000[m3],
- la construction des 2 stations de production d'eau qui produiront chacune 30000m3/jr

La reprise de la négociation du financement, auprès de la BEI, est en cours. Le budget s'élève à 47 millions d'euros en 2004, mais après réactualisation en 2015, la renégociation est basée sur 60 millions d'euros. L'horizon du projet est en 2020 (soit sur une perspective de 5 ans).

Dans le cadre du projet, la station de production d'eau d'Ambohitrimanjaka desservira la zone Ouest de Tana et la station de production d'eau d'Alasora desservira la zone Est et Sud de Tana.

7) Une étude de faisabilité d'un projet d'amélioration de l'alimentation du réservoir d'Ankatso, à partir du réservoir du Campus/ avec installation d'un surpresseur au droit de la route Bibilava a été menée par la JIRAMA. Après obtention des résultats des mesures effectuées sur la variation du niveau d'eau des réservoirs du Campus et les pressions dans différents points de la conduite, la JIRAMA a conclu que l'eau du réservoir de Campus ne permet pas de réaliser ce projet. En se basant sur cette conclusion, l'équipe du projet a décidé d'abandonné cette proposition d'amélioration. Par ailleurs, il est très compliqué de mener à nouveau cette étude, dans le cadre du projet, à cause de diverses contraintes, à savoir contrainte temps, matériels et également personnels. (Cf. Annexe A17)

8) Des calculs de rentabilité sont réalisés au sein de la JIRAMA et la présentation des tarifs à l'état se fait tous les 2 ans. Le coût de vente de la JIRAMA ne prend pas pour base les calculs de rentabilité, car la décision finale revient à l'Etat même. (l'équipe du projet n'a pas eu l'occasion de rencontrer la DPS pour pouvoir s'informer davantage).

2.4.8.2. Travaux et études en cours

Concernant les travaux en cours, citons :

- 1) Les opérations de ratissage et installation de gros compteurs en collaboration avec WSUP

Des opérations de ratissage continuent (avec WSUP), pour le repérage des branchements clandestins.

Un programme d'installation de gros compteurs sur les bouts des secteurs hydrauliques identifiés est prévu en 2015 (avec WSUP), pour la matérialisation de la sectorisation des zone Est et zone Nord.

Les zones d'interventions de WSUP sont présentées sur la carte suivant :

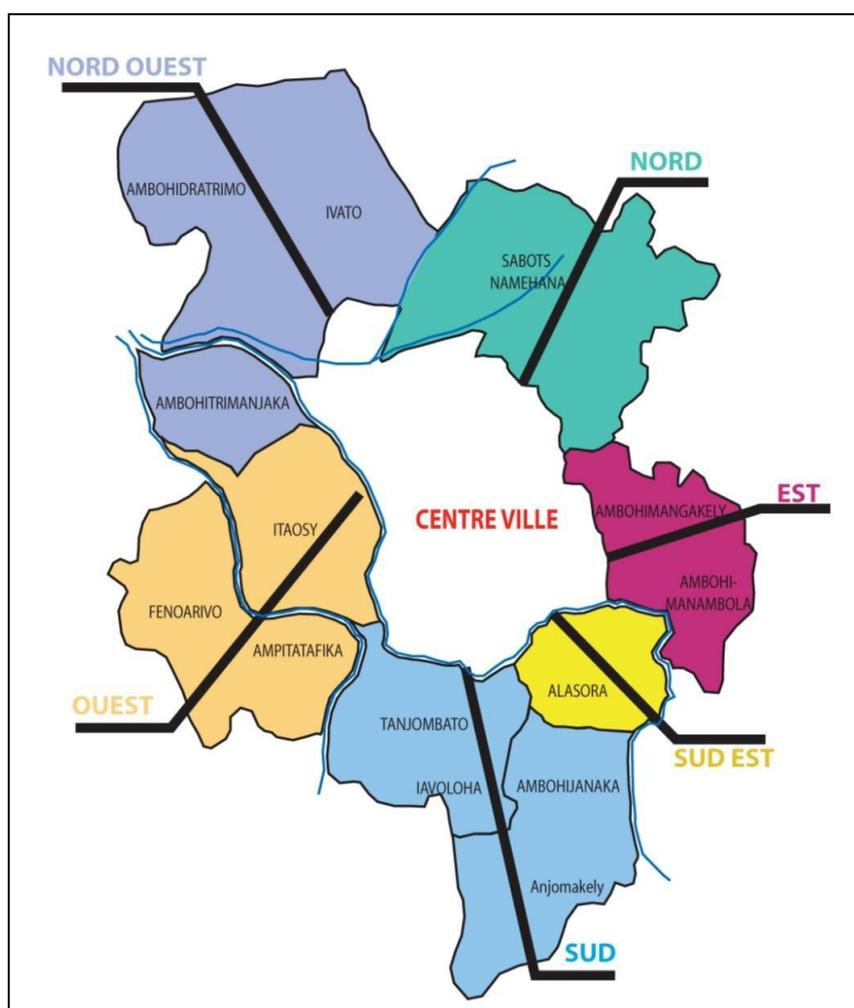


Illustration 18: Zones d'intervention de WSUP à Antananarivo

2) La mise en place des vannes de régulation de pression (PRV)

La mise en place de 4 vannes de régulation de pression (PRV) est en cours, et est prévue être fonctionnel en 2015, elles sont situées à Antaninandro ; Analamahitsy ; Ambohijatovo Ambohimandra. En ce moment, en mars 2016, toutes ces PRV sont déjà installées, dont une est opérationnelle, il s'agit de celle à Ambohimandra. (Cf. Annexe A18)

3) La mise en place d'une plaque pleine en remplacement de la vanne à clapet anti-retour afin d'améliorer l'approvisionnement en eau du réservoir de Fort Duchesne à partir du réservoir d'Ambohidempona.

Concernant les études en cours, citons :

1) L'inventaire et projet de sectorisation du réseau d'AEP de la JIRAMA dans tout Madagascar, modélisation sommaire des réseaux.

2) Un projet de renforcement à travers l'étude de faisabilité de maillage du réseau, de la desserte à Andraisoro, est mené par la JIRAMA. Dans cette zone, les conduites sont presque en PVC actuellement.

2.4.8.3. Travaux prévus

Ils sont les résultats des études réalisées, et que nous citons ci-après :

- Projet d'installation de nouvelle conduite feeder depuis Mandroseza vers le réservoir d'Ambohidempona.
- Projet de reconstitution et déconcentration du réseau d'Antananarivo.
- Extension de la station de production de Mandroseza.

2.4.9. Laboratoire des compteurs

Les consommations de chaque abonné sont mesurées par les compteurs de la JIRAMA, installés lors des travaux de branchement, La JIRAMA dispose d'un laboratoire, sis à Mandroseza, qui s'occupe de la gestion de ces compteurs.

L'équipe responsable de ce laboratoire compteur, sous tutelle du département réseau et métrologie eau de la DEXO, est dirigé par un chef de service dénommé service comptage eau et mesure. Ce service compte dans ses personelles 8 personnes actuellement, même si l'organigramme a prévu 11 personnes, réparties de la manière suivante :

- Un chef de service assisté par un chef de division responsable laboratoire compteur et mesure amélioration DO.
- 2 chefs de groupe.
- 1 étalonneur, (2 ont été prévus dans l'organigramme).
- 1 agent technique d'exploitation, (2 ont été prévus dans l'organigramme).
- 2 réparateurs.
- 1 chef réparateur, poste encore à pourvoir.

2.4.9.1. Historique et missions

En 1989, le laboratoire compteur existant s'occupait à la fois des compteurs eau et électricité, pour les missions suivantes : maintenance compteurs, gestion des mouvements des compteurs, et vérification et contrôle des compteurs sur site.

Plus tard, les laboratoires eau et électricité ont été séparés, et les activités initiales ont été maintenues, sauf les actions de contrôle des compteurs, qui ont été rattachées au côté commercial.

Depuis 2005, en plus des activités habituelles, il a été rattaché au laboratoire eau les mesures des paramètres hydrauliques en vue de l'amélioration des réseaux et du service de distribution eau.

A compter de 2014, les activités principales du laboratoire compteur eau ont été modifiées, à cause de la reconfiguration de la société. Les activités actuelles du laboratoire compteurs eau se résument ainsi à :

- un réapprovisionnement des compteurs,
- la réparation des compteurs sur la demande des abonnés, à raison de 3 appareils par jour, par le seul technicien responsable.
- la vérification des compteurs neufs après réception,
- l'étalonnage des compteurs après réparation,
- l'étalonnage des compteurs suivant les demandes des services commerciaux et suivant la disponibilité de l'appareil de mesure, (Capacité du laboratoire actuel : possibilité d'étalonnage d'environ 60 appareils par jour à l'aide du banc d'essai existant),
- les mesures des paramètres hydrauliques selon un planning préalablement établi.

2.4.9.2. Gestion des compteurs

Normalement, les compteurs de chaque abonné devraient être remplacés tous les 5 ans, s'ils avaient fonctionné correctement, et le remplacement de ces compteurs est assuré par la direction technique ou l'agence de son appartenance.

En réalité, les remplacements de ces compteurs ne se font pas systématiquement suivant les normes ni selon une planification préalable, mais sont basés sur la demande des abonnés lorsqu'ils constatent des anomalies au niveau de leur compteurs (par exemple hausse excessive de leur consommation), du fait de l'insuffisance de moyen financier au sein de la JIRAMA, c'est pourquoi il existe des compteurs datant de 1960 encore en service à ce jour (56 ans d'âge).

A titre de remarque, la livraison des compteurs peut, par ailleurs, subir des retards, toujours dans le cadre de ce problème financier, pour ne citer que le cas de 2012, où la JIRAMA a fait une demande de 12 000 compteurs et 2 000 compteurs n'ont toujours pas été livrés.

D'après les informations obtenues auprès du responsable laboratoire compteur, les besoins annuels en compteur eau dans tout Madagascar sont évalués à environ 12000 compteurs, dont :

- environ 8 000 compteurs destinés aux branchements neufs.
- environ 4 000 compteurs pour les remplacements des compteurs ayant des anomalies. Ce chiffre représente environ 7% des compteurs anormaux en service, dont les causes sont multiples : la défaillance du réseau, les actes de vandalisme, les fraudes sur compteurs (compteurs noyés (introduction de vapeur d'eau) ou compteurs illisibles).

Les commandes de compteurs effectuées par la JIRAMA ont des spécifications techniques prescrites dans le cahier de charge, prévoyant une garantie de 2 ans à partir de la mise en service des appareils.

Les types de compteurs utilisés par la JIRAMA ont évolué dans le temps :

- de 1960 à 1990, la JIRAMA utilisait des compteurs avec écrou de serrage de:

-1960-1970 : utilisation de compteurs type RE1

-1970-1980 : utilisation de compteurs type RE3

-1980-1990 : utilisation de compteurs type REF

- depuis 2008, la JIRAMA utilise des compteurs à coiffe clipsé possédant un dispositif de sécurité afin de lutter contre les fraudes.

2.4.9.3. Autres interventions du labo compteur

A propos des mesures des paramètres hydrauliques, la JIRAMA a commencé par l'installation des gros compteurs, en partenariat avec WSUP, dans le cadre de la mise en œuvre du programme de sectorisation ou DMA, et grâce à ce partenariat, 1300 compteurs ont été remplacés par l'action de ratissage dans les zones suivantes : Sud, Ouest et Nord-Ouest. Cette action consistait à lutter contre les non revenus water (gestion des pertes commerciales) par le redressement des compteurs en service depuis plus de 20 ans et présentant des anomalies techniques.

Puisque le calcul du rendement dépend également des valeurs des consommations d'eau, nous devons absolument tenir compte de l'existence des points ne disposant pas de compteurs donc ne permettant pas l'obtention des données sur la consommation d'eau, exemple bouche d'incendie, arrosage, lavage des marchés publics, certains bâtiments administratifs (universités/ministères...). Le plus souvent, ces cas causent des discordes entre la JIRAMA et la CUA.

Pour le choix des appareils à utiliser, il faut tenir compte de quelques critères, à titre d'information complémentaire, les débitmètres à insertion ne peuvent être utilisés que sur les conduites de diamètre supérieures à 90 mm et ne nécessitent pas une conduite pleine, par contre les débitmètres à ultrason exigent une conduite pleine pour que les mesures soient fiables.



Illustration 19 : Photo du laboratoire de compteur à Mandroseza

2.4.10. Laboratoire qualité eau

2.4.10.1. Organisation et structure de contrôle de la qualité de l'eau

Des informations concernant les contrôles de qualité des eaux produites par la JIRAMA ont été collectées auprès du département gestion qualité de l'eau, au sein de la DEXO.

La JIRAMA dispose d'un laboratoire d'analyse d'eau à la station de production de Mandroseza, assurant l'autocontrôle de la qualité de l'eau, dont l'équipe responsable est actuellement composé de 14 personnes, dirigés par un chef de département et répartis dans 4 services, qui sont :

- Service contrôle traitement et environnement eau.
- Service gestion sécurité sanitaire de l'eau.
- Service contrôle qualité physico-chimique eau.
- Service contrôle qualité microbiologique eau, poste encore à pourvoir.

La JIRAMA collabore étroitement avec des prestataires, comme l'IPM pour les analyses bactériologiques, l'INSTN pour les analyses physico-chimiques (concernant les métaux lourds), qui au passage n'a lieu qu'une fois par an.

Le contrôle et l'analyse de la qualité d'eau par la JIRAMA s'effectue de la manière suivante :

- Réalisation régulière d'analyses d'eau produite par la JIRAMA, permettant d'identifier les composantes physico-chimique et bactériologique de l'eau, sur des points fixes préalablement identifiés par l'équipe du département DGQO, basés sur une répartition géographique. Il s'agit des points sur réseau et comptent en tout 170 (Cf. [Annexe A19: Vue sur plan des points de contrôle des paramètres hydraulique avec qualité](#)).
- Application par la JIRAMA de la norme Malagasy, moyennant un taux de conformité de 95% au niveau des réseaux.
- Prévision de 2 types d'analyse pour les contrôles qualités : analyse sommaire et analyse complète.

2.4.10.2. Technique d'analyse adoptée

L'analyse sommaire consiste en la mesure des paramètres suivants: pH/Chlore/Turbidité/Bactériologie (bactéries Coliformes ; Escherichia coli ; Entérocoques intestinaux ; Spores de micro-organismes Anaérobies Sulfite-réducteurs). Les valeurs mesurées sont ensuite comparées avec les valeurs de référence (valeurs max et min) pour en déduire la conformité. (Cf. [Illustration 21](#)).

Les mesures de pH et de chlore sont réalisées sur le terrain à partir des tests colorimétriques. L'équipe du laboratoire se sert de « turbidimètre portatif » sur le terrain, et de « turbidimètre de laboratoire » pour les mesures de turbidité.

Les matériels présents dans le laboratoire sont les suivants: Hotte d'extraction (01), Epurateur d'eau (01), Spectrophotomètres d'absorption moléculaire (02), Turbidimètre portatif (01), Turbidimètre de laboratoire (01), Conductimètre (01), Verreries : Pipettes, Bécher, Fioles,...,Produits d'analyse ,Autoclaves (02), étuves (03),Verreries : Boîtes de pétri, Tubes à essai,...,Réactifs d'analyse, pH mètre digitale (01), Floculateur (01). (Cf. [Annexe A6 : Tableau des matériels existant au niveau de la DEXO](#)).

L'équipe du laboratoire réalise 11 prélèvements d'échantillons par jour pour les analyses sommaires : dont 2 échantillons prélevés à la sortie de l'usine de production qui sont analysés au laboratoire de cette dernière, 5 échantillons issues des réservoirs analysés au laboratoire centrale de la JIRAMA à Mandroseza, 4 échantillons issues des abonnés analysés à la fois au laboratoire centrale de la JIRAMA et à l'IPM, dont ce dernier ne réalise que la partie « analyse bactériologique ».

Pour l'analyse complète, il faut procéder à la mesure des 25 paramètres physico-chimiques en plus des paramètres bactériologiques (coliformes totaux, Escherichia coli, Entérocoques Intestinaux, Streptocoque fécaux, ASR Spores).

L'équipe du laboratoire procède aux prélèvements de 3 échantillons par mois pour des analyses complètes : au niveau de la rivière Ikopa en amont du captage, au niveau du lac Mandroseza, et à la sortie d'usine.

Nous montrons ci-après quelques photos des matériels existants dans le laboratoire d'analyse à Mandroseza.



Illustration 20: Matériels du laboratoire

Nous présentons dans le tableau ci-après, un récapitulatif pour les interventions d'analyse à faire :

ANALYSE SOMMAIRE		ANALYSE COMPLETE	
Lieux de prélèvement	Fréquence	Lieux de prélèvement	Fréquence
Au niveau des réservoirs	5 échantillons /jour ; choisis parmi les trentaines de réservoirs existants, et repris 2 fois par mois	Amont du captage (Ikopa)	1fois/mois
Abonné	4 échantillons /jour ; choisis parmi les 170 points de prélèvement fixes, et repris 1 fois tous les 3 mois pendant une année		
Sortie usine	Sur 2 points fixes/plusieurs fois par jour	Sortie usine	1fois/mois
Eau brute	Tous les matins : pH/Turbidité	Eau brute du lac	1fois/mois

Tableau 6: Fréquence des analyses d'eau

Nous présentons ci-après 2 types de bulletins d'analyse selon la norme Malagasy, utilisés respectivement par la JIRAMA et L'IPM : concerne la JIRAMA pour les analyses physico-chimiques utilisées, et l'IPM pour analyses bactériologiques.

JIRO SY RANO MALAGASY B.P. 200 - ANTANANARIVO		DIRECTION DE L'EXPLOITATION EAU DEPARTEMENT QUALITE EAU Tél. (261 20) 22 221 92																																																											
BULLETIN D'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE N°																																																													
PRELEVEMENT Région : Centre : Nature : Type d'échantillon :		Date de prélèvement : Date de réception : Préleveur : Date d'analyse : Usage :																																																											
ANALYSES																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paramètres</th> <th>Examen au Laboratoire</th> <th>V M A N. M.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Aspect</td><td>X</td><td>limpide</td></tr> <tr><td>Odeur</td><td>X</td><td>absence</td></tr> <tr><td>Couleur</td><td>X</td><td>incolor</td></tr> <tr><td>Température, en °C</td><td>X X</td><td>25</td></tr> <tr><td>Turbidité, en NTU</td><td>X X</td><td>5</td></tr> <tr><td>pH</td><td>X X</td><td>6,5 - 9,0</td></tr> <tr><td>Conductivité à 20°C, en µs/cm</td><td>X X</td><td>3000</td></tr> <tr><td>Minéralisation, en mg/l</td><td>X X</td><td></td></tr> <tr><td>MeS en mg/l</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Paramètres	Examen au Laboratoire	V M A N. M.	Aspect	X	limpide	Odeur	X	absence	Couleur	X	incolor	Température, en °C	X X	25	Turbidité, en NTU	X X	5	pH	X X	6,5 - 9,0	Conductivité à 20°C, en µs/cm	X X	3000	Minéralisation, en mg/l	X X		MeS en mg/l			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paramètres</th> <th>Valeur</th> <th>V M A N. M.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Dureté TH en °F</td><td>e</td><td>50</td></tr> <tr><td>[TH Ca, en °F</td><td>e</td><td></td></tr> <tr><td>Alcalinité TA, en °F</td><td>e</td><td></td></tr> <tr><td>TAC, en °F</td><td>e</td><td></td></tr> <tr><td>Chlore résiduel en mg/l</td><td>✓</td><td></td></tr> <tr><td>M.O, mg O₂/l (alcalin)</td><td>e</td><td>2</td></tr> <tr><td>(Acide)</td><td></td><td>5</td></tr> </tbody> </table>	Paramètres	Valeur	V M A N. M.	Dureté TH en °F	e	50	[TH Ca, en °F	e		Alcalinité TA, en °F	e		TAC, en °F	e		Chlore résiduel en mg/l	✓		M.O, mg O ₂ /l (alcalin)	e	2	(Acide)		5						
Paramètres	Examen au Laboratoire	V M A N. M.																																																											
Aspect	X	limpide																																																											
Odeur	X	absence																																																											
Couleur	X	incolor																																																											
Température, en °C	X X	25																																																											
Turbidité, en NTU	X X	5																																																											
pH	X X	6,5 - 9,0																																																											
Conductivité à 20°C, en µs/cm	X X	3000																																																											
Minéralisation, en mg/l	X X																																																												
MeS en mg/l																																																													
Paramètres	Valeur	V M A N. M.																																																											
Dureté TH en °F	e	50																																																											
[TH Ca, en °F	e																																																												
Alcalinité TA, en °F	e																																																												
TAC, en °F	e																																																												
Chlore résiduel en mg/l	✓																																																												
M.O, mg O ₂ /l (alcalin)	e	2																																																											
(Acide)		5																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cations</th> <th>mg/l</th> <th>V M A N. M.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Calcium Ca⁺⁺</td><td>e</td><td></td></tr> <tr><td>Magnésium Mg⁺⁺</td><td>e</td><td></td></tr> <tr><td>Sodium Na⁺</td><td>e</td><td></td></tr> <tr><td>Potassium K⁺</td><td></td><td>12</td></tr> <tr><td>Ammonium NH₄⁺</td><td>✓</td><td>0,5</td></tr> <tr><td>Fer Fe⁺⁺</td><td></td><td>0,5</td></tr> <tr><td>Fer total Fe⁺⁺, Fe⁺⁺⁺</td><td>✓</td><td>0,5</td></tr> <tr><td>Manganèse Mn⁺⁺</td><td></td><td>0,05</td></tr> <tr><td>Aluminium Al⁺⁺⁺</td><td></td><td>0,2</td></tr> </tbody> </table>	Cations	mg/l	V M A N. M.	Calcium Ca ⁺⁺	e		Magnésium Mg ⁺⁺	e		Sodium Na ⁺	e		Potassium K ⁺		12	Ammonium NH ₄ ⁺	✓	0,5	Fer Fe ⁺⁺		0,5	Fer total Fe ⁺⁺ , Fe ⁺⁺⁺	✓	0,5	Manganèse Mn ⁺⁺		0,05	Aluminium Al ⁺⁺⁺		0,2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Anions</th> <th>mg/l</th> <th>V M A N. M.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Carbonates CO₃⁻</td><td>e</td><td></td></tr> <tr><td>Bicarbonates HCO₃⁻</td><td>e</td><td></td></tr> <tr><td>Chlorures Cl⁻</td><td>e</td><td>250</td></tr> <tr><td>Sulfates SO₄⁻</td><td>✓</td><td>250</td></tr> <tr><td>Nitrites NO₂⁻</td><td>✓</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>Nitrates NO₃⁻</td><td>✓</td><td>50</td></tr> <tr><td>Phosphate PO₄⁻</td><td></td><td>5</td></tr> <tr><td>Fluorures F⁻</td><td></td><td>1,5</td></tr> <tr><td>Hydroxyde OH⁻</td><td>e</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Anions	mg/l	V M A N. M.	Carbonates CO ₃ ⁻	e		Bicarbonates HCO ₃ ⁻	e		Chlorures Cl ⁻	e	250	Sulfates SO ₄ ⁻	✓	250	Nitrites NO ₂ ⁻	✓	0,1	Nitrates NO ₃ ⁻	✓	50	Phosphate PO ₄ ⁻		5	Fluorures F ⁻		1,5	Hydroxyde OH ⁻	e	
Cations	mg/l	V M A N. M.																																																											
Calcium Ca ⁺⁺	e																																																												
Magnésium Mg ⁺⁺	e																																																												
Sodium Na ⁺	e																																																												
Potassium K ⁺		12																																																											
Ammonium NH ₄ ⁺	✓	0,5																																																											
Fer Fe ⁺⁺		0,5																																																											
Fer total Fe ⁺⁺ , Fe ⁺⁺⁺	✓	0,5																																																											
Manganèse Mn ⁺⁺		0,05																																																											
Aluminium Al ⁺⁺⁺		0,2																																																											
Anions	mg/l	V M A N. M.																																																											
Carbonates CO ₃ ⁻	e																																																												
Bicarbonates HCO ₃ ⁻	e																																																												
Chlorures Cl ⁻	e	250																																																											
Sulfates SO ₄ ⁻	✓	250																																																											
Nitrites NO ₂ ⁻	✓	0,1																																																											
Nitrates NO ₃ ⁻	✓	50																																																											
Phosphate PO ₄ ⁻		5																																																											
Fluorures F ⁻		1,5																																																											
Hydroxyde OH ⁻	e																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Substances toxiques</th> <th>mg/l</th> <th>V M A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Arsenics totaux As</td><td>X X X ✓</td><td>0,05</td></tr> <tr><td>Cyanures totaux Cn</td><td>X X X ✓</td><td>0,005</td></tr> <tr><td>Chromes totaux Cr</td><td>X X X ✓</td><td>0,05</td></tr> </tbody> </table>	Substances toxiques	mg/l	V M A	Arsenics totaux As	X X X ✓	0,05	Cyanures totaux Cn	X X X ✓	0,005	Chromes totaux Cr	X X X ✓	0,05	VMA : Valeur maximale admissible pour eau potable (N.M.) M.O. : matières organiques (Oxydabilité au KMnO ₄) L. : légèrement °F : degré Français N.M. : Norme Malgache																																																
Substances toxiques	mg/l	V M A																																																											
Arsenics totaux As	X X X ✓	0,05																																																											
Cyanures totaux Cn	X X X ✓	0,005																																																											
Chromes totaux Cr	X X X ✓	0,05																																																											
OBSERVATIONS :																																																													
Antananarivo, le <i>Le Chef de Laboratoire,</i>																																																													

Illustration 21: Scan d'un bulletin d'analyse physico-chimique de la JIRAMA

Réf. Commande :
N°réf. : EAU-2783-30/07/2015-4
V°réf. :

Antananarivo, le 03 août 2015

RAPPORT D'ESSAIS

Examen demandé par :
ONG EAST
 (Eau Agriculture et Santé en milieu Tropical)
 Bureau au 4ème Arrondissement Anosikely
 ANTANANARIVO

Désignation du produit : EAU TRAITÉE pour consommation

Date du prélèvement : 30/07/2015
Lieu de prélèvement : Secteur AMBATOMARO Vè
ARRONDISSEMENT
Arrivée au laboratoire le : 30/07/2015
Nombre échantillons : 4
Date des manipulations : 30/07/2015
Prél. effectué par : ANDRIAMANAMBOLA
 Andriatiana
Temp. de réception : 4 °C
Conditionnement : Flacon stérile

N° d'échant.	2783-1	2783-2	2783-3	2783-4	Unités	Critères	Méthodes
V/Réf. Echant.	N° 1 : BF association MATSIRO	N° 2 : BF Association MAMIRATRA	N° 3 : BF Association AINA	N° 4 : Clinique LANTOSOA			
PH*	7,2	7,0	7,0	7,2	-	-	-
Taux de Chlore*	0,4	0,4	0,6	0,6	-	-	-
*Bactéries Coliformes	<1	<1	<1	<1	npp/100ml	0	ISO 9308-2
*Escherichia coli	<1	<1	<1	<1	npp/100ml	0	ISO 9308-2
*Entérocoques Intestinaux	<1	<1	<1	<1	npp/100ml	0	Enterocet DW ID: 33/03-10/13
*Spores de microorganismes Anaérobies Sulfito-Reducteurs	<1	<1	<1	<1	ufc/100ml	0	NF EN 26461-2
Déclaration de conformité	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME			

Origine des critères : Décret n°2004-635/MEM du 15/06/04 modifiant le décret 2003-941 du 09 septembre 2003 de la Repoblikan'i Madagasikara (à l'exception des Spores de microorganismes Anaérobies Sulfito-Reducteurs : 0/100ml). * : Valeurs communiquées par l'intéressé

Copie à : --

RESPONSABLE TECHNIQUE

Docteur Noro RAHARINJATOVO

Docteur Noro RAHARINJATOVO
 Adjoint au Chef de Laboratoire d'Hygiène
 des Aliments
 Institut Pasteur de Madagascar

- Le rapport d'analyse ne concerne que les échantillons soumis à l'analyse
- L'accréditation par le COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les essais soumis couverts par l'accréditation identifiés par le symbole "
- La déclaration de conformité n'est couverte par l'accréditation que si l'ensemble des résultats pris en considération pour conclure est couvert par l'accréditation
- Pour diluer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. Les incertitudes de mesure sont tenues à disposition au laboratoire.
- La reproduction de ce document n'est autorisée que sous la forme de la version photographique originale

Illustration 22: Scan d'un bulletin d'analyse bactériologique IPM

Il est à rappeler qu'il existe des laboratoires d'analyses physico-chimique (pH, chlore, turbidité) dans toutes les sites de production d'eau de la JIRAMA en province. La valeur référentielle du pH est de 6.5 à 9 ; pour la turbidité, la valeur normale est en dessous de 5NTU. Soulignons cependant que pour les analyses bactériologiques, il faut envoyer des échantillons à Tana, au niveau de l'IPM, tandis que les analyses physico-chimiques sont assurées par la JIRAMA elle-même.

Le taux de chlore référentiel est de 0.2mg/l jusqu'à 2 mg/l. Selon l'OMS le taux de chlore résiduel minimum aux bouts de réseau en période d'apparition du choléra doit respecter le 1 mg/l.

2.4.10.3. Plan de gestion des risques

La JIRAMA dispose d'un manuel de gestion des risques, des mesures d'accompagnement y sont donc prescrites en cas de « hors norme ». La JIRAMA met à la connaissance de la population des numéros verts : TELMA : 3547 ; AIRTEL : 03 3547 ; ORANGE : 032 32 035 47 .Ces numéros verts leur permettent de passer très rapidement les informations, en cas de besoin, lors d'une rencontre d'anomalie. A son tour, la JIRAMA interviendra à la fois dans la vérification et dans les mesures correctives afin de remettre à la norme requise la potabilité de l'eau.

Exemple, en cas de contamination du lac Mandroseza, la mesure d'accompagnement prévue est l'arrêt de pompage du fleuve Ikopa, jusqu'à ce que le lac soit décontaminé.

En cas de contamination par des bactéries comme coliformes totaux, Escherichia coli dans le réseau, l'équipe du laboratoire prévoit des appoints de chlore, suivant des systèmes d'injection pratiques, soit à la sortie d'usine, soit dans les réservoirs, soit au niveau des supprimeurs .

En cas de présence de spores ASR dans le réseau, la JIRAMA procède à la réalisation de purge sur la partie de tronçon contaminée, et intervient aussi au lavage des réservoirs qui sont suspectés.

2.4.10.4. Résultats des analyses des échantillons d'eau prélevés dans la zone d'étude pendant les deux années : 2014 et 2015

Les résultats des analyses des échantillons d'eau réalisées au cours des deux dernières années : 2014 et 2015, ont été recueillis auprès du DGQO. Les résultats complets sont présentés dans les tableaux en [Annexe A20](#). Nous avons toutefois présenté ci-après quatre extraits de ces résultats d'analyses, correspondant aux cas d'échantillons non conformes aux normes de potabilités. Les échantillons d'eau ont été prélevés d'une part chez les abonnés et d'autre part dans les réservoirs.

Secteur	Date	Lieu de prélèvement	Chlore mg/l	pH	Turbidité NTU	OBS	Conclusion
Ambatomaro	12.02	Ab Ambatomaro	0,4	7,0	7,8	ASR=4	NC
Ambatomaro	25.02	Ab Ambatomaro	0,6	7,2	2,2	ASR=18	NC
Ambatomaro	11.03	Ab Ambatomaro	1,0	7,2	3,2	ASR=4	NC
Ambatomaro	03.06	EPP Ambatomaro	0,4	7,2	4	CT=4	NC
Ambanidia		BF Ampahibe	2,0	7,2	2,6	ASR=4	NC
Ambanidia	01.10	Ab Besarety	1,6	7,4	4,4	ASR=5	NC
Ambanidia		BF Ampahibe	2,0	7,2	2,6	ASR=4	NC
Abohijatovo	01.10	Ab Besarety	1,6	7,4	4,4	ASR=5	NC
Ampandrana Besarety	06.01	EPP Faravohitra	0,6	7,2	3,2	EI=4	NC
Ampandrana Besarety	24.03	Ecole SFX Antanimena	0,3	7,2	3,8	ASR=11	NC
Ampandrana Besarety	24.03	EPP Faravohitra	1,2	7,4	3,5	ASR=8	NC
Ambodivona	12.02	BF Ankorondrano	0,8	7,2	5	CT=7	NC
Ambodivona	24.02	BF Ankorondrano	1,4	7,1	0,7	EI=5	NC
Ambodivona	24.02	BF WSUP Ankorondrano Ouest	1,0	7	1	EI=6	NC
Ambodivona	10.03	BF WSUP Ankorondrano Ouest	1,6	7,2	0,6	EI=2	NC
Faravohitra	22.01	BF CUA Nanisana	0,6	7,0	8,4	CT=6	NC
Ankadindramamy	03.04	BF WSUP Ankadindramamy	0,3	7,4	2,6	EI=13	NC
Analamahitsy	06.03	Orchi'Snack Androhibe	>2,0	7,2	14,2	ASR=2	NC
Analamahitsy	12.03	BF Analamahitsy cité	0,3	7,0	3,3	ASR=2	NC
Analamahitsy	09;12	BF Fivoy Androhibe	1,8	7,4	4,3	CT=56	NC
Analamahitsy	26.02	EKAR Analamahitsy	1,6	7,2	3,8	ASR=2	NC
Alarobia Soavimasoandro	12.02	Ab Soavimasoandro	0,3	7,2	10,9	ASR=59	NC
Alarobia Soavimasoandro	26.02	EKAR Analamahitsy	1,6	7,2	3,8	ASR=2	
Alarobia Soavimasoandro	12.03	BF Analamahitsy cité	0,3	7,0	3,3	ASR=2	

Tableau 7 : Extrait des résultats des analyses des échantillons d'eau de 2014, cas de non conformité

RESERVOIRS 2014	Date de pvt	Chlore mg/l	pH	Turbidité NTU	Observation	Conclusion
Ankatso	28.01	0	7	4,1	CT =52	NC
Ankatso	3.02	0	7	6,2	CT=6	NC
Ankatso	25.02	0	7	6,8	ASR=8	NC
Ankatso	25.03	0,4	7,2	4,2	ASR=6	NC
Ankatso	08.04	0	7,4	10,1	SF=12	NC
Ankatso	15.07	Trace	7,4	18,6	CT=8 ; EC=2	NC
Faravohitra	05.05	Trace	7,2	6,3	SF=15	NC
Ankadifotsy	20.02	0	7,2	4,1	CT=6 ; ASR=2	NC
Ampasapito	05.02	1,4	7,2	6,2	ASR=4	NC
Ivandry	31.07	0	7	4	ASR=2	NC
Analamahitsy	29.01	0,3	7	2,9	CT=4; SF=1	NC
Ivandry	13.08				Manque d'eau	
Ivandry	27.08				Manque d'eau	
Ivandry	24.09				Manque d'eau	
Ivandry	08.10				Manque d'eau	
Ivandry	22.10				Manque d'eau	
Ivandry	04.12				Manque d'eau	
Analamahitsy	21.05				Manque d'eau	
Analamahitsy	03.09				Manque d'eau	
Analamahitsy	24.09				Manque d'eau	
Analamahitsy	22.10				Manque d'eau	

Tableau 8: Extrait des résultats des analyses des échantillons d'eau effectués dans les réservoirs en 2014

Secteur	Date	Lieu de prélèvement	Chlore mg/l	pH	Turbidité NTU	OBS	Conclusion
Ambanidia	03.02	Ab Anjanahary II O 165 A	1,2	6,4	1,8	ASR=10	NC
Ambodivona	23.01	Ab Amboditsiry	1,6	6,8	13,9	EI=1	NC
Ankadindramamy	19.08	BF WSUP Ankadindramamy	2,0	7,1	4,0	ASR=3	NC
Fort-duchesne	09.01	Ab Ampasanimalo	0,4	6,2	5,2	EI=1, ASR=8	NC
Fort-duchesne	02.03	Ab Tsiadana	0,8	6,7	0,3	ASR=5	NC
Fort-duchesne	09.01	BF Ambohitrakely	0,6	6,2	5,3	EI=1, ASR=12	NC

Tableau 9: Extrait des résultats des analyses des échantillons d'eau de 2015, cas de non-conformité

RESERVOIRS 2015	Date de pvt	Chlore mg/l	pH	Turbidité NTU	Observation	Conclusion
Ankatso	28.01.	0	7,4	2,3	ASR=6	NC
Ankatso	25.03	0	7,4	1,2	CT=5	NC
Ankatso	21.05	1	7,2	2,3	ASR=10	NC
Betongolo	04.03	trace	6,9	21,1	ASR=4	NC
Ampasapito	10.06	1,6	7	4,1	SF=3	NC
Ivandry	25.03	0	7	4,3	ASR=4	NC
Analamahitsy	25.03	0	7	2,5	ASR=4	NC
Ankatso	12.08				Manque d'eau	
Faravohitra	26.01				Manque d'eau	
Faravohitra	01.06				Manque d'eau	
Faravohitra	29.06				Manque d'eau	
Faravohitra	13.07				Manque d'eau	
Faravohitra	27.07				Manque d'eau	
Faravohitra	07.09				Manque d'eau	
Faravohitra	21.09				Manque d'eau	
Faravohitra	19.10				Manque d'eau	
Ivandry	08.04				Manque d'eau	
Ivandry	23.04				Manque d'eau	
Ivandry	21.05				Manque d'eau	
Ivandry	03.06				Manque d'eau	
Ivandry	01.07				Manque d'eau	
Ivandry	15.07				Manque d'eau	
Ivandry	12.08				Manque d'eau	
Ivandry	26.08				Manque d'eau	
Ivandry	09.09				Manque d'eau	
Ivandry	23.09				Manque d'eau	
Ivandry	07.10				Manque d'eau	
Ivandry	21.10				Manque d'eau	
Analamahitsy	01.04				Manque d'eau	
Analamahitsy	08.04				Manque d'eau	
Analamahitsy	01.07				Manque d'eau	
Analamahitsy	26.08				Manque d'eau	
Analamahitsy	07.10				Manque d'eau	

Tableau 10: Extrait des résultats des analyses d'eau effectués dans les réservoirs en 2015, cas de non-conformité

24 cas de non-conformité à la consommation, dont 15 cas (équivalent à 62.5%) présentent de spores ASR, 4 cas (16.6%) présentent de coliformes totaux CT, 5 cas (20.8%) comportant des entérocoques intestinaux EI, ont été recensés en 2014, et pour l'année 2015, nous avons retrouvé 6 cas de non-conformité à la consommation, dont 2 cas (équivalent à 33.3%) présentent de spores ASR et à la fois EI, 3 cas ASR (50%) comportant des coliformes totaux CT, 1 seul cas (16.6%) d'entérocoques intestinaux EI.

Le tableau suivant présente une comparaison des constatations effectuées au niveau des résultats d'analyse d'eau dans les réservoirs, les années 2014 et 2015.

Noms des réservoirs		ANKATSO	FORT DUCHESNE	ANKADIFOTSY	AMPASAMPITO	ANALAMAHITSY	FARAVOHITRA	BETONGOLO	IVANDRY
Comparaisons des résultats d'analyse en 2014 et en 2015									
Insuffisance de taux de chlore	2014	14cas /20 (70%)	1cas/20 (5%)	5cas /22 (23%)	1cas/22 (4.5%)	7cas/29 (24%)	11cas/22 (50%)	0cas/22 (0%)	5cas/21 (24%)
	2015	1cas/17 (6%)	1cas/18 (6%) (trace)	1cas/20 (5%) (taux=0)	2cas/22 (9%) (taux=0)	1cas/17 (6%) (trace) + 5cas (taux=0)	2cas/18 (11%) (trace)	1cas/19 (5%) (trace)	2cas/18 (11%) (taux=0)
Excès de valeurs de turbidité (référence 5NTU)	2014	7cas/20 (35%)	8cas/20 (40%)	7cas/22 (32%)	5cas/22 (23%)	8cas/29 (28%)	8cas/22 (36%)	6cas/22 (27%)	0cas/21 (0%)
	2015	0cas/17 (0%)	3cas/18 (17%)	5cas/20 (25%)	7cas/22 (32%)	4cas/17 (24%)	2cas/18 (11%)	4cas/19 (21%)	3cas /18 (17%)
non-conformité	2014	6cas/20 (30%) (2 ASR/3CT/1 SF/1EC)	0cas/20 (0%)	1cas/22 (4.5%) (1CT/1ASR)	1cas/22 (4.5%) (ASR)	1cas/29 (3%) (1CT/1SF)	1cas /22 (4.5%) (1SF)	0cas/22 (0%)	1cas/21 (5%) (1ASR)
	2015	3cas/17 (18%) (2ASR/1CT)	0cas/18 (0%)	0cas/20 (0%)	1cas/22 (4.5%) (1SF)	1cas/17 (6%) (ASR)	0cas/18 (0%)	1cas /19 (5%) (ASR)	1cas/18 (6%) (ASR)
Manque d'eau	2014	0cas/20 (0%)	0cas/20 (0%)	0cas/22 (0%)	4cas/29 (14%)	0cas/29 (0%)	0cas/22 (0%)	6cas/21 (29%)	0cas/21 (0%)
	2015	1cas/17 (6%)	0cas/18 (0%)	0cas/20 (0%)	0cas/22 (0%)	5cas/17 (29%)	8cas /18 (44%)	0cas/19 (0%)	12cas/18 (67%)

Tableau 11: Comparaison des résultats d'analyse d'eau des réservoirs entre 2014 et 2015.

Nous avons alors noté :

- une diminution de nombre de cas d'insuffisance de taux de chlore de 2014 à 2015 dans l'ensemble sauf pour les trois réservoirs : Fort Duchesne, Ampasampito, Betongolo.
- En général il y a une diminution de nombre de cas d'excès des valeurs de turbidité, de 2014 à 2015, sauf pour les deux réservoirs à Ampasampito et Ivandry.
- Concernant le nombre de cas de non-conformité, il y a une baisse de 2014 à 2015, sauf pour les trois réservoirs suivants : Analamahitsy, Betongolo, Ivandry.
- A propos de manque d'eau, en général il y a augmentation de nombre de cas de 2014 à 2015, quatre réservoirs sont les plus touchés, à savoir : Ankatso, Analamahitsy, Faravohitra, et Ivandry.

D'après l'observation des résultats d'analyse d'eau pendant ces deux années, cinq réservoirs, tels que : Fort Duchesne, Ampasampito, Betongolo, Ivandry, Analamahitsy, devraient faire l'objet d'intensification d'actions de contrôle car il y a certains paramètres qui ne sont pas améliorés. Cependant dans sa globalité, une amélioration de la qualité d'eau des réservoirs a été constatée.

Du point de vue quantité, il a été remarqué l'augmentation de cas de manque d'eau qui pourrait être lié à la fois à l'insuffisance de la production et aussi à la dégradation du réseau (présence de fuite, faible débit/pression, etc.)

Selon le DGQO, dans la majorité des cas, les conduites vétustes sont entartrées, et sont les plus exposées à la contamination. Cette dernière provient de sources extérieures via des infiltrations. Ils ont expliqué la présence des spores ASR de la manière suivante : parfois, des niches se forment sur les parois rugueuses, et sont véhiculées par l'eau qui coule à grande vitesse.

Nous avons également constaté que malgré le taux de chlore résiduel selon les normes Malagasy, qui est compris, rappelons-le, entre 0.2 et 2mg/l, des CT, SF, ASR demeuraient présents dans l'eau (cas des réservoirs d'Analamahitsy (29 janv. 2014, avec un taux de chlore =0.3mg/l, CT=4 et SF=1) et Ampasampito (le 5fév 2014, avec un taux de chlore=1.4mg/l, ASR=4).

Les échantillons d'eau prélevés auprès des consommateurs, a montré 13 échantillons sur les 140 analysés en 2014 avec un taux de chlore résiduel supérieur à 2mg/l, 2 échantillons sur 116 en 2015.

Les parties les plus touchées par la contamination étaient les zones souffrant de manque d'eau, notons en particulier : Ivandry – Analamahitsy-Ankatso-Faravohitra.

Ne disposant pas des résultats des analyses des échantillons d'eau prélevés à la sortie d'usine, les renseignements donnés par le DGQO soulignent que ces microorganismes ne peuvent pas provenir de la source à Mandroseza, à la sortie d'usine, mais sont introduits en cours de route.

2.4.10.5. Résultats des analyses d'eau réalisés dans la zone pilote

Des analyses de la qualité de l'eau ont été prévues pour cette étude. Pour cela, des échantillons ont été prélevés dans la zone pilote à Ambatomaro, prélèvements réalisés en collaboration avec l'équipe du DGQO. Nous nous étions organisés de la façon suivante :

- la première étape se consacrait à l'identification sur SIG des 14 points de prélèvements par EAST, basé sur les 4 critères suivants :

- 1) les résultats d'enquête indiquant les points de faiblesses (eau turbide, matière en suspension, existence de matière organique, faible pression).
- 2) les points du réseau à l'entrée du secteur à Ambatomaro.
- 3) les points au bout du réseau du secteur à Ambatomaro.

4) l'eau dans le réservoir Ankatso.

- la seconde étape correspondait à l'identification sur terrain des 14 points de prélèvements prévus et à la validation par l'équipe du DGQO de la conformité des robinets (en acier), des zones où les débits et les pressions ne sont pas trop faibles et les parties environnantes salubres, pour la faisabilité du prélèvement. Finalement, 12 points de prélèvement sur les 14 prévus ont été retenus, dont nous présentons sur le schéma suivant :

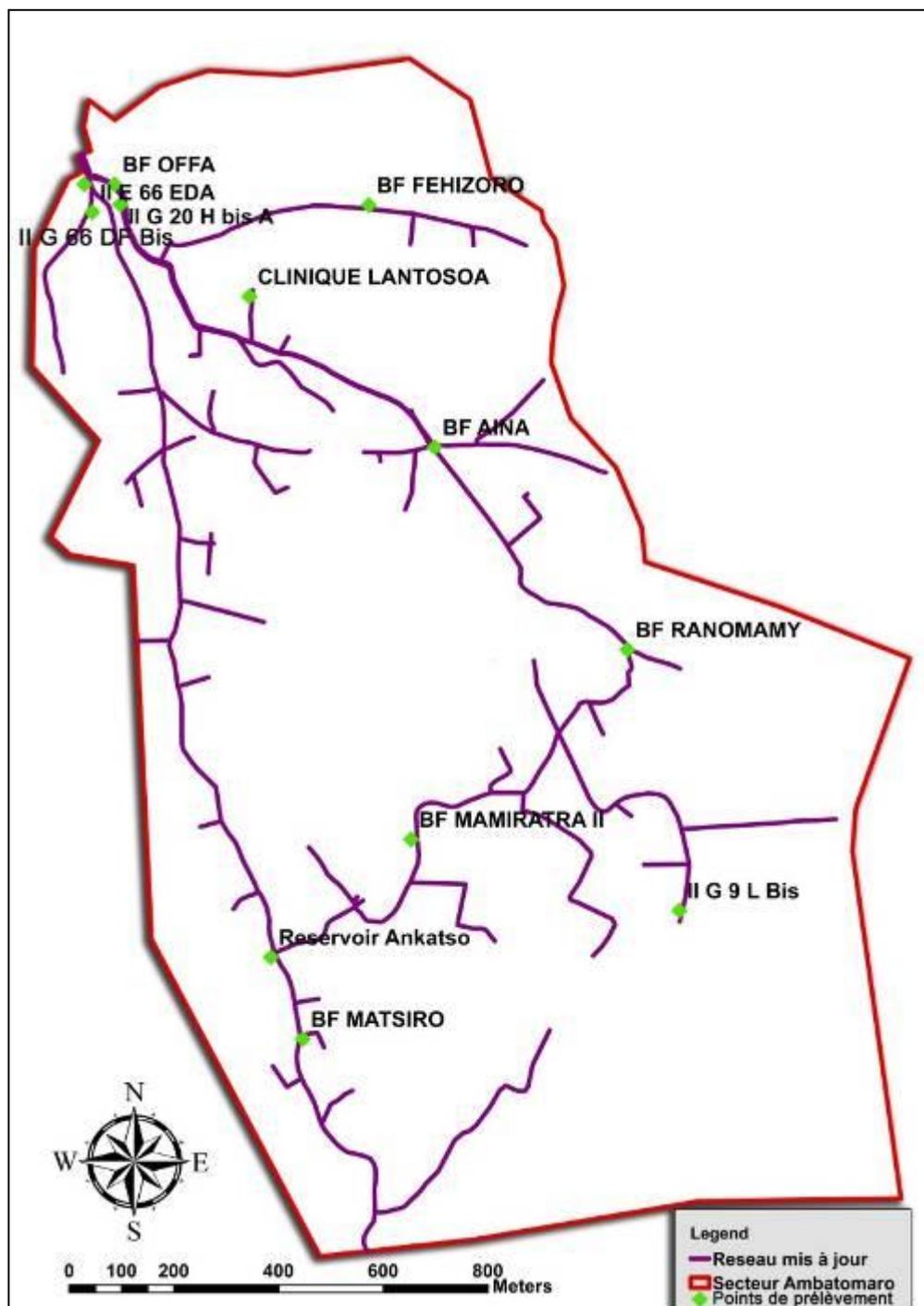


Illustration 23: Schéma de la répartition des points de prélèvement d'eau à analyser à Ambatomaro

Les analyses ont été réalisées à l'IPM, et comprenaient :

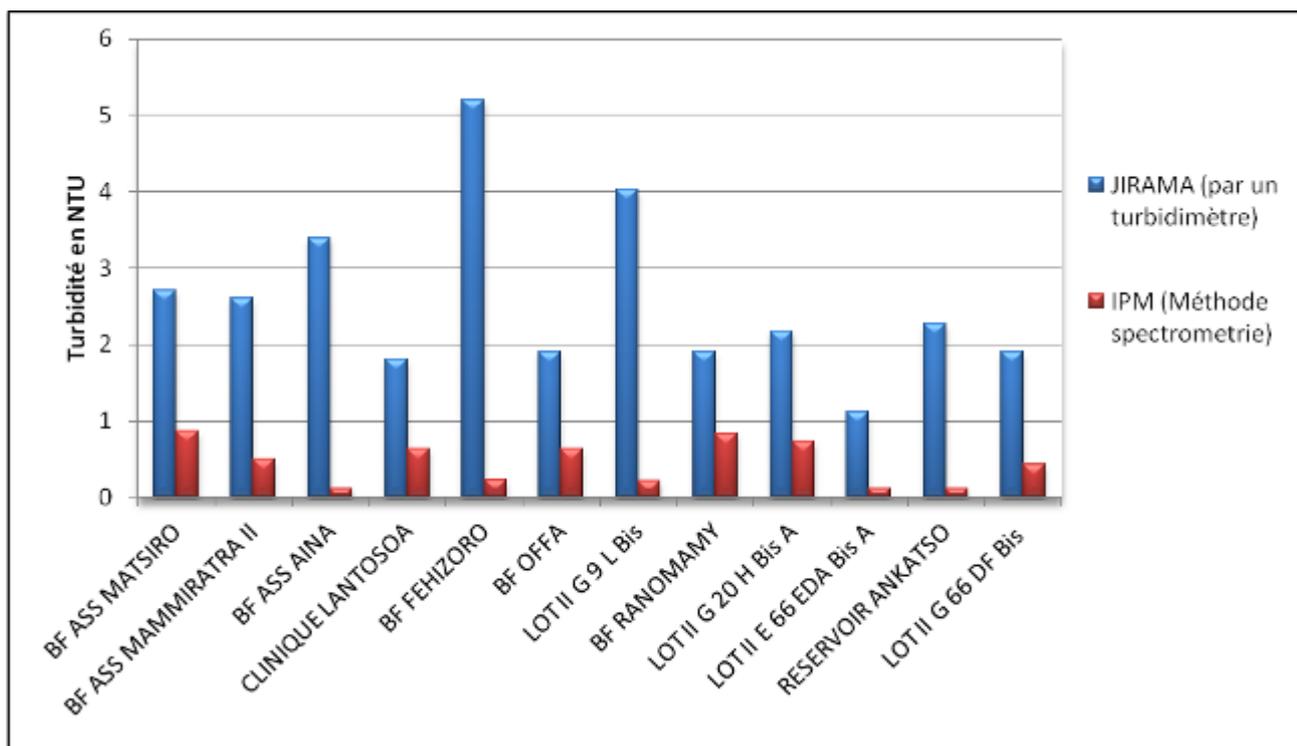
- 1) les analyses physico-chimiques : Chlore résiduel et Turbidité.
- 2) les analyses bactériologiques : Coliforme totaux, Escherichia coli, entérocoque intestinaux, spore de microorganisme anaérobie sulfite-réducteur.

Les prélèvements des 12 échantillons ont été réalisés avec la collaboration de l'équipe préleveur de la JIRAMA.

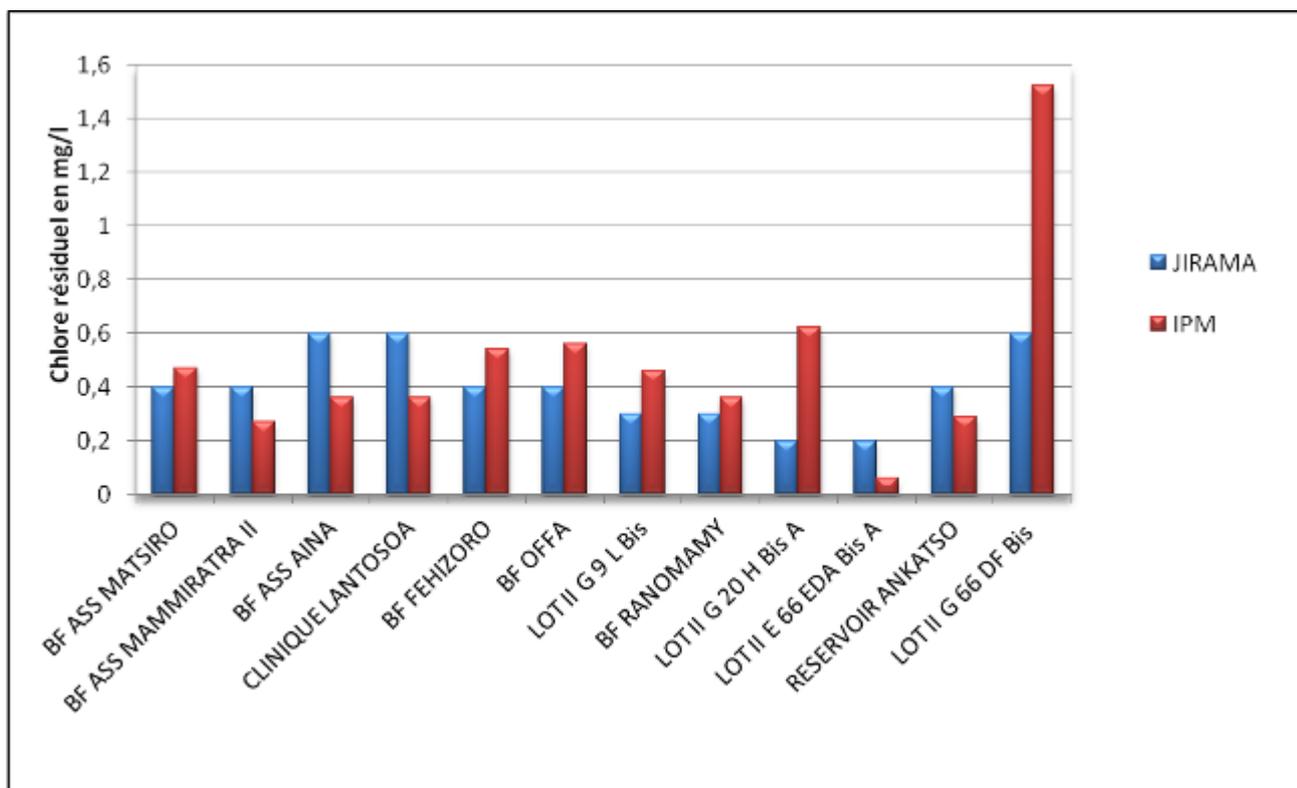
Les premières analyses ont été effectuées de 30 juillet 2015, par l'IPM et la JIRAMA pour l'évaluation de 2 paramètres : turbidité et chlore, et par IPM uniquement pour les analyses bactériologiques. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après :

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		BF ASS MATSIRO	BF ASS MAMIRATRA II	BF ASS AINA	CLINIQUE LANTOSOA	BF FEHIZORO	BF OFFA	LOT II G 9 L BIS	BF RANOMAMY	LOT II G 20 H BIS A	LOT II E 66 EDA BIS A	RESERVOIR ANKATSO	LOT II G 66 DF BIS
Turbidité (NTU)	JIRAMA (par un turbidimètre portatif)	2,7	2,6	3,4	1,8	5,2	1,9	4,03	1,9	2,17	1,12	2,27	1,9
	IPM (Méthode spectrometrie)	0,87	0,5	0,11	0,64	0,24	0,64	0,22	0,83	0,73	0,12	0,12	0,44
Ph	JIRAMA	7,2	7	7	7,2	7,2	7	7	7	7	7	7	7,2
	IPM	7,2	7	7	7,2	7,2	7	7	7	7	7	7	7,2
Chlore résiduel (mg/l)	JIRAMA	0,4	0,4	0,6	0,6	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,4	0,6
	IPM	0,47	0,27	0,36	0,36	0,54	0,56	0,46	0,36	0,62	0,06	0,29	1,52

Tableau 12 : Résultats d'analyse du 30 juillet 2015 des 12 échantillons prélevés à Ambatomaro



Graphique 1: Comparaison des résultats de mesures de turbidité réalisées le 30 juillet 2015, par la JIRAMA et l'IPM



Graphique 2: Comparaison des résultats de mesures de chlore résiduel réalisées par la JIRAMA et l'IPM

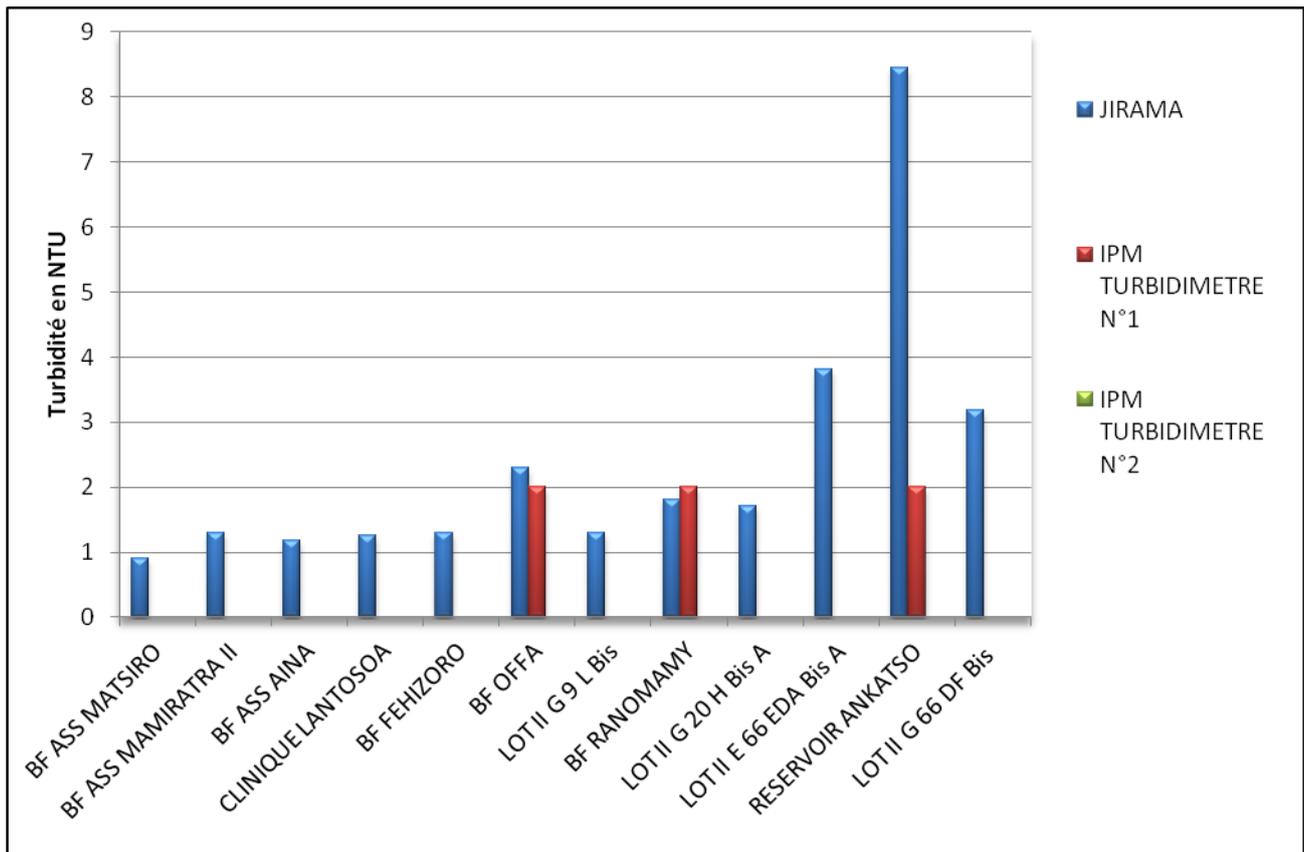
Le premier graphique montre une différence significative entre les résultats des mesures effectuées par la JIRAMA et l'IPM, sur la turbidité. Nous avons mis cette différence sur le compte de la différence de méthode de mesure et des appareils de mesure dans un premier temps, turbidimètre pour la JIRAMA, spectromètre pour l'IPM, mais également du fait que les échantillons n'étaient pas analysés en même temps. Nous remarquons alors que les valeurs obtenues par l'IPM sont toutes inférieures à 1 NTU, contrairement à celles obtenus par la JIRAMA ou elles sont toutes supérieures à 1 NTU. Prenons l'exemple de la BF FEHIZORO : la JIRAMA a mesuré la turbidité à 5,2 NTU, valeur jugée non conforme, tandis que l'IPM retrouve une turbidité de 0,237 NTU.

La comparaison du taux de chlore résiduel mesuré par la JIRAMA et l'IPM est montrée par le second graphique. Nous ne remarquons pas une grande différence entre les valeurs, sauf pour le cas du Lot II G 66 DF Bis. Cette mesure du taux de chlore résiduel par la JIRAMA se fait par des méthodes colorimétriques, qui donnent des résultats approximatifs, estimatifs, tandis que l'IPM adopte des méthodes de spectrométrie visible, donnant des résultats de mesures plus précis.

Au vu des différences de résultats donnés par les appareils de mesures de l'IPM et la JIRAMA, concernant la turbidité, nous avons décidé de refaire les mesures dans les mêmes conditions. Les réalisations des prélèvements et des analyses se sont effectuées le 11 septembre 2015, A l'IPM, 2 turbidimètres ont été utilisés pour les mesures, qui se différencient par la précision des marges d'erreurs. Les résultats sont représentés dans les tableaux et graphique ci-dessous :

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		BF ASS MATSIRO	BF ASS MAMIRATRA II	BF ASS AINA	CLINIQUE LANTOSOA	BF FEHIZORO	BF OFFA	LOT II G 9 L Bis	BF RANOMAMY	LOT II G 20 H Bis A	LOT II E 66 EDA Bis A	RESERVOIR ANKATSO	LOT II G 66 DF Bis
Turbidité (NTU)	JIRAMA	0,91	1,3	1,18	1,25	1,3	2,29	1,3	1,8	1,71	3,81	8,45	3,19
	IPM Turbidimetre N°1	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	2	0
	IPM Turbidimetre N°2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 13: Résultats des analyses de turbidité des deuxièmes prélèvements de 12 échantillons à Ambatomaro



Graphique 3: Comparaison des résultats de mesures de turbidité réalisées par la JIRAMA et l'IPM, le 11 septembre 2015

Nous constatons que les résultats obtenus par la JIRAMA sont toujours nettement élevés comparés à ceux de l'IPM, sauf pour le cas de la BF RANOMAMY. Après avoir ausculté l'appareil turbidimètre de la JIRAMA, nous avons constaté que le tube du turbidimètre présentait des rayures à l'origine des anomalies des mesures et des faux résultats, c'est un appareil de mesure défectueux.

Nous avons évalué l'évolution des valeurs des résultats des analyses de turbidité, effectuées par l'IPM et la JIRAMA, avec un peu moins de deux mois d'intervalle, au cours duquel nous avons constaté que dans l'ensemble, les valeurs mesurées étaient en baisse pour les deux entités, JIRAMA et IPM, beaucoup plus explicite dans le tableau suivant :

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		BF ASS MATSIRO	BF ASS MAMIRATRA II	BF ASS AINA	CLINIQUE LANTOSOA	BF FEHZORO	BF OFFA	LOT II G 9 L Bis	BF RANOMAMY	LOT II G 20 H Bis A	LOT II E 66 EDA Bis A	RESERVOIR ANKATSO	LOT II G 66 DF Bis
Turbidité (NTU)	JIRAMA (par un turbidimètre) 1 ^{ère} mesure	2,7	2,6	3,4	1,8	5,2	1,9	4,03	1,9	2,17	1,12	2,27	1,9
	JIRAMA (par le même turbidimètre) 2 ^{ème} mesure	0,91	1,3	1,18	1,25	1,3	2,29	1,3	1,8	1,71	3,81	8,45	3,19
	IPM (Méthode spectrométrie) 1 ^{ère} mesure	0,87	0,5	0,113	0,64	0,237	0,64	0,221	0,83	0,73	0,12	0,119	0,44
	IPM (Turbidimètre 1) 2 ^{ème} mesure	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	2	0
	IPM (Turbidimètre 2) 2 ^{ème} mesure	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 14: Evolution constatée entre les deux mesures de turbidité

Pour la JIRAMA, nous avons observé une baisse de la turbidité pour 8 échantillons sur 12, dont 1 non à la norme au cours de la première mesure, une hausse de la turbidité pour 4 échantillons sur 12, et 1 échantillon hors norme.

Pour l'IPM, 9 échantillons sur 12 ont connu une baisse de la turbidité, 3 échantillons sur 12 avaient une hausse, tous les échantillons étaient dans les normes, inférieure à 5NTU. L'IPM et la JIRAMA ont effectué des mesures identiques pour certains points : 2 échantillons avec une élévation des mesures de la turbidité, 7 échantillons avec une baisse des mesures de la turbidité.

Ceci témoigne de l'amélioration de la qualité physico-chimique de l'eau, grâce au nouveau système de traitement physico-chimique de l'eau adopté par la JIRAMA, en l'espace de deux mois. Cependant, à cause de la vétusté des conduites, nous avons obtenus une turbidité de 20NTU à l'ouverture du robinet de la BF RANOMAMY. Un deuxième prélèvement a été effectué, au même moment, après avoir fait écouler l'eau pendant quelques minutes sur cette BF, et la valeur mesurée était descendue à 1.9 NTU.

Par ailleurs, nous présentons ci-après les résultats des analyses bactériologiques réalisés par l'IPM, pour ces 12 échantillons prélevés dans la zone pilote le 30 juillet 2015 :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	BF ASS MATSIRO	BF ASS MAMMIRAT RA II	BF ASS AINA	CLINIQUE LANTOSOA	BF FEHIZORO	BF OFFA	LOT II G 9 L Bis	BF RANOMAMY	LOT II G 20 H Bis A	LOT II E 66 EDA Bis A	RESERVOIR ANKATSO	LOT II G 66 DF Bis
Bactérie Coliforme	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Eschérichia Coli	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Entérocoque intestinal	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Spore de microorganisme ASR	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Déclaration de conformité	Conforme	conforme	conforme	conforme	conforme	conforme	conforme	Conforme	Conforme	conforme	conforme	Conforme

Tableau 15: Résultats des analyses bactériologiques du 30 juillet 2015 des 12 échantillons prélevés à Ambatomaro

Au point de vue microbiologie, les résultats sont tous conformes à la norme requise. Cependant, des analyses microbiologiques effectuées antérieurement par la JIRAMA, en 2014 et 2015, au niveau du réservoir d'Ankatso ont montré des non-conformité, relatif à la présence de : CT=52 en janvier 2014 ; CT=6 et ASR=8 en février 2014, ASR=6 en mars 2014, SF=12 en avril 2014, CT=8 et EC=2 en juillet 2014, ASR =6 en janvier 2015 ; CT= 5 en mars 2015 ; ASR = 10 en mai 2015.

Nous présentons dans les deux tableaux suivants les évolutions de la qualité de l'eau du réservoir, au cours des analyses d'échantillon d'eau réalisés par la JIRAMA en 2014 et 2015 :

Mois	Janv		Fev		Mars		avril	mai	Juin	juil		août		Sept		oct		nov	Déc		
	Date		Date		Date		Date	Date	Date			Date		Date		Date		Date		Date	
Réservoir Ankatso 2014	chlorure libre (mg/l)	0	0	0	trace	0,4	0	trace	1	0	trace	0	trace	0	0	0	1,4	0,4	1,4	1,4	0
	résultats bactériologiques	CT=52	CT=6	ASR=8		ASR=6	SF=12				CT=8 ; EC=3										

Date	Réservoir Ankatso 2015	
	chlorure libre (mg/l)	résultats bactériologiques
28	0	ASR=6
11	0	
25	0	CT=5
8	0	
5	1	
21	1	ASR=10
1	1,6	
17	1	
1	1,2	
15	1,6	
30	0,4	
12	manque d'eau	
26	0	
9	0	
23	0	
7	0	
21	2	

Tableau 16: Evolution des résultats d'analyse bactériologique de l'eau du réservoir Ankatso en 2014 et 2015

En résumé, le DGQO semble apte à ramener à la norme les situations d'urgence avec les systèmes de gestion de risque qu'ils adoptent actuellement. Il n'y avait heureusement pas de phénomène de résistance des microorganismes au cours des analyses des échantillons prélevés. Il semble donc confirmé que les contaminations sont ponctuelles, et sont dues sûrement à la vétusté des conduites. Il ne faut cependant pas écarter la possibilité de contamination engendrée par les manques d'eau.

2.4.11. Organisation pour des levés GPS des abonnés du secteur Ambatomaro

2.4.11.1. Information sur les données Clients à Ambatomaro

La DIRTANA ou Direction Interrégionale Antananarivo prend en charge les aspects commerciaux des activités de la JIRAMA à Antananarivo. Elle compte 6 agences au Centre-ville, dont l'agence Mahavoky, auquel est rattaché le secteur Ambatomaro.

Des échanges avec la direction étaient possibles, et ont permis d'une part la récupération des données pour les besoins de l'étude, telles que les données Clients mise à jour (Tournée Carnet), d'autre par la planification de descentes sur terrain pour les levés GPS des abonnés et des bouches à clé avec les releveurs (planning hebdomadaire pour les releveurs). Notons toutefois la saturation des plans de charge des releveurs. De plus, il a fallu contacter NRW pour la détection des bouches à clé invisibles.

En outre, nous avons abordé d'autres sujets d'actualité avec la DIRTANA, notamment les branchements privés, les problèmes du secteur eau et quelques propositions de solution.

2.4.11.2. Informations diverses

- Procédures de branchement :

Concernant les procédures pour les branchements privés, une demande préalablement rédigée est adressée aux agences. Ces derniers vont la transférer au service d'Appui de la JIRAMA. Le service approvisionnement s'occupe par la suite de lancer les appels d'offres, une fois que des demandes sont regroupées par le service d'Appui. Lorsque les matériels nécessaires aux branchements sont acquis, les demandes sont retournées aux agences pour les réalisations. Il est important de signaler qu'actuellement de nombreuses demandes de branchement sont en attente dans les diverses agences.

- Les problèmes du secteur EAU :

Selon la DIRTANA, les problèmes rencontrés actuellement sont:

- le manque d'eau touchant presque tous les quartiers.
- les pertes en eau: il existe un grand écart entre l'eau produite et l'eau vendue.
- le problème de réseau de distribution (comme le cas de Faralaza, une station qui a été installée pour renforcer l'alimentation en eau vers les zones du côté Ivato /Ambohidratrimo, n'est pas suffisant pour satisfaire les besoins de la population concernée).
- des bouches à clé introuvables à cause des travaux de rehaussement des routes qui compliquent aussi bien les travaux de dépannages que la réalisation des campagnes FIB pour avoir des données complètes et précises.
- Problème d'organisation, au niveau des responsabilités confiées à chaque entité, qui occasionnent des conflits de responsabilités d'une certaine manière, entraînant un retard d'intervention. En août 2015, la DTA a connu une restructuration, et la direction DTOA a été mise en place. Cette nouvelle direction DTOA dispose son propre organigramme qui prévoit un département appelé DEDO, visant l'amélioration au niveau de toutes les interventions de dépannage.
- La diminution de la profondeur normale des tuyaux due à l'effet de ravinement engendre l'apparence des conduites, qui sont exposées à des risques de cassures et des fuites.

2.4.12. Information sur la gestion des fuites

2.4.12.1. Historique et définitions

Auparavant, la JIRAMA avait déjà ce qu'elle appelait « politique générale de la réduction de perte », à travers laquelle chaque direction participait à la lutte contre les pertes en eau. L'objectif ayant été d'améliorer le rendement (Rendement = volume consommé/volume entré réseau). La perte se traduit par la différence entre la production et la vente.

La JIRAMA a constaté 2 niveaux de pertes : les pertes commerciales (consommés non facturés) et les pertes physiques (fuites) :

- La direction commerciale s'occupait des pertes au niveau commercial par le biais de la facturation/collecte des relevés, ...
- La direction de l'exploitation eau s'occupait des pertes physiques (exploitation, dépannage ...)

La CNLC NRW ou « Coordination Nationale de Lutte Contre la Non Revenu Water », en partenariat avec WSUP, a été créée au sein de la JIRAMA pour la réduction des pertes en eau non comptabilisées, c'est-à-dire les fuites, les vols, les consommations non comptabilisées des bâtiments administratifs, les bouches d'incendie et d'arrosage de la commune. Les pertes n'ont cessé d'augmenter au cours des 10 dernières années, mettant en évidence la défaillance des structures responsables. En 2007-2008, l'opportunité de partenariat d'expérimentation pour la réduction des pertes pouvait être développé avec WSUP, coïncidant avec la saturation du réseau qui a été à l'origine de l'arrêt de tout nouveau branchement d'eau de la JIRAMA, soi-disant due à l'insuffisance de production d'eau à Mandrozeza.

Le partenariat reposait sur :

- L'Assurance de formations par WSUP
- La définition des Technique et Approche sur les recherches de fuite
- Les Fournitures d'équipement pour la détection des fuites

En contrepartie, WSUP a demandé l'étude de la possibilité de procéder à de nouveau branchement, résultant de la maîtrise des fuites.

Plus tard, en 2010, la JIRAMA a décidé de mettre en place une cellule stratégique de la réduction des pertes. Depuis, cette cellule a subi des remaniements et des restructurations, visant à déterminer la stratégie adaptée à la JIRAMA, Pendant ce temps, aucune évolution n'a été mise en évidence, en rapport avec l'objet de création de la cellule. Par conséquent, il a été urgent de procéder à la normalisation de la section, dont la première étape consistait en la détermination des locaux, à la formation de l'équipe coachée par la personne responsable pour les actions à mener (étude organisationnelle, élaboration de plan d'actions, budget annuel par axe stratégique, conception). Les études devront être inscrites dans les projets montés par les directions concernés (comme remplacement des conduites vétustes /éducation/sensibilisation, ratissage...)

Si auparavant, le service de détection de fuite entendait les plaintes pour intervenir, la nouvelle stratégie recommande à effectuer 2 visites réseaux sur un même point par an pour la planification de la détection des fuites.

L'équipe de la CNLC-NRW est étoffée en nombre de 35 personnes actuellement, alors qu'au début, le personnel était formé de 6 personnes uniquement. Dans les cas où l'équipe de détection des

fuites sont en mesure d'intervenir pour des travaux de remise en état, elle intervient, sinon, elle va faire appel à l'équipe de la DTOA. L'équipe de NRW est à la fois stratégique et opérationnel.

Lors des missions de ratissages, les équipes de la NRW vont répertorier les anomalies retrouvées : inexistence de compteur, by-pass client, défaut comptage / lecture mal faite, compteur dégradé ne fonctionnant plus efficacement. Il est indispensable d'inventorier les pertes en pertes physiques et commerciales.

2.4.12.2. Organisation de la CLC NRW pour la gestion des fuites

La cellule est composée de 3 départements et 1 service:

→ Un département s'occupe *des fuites* : ce département assure la détection et la maîtrise de fuite, la surveillance de la sectorisation de réseau, l'opérationnalisation.

→ Un département commercial : il assure la *fiabilisation du système de comptage*, (intervient au ratissage, contrôle de la consommation des gros clients), Pendant les travaux de terrain, les agents peuvent se servir de rapport écrit pour la gestion des problèmes assez compliqués.

→ Un département commercial qui assure *l'efficacité commercial* : le but étant l'optimisation de la force de vente (branchement, relevés, factures, comparaison entre le volume relevé et celui facturé, les fautes de saisi qui se produisent pendant la transcription des relevés manuels jusqu'à la présentation des factures).

→ Un chef de service *du système d'Information* a la charge à la fois de la gestion des données (existence d'une base de données centrale FAFI (**F**andraisana **F**itarainana) dans laquelle figure les réclamations, les interventions et rapports, mise à jour à travers des collectes d'informations in situ, de +/- 3 jours , du fait que les équipes de dépannages ont accès au saisi dans ce site), et de la conception d'outils de gestion des secteurs hydraulique, à l'endroit de suivi des mesures de différents paramètres dans les secteurs hydrauliques (débit entrant/consommé/fuite).

2.4.12.3. Intervention de l'équipe de NRW

Le NRW est appelé à localiser des fuites en urgence, et après son intervention, les services responsables s'occupent des travaux nécessaires (la DTOA s'occupe de la gestion du réseau et intervient lorsqu'il y a un besoin de manœuvre de vanne pour les grosses fuites ; intervention des agences pour les dépannages).

Le NRW, lorsqu'il est en face de fuites pendant l'action de détection de fuites, réalise directement les travaux correspondants.

L'année 2013 était la période de validation de la stratégie, les objectifs étant jusqu'à ce jour en suspens, et nécessitent la précision des références à atteindre. Est-il utile de rappeler que le projet n'est pas encore autofinancé, il dépend entièrement des subventions.

A l'heure actuelle, le partenariat avec WSUP est en période de suivi/accompagnement.

La partie financée par la JIRAMA pour ce partenariat s'élève à 60%.

2.4.12.4. Résultats observés après la mise en œuvre de la stratégie

Une amélioration est palpable, même si elle est légère, d'une année à l'autre, selon NRW. Toutefois un concours en interne de la JIRAMA est hautement sollicité. Signalons un cas de l'agence Ambatonakanga, où il a été aperçu une discordance entre le nombre d'abonné et la vente.

Le partenariat entre la NRW et la WSUP pour la matérialisation de la sectorisation a permis d'arriver au stade:

- d'acquisition des matériels de mesure pour la zone EST.
- d'étude en cours pour une partie de la zone centre
- d'acquisition des matériels de mesure pour la zone Nord.

L'échéance posée par WSUP pour la finalisation des travaux d'installation de tous les matériels était la fin du mois de juin 2015.

- Il devient facile de déterminer le rendement sectoriel, à travers les mesures des débits relevés et les données des tournés carnets.

Rapportons également la mise en place d'un guichet unique à Soanierana, dans le cadre du partenariat avec WSUP (OPTD), qui s'occupe des demandes de branchements pour les populations à faible revenu et les branchements des infrastructures publics (facilite la procédure à suivre).

La NRW a cependant mentionné quelques problèmes rencontrés par la JIRAMA à l'heure actuelle, il s'agit de :

- la non disponibilité des chiffres précis des données sur la consommation réelle des abonnés, car pour environ 40% des abonnés, les mesures de la consommation ne sont qu'estimées.
- la déclaration de production de 180 000m³/j de la station à Mandroseza, qui reste encore abstraite, en raison de l'existence des compteurs défectueux.
- le problème de transit d'eau à cause du système de refoulement distributif.
- l' inadéquation de la capacité de traitement par rapport à la capacité de captage de la rivière Ikopa.
- la perte commerciale jusqu'à 45% pour le grand Tana.
- la charge trop lourde pour les releveurs : chaque releveur s'occupe de 2400 abonnés par mois, alors que la norme stipule pour chaque releveur un plafond de 1200 abonnés par mois.

Supports numériques reçus de NRW (Cf. [Annexe A21](#)).

2.4.13. Information sur le stockage des données de la JIRAMA

La JIRAMA dispose d'une direction de système informatique DSI. D'après le DSI, leurs activités se concentrent actuellement sur la centralisation des données commerciales.

Actuellement, les données techniques sur les réseaux de distribution sont encore conservées auprès des Directions Techniques, les données techniques de chaque client qui affectent la facturation sont dans les serveurs des Agences.

La centralisation des données clientèles auprès de la DSI se fera le lendemain après la fermeture dans la fin de la journée.

La JIRAMA a déjà mené des études sur la possibilité d'une mise en place d'un serveur qui permettrait de centraliser et de traiter les données techniques sur SIG en même temps que les données commerciales (superposition d'informations). La JIRAMA a déjà entreprise une tentative de partenariat avec l'ESRI pour la réalisation du projet, mais est toujours en quête d'appui, la mobilisation de leur fond propre ne suffisant pas à la procuration des matériels nécessaires au projet.

Dans le cadre de l'amélioration de la gestion de l'exploitation de la JIRAMA, toutes les informations quelles qu'elles soient devraient être stockées au sein de la DSI, pour la création d'une relation SIG commercial – SIG technique. La situation actuelle est, d'une part, qu'un département au sein de la DTOA se charge de la mise à jour des données SIG, à partir des informations provenant de DEDO et de DDDO, il s'agit du DGRO, d'autre part, les départements DEXO et NRW font chacun

de leur côté la mise à jour de leurs propres données, Nous avons alors 3 sources de données techniques : DGRO, DEXO et NRW, disposant chacune leur propre administrateur.

Du point de vu organisation, la mise en place d'une structure hiérarchique de validation (technique et commerciale) est essentielle, afin de s'assurer du regroupement et de la fiabilité des données entrées au niveau de l'interface utilisateur qui alimente la base centralisée.

La DSI propose l'appui d'un spécialiste pour l'étude et la mise en place de la SIG de la société.

Les appuis à apporter seraient donc :

- de pourvoir à la JIRAMA le logiciel « ARCGIS SERVEUR et Arc Gis client», y compris le fond de carte à jour.
- l'acquisition de trois serveurs d'application et la JIRAMA s'organise à la fourniture des bases de données pour l'hébergement.
- de pourvoir l'appui à la migration des existants vers les nouveaux systèmes SI Géographiques.
- de prévoir diverses formations sur l'exploitation du nouveau système sur un site pilote (organisation, manipulation des matériels, entretien et maintenance,...)

3. Essai de modélisation

3.1. Contexte

L'un des outils adéquats pour gérer un réseau AEP est la modélisation. Actuellement la JIRAMA se sert des modèles sommaires sans parvenir à l'élaboration d'un modèle rigoureux plus efficace à l'exploitation du réseau d'Antananarivo. Sachant que la modélisation rigoureuse nécessite des personnes qualifiées, des bases de données complètes et fiables, des batteries d'instruments de mesures pour le calage des modèles, la JIRAMA n'est pas encore en mesure de remplir ces conditions dans le court terme (faute de moyens en matériels, insuffisance de personnels, etc.)

La modélisation du réseau est cependant indispensable, car très utile d'une part pour le diagnostic des problèmes, comme les problèmes de manque d'eau qui existent dans plusieurs quartiers d'Antananarivo, et d'autre part pour l'apport des solutions adéquates. Il est aussi possible d'envisager des projets d'extension.

Dans le cadre de cette étude de diagnostic de l'AEP dans le 3^{ème} et 5^{ème} arrondissement, un essai de la modélisation du réseau d'AEP a été prévu. Cette étude a été menée sur la zone pilote correspondant au secteur hydraulique d'Ambatomaro, choisie selon des critères déjà mentionnés précédemment. L'envergure du réseau dans la zone d'étude, formée par les 14 secteurs hydrauliques, rendait la modélisation trop complexe, c'est ainsi qu'il a été décidé de choisir une zone plus restreinte faisant partie de la zone d'étude. Cette « zone pilote » présente les caractéristiques suivantes :

- Caractéristiques hydrauliques : Le secteur Ambatomaro est situé dans la partie Est de la ville d'Antananarivo dans le 5^{ème} arrondissement. Il fait partie des secteurs hydrauliques de la JIRAMA, alimenté depuis la station de production de Mandrozeza par les conduites primaires $\Phi 500$ et $\Phi 600$. Il est considéré par la JIRAMA comme « zone rouge » en matière d'alimentation en eau, car il se retrouve souvent confronté à des problèmes de manque d'eau. Il est alimenté par trois conduites principales et le réseau est « bouclé » c'est-à-dire qu'il n'y a pas de point de sortie d'eau, toute l'eau qui entre dans le secteur y est alors consommée.

La majorité des conduites principales de cette zone sont âgées d'une cinquantaine d'années.

Cette zone pilote compte actuellement 470 abonnés.

- Caractéristiques Sociaux et Démographiques : D'après les données recueillies auprès du fokontany d'Ambatomaro le nombre de la population dans le quartier en 2014 s'élève à 15122.

Concernant les infrastructures existantes, on y trouve :

- 1 établissement scolaire public, 17 établissements scolaires privés, 1 institut
- 7 bornes fontaines
- 2 églises
- 2 lavoirs publics
- 1 clinique privée
- 1 poste avancée
- 6 sociétés
- 1 campus universitaire

- Caractéristiques physiques : d'une superficie de 249,12 Ha, elle représente les 10% de la superficie totale de la zone d'étude selon les données récoltées sur SIG.

Tenant compte de la topographie du terrain, la zone d'Ambatomaro est répartie en 2 étages bien distincts :

- la zone se situant entre 1250 m et 1310 m d'altitude est définie comme étage bas.
- la zone se situant entre 1310m et 1375 m d'altitude est définie comme étage haut.

Selon les enquêtes que nous avons entreprises, toute la partie haute du secteur est fréquemment touchée par le problème de manque d'eau et l'eau n'est présente qu'entre 20 heures du soir et 6h du matin. Il arrive parfois qu'il n'y ait de l'eau qu'une fois par semaine voire une fois par mois. Hors mis une partie à l'entrée du réseau, la majeure partie de l'étage bas ne subit des problèmes de manque d'eau que lorsque la JIRAMA effectue des dépannages.

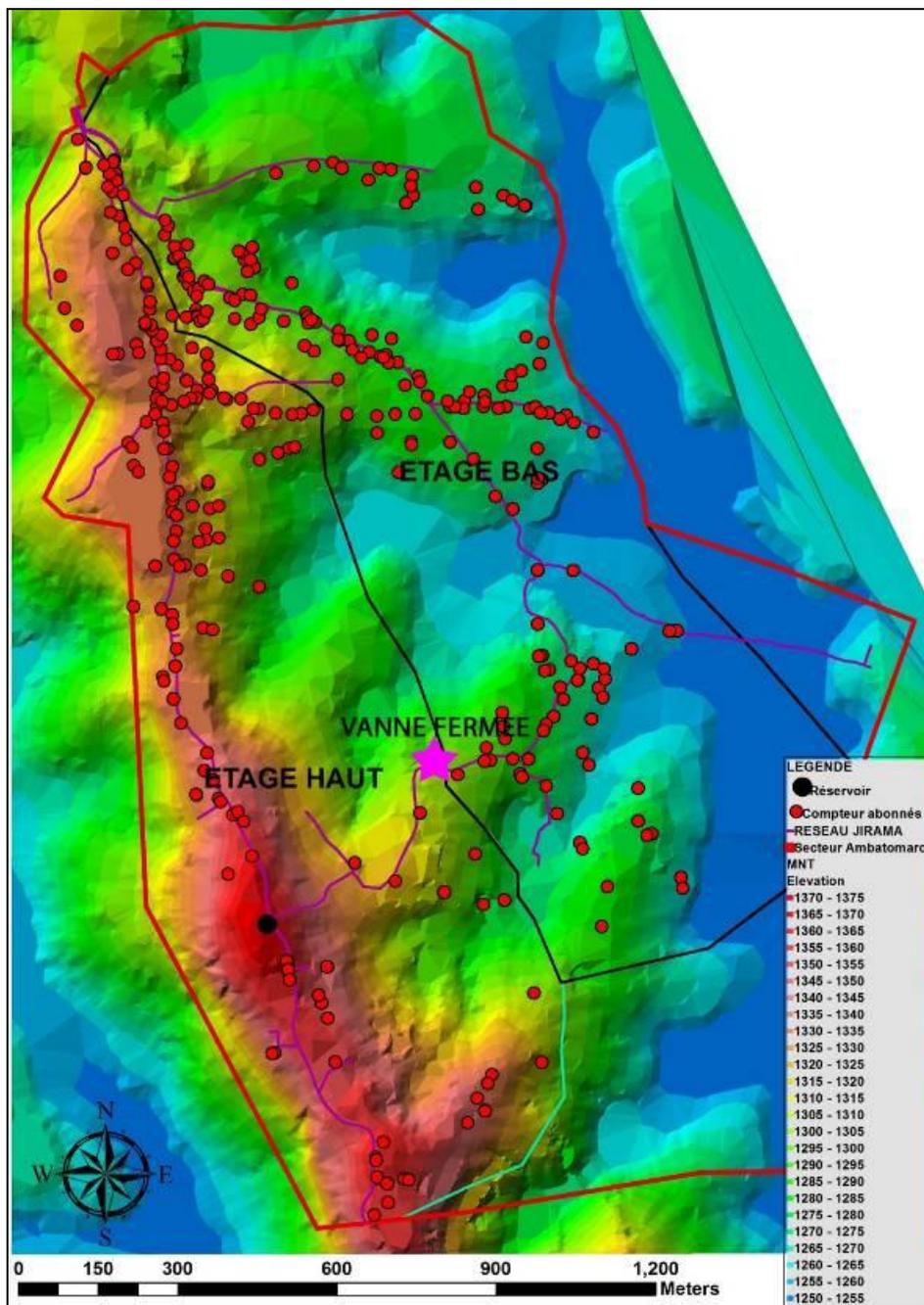


Illustration 24: Topographie du terrain dans la zone pilote à Ambatomaro

3.2. Objectifs

Cette étude a pour objectif :

- d'évaluer dans les détails les moyens nécessaires, la durée de la mise en œuvre de la modélisation du réseau d'AEP correspondant à la zone pilote.
- d'estimer ensuite les moyens et la durée nécessaires à mettre en œuvre pour la modélisation du réseau des 13 autres secteurs du 3^{ème} et 5^{ème} arrondissement en se basant sur les résultats obtenus de la zone pilote.
- Le modèle établi dans le secteur pilote pourrait être utilisé pour la recherche des solutions aux problèmes de manque d'eau, en procédant à la simulation du modèle.
- Evaluer les éléments de blocage à la bonne réalisation de la modélisation.

3.3. Méthodologie

L'équipe qui se chargeait des études est formée par un Technicien SIG et un Technicien Hydraulique.

La mise en œuvre de l'étude a été organisée ensemble avec l'équipe de la JIRAMA, avec une répartition de tâche bien précise.

Pour la réalisation de cette étude de faisabilité de modélisation, nous avons procédé :

- en premier lieu à la collecte des données nécessaires (plan du réseau sur SIG et altitude MNT, localisation de tous les branchements des abonnés et équipements existants et mise à jour du SIG, paramètres hydrauliques : pression et débit, consommation d'eau des Abonnés, valeur des taux de chlore résiduel dans le réseau).
- au traitement des données collectées (exportation des données sur Epanet, calage du modèle, simulation de la variation spatiale du chlore résiduel et enfin simulation d'une proposition de solution d'amélioration de la desserte en eau dans le secteur Ambatomaro).
- enfin, au calcul du coût de la réalisation de la modélisation, où il a fallu prendre en compte les diverses dépenses correspondantes aux interventions effectuées, ayant rapport à la durée, aux besoins en matériaux et matériels, aux frais généraux (indemnité, coût de transport, gardiennage appareil débitmètre, divers).

3.3.1. Collecte de données nécessaires

3.3.1.1. Plan du réseau sur SIG et MNT

Les bases de données nécessaires à l'élaboration du modèle provenaient du plan du réseau sur SIG fourni par la JIRAMA, et les altitudes de chaque équipement ponctuel, issues d'un MNT, d'une équidistance de 5m (Données issues du projet GRIMA réalisé par HYDRETTUDES 2014-2015)

3.3.1.2. Localisation de tous les branchements à partir des levés GPS des abonnés et éclaircissement du réseau

Nous avons adopté la démarche suivante :

- Organisation de réunion avec l'équipe de l'agence de Mahavoky, pour bien définir les actions à entreprendre, discuter des planning et de la durée des descentes sur terrain, désigner les équipes à mobiliser formées par les releveurs, discuter des supports et des divers besoins indispensables pour la réalisation des levés GPS des abonnés.

- Organisation de réunion avec l'équipe de la DTOA, pour discuter du planning de descente sur terrain et de l'équipe à mobiliser capable de donner des informations de tous les équipements existants du réseau à localiser à partir des levés GPS.
- Utilisation de la technique de levé GPS mode route sur le tracé du réseau, afin d'obtenir une meilleure précision sur le réseau existant.
- Mise à jour des données SIG correspondantes au secteur Ambatomaro, y figurant tous les branchements des abonnés, tous les équipements existants dans le réseau et le tracé réel du réseau.

3.3.1.3. Mesure de paramètres hydrauliques

La localisation des lieux d'emplacement des appareils de mesure ont été décidé ensemble avec les équipes de la DEXO et de la DTOA. Les paramètres à déterminer concernaient d'une part les débits et pressions à l'entrée du secteur hydraulique à Ambatomaro, et d'autre part les pressions dans les réseaux.

Trois conduites alimentent le secteur, trois points à l'entrée sont fixés pour les mesures de débit et pression. Sur ces trois points, les conduites sont toutes en fonte, la première qui rejoint le réservoir, a un diamètre de $\Phi 125$, la seconde vers le réseau $\Phi 100$, et la troisième vers le réseau $\Phi 150$. Il est à préciser que deux de ces trois conduites, $\Phi 125$ et $\Phi 100$, sont raccordées au surpresseur. En premier lieu, 10 manomètres ont été installés sur 10 sites à l'intérieur du réseau, généralement choisi sur les extensions et au bout de réseau.

Des travaux d'amélioration de l'approvisionnement en eau dans ce secteur ont été réalisés par la JIRAMA en août 2015, dans le cadre de l'application de la politique d'optimisation des équipements existants. Il s'agissait du changement de fonctionnement des deux surpresseurs existants, qui initialement fonctionnaient en alternance, et qui fonctionnent dorénavant en parallèle. Ceci a probablement eu un impact positif sur le fonctionnement du réseau en général. De ce fait, nous nous sommes intéressés à refaire des mesures pour évaluer ce nouveau système, en appréciant l'évolution des valeurs des paramètres.

Pendant la deuxième intervention nous avons mis en place 12 manomètres sur 12 sites dont 8 sur les mêmes sites des précédentes mesures et les 4 autres sur de nouveaux sites.

Les deux mesures ont été réalisées chacune sur une période de 10 jours, pour permettre l'observation des variations des valeurs tout le long de la semaine, y compris le week-end. Les résultats escomptés pourraient être représentatifs des comportements hydrauliques du réseau dans ce secteur.

Nous pouvons voir ci-après, le schéma global des points d'emplacement des appareils de mesure :

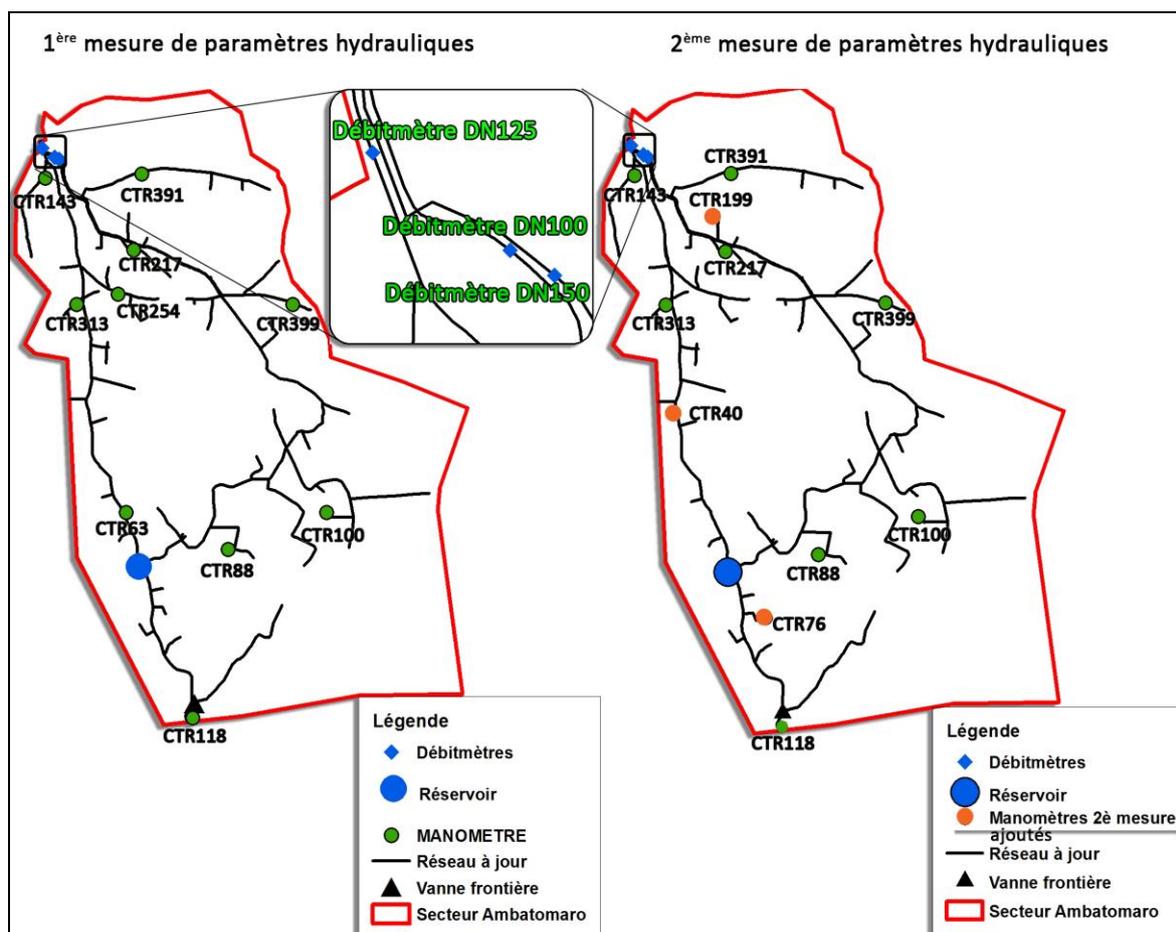


Illustration 25: Localisation des appareils de mesure des paramètres hydraulique à Ambatomaro

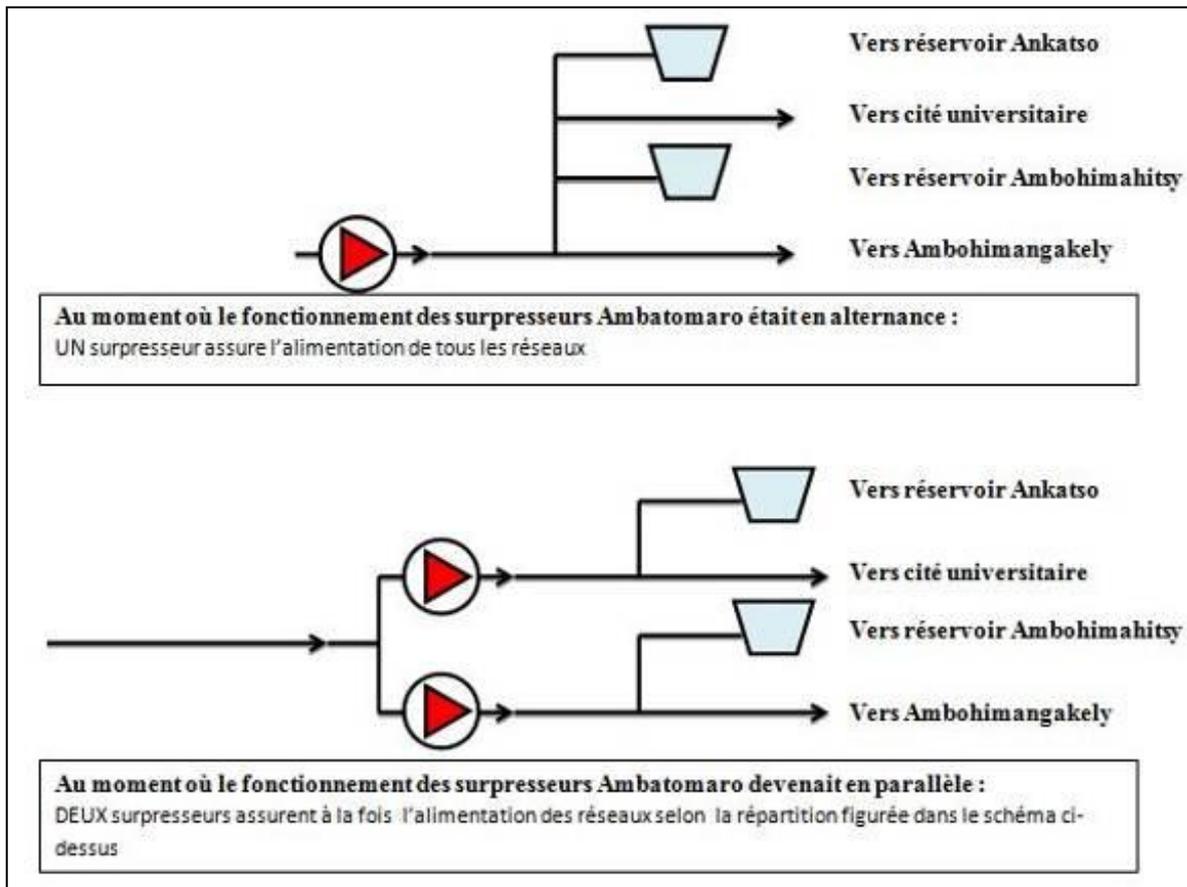


Illustration 26: Schéma de changement de fonctionnement des surpresseurs à Ambatomaro

3.3.1.4. Enquête auprès des abonnés

Pour la modélisation, il faut connaître la variation des consommations horaires, mais les données que nous pouvons exploiter au sein de la JIRAMA sont limitées à la connaissance des consommations d'eau mensuelles des abonnés.

Dans le but de déterminer la valeur moyenne de la consommation journalière des abonnés, nous avons exploité les données recueillies auprès de l'Agence de la JIRAMA à Mahavoky, données correspondantes aux consommations mensuelles des abonnés relatives à la période de réalisation des mesures des paramètres hydrauliques, en mai 2015.

Des enquêtes auprès des abonnés ont été indispensables pour la collecte d'informations complémentaires pertinentes, sur leurs consommations journalières en eau et par plage horaire, il s'agit :

- De l'estimation du nombre d'utilisateurs par abonné, afin d'estimer la consommation d'eau par jour par personne.
- Des ménages/ établissement qui stockent de l'eau ainsi que leur mode de stockage (quantité stocké, heure et durée du stockage d'eau, etc.)
- Du niveau de satisfaction des usagers concernant la qualité/ potabilité de l'eau de la JIRAMA et les mesures de précaution prises par les usagers.

- Des différents problèmes rencontrés par les habitants sur l'alimentation en eau de la JIRAMA: faible pression, faible débit, coupure d'eau, etc., qui peuvent se produire dans le secteur.
- Des sources et les causes des fuites probables au niveau des conduites, et les réactions des habitants quand ils rencontrent ces fuites.

Pour le déroulement des enquêtes, nous avons procédé à la répartition des consommateurs en trois catégories, comme présenté ci-après : Les établissements, les bornes fontaines et les ménages.

Les établissements ont été définis par un nombre de consommateur de plus d'une cinquantaine de consommateurs.

Pour les infrastructures publiques comme les bornes fontaines et les blocs sanitaires, les consommations d'eau dépendent de l'horaire d'ouverture de ces ouvrages et du nombre des usagers qui utilisent la borne fontaine.

Pendant la préparation de l'enquête, nous avons déterminé des échantillons de chaque catégorie de consommateur comme suit :

- pour les ménages, l'échantillon comportait 130 abonnés, avec des représentants par extension, parmi les 470 recensés, soit les 28% de tous les abonnés existants dans le secteur Ambatomaro.
- nous avons compté en tout 29 établissements dans le secteur d'Ambatomaro, et nous avons prévu de tous les enquêtés, soit les 100% de tous les établissements.
- nous avons recensé au total 12 bornes fontaines et 2 blocs sanitaires dans le secteur d'Ambatomaro, que l'on a aussi prévu tous enquêtés.

Des fiches d'enquêtes ont été ensuite préparées pour chacun des trois catégories, avant la mise en œuvre sur terrain.

Deux enquêteurs ont été engagés pour réaliser cette activité, sur une durée totale d'environ un mois.

3.3.2. Traitement des données collectées

3.3.2.1. Exportation des données SIG vers EPANET¹

Avant de procéder à l'exportation du plan du réseau d'AEP avec les données sur SIG vers le logiciel Epanet, nous avons vérifié dans le logiciel Arc Gis la topologie du réseau. Nous avons ainsi vérifié si les tronçons des conduites étaient bien reliés ou encore si des conduites se superposaient. Dans le cas où ces anomalies étaient présentes, nous avons dû les repositionner de façon à ce que les tronçons soient reliés à leurs extrémités. Par la suite, nous avons créé des points sur les jonctions des tronçons et sur les sommets de chaque tronçon. De ce fait dans le but de pouvoir insérer les branchements des abonnés nous avons sectionné les tronçons des conduites principales ou secondaires au niveau des points de piquage de ces branchements.

Une fois les vérifications faites, nous avons attribué à chaque point leurs altitudes par l'interpolation des données du MNT de la région (Outil 3D analyst dans le logiciel Arc GIS).

L'élaboration de la modélisation du réseau a nécessité l'adoption de nouvelles nomenclatures, notamment pour les tronçons des conduites sectionnées et pour les nouveaux nœuds que nous avons dus créer. La correspondance des noms des tronçons de la JIRAMA et ceux que nous avons adopté est listée dans le tableau de correspondance codes tronçons à Ambatomaro. (Cf. Annexe A22).

¹ Logiciel de simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression

Après vérification de la topologie du réseau dans le SIG et la mise en place des branchements des abonnés, de tous les nœuds de jonctions des conduites et des points sur les extrémités des conduites, nous avons procédé à l'exportation des données SIG du réseau vers Epanet.

3.3.2.2. Traitement des données sur EPANET

Nous avons ensuite inséré dans Epanet :

- les débits horaires comme données de départ à l'entrée du réseau, qui correspondent aux valeurs moyennes des résultats de mesure des débits horaires recueillis pendant les dix jours
- les variations horaires de la consommation des abonnés, présentées par les trois types de courbe de variation de consommation issu des trois types d'abonnés : bornes fontaines et les entreprises, abonnés de l'étage bas, abonnés de l'étage haut. Soulignons que pour la détermination des valeurs des consommations horaires, avec une définition précise pour que la modélisation soit efficace, nous avons tenu compte à la fois des résultats des enquêtes correspondant à la catégorisation des abonnés établie par les enquêteurs (1^{ère} catégorie : établissement ; 2^{ème} catégorie : BF et BS ; 3^{ème} catégorie : ménages) et des renseignements supplémentaires recueillis auprès de quelques groupes d'abonnés. Les abonnés rencontrant des problèmes similaires ont été regroupés en 3 catégories : d'abord les abonnés ayant les mêmes problèmes de manque d'eau fréquents, donc ceux des parties élevées, qui ont été dénommés «Abonnés de l'étage haut », ensuite les autres abonnés souffrant de faibles débits / pressions , situés dans les parties basses, qui ont été qualifiés d'« Abonnés de l'étage bas », enfin les BS , les BF et les établissements qui sont classés comme des groupes d'abonnés « Gros consommateurs ».

Toutefois, les consommations horaires des abonnés dont nous disposons restent des valeurs approximatives car elles résultent des informations issues des résultats d'enquêtes peu précises.

- Les résultats des mesures de pression sur les 10 points relatifs à la première intervention, sur les 12 relatifs à la deuxième intervention. Ces valeurs vont servir de référence afin de pouvoir caler le modèle.

- Nous avons choisi les valeurs du coefficient de rugosité des conduites dans les valeurs de références de Darcy-Weisbach (EPANET 2.0 Simulation Hydraulique et Qualité pour les réseaux d'Eau sous Pression) pour les conduites en fonte $C = 0,25 \text{ mm}$; pour les PVC $C = 0,0015 \text{ mm}$.Mais pour le cas des conduites en fer galvanisés, nous avons considéré la valeur qui était ressorti de nos calculs, $C = 7,3 \text{ mm}$ (Cf. paragraphe :2.4.6 Etats des conduites).

- Les données sur les consommations moyennes journalières sont utiles et qui peuvent être obtenues à partir des consommations mensuelles disponibles à l'agence pour chaque type d'abonnés. (Cf. Annexe A23). Nous avons ainsi trouvé pour les:

- Bornes fontaines et entreprises : 0,1 l/s
- Particuliers : 0,04 l/s

3.3.3. Calage du modèle

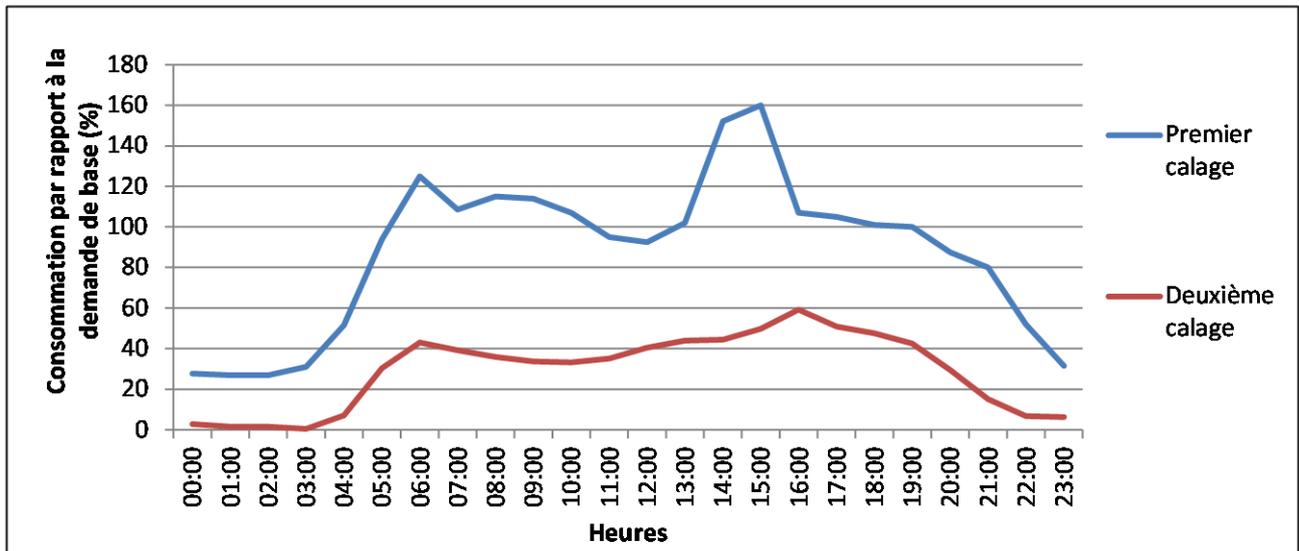
Afin de caler le modèle, nous avons procédé comme suit :

- nous avons séparé les groupes d'abonnés en deux étages, à partir de la vanne fermée en permanence, dont l'étage haut est alimenté par la conduite DN125 et l'étage bas alimenté par les conduites DN 100 et DN 150.

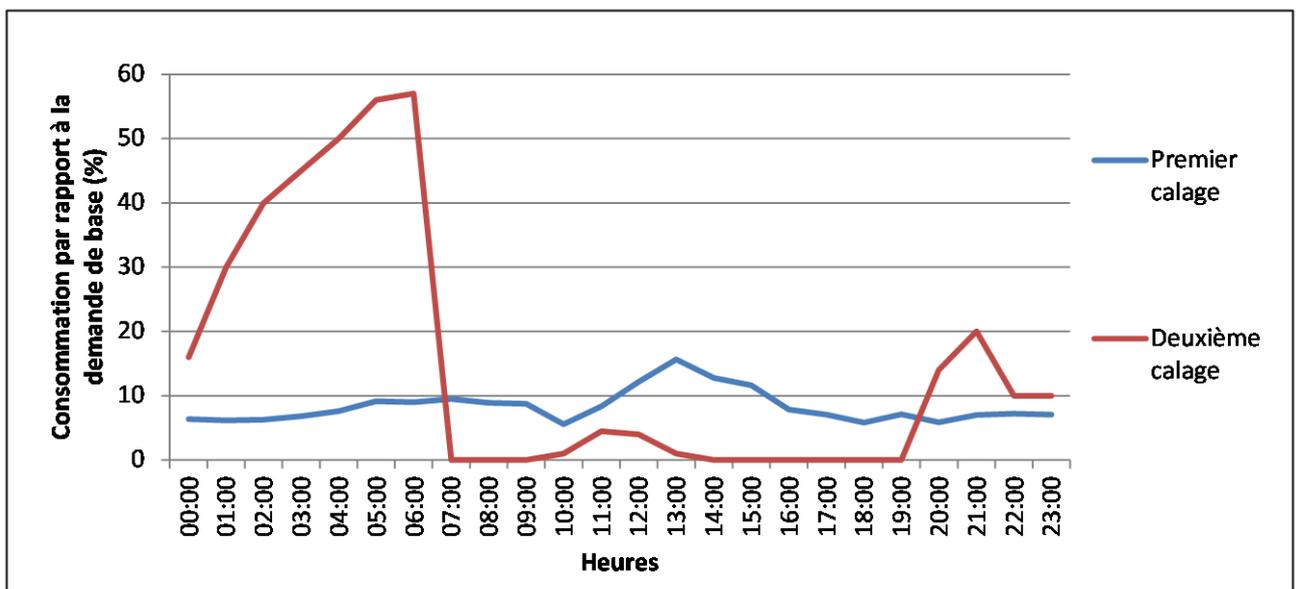
- nous avons utilisé deux courbes de modulation de consommation, parallèlement à ces deux étages
- nous avons fait varier les coefficients des deux courbes de modulation pour pouvoir caler le modèle
- nous avons essayé de faire varier le coefficient de rugosité pendant le calage du modèle, et de rapprocher la valeur trouvée avec celle calculée qui correspond du tronçon galva.

Il y aurait deux présentations de modèle calé, respectives aux deux mesures de paramètres hydrauliques réalisés.

Les graphiques suivants représentent les courbes de variation journalière de la consommation des ménages :



Graphique 4: Profil de consommation étage bas



Graphique 5: Profil de consommation étage haut

Le premier calage correspond au calage du modèle par rapport aux résultats de la première mesure des paramètres hydrauliques et le deuxième calage correspond au calage du modèle par rapport à ceux de la deuxième mesure. Rappelons que la première mesure a été faite avant la mise en marche en parallèle des deux surpresseurs avant l'entrée du réseau dans le secteur pilote et la deuxième mesure a été réalisée après cette opération.

La courbe de consommation des abonnés correspondant au 2^{ème} calage de l'étage haut présente des pics entre 00h00 à 07h00 et entre 19h00 à 24h00. Ceci est dû au fait que les abonnés de l'étage haut du secteur ne puisent de l'eau que pendant ces heures parce que c'est à ce moment seulement que l'eau arrive dans ces zones selon des enquêtes supplémentaires que nous avons effectuées. De ce fait nous avons calé le modèle en considérant cette information puis nous avons fait plusieurs tests de simulation pour caler le modèle par rapport aux résultats de mesure des paramètres hydrauliques en modifiant la courbe de variation de consommation des abonnés de l'étage haut.

3.3.4. Simulation de la variation spatiale du chlore résiduel

Les démarches suivies ont été :

- l'utilisation des résultats des analyses du chlore résiduel réalisés par l'IPM, sur 12 points de prélèvement effectués dans la zone pilote. (Cf. : Résultats d'analyse du 30 juillet 2015 des 12 échantillons prélevés à Ambatomaro [Tableau 12 : Résultats d'analyse du 30 juillet 2015 des 12 échantillons prélevés à Ambatomaro](#))
- la sélection de trois résultats d'analyses, qui correspondent aux trois points les plus proches à l'entrée du secteur.
- l'insertion des trois valeurs du taux de chlore résiduel dans Epanet.
- l'appréciation de l'efficacité et de la fiabilité de la simulation, en faisant la comparaison des résultats de la simulation avec les résultats des mesures.

3.3.5. Proposition de solution pour l'amélioration de la desserte dans la zone pilote à Ambatomaro

Afin d'améliorer la desserte en eau dans la zone d'Ambatomaro et de procéder à la recherche de solution (tels que le manque d'eau dans les parties hautes, les faibles pressions et débits dans les autres coins du secteur), nous proposons l'installation d'une conduite feeder en PVC 125, reliant directement le surpresseur existant à Ambatomaro avec le réservoir à Ankatso sur une longueur de 2 km. Aussi, l'ouverture de la vanne séparant le maillage du réseau (qui est fermée en permanence) peut équilibrer la pression à l'étage bas. Pour le tracé de la conduite, son installation se fera en parallèle avec l'ancienne conduite de refoulement.

Le choix de cette proposition a trouvé son fondement sur la connaissance du comportement hydraulique du réseau en général, qui semblerait être amélioré par un réaménagement du système actuel. La réflexion reposait sur la réduction des pertes de charge singulière causées par les branchements d'eau avant l'arrivée dans le réservoir.

Pour cela, trois variantes de solutions sont à considérer:

- La première : le réservoir fonctionnant toujours en réservoir d'équilibre, les valeurs des paramètres hydrauliques sur lesquelles a été basée l'étude sont issues des résultats des mesures effectuées correspondants à la situation actuelle. L'idée est donc de faire monter l'eau jusqu'au point

le plus haut afin de résoudre les problèmes fréquents de manque d'eau dans cette partie, et pour les autres parties, elles seront parallèlement alimentées en eau de façon gravitaire.

- La deuxième : le réservoir étant considéré comme un réservoir de stockage d'eau, nous prévoyons l'installation d'un deuxième surpresseur intermédiaire à partir du point de mesure de débit jusqu'au réservoir. L'esprit de cette deuxième variante est de fournir une pression suffisante permettant de remplir d'une façon optimale le réservoir, et de satisfaire les besoins en eau des abonnés d'Ambatomaro à partir de l'eau stockée du réservoir.

- La troisième : le réservoir étant toujours considéré comme un réservoir de stockage, il est possible de déterminer les valeurs des paramètres hydrauliques en amont du surpresseur, et aussi les valeurs caractéristiques optimales nécessaires du surpresseur, pour assurer le remplissage du réservoir, à partir de la simulation du modèle. Il faut absolument trouver des moyens pour sécuriser ces valeurs utiles des paramètres, et quant au surpresseur, un remplacement éventuel pourrait être envisagé.

Nous avons pris comme hypothèse de base la considération de la courbe de modulation de consommation unique pour les abonnés de l'étage bas et ceux de l'étage haut.

A partir de cette proposition, nous allons évaluer le nombre d'abonnés supplémentaires qui pourraient être desservis par le réservoir.

Nous montrons sur la carte suivante la conduite feeder dans le secteur Ambatomaro :

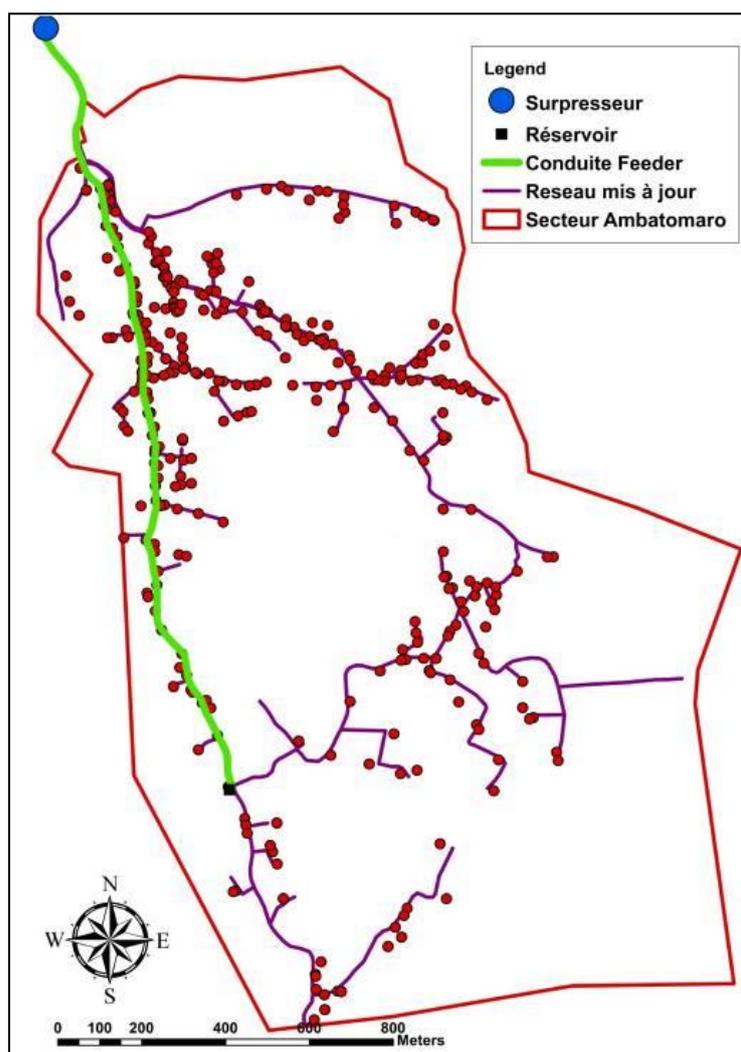


Illustration 27: Schéma de la conduite feeder proposée

3.3.6. Elaboration du budget

Le budget a été établi en tenant compte du bilan de toutes les dépenses réalisées pendant la réalisation de la modélisation du réseau dans la zone pilote à Ambatomaro, des coûts relatifs au fonctionnement, de la construction d'ouvrage / équipements, des achats de matériels, des frais divers.

Ce budget comprend le coût de toutes les interventions à réaliser pendant une période bien déterminée, depuis la collecte des données théoriques, de la mobilisation de personnes, du rapprochement des données théoriques avec la réalité sur terrain, des mesures de paramètres hydrauliques, du traitement des données au bureau, jusqu'à la mise à disposition d'un modèle exploitable au profit du projet proprement dit qui servira d'outils de recherche pour un projet d'amélioration de l'approvisionnement en eau à Ambatomaro, et aussi pour une meilleure exploitation du réseau par la JIRAMA.

La connaissance du budget global de la modélisation pour le secteur Ambatomaro nous permettra de procéder à l'estimation d'un coût unitaire, sur lequel va se baser le calcul du budget nécessaire à la réalisation de la modélisation pour les 13 autres secteurs de la zone d'étude de EAST.

3.4. Résultats

3.4.1. Collecte de données nécessaires

3.4.1.1. Plan du réseau sur SIG et MNT

Le plan du réseau sur SIG et le MNT que nous avons récupéré auprès de la JIRAMA, nous a permis d'obtenir les données suivantes :

- le tracé du réseau dans le secteur d'Ambatomaro
- les caractéristiques de toutes les conduites existantes du réseau
- les équipements et ouvrages existants avec leurs côtes respectives
- les altitudes du terrain

Les caractéristiques des conduites et des équipements existants à Ambatomaro sont présentés dans le tableau suivant:

Type de matériaux	Section (mm)	Longueur (m)	Longueur par type de matériaux (m)
Fonte	200	168,3	3 446,2
	150	900,0	
	100	1 097,4	
	80	1 280,6	
Fonte GS	125	1 603,0	1 603,0
Galva	60	25,5	68,4
	50	38,7	
	40	4,2	
PVC	90	832,7	4 254,5
	75	386,5	
	63	2 291,0	
	50	744,3	

Tableau 17: Caractéristiques des conduites existantes à Ambatomaro

Type de vanne	Section (mm)	Nombre	Nombre par type
Vanne clapet	60	1	1
Poteau d'incendie (PI)	100	1	1
Vanne purge	40	3	3
Vanne réseau(RE)	150	2	24
	125	2	
	100	5	
	80	7	
	65	1	
	60	5	
	40	2	
Ventouse	60	3	5
	40	2	
Vidange	80	1	6
	60	4	
	40	1	
Frontière-clapet	60	1	1

Tableau 18: Caractéristiques des équipements existants à Ambatomaro

Au terme d'un calcul laborieux, nous avons estimé la somme des longueurs des conduites existantes dans le secteur Ambatomaro à 9 372,2 m, dont celles en galva représentent 1% de la longueur totale et celles en PVC les 45%; celles en Fonte les 37% et celles en Fonte GS les 17%.

Nous avons aussi recensés 41 vannes et un réservoir ayant une capacité de 207 m³ dont la côte du radier est de 1368 m et la côte du trop-plein est de 1372 m dans le SIG du secteur Ambatomaro. Mais au cours des descentes sur terrain nous avons constaté que la plupart des bouches à clé de ces vannes sont introuvables.

3.4.1.2. Levés GPS des abonnés et éclaircissement du réseau

Les actions entreprises ont été définies ensemble avec l'équipe de l'agence de Mahavoky concernant les levés GPS réalisés dans le secteur Ambatomaro.

La mise en application s'est effectuée en mobilisant les releveurs des consommations mensuelles des abonnés de l'agence de Mahavoky, qui ont permis de faciliter à la fois la localisation des compteurs d'une part et l'accès dans les locaux des abonnés d'autre part.

Les abonnés sont groupés en « tourné carnet » (TC), suivant une référence commerciale définie par l'agence elle-même. Le secteur d'Ambatomaro comporte 3 tournés carnet gérés par 3 releveurs. Il a donc été conclu que l'équipe du projet allait s'insérer dans le planning d'intervention des releveurs pour la réalisation des levés GPS.

Initialement, l'équipe du projet prévoyait d'effectuer une copie du livre d'index des abonnés de chaque TC que les releveurs rapportent pour faciliter les prises de note des levés GPS. Mais cela s'avérant plus compliqué, il a fallu prendre note des références respectives des abonnés après chaque levé GPS.

La réalisation des levés GPS a nécessité 10 jours et 5 personnes formées par l'équipe de l'agence Mahavoky et l'équipe du projet.

Après la réalisation des levés GPS, en ayant servi du journal d'index des releveurs de l'agence Mahavoky, 470 abonnés ont été recensés dans le secteur Ambatomaro dont :

- 459 abonnés particuliers
- 9 bornes fontaines
- 2 bassins lavoirs

Ces données diffèrent largement de celles retrouvées sur le SIG de la JIRAMA où nous avons compté 359 abonnés. Ainsi, 111 abonnés ne sont pas encore recensés dans le SIG au moment de notre intervention sur terrain. Cette différence est due à un retard de mis à jour. (Cf. [Annexe A24 : Données SIG à jour du secteur Ambatomaro](#))

Le schéma ci-après représente la répartition de ces abonnés dans la zone pilote

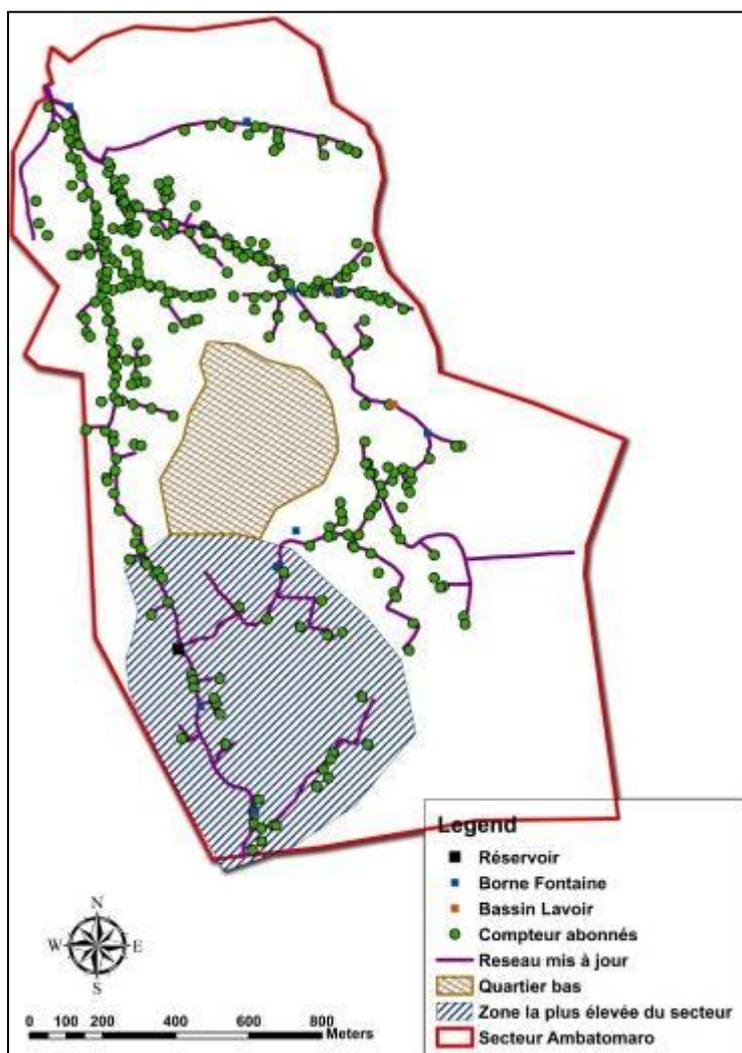


Illustration 28: Répartition des abonnés dans le secteur Ambatomaro

Nous avons constaté une forte concentration des abonnés dans les parties basses du secteur et une faible concentration dans les zones les plus élevées du secteur. Nous avons également observé une zone du quartier bas du secteur pas du tout alimentée par le réseau de la JIRAMA. D'après les enquêtes sur terrain que nous avons effectuées, la population dans ce quartier puise de l'eau dans des puits ou des résurgences naturelles.

Un technicien de la DTOA bien familier avec le réseau a accompagné l'équipe du projet pour la réalisation des levés GPS des équipements existants d'une part et du tracé du réseau dans le but de noter les éventuelles différences entre les données théoriques sur SIG et celles mesurées sur terrain d'autre part.

Les résultats de l'éclaircissement du réseau ont montré des différences notables sur le tracé dans le SIG et celui sur terrain, très remarquables dans la partie Sud Est. Nous avons pu relever sur terrain toutes les conduites d'extension non figurés dans le plan SIG, elles mesurent au total 3.6 km soit 27,92 %.

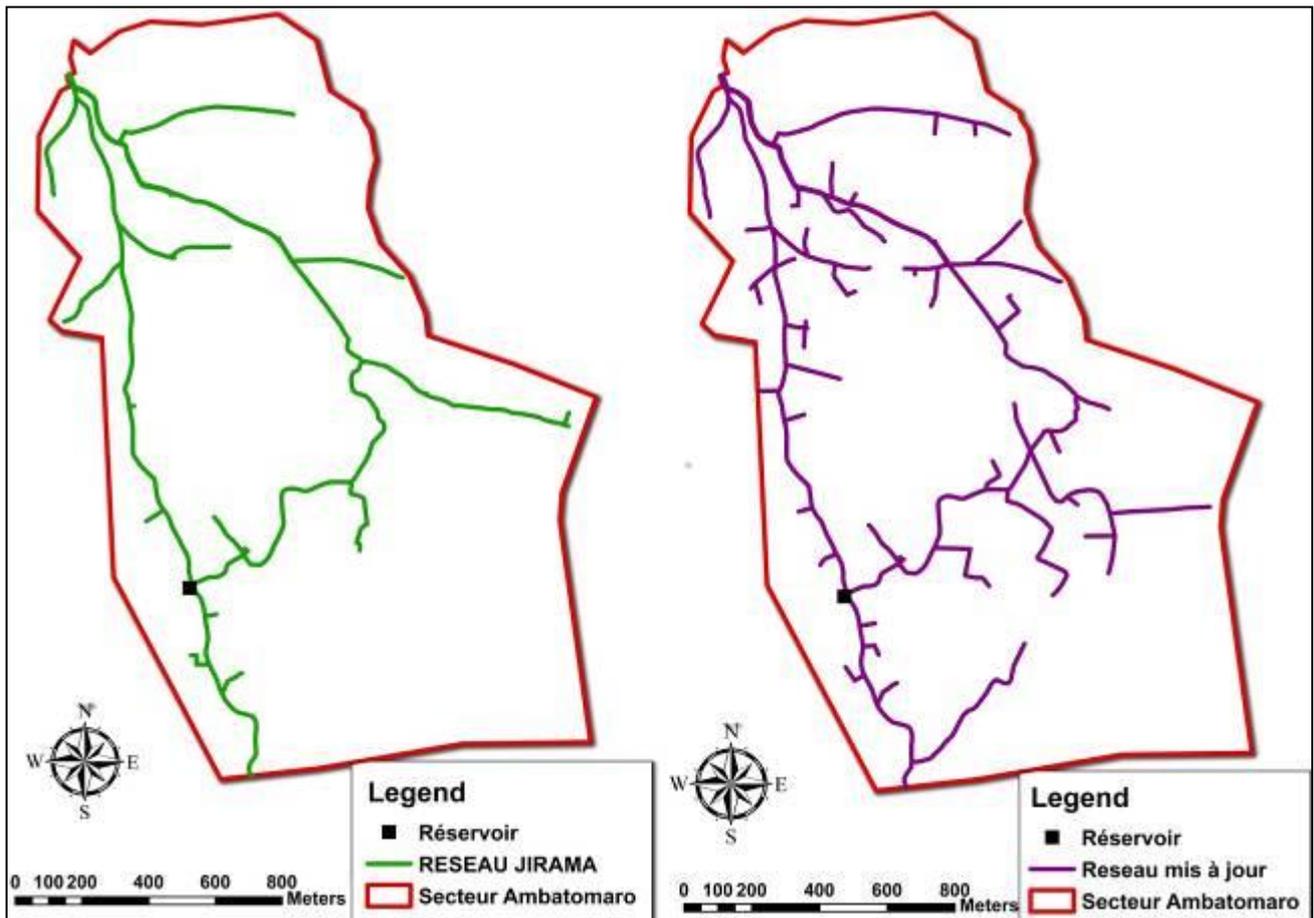
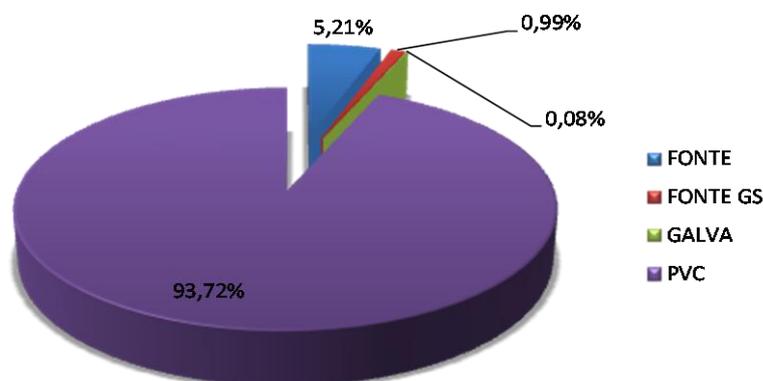


Illustration 29 : Comparaison du tracé du réseau sur SIG et sur terrain à Ambatomaro

Le tableau et le graphe suivant montrent la différence entre la longueur des conduites recensées dans le SIG de la JIRAMA et celles recensées sur terrain.

Type de matériaux	Longueur des conduites dans le SIG de la JIRAMA (m)	Longueur des conduites recensées après éclaircissement (m)	Différence (m)	Pourcentage du réseau manquant %
Fonte	3446,2	3635,1	188,9	5,2
Fonte GS	1603,0	1638,8	35,8	2,2
Galva	68,4	71,4	2,9	4,1
PVC	4254,5	7653,9	3399,4	44,4
Total	9372,1	12989,2	3627	27,92

Tableau 19: Différence de longueur de conduites observées sur SIG et sur terrain

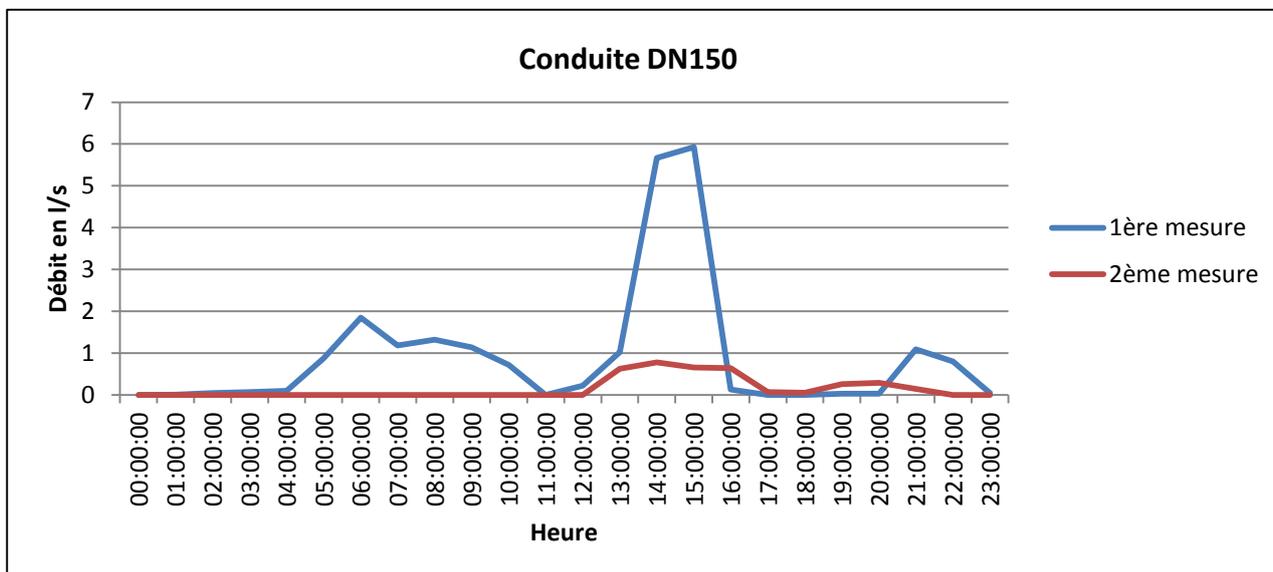


Graphique 6: Différence des longueurs des conduites recensées à Ambatomaro après rapprochement sur terrain

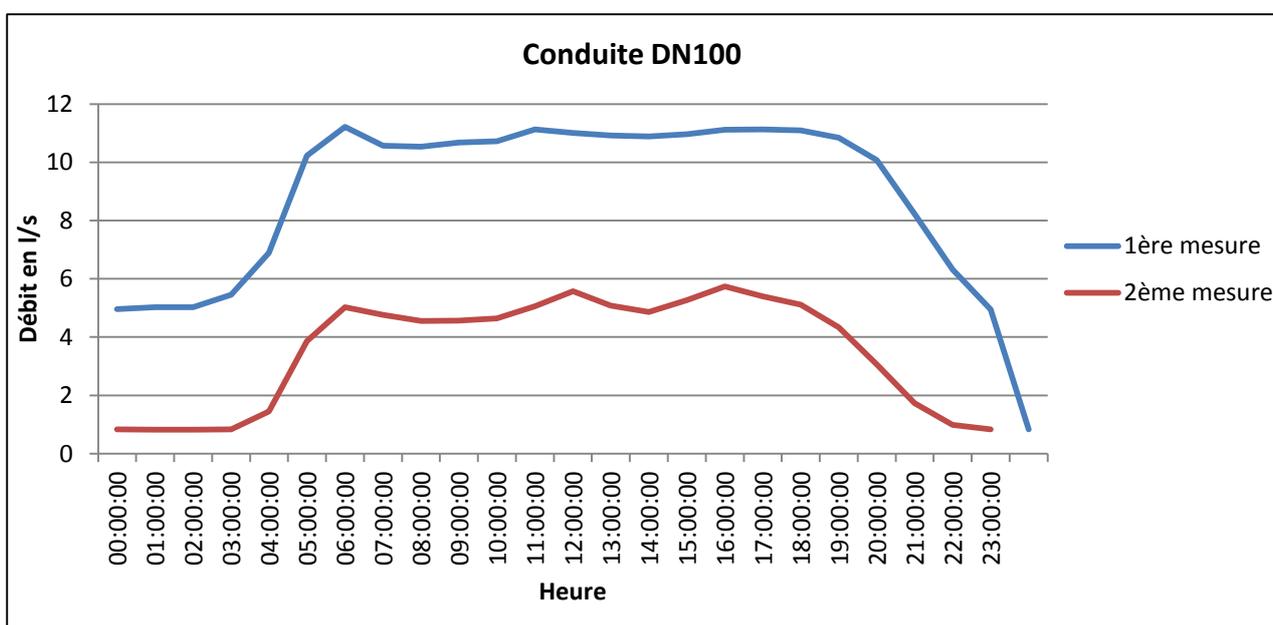
Selon le graphique ci-dessus 93,72 % des conduites ne figurant pas dans le SIG sont en PVC et correspondent à des conduites d'extension qui acheminent l'eau vers les branchements des abonnés.

3.4.1.3. Mesure de paramètres hydraulique

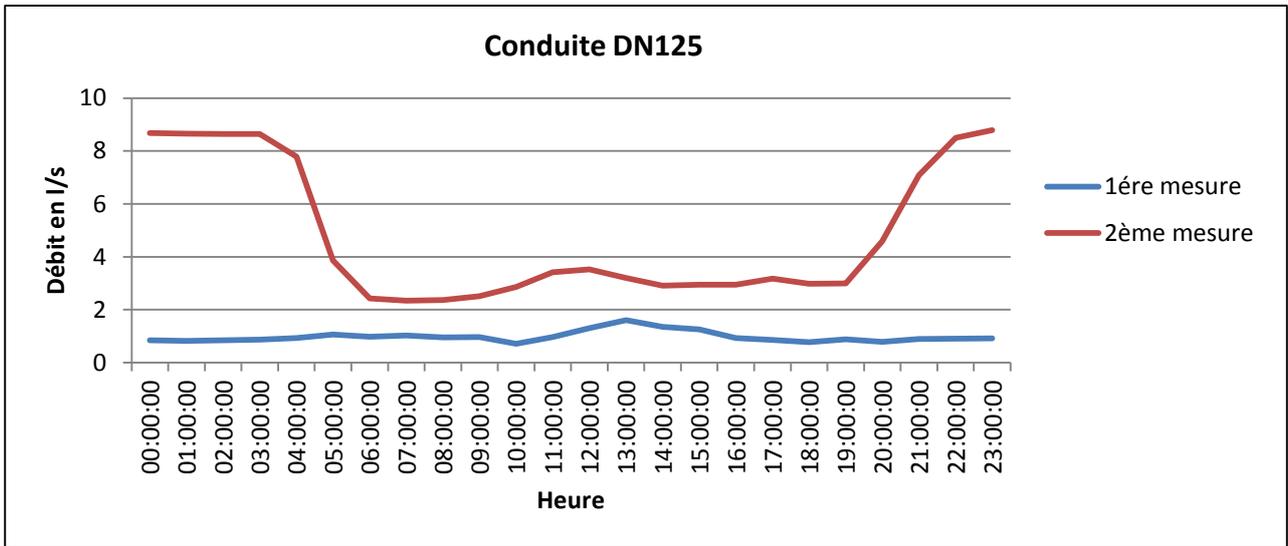
Nous avons calculés les valeurs moyennes de débit et pression mesurées en 10 jours à l'entrée pour les 3 conduites, valeurs que nous présentons dans les graphes ci-après : (Cf. [Annexe A25 : Résultats bruts des mesures des paramètres hydrauliques à Ambatomaro](#))



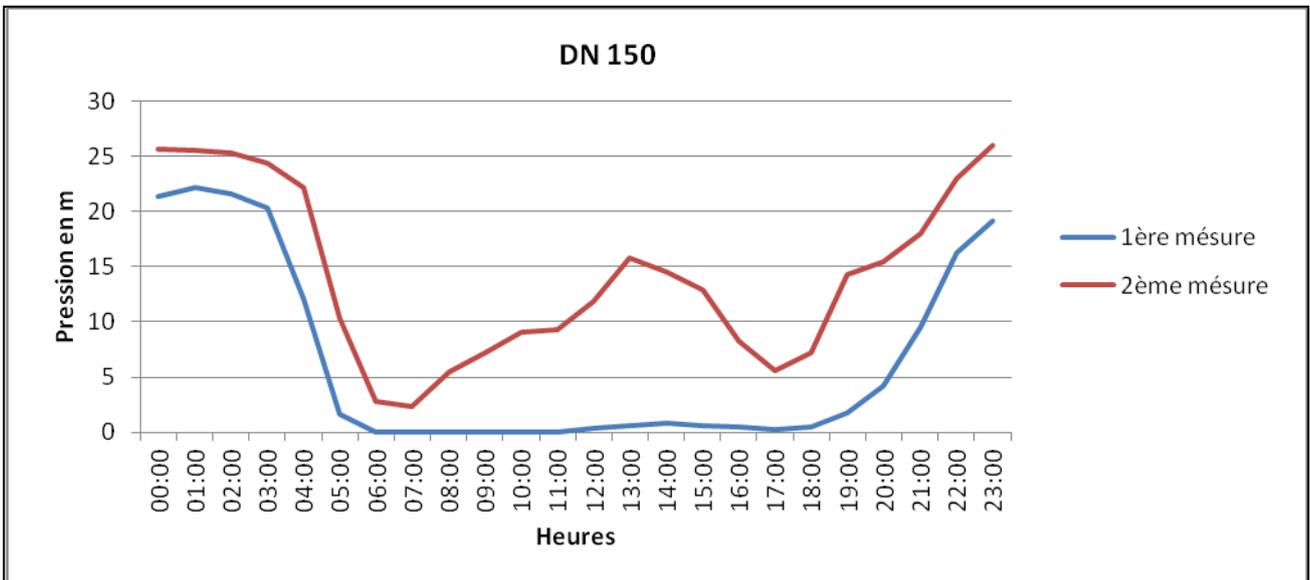
Graphique 7: Courbe de variation des mesures de débit sur DN150



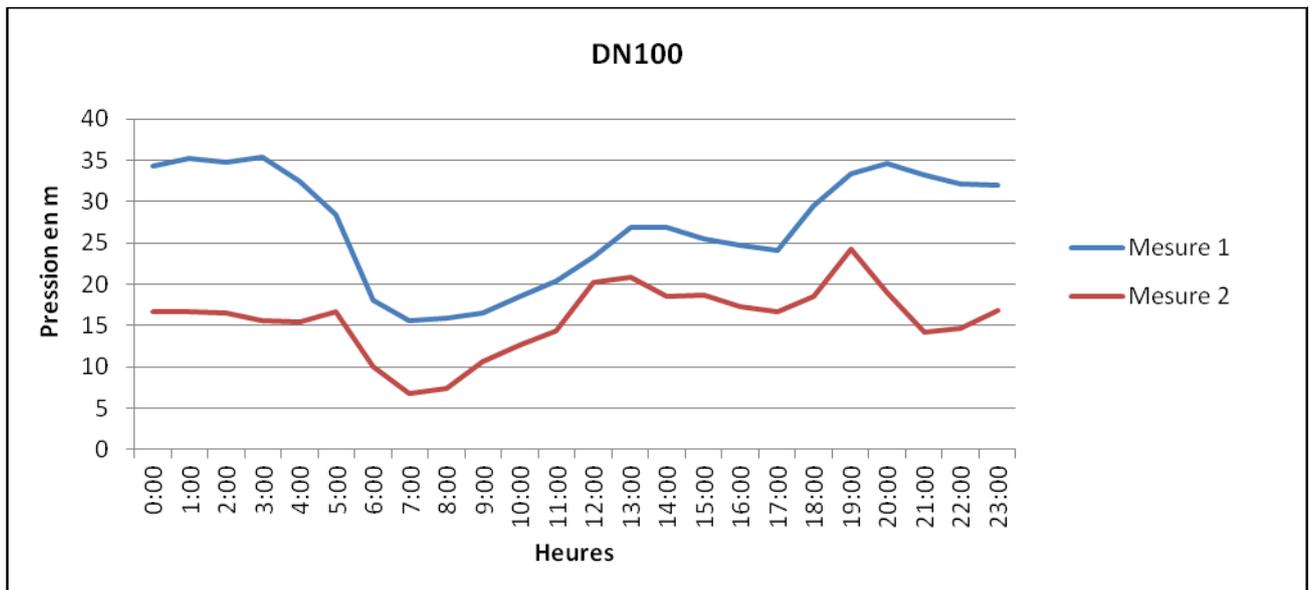
Graphique 8 : Courbe de variation des mesures de débit sur DN100



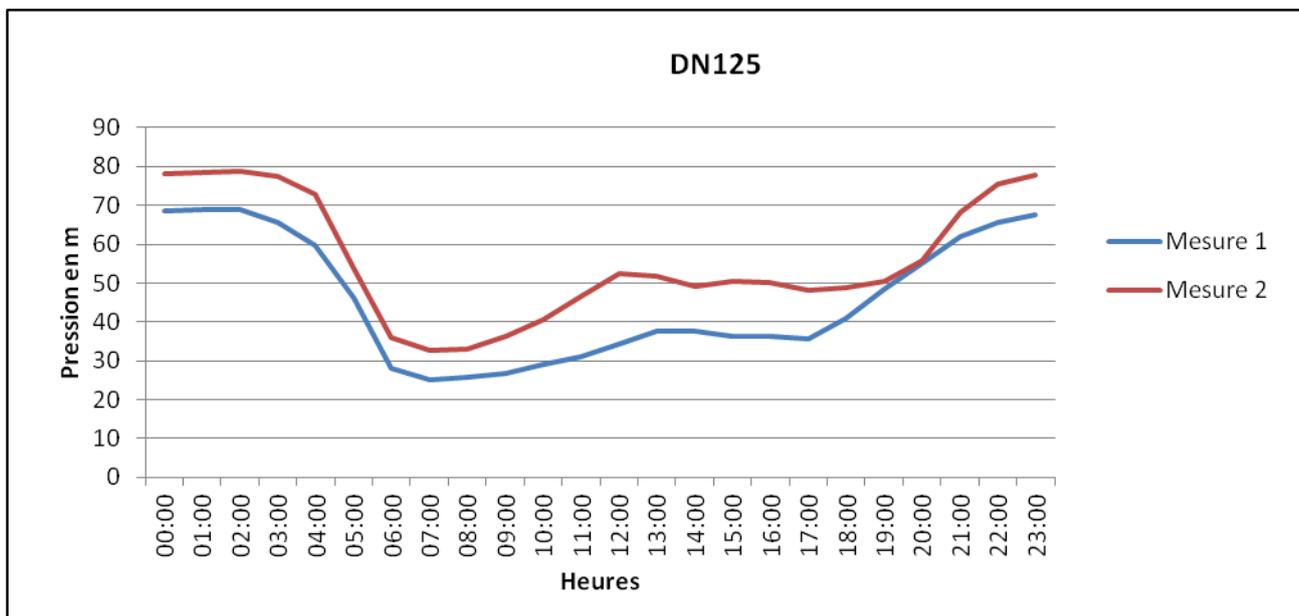
Graphique 9: Courbe de variation des mesures de débit sur DN125



Graphique 10: Courbe de variation des mesures de pression sur DN150



Graphique 11: Courbe de variation des mesures de pression sur DN100



Graphique 12: Courbe de variation des mesures de pression sur DN125

La première mesure des paramètres hydrauliques a été réalisée avant la mise en marche en parallèle des deux surpresseurs et la deuxième mesure a été réalisée après avoir modifié le mode de fonctionnement de ces derniers. .

Seules les conduites DN 100 et DN 125 devraient être concernées et subir l'impact du changement de mode de fonctionnement des surpresseurs.

Nous avons ainsi constaté en premier lieu que dans l'ensemble les valeurs du débit ont augmentées lors de la deuxième mesure pour DN 125, amélioration très remarquée entre 19h à 6h. En revanche, ces valeurs ont diminuées pour DN 100.

Ce phénomène peut être expliqué de la façon suivante : un des objectifs visé par l'optimisation des fonctionnements des surpresseurs est l'amélioration des débits qui vont vers le réservoir à travers la manipulation de la vanne placée sur DN 100.

Nous présentons ci-après le schéma du système :

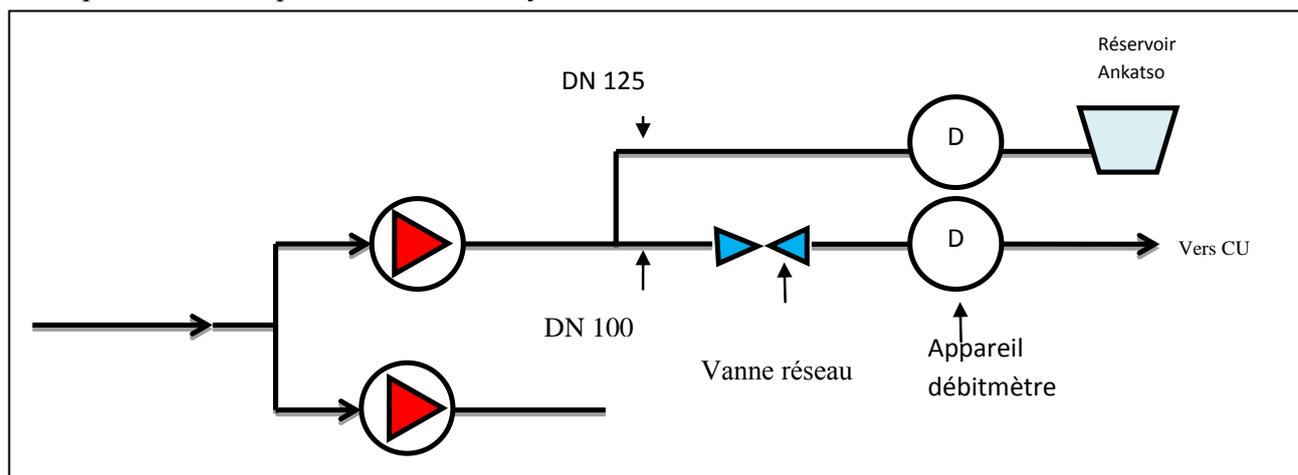


Illustration 30: Schéma global du réseau à Ambatomaro lorsque les deux surpresseurs fonctionnent en parallèle

En second lieu, les courbes de débit des deux conduites ont des allures généralement inversées pendant la journée:

- de 0 à 4h, l'allure de la courbe est stationnaire bas pour DN100 et stationnaire haut pour DN 125
- entre 4h jusqu'à environ 19h, stationnaire haut pour DN100 et stationnaire bas pour DN 125
- entre 19h jusqu'à 23h, courbe décroissante pour DN 100 et courbe croissante pour DN 125

En rapprochant les courbes de pression obtenues à travers les mesures de pression effectuées sur les mêmes points d'emplacement des appareils, en particulier sur DN 100 et DN 125, le phénomène pourrait s'expliquer comme suit :

Les zones desservies par le DN 100 sont toujours alimentées pendant la journée. La valeur maximale de la pression atteinte pendant la première mesure était de 35m de colonne d'eau, tandis que celle-ci a connu une diminution de 25m de colonne d'eau au cours de la deuxième mesure. La zone desservie par cette DN100 correspond à la zone de « l'étage bas », c'est-à-dire les quartiers qui ont les cotes inférieures à la cote du point de mesure à l'entrée du secteur (pente négative).

Pour les zones desservies par le DN 125, la consommation est maximale de minuit jusqu'à 4h du matin. Ceci pourrait s'expliquer par l'augmentation de la pression jusqu'à 70m pendant la première mesure, ayant atteint 80m de colonne d'eau pendant la deuxième mesure, la pression minimale à la sortie du surpresseur pour que l'eau arrive dans le réservoir étant de 60m de colonne d'eau.

Entre 6h et 10h, la pression diminue à 20 à 30 m de colonne d'eau pour la première mesure et a été amélioré à 30 et 40m de colonne d'eau pendant la deuxième mesure. La partie haute ne peut être alimentée en totalité pendant ce temps, donc la consommation de l'étage haut diminue.

Entre 10 à 16h, la pression atteint 40m de colonne d'eau pour la première mesure et 50 pour la deuxième.

De 16h à 22h, nous constatons une augmentation de pression de 35 à 70m de colonne d'eau pour la première mesure. Cette pression augmente jusqu'à 80 m de colonne d'eau pour la deuxième mesure, ce qui permet aux habitants du quartier « étage haut » de stocker l'eau.

Ainsi, nous pouvons dire que la consommation d'eau se fait en alternance : normale pendant la journée pour l'étage bas, ce qui est exprimé par l'augmentation des valeurs du débit dans la conduite DN 100, et une alimentation partielle de l'étage haut exprimé par la diminution des valeurs du débit issus de la conduite DN 125. Pendant la nuit, où la pression est élevée, les habitants de l'étage haut profitent pour remplir leur réservoir de stockage, et ceci entraîne une augmentation de débit dans la conduite DN 125.

Les résultats de la deuxième mesure ont montrés une amélioration de la pression au niveau de la conduite DN125.

3.4.1.4. Enquête auprès des abonnés

Les fiches d'enquête utilisées peuvent être consultées en [Annexe A26 : Fiche d'enquête par type d'abonnés](#).

Les 130 abonnés enquêtés comprenaient : 29 établissements, 12 bornes fontaines, 2 bassins lavoirs et 83 ménages répartis dans tous le réseau du secteur. Il est à noter que 3 des 12 bornes fontaines enquêtées dans le fokontany Ambatomaro ne faisaient pas partie du secteur hydraulique.

Les enquêtes des 83 ménages ont été assurées par deux personnes (un enquêteur et un chef secteur) et se sont déroulées pendant 11 jours, du 05 juin jusqu'au 22 juin 2015. Pour les 29 établissements et les 14 infrastructures sanitaires publiques, les enquêtes ont été réalisées pendant environ deux semaines, par deux enquêteurs. Au total, les enquêtes ont été réalisées pendant un mois.

L'enquête a révélé une moyenne de 7 personnes utilisatrices par abonné, dans le secteur d'Ambatomaro.

Abonnés qui stockent de l'eau

Le stockage de l'eau se fait surtout pendant la nuit.

Nous avons alors recueillis les données suivantes : 76% des établissements et 88,1% des ménages stockent de l'eau, respectivement à hauteur de 900 litres par jour et entre 30 litres à plus de 100 litres par jour.

Niveau de satisfaction des usagers sur la qualité / potabilité de l'eau de la JIRAMA

Les 80% des établissements et des ménages ont affirmé que l'eau n'est pas potable parce qu'elle est turbide donc ils procèdent à des traitements complémentaires de l'eau, soit en la faisant bouillir, soit en la filtrant ou en ajoutant du Sur'eau. Ces problèmes d'eau trouble surviennent constamment, et sont plus marqués après les coupures d'eau, et surtout pendant les périodes de pluies. Par contre 83,3% des bornes fontaines et bassins lavoirs affirment que l'eau est potable.

Sources et causes des fuites sur les conduites

Les fuites au niveau des conduites sont le plus souvent dues à la rupture des tuyaux apparents, lors des passages des véhicules.

La population fait souvent appel à la JIRAMA dès qu'elle rencontre des fuites, mais la réponse n'est pas toujours satisfaisante. En effet, la JIRAMA met plus d'un jour pour intervenir, il arrive même qu'elle ne vienne pas.

Différents problèmes en alimentation d'eau rencontrés par les habitants

Selon les affirmations des abonnés les problèmes d'alimentation en eau rencontrés chaque jour dans le secteur Ambatomaro sont : les coupures d'eau, et les débits et pressions faibles.

La carte suivante montre la répartition des problèmes d'alimentation en eau dans le secteur selon les dires des abonnés :

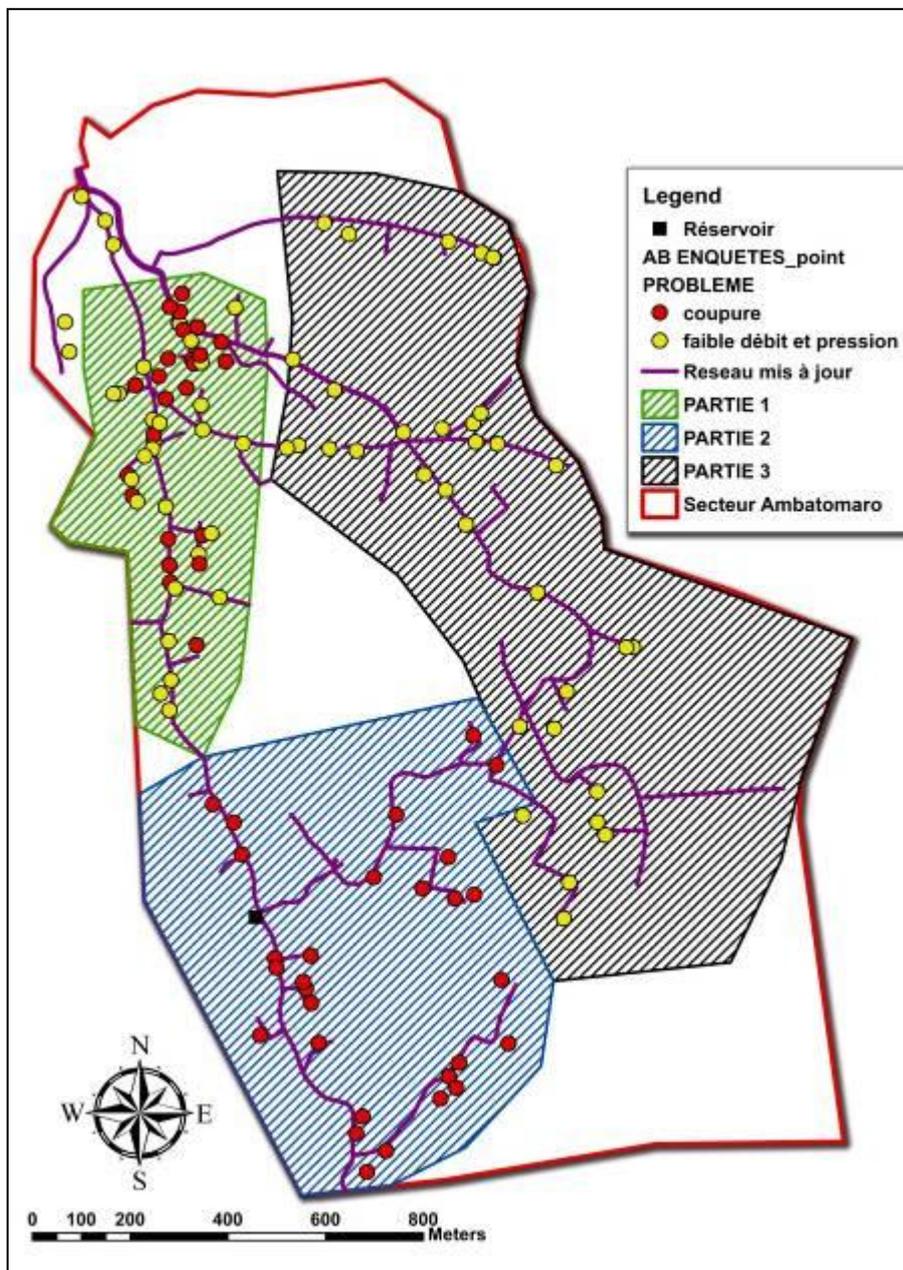


Illustration 31: Répartition des zones à Ambatomaro, ayant les mêmes problèmes d'alimentation d'eau de la JIRAMA

Dans la partie 1 hachurée en vert une partie des abonnés a affirmé que les problèmes d'alimentation en eau sont essentiellement les faibles débits et pressions, une autre partie a souligné la fréquence des coupures. Dans la partie 2 hachurée en bleu, les abonnés se plaignent des coupures d'eau. Et dans la partie 3 hachurée en noir, les abonnés ont dénoncé principalement les débits et pressions faible.

3.4.2. Calage du modèle

A partir des essais de calage du modèle par le biais de la variation de la courbe de consommation horaire des abonnés, nous pouvons nous rapprocher au mieux de la réalité.

Pour que ce modèle soit validé, nous avons procédé à la comparaison des valeurs des erreurs moyennes calculées entre celles simulées et observées par rapport aux valeurs admissibles.

Notons que les erreurs moyennes à considérer correspondent à la moyenne des différences entre les valeurs mesurées et les valeurs simulées.

Nous tenons à rappeler que nous avons utilisés les moyennes horaires des valeurs de débits mesurées comme données de base du modèle et nous avons inséré ces valeurs dans le modèle sur les nœuds correspondant au points d'installation des appareils de mesure de débit.

Les résultats de calage de débits ainsi que ceux des calculs des erreurs sont présentés dans le tableau suivant :

Résultats de calage de débit correspondant à la première mesure réalisée avant la mise en marche des deux surpresseurs en parallèle

Points d'entrée	Moyenne Observée (l/s)	Moyenne simulée (l/s)	Erreur moyenne (l/s)
CDT410	9,17	9,14	0,08
CDT30	0,98	0,98	0,01
CDT345	0,93	0,93	0,03

Tableau 20: Résultats de calage de débit à partir des premières mesures

Résultats de calage de débit correspondant à la deuxième mesure réalisée après la mise en marche des deux surpresseurs en parallèle

Points d'entrée	Moyenne Observée (l/s)	Moyenne simulée (l/s)	Erreur moyenne (l/s)
CDT410	3,55	3,55	0,00
CDT30	4,83	4,83	0,00
CDT345	0,15	0,15	0,00

Tableau 21: Résultats de calage de débit à partir des deuxièmes mesures

Rappelons que les conduites d'entrée dénommés CDT410, CDT30, CDT345 dans les tableaux précédents correspondent respectivement aux conduites d'installation des débitmètres DN 100, DN 125, DN 150. (Cf. [Illustration 25 : Localisation des appareils de mesure des paramètres hydraulique à Ambatomaro](#)).

D'après les chiffres des tableaux, les valeurs des erreurs moyennes entre simulées et observées sont toutes inférieurs à 10%, valeurs qui peuvent être définies comme admissibles. Nous pouvons ainsi confirmer cette première étape du calage de débit.

Nous avons alors procédé à l'étape suivante : vérification des erreurs moyennes acceptables des valeurs de pression, tenant compte de la valeur admissible de l'erreur moyenne égale à 5 m de colonne d'eau.

Les deux tableaux suivants présentent les valeurs moyennes des pressions, mesurées et simulées

Résultats de calage de pression correspondant à la première mesure (sur 10 points)

Points	Moyenne Observée (bar)	Moyenne simulée (bar)	Erreur moyenne (bar)
CTR313	2,3	2,4	0,6
CTR143	4,5	4,6	0,9
CTR100	3,1	3,6	0,5
CTR399	4,6	4,6	0,04
CTR217	1,5	1,7	0,3
CTR391	1,6	1,8	0,2
CTR63	0,03	0,6	0,6
CTR254	2,6	2,8	0,6
CTR88	0	0	0
CTR118	0	0	0

Tableau 22: Résultats de calage des pressions à partir des premières mesures

Résultats de calage de pression correspondant à la deuxième mesure (sur 12 points)

Points	Moyenne Observée (bar)	Moyenne simulée (bar)	Erreur moyenne (bar)
CTR313	2,7	2,4	0,6
CTR143	5,2	5,2	0,7
CTR100	3,7	4,2	0,6
CTR399	4,9	4,9	0,1
CTR217	1,5	1,7	0,5
CTR391	1,6	1,6	0,2
CTR254	3,4	3,4	0,4
CTR88	0	0	0
CTR118	0,06	0,6	0,6
CTR40	3,2	3,2	0,4
CTR76	0,5	1,2	0,7
CTR199	1,7	2,3	0,6

Tableau 23: Résultats de calage des pressions à partir des deuxièmes mesures

Nous constatons que pendant la première mesure, 4 points ont des erreurs moyennes légèrement supérieures à 5 m de colonne d'eau, la valeur maximale étant à 9, et au cours de la deuxième mesure, 6 points ont des valeurs supérieures à la valeur moyenne, avec une valeur maximale de 7.

Nous supposons que les valeurs calculées des erreurs moyennes qui sont supérieures aux valeurs admissibles sont incluses dans les limites de tolérance. En effet, d'autres paramètres, devant intervenir dans le modèle, n'ont pas été précisées, tels que le coefficient de rugosité, la variation des consommations horaires des abonnés, la côte (le MNT qu'on a utilisé a une équidistance de 5m) , ces derniers étant susceptibles d'avoir des influences sur le calage du modèle.

Les valeurs nulles des pressions (CTR88, CTR118) correspondent aux compteurs qui se situent dans les zones hautes du secteur où il y a des manques d'eau très fréquente et pendant les mesures de pression sur ces points nous avons enregistré des valeurs nulles. Ceci se traduit par la faible pression à l'entrée du secteur qui ne permet pas l'arrivée d'eau dans les parties élevées.

D'après l'analyse de la simulation du modèle, nous avons recensés 3 zones à problème dans le secteur pilote.

Le schéma ci-après nous montre la localisation de ces 3 zones à problème dans le secteur pilote :

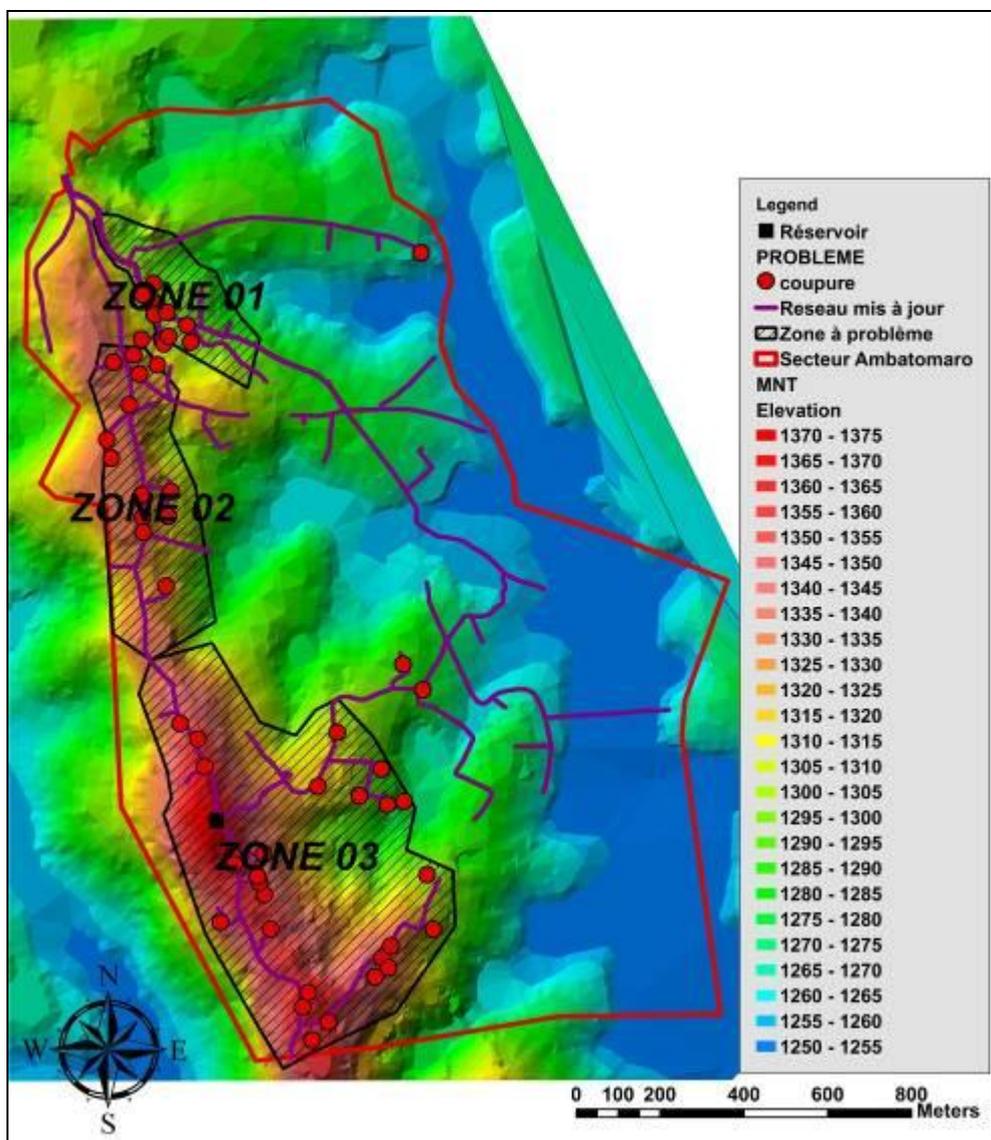


Illustration 32: Schéma de la localisation des zones à problèmes d'alimentation en eau dans le secteur Ambatomaro

La zone 01 se trouve à l'entrée du réseau de l'étage bas alimentée par les conduites principales $\Phi 100$ et $\Phi 150$ avec une altitude comprise entre 1300 à 1310 m. La zone 02 et la zone 03 font partie de l'étage haut du secteur, alimentées par la conduite $\Phi 125$ et dont les altitudes sont respectivement comprises entre 1300 à 1345 m et 1300 à 1375 m. Ces zones correspondent bien aux quartiers du secteur hydraulique présentant des problèmes de coupures d'eau fréquents selon les enquêtes menés.

Nous présentons dans les tableaux suivants les problèmes rencontrés dans ces 3 zones d'après le résultat de la simulation du réseau.

Problèmes recensés lors de la première simulation du modèle

	ZONE 01	ZONE 02	ZONE 03
Problème de pression	Pression < 1 bar de 5h à 17h	Pression < 1 bar de 5h à 10h	Pression nulle et manque d'eau pendant 24h
Problème de vitesse d'écoulement d'eau	Vitesse < 0,2 m/s de 20h à 04h	Vitesse < 0,2 m/s pendant 24 h	Vitesse nulle pendant 24h

Tableau 24 : Valeurs issues de la simulation du modèle des pressions et des débits dans les zones recensées à problème à partir de la première mesure

Problèmes recensés lors de la deuxième simulation du modèle

	ZONE 01	ZONE 02	ZONE 03
Problème de pression	Pression < 1 bar de 5h à 17h	Pression < 1 bar de 8h à 10h	Pression nulle et manque d'eau de 08h à 22h
Problème de vitesse d'écoulement d'eau	Vitesse < 0,2 m/s de 22h à 04h	Vitesse < 0,2 m/s pendant 24 h	Vitesse nulle de 08h à 22h

Tableau 25: Valeurs issues de la simulation du modèle des pressions et des débits dans les zones recensées à problème à partir de la deuxième mesure

Conformément aux deux mesures effectuées, nous avons réalisé pour chacun des mesures une simulation du modèle.

Pour la première simulation qui correspond à la première mesure, et à propos de la variation des pressions, nous avons constaté que :

- Dans la zone 01, une faible pression règne entre 5h à 17h
- Dans la zone 02, une faible pression règne entre 5h à 10h
- Dans la zone 03, un manque d'eau règne pendant 24 heures.

Ces observations pourraient être expliquées par l'insuffisance de débit/ pression à l'entrée du secteur, qui cause la souffrance en eau surtout dans les parties hautes.

D'après la simulation du modèle, pour que l'eau soit présente dans les parties hautes avec une pression constante d'environ 1m de colonne d'eau pendant la journée, il faudrait disposer d'une pression constante de 62 m de colonne d'eau et d'un débit d'environ 2 l/s à l'entrée du réseau.

D'après les courbes des valeurs de débits et de pressions mesurées, à l'entrée du réseau, la pression se rapproche de 62 m, parfois dépassant cette valeur, entre 22h et 4h. Pendant cette période,

le débit atteint est de 1 l/s. A 13h, la valeur de débit se rapproche de 2 l/s mais la valeur de la pression n'est que de 40m.

Par conséquent, il n'était donc pas possible d'obtenir ces conditions (pression égale à 62 m et débit égale à 2 l/s) pour que l'eau arrive dans les parties hautes, ce qui valide les observations faites dans la zone 03, à savoir le manque d'eau pendant 24h et la véracité des enquêtes qui ont été menées.

Concernant la deuxième simulation qui correspond à la deuxième mesure, nous avons observés que :

- Dans la zone 01, une faible pression règne entre 5h à 17h
- Dans la zone 02, une faible pression règne entre 8h à 10h
- Dans la zone 03, un manque d'eau règne de 8h à 22 heures.

D'après la simulation, pour que l'eau soit présente dans les parties hautes, avec une pression constante d'environ 1m de colonne d'eau, pendant la journée, il faudrait disposer d'une pression constante de 70 m de colonne d'eau et d'un débit d'environ 6 l/s à l'entrée du réseau.

D'après les courbes des valeurs de débits et pressions mesurées, à l'entrée du réseau, une pression de plus de 70 m est retrouvée entre 22h et 6h, avec un débit de plus de 6 l/s entre 21h et 5h. Ainsi, nous pouvons dire qu'entre 22h et 5h, l'eau est présente dans les parties hautes.

Le changement de mode de fonctionnement des deux surpresseurs a alors apporté des améliorations à l'alimentation en eau des points hauts du secteur Ambatomaro, même si cette solution ne peut pas résoudre la totalité du problème.

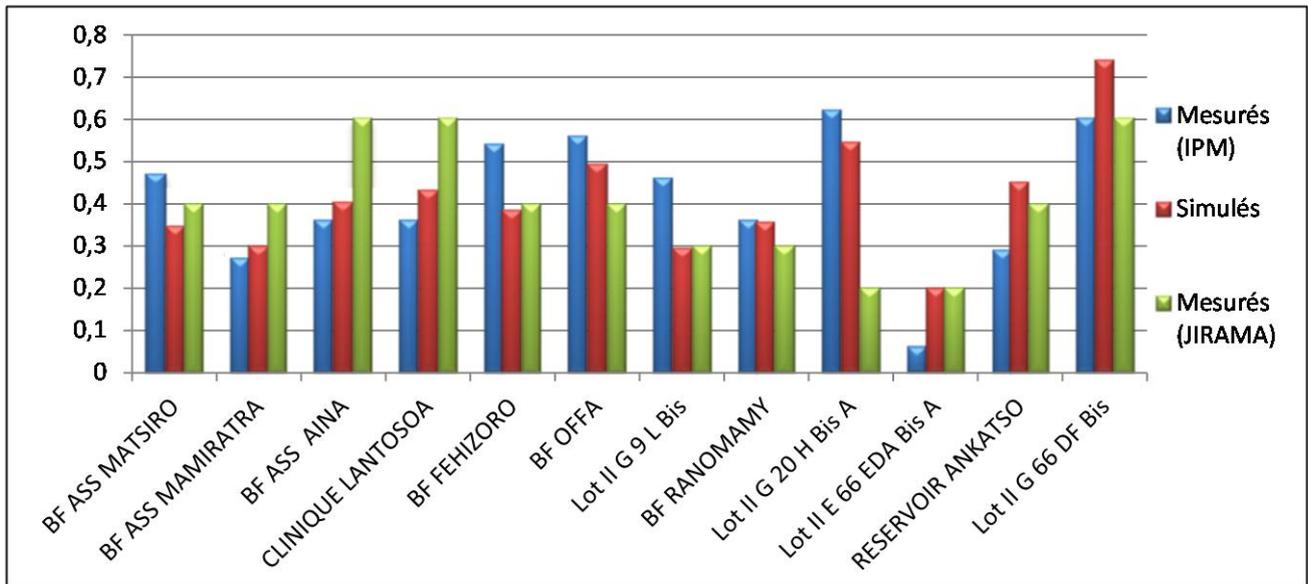
Il faut aussi considérer le système actuel d'adduction d'eau dans ce secteur, qui est en fait un refoulement distributif et qui favorise la diminution du débit et de la pression à cause des piquages existants avant l'arrivée d'eau dans le réservoir.

3.4.3. Simulation de la variation spatiale du chlore résiduel

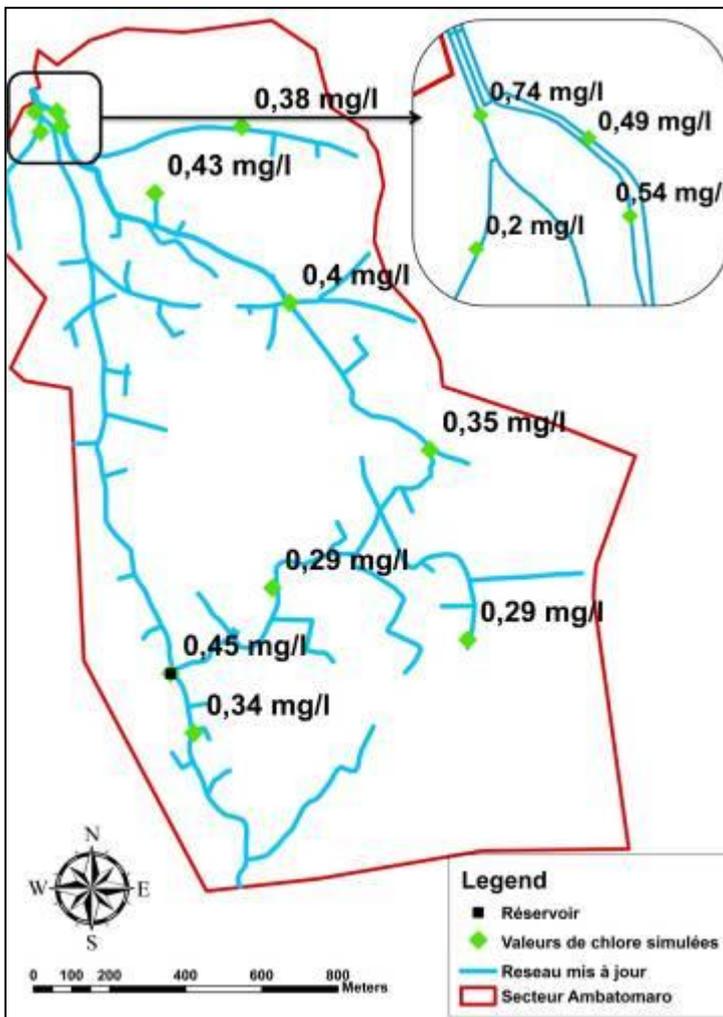
A travers le logiciel EPANET, nous avons pu trouver des valeurs simulées des taux de chlore résiduel dans le réseau du secteur Ambatomaro, et qui sont présentées dans le tableau ci-joint :

	Lot II G 66 DF Bis	Lot II E 66 EDA Bis A	RESERVOIR ANKATSO	BF ASS MATSIRO	BF ASS MAMIRATRA	BF OFFA	Lot II G 20 H Bis A	BF FEHIZORO	CLINIQUE LANTOSOA	BF ASS AINA	BF RANOMAMY	Lot II G 9 L Bis
Mesurés (IPM) (mg/l)	0,6	0,06	0,29	0,47	0,27	0,56	0,62	0,54	0,36	0,36	0,36	0,46
Simulés	0,74	0,2	0,45	0,34	0,29	0,49	0,54	0,38	0,43	0,40	0,35	0,29
Erreur entre mesurées et simulées (mg/l)	0,14	0,14	0,16	0,13	0,02	0,07	0,08	0,16	0,07	0,04	0,01	0,17
Erreur r %	23,3	42,8	55,1	27,6	7,4	12,5	13	29,6	19,4	11,1	2,7	37
Erreur moyenne entre les valeurs mesurées et simulées = 0,1 mg / l												

Tableau 26: Résultats des mesures des taux de chlore résiduel



Graphique 13: Comparaison des résultats des mesures des taux de chlore résiduel effectuées par la JIRAMA, IPM, et simulé



	Entrée secteur	s1	s2	s3	s4
DN100					
simulée	0,54	→ 0,43			
mesurée	0,62	→ 0,36			
			0,4	→ 0,35	→ 0,29
DN150					
simulée	0,49	→ 0,36			
mesurée	0,56	→ 0,36			
simulée			0,38		
mesurée			0,54		
DN125					
simulée					0,29
mesurée					0,27
simulée	0,74	→ 0,45			
mesurée	0,6	→ 0,29			
simulée			0,2		
mesurée			0,29		0,34
simulée					0,47
mesurée			0,06		

Illustration 33: Localisation des points de mesure des taux de chlore résiduel dans le secteur Ambatomaro

Nous avons constaté, sur deux points, des résultats absurdes des mesures de taux de chlore résiduel qui ont connu une augmentation, alors que ce taux devrait être en diminution. Ces deux points sont : une BF, gérée par l'association Matsiro, où l'on a mesuré le taux de chlore résiduel à 0.47mg/l, alors que sa mesure après le réservoir était estimée à 0.29mg/l, le deuxième point concerne un abonné, où l'on a mesuré le taux de chlore résiduel à 0.46mg/l, alors que ce logement se situe après la BF gérée par l'association RANOMAMY où la mesure du taux de chlore résiduel de l'eau a été de 0.36mg/l. Ceci peut se justifier par une erreur de mesure soit par l'existence d'un appoint en chlore.

A travers les résultats des analyses obtenus, nous avons essayé de voir l'évolution du taux de chlore par mètre linéaire de conduite. Sur ce, nous avons procédé comme suit : fixation de deux points de mesures et calcul de la différence du taux de chlore entre ces deux points, et évaluation de la distance entre ces deux points. Nous avons considéré deux cas : le premier à l'entrée du secteur jusqu'au réservoir ; le second à l'entrée du secteur jusqu'au lot II G 9LBIS.

Le tableau suivant présente les différents paramètres de calcul :

	Entrée 1	réservoir	Longueur	Différence	Evolution/ml
Mesuré	0.6	0.29	1640	0.31	$1.9 \cdot 10^{-4}$
Simulé	0.74	0.45		0.29	$1.8 \cdot 10^{-4}$
	Entrée 2	Lot II G9LBIS	Longueur	Différence	Evolution/ml
Mesuré	0.62	0.46	2330	0.16	$6.9 \cdot 10^{-5}$
Simulé	0.54	0.29		0.25	$1.1 \cdot 10^{-4}$

Tableau 27: Taux unitaire sur la variation du chlore résiduel

Pour le premier cas, les évolutions sont presque semblables, alors que pour le second cas, nous apercevons un écart non négligeable entre les valeurs mesurées et simulées.

Nous remarquons tout de même que pour le second cas, l'évolution des valeurs simulées se rapproche de celle du premier cas.

Nous pouvons alors considérer la valeur moyenne des trois comme la valeur de diminution de taux de chlore le long des conduites. $(1.9+1.8+1.1) \times 10^{-4} / 3$, soit égale à 1.6×10^{-4} mg/l par mètre linéaire.

Nous avons constaté une erreur moyenne de 0,1 mg /l entre les valeurs mesurées et les valeurs simulées de chlore résiduel, et ceci doit être considéré lors de l'exploitation de ce modèle.

A partir de cette valeur de diminution de chlore au mètre linéaire de conduite, nous avons essayé de calculer la longueur maximum de parcours de l'eau en considérant que l'eau contient au départ 2mg/l de chlore pour arriver à 0.2mg/l , ce sont les deux valeurs extrêmes de la dose recommandée de chlore. Nous avons ainsi obtenu 11 250 ml de parcours pour le cas d'Ambatomaro.

D'après le rapprochement des données sur terrain, nous avons recensés dans ce secteur une longueur totale de 13 000 ml de conduite. Le point le plus éloigné par rapport au point d'entrée du secteur est à 2 738 ml, de ce fait pour que le taux de chlore soit à 0.2mg/l sur ce point, il faut qu'à l'entrée ce taux soit à 0.63 mg/l. A rappeler que le résultat de mesure du taux de chlore à l'entrée du secteur est de 0.74mg/l à Ambatomaro.

Notons que la variation spatiale du taux de chlore résiduel simulée suivant le logiciel EPANET dépend de plusieurs paramètres, à savoir : température, concentration de l'eau, état des conduites, vitesse d'écoulement etc., il est donc évident que la diminution du taux de chlore résiduel le long du réseau se différencie d'un secteur hydraulique à un autre.

Il est probablement nécessaire de prévoir la mise en place de poste de rechloration par l'équipement d'électrochlorateur au réservoir en tenant compte de la diminution du taux de chlore au fil du réseau. Pour avoir une meilleure précision sur les localisations de rajout des points d'injection relais automatique en produit de désinfectant en cours de distribution de l'eau, et sur les doses complémentaires à injecter pour maintenir la teneur en chlore requise, il est alors indispensable de procéder à travers la modélisation par secteur hydraulique.

Il faut aussi localiser sur SIG les points fixes actuels, en précisant leur répartition dans chaque secteur, et en fonction des résultats, il se peut que ces points fixes soient réaménagés et/ou multipliés.

Le traitement et l'exploitation des données des résultats d'analyse sur EPANET et le calage du modèle relatif à la variation spatiale du taux de chlore résiduel s'effectuent par secteur.

Par ailleurs, afin de pouvoir apprécier la couleur de l'eau, l'utilisation d'un colorimètre serait nécessaire. Cependant cet appareil n'est pas encore disponible dans le laboratoire de la JIRAMA.

3.4.4. Proposition de solution pour l'amélioration de la desserte dans la zone pilote à Ambatomaro

Après le calage du modèle, plusieurs simulations ont été réalisées dans le but de diagnostiquer les différents problèmes et de réfléchir aux solutions à apporter.

Devant les valeurs très faibles des pressions mesurées, enquêtées et simulées, plusieurs tentatives de solutions ont été évoquées : augmentation des pressions à l'entrée du secteur, installation d'un surpresseur dans le coté de la route « bibilava » vers ISPM, changement du système d'adduction, actuellement en refoulement distributif, en refoulement direct, par l'intermédiaire de l'installation d'une conduite feeder depuis le surpresseur à Ambatomaro jusqu'au réservoir Ankatso, avec installation d'un surpresseur intermédiaire entre le surpresseur existant et le réservoir Ankatso.

Pour la première proposition, lorsque nous avons échangés avec l'équipe de la JIRAMA, il semblait difficile d'augmenter les pressions à l'entrée du secteur en tenant compte de l'état actuel du réseau dans sa globalité, car celles-ci dépendent des valeurs des paramètres hydrauliques en amont du surpresseur qui ne sont plus suffisantes. Actuellement, la JIRAMA procède à la manipulation des vannes pour gérer ces problèmes de manque d'eau, mais ce type d'intervention est toujours très délicat du fait de la vétusté du réseau ainsi que de l'insuffisance de la production.

Des études ont été effectuées pour l'extension de la station de traitement d'eau à Mandroseza, dans le but d'améliorer la desserte en eau dans la zone EST, y compris Ambatomaro, mais la mise en œuvre de ce projet dépend de l'obtention de l'appui financier des bailleurs, qui reste encore en suspens.

Pour la deuxième proposition, l'équipe de la DEXO a déjà mené quelques études sur la faisabilité de ce projet, mais comme il est impossible d'exploiter l'eau du réservoir du campus à cause de l'insuffisance d'eau, ce projet ne pouvait être retenu.

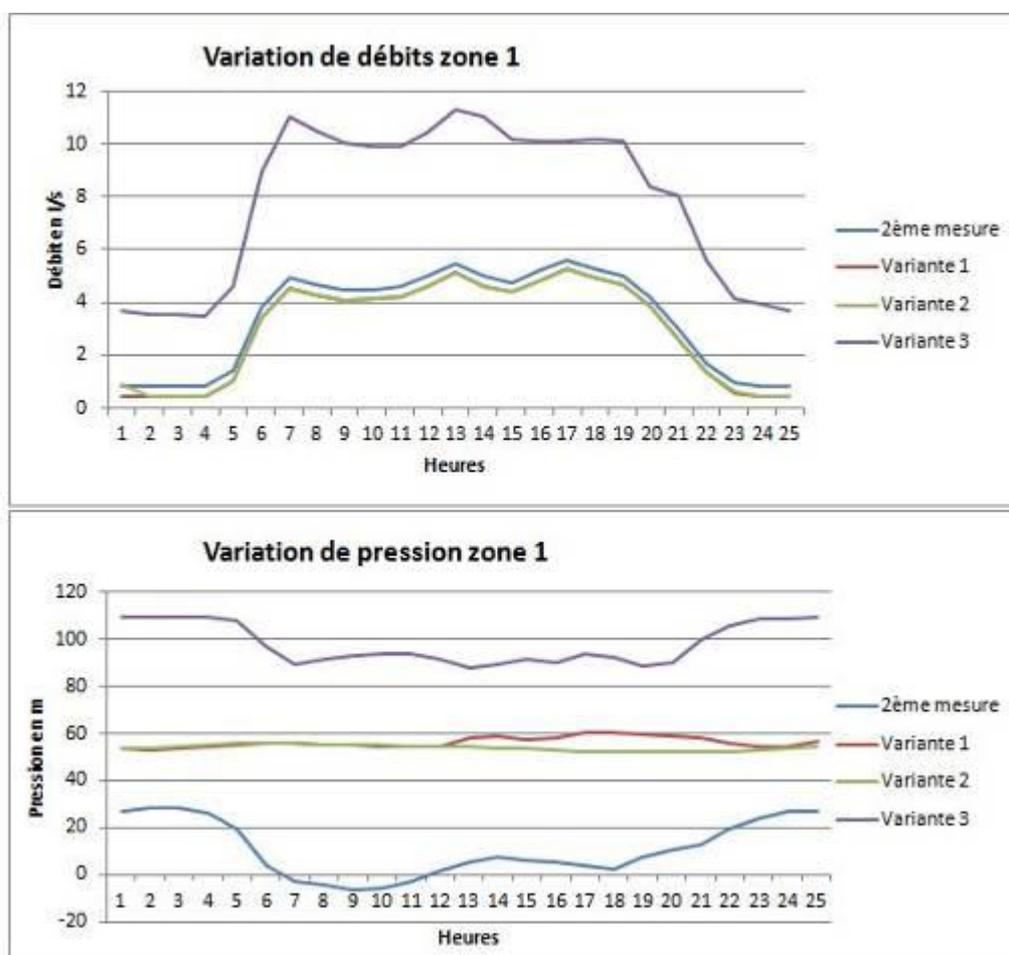
Pour la troisième proposition, l'idée d'acheminer directement l'eau du surpresseur vers le réservoir semble être la bonne solution, c'est ainsi que nous avons utilisé la modélisation, pour ce

projet. Nous rappelons ci-après les trois variantes de solutions proposées, comme il a été énoncé dans la méthodologie :

- La 1^{ère} variante consiste à installer une conduite feeder à partir du surpresseur Ambatomaro jusqu'au réservoir Ankatso. Le réservoir fonctionnant toujours en réservoir d'équilibre.
- La 2^{ème} variante consiste à installer une conduite feeder à partir du surpresseur Ambatomaro jusqu'au réservoir Ankatso qui est considéré comme réservoir de stockage, en prévoyant un surpresseur en amont du réservoir
- La 3^{ème} variante consiste à installer une conduite feeder à partir du surpresseur Ambatomaro jusqu'au réservoir Ankatso qui est considéré comme réservoir de stockage, mais seulement il faut s'assurer des valeurs des paramètres hydraulique en amont du surpresseur permettant de remplir le réservoir d'après la simulation du modèle.

Les variations de débits et pressions résultant de la simulation des trois variantes de solution dans chacune des trois zones à problèmes sont présentées dans les graphes suivants.

(Illustration 32: Schéma de la localisation des zones à problèmes d'alimentation en eau dans le secteur Ambatomaro est figuré dans Illustration 32)



Graphique 14: Courbes de variation des pressions et débits dans la zone 1, correspondantes aux trois variantes de solution d'amélioration

ZONE 1	00H-04H		04H-06H		06H-20H		20H-24H	
	Pression(m)	Débit(l/s)	Pression(m)	Débit(l/s)	Pression(m)	Débit(l/s)	Pression(m)	Débit(l/s)
1 ^{ère} variante	55	0,5	56	4,5	60	5	55	0,5
2 ^{ème} variante	55	0,5	56	4,5	55	5	55	0,5
3 ^{ème} variante	110	3,5	85	11	90	11,5	110	4

Tableau 28: Comparaisons des variations des valeurs des pressions et débits pour les trois variantes de solution d'amélioration, dans la zone1

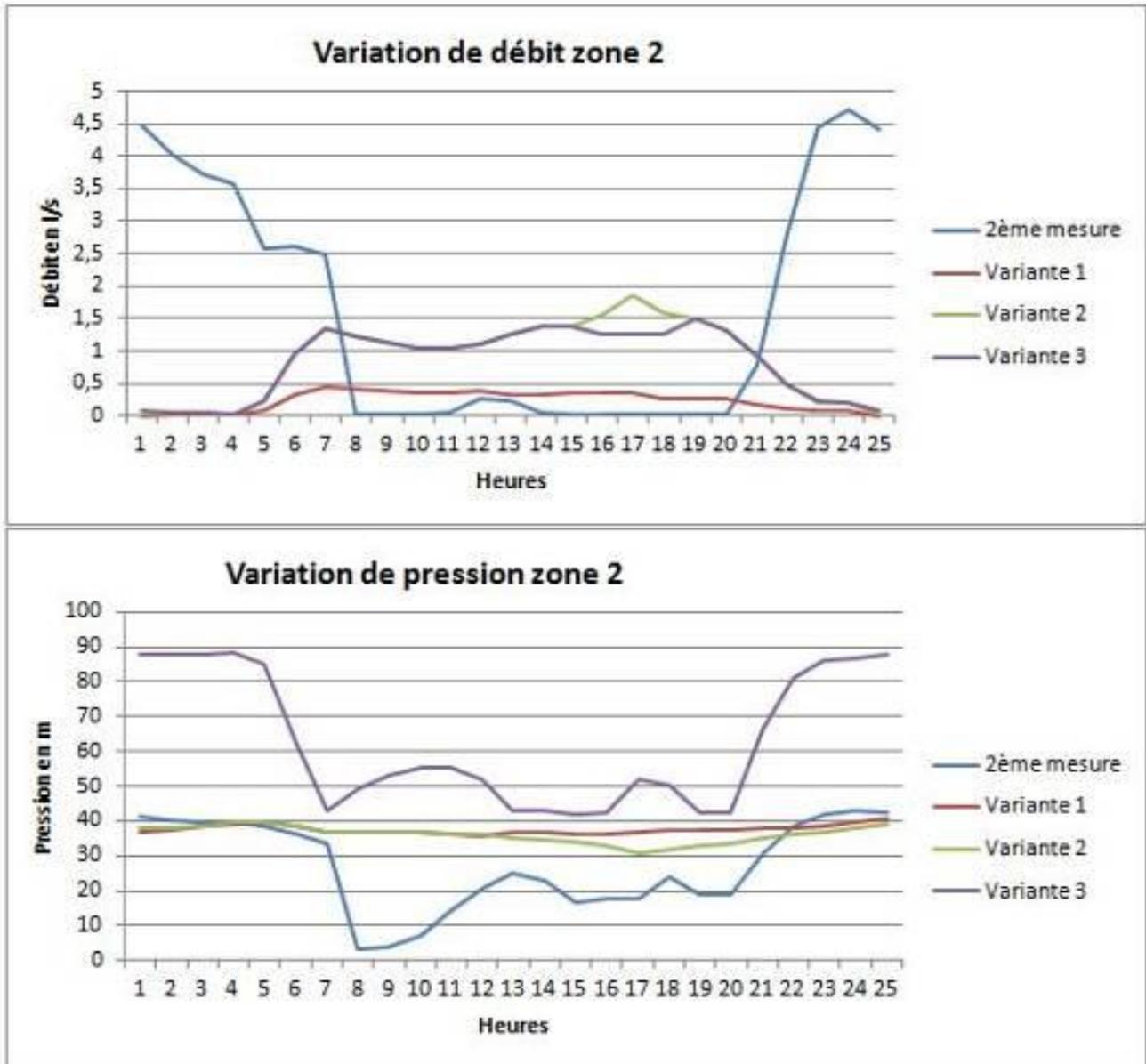
Les trois variantes de solution proposées ont permis de constater une nette amélioration des valeurs de pressions dans la zone 1, alors que d'après la simulation du modèle en prenant en compte les valeurs des 2^{ème} mesures des pressions effectuées, celles ci n'ont jamais atteint 10MCE dans cette zone entre 5h à 17h.

Quant aux débits, ils peuvent aller au-delà de 1,57 l/s dans la journée, nous pouvons en conclure que ces valeurs sont améliorées par l'installation de la conduite feeder.

Des résultats semblables ont été constatés pour les deux premières variantes de solutions, au niveau des pressions et débits, tandis que pour la troisième variante de solution, les valeurs retrouvées sont doublées comparées à celles retrouvées avec les 2 premières variantes de solution.

Toujours pour les deux premières variantes de solution, les débits sont à peu près constants, égale à 5 l/s pendant la journée, et est de 0,5 l/s la nuit entre 20 à 4 h.

Pour la troisième variante de solution, le débit peut atteindre 11 l/s, représentant le double des valeurs retrouvées dans les deux premières variantes de solution.



Graphique 15 : Courbes de variation des pressions et débits dans la zone 2, correspondantes aux trois variantes de solution d'amélioration

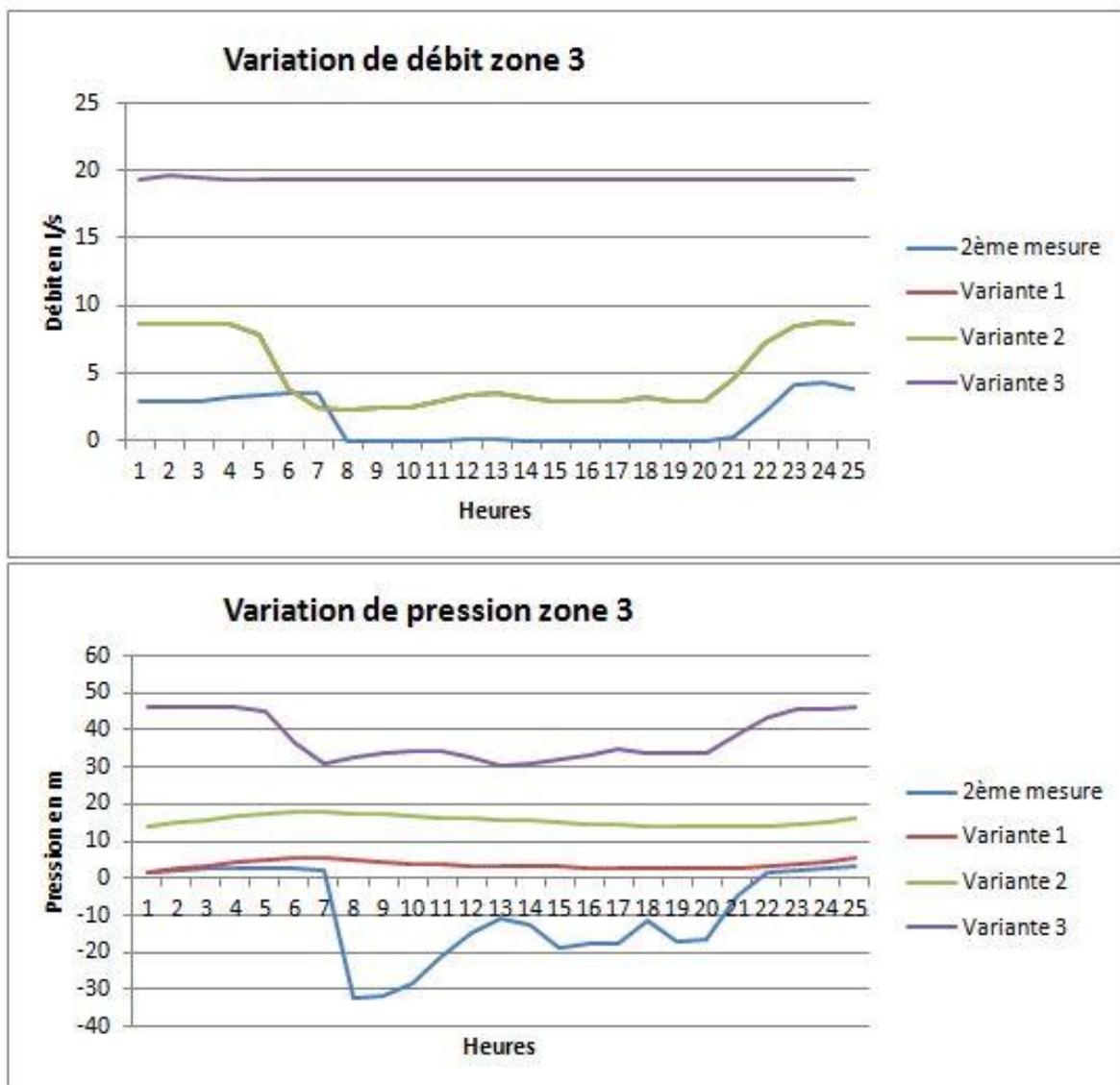
ZONE 2	00H-04H		04H-06H		06H-20H		20H-24H	
	Pression(m)	Débit(l/s)	Pression(m)	Débit(l/s)	Pression(m)	Débit(l/s)	Pression(m)	Débit(l/s)
1 ^{ère} variante	40	0	40	0,5	38	0,3-0,5	40	0-0,4
2 ^{ème} variante	40	0	40	1,5	30	1-2	40	0-1,5
3 ^{ème} variante	90	0	40	1,5	40-55	1-1,5	50-90	0-1,5

Tableau 29: Comparaisons des variations des valeurs des pressions et débits pour les trois variantes de solution d'amélioration, dans la zone2.

Dans la zone2, nous observons des débits faibles égal à 0,5 l/s, de 4h jusqu'à 20h, pour la première variante de solution, tandis que pour les deux autres, ils peuvent atteindre 2 l/s.

Les débits issus de la simulation du modèle d'après la deuxième mesure, n'ont pas dépassé la valeur de 2,4 l/s durant la journée, dans cette zone. La solution proposée a donné des débits inférieurs aux débits précédemment enregistrés. Le phénomène s'explique par le fait que l'alimentation en eau de la zone 2 suivra le circuit de la conduite feeder et la partie après réservoir fonctionne de façon gravitaire jusqu'aux abonnés. De ce fait, les valeurs de débit varient en fonction de la consommation des abonnés.

Les pressions sont améliorées et ont des valeurs constantes de 40 MCE pendant 24h pour les deux premières variantes de solution. Quant à la troisième, la pression atteint 90 MCE entre 20h à 4h. Nous rappelons d'après la simulation de la deuxième mesure que les pressions dans cette zone n'atteignent pas plus de 10 MCE entre 8h jusqu'à 10h.



Graphique 16: Courbes de variation des pressions et débits dans la zone 3, correspondantes aux trois variantes de solution d'amélioration

ZONE 3	00H-04H		04H-06H		06H-20H		20H-24H	
	Pression(m)	Débit(l/s)	Pression(m)	Débit(l/s)	Pression(m)	Débit(l/s)	Pression(m)	Débit(l/s)
1 ^{ère} variante	2-10	8-9	5	2,5-9	2,5	3,5	5	3-9
2 ^{ème} variante	10-20	8-9	20	2,5-9	15	3,5	15	3-9
3 ^{ème} variante	40-50	19	30-45	19	30-35	19	45	19

Tableau 30: Comparaisons des variations des valeurs des pressions et débits pour les trois variantes de solution d'amélioration, dans la zone 3

Nous constatons ainsi des améliorations à la fois des débits et des pressions.

Rappelons que dans cette zone, de 8h à 22h nous nous retrouvons avec des pressions et débits nuls, d'après la simulation avec les deuxièmes mesures.

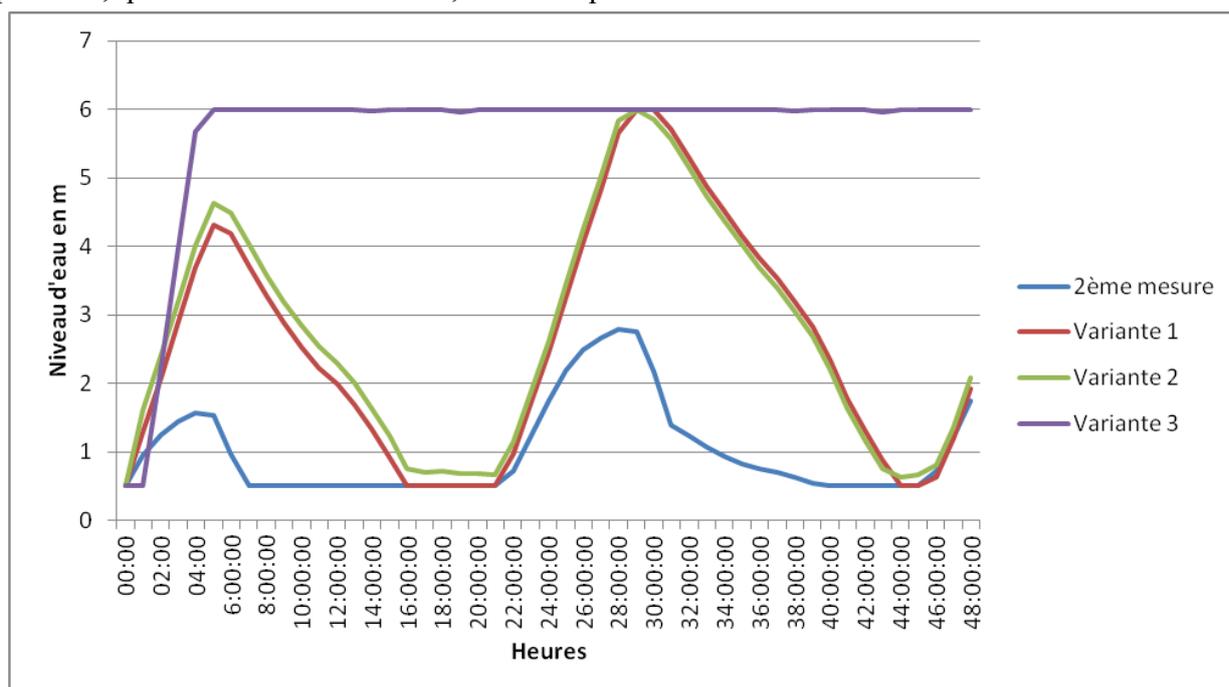
Les trois variantes de solutions présentent toutes des résultats positifs, et assurent la présence d'eau dans les parties élevées du secteur d'Ambatomaro avec les valeurs de pressions et débits figurées dans le tableau ci-dessus.

Ce qui différencie les trois variantes sont les valeurs de pression : si la pression augmente déjà pour la première variante de solution, elle est multipliée par 5 pour la 2^{ème} variante, la pression retrouvée pour cette dernière étant encore multipliée par 2 pour la troisième variante.

Concernant les débits, les valeurs dans les deux premières variantes sont les mêmes, du fait que l'alimentation se fait directement à partir du surpresseur à Ambatomaro jusqu'au réservoir.

Pour la troisième variante de solution, les résultats dont nous disposons ici correspondent à la simulation du modèle en tenant compte de la consommation optimale des abonnés d'Ambatomaro, en supposant que le surpresseur à installer dispose au moins des valeurs caractéristiques nécessaires suivantes : HMT= 90m ; Débit= 54 m³/h (15 l/s).

A ceci doit s'ajouter des conditions en amont, concernant les pressions et débits à l'entrée du surpresseur, qui doivent être suffisants, avec une pression d'au moins 1MCE et d'un débit de 15 l/s.



Graphique 17: Courbes de variation du niveau d'eau dans le réservoir Ankatso pour les trois variantes de solution

Au premier jour, entre 0h jusqu'à 6h, nous remarquons une ascension de la courbe du niveau d'eau dans le réservoir pour les trois variantes de solution. Pour la 1^{ère} et 2^{ème} le niveau atteint est 4,5m, tandis que pour la 3^{ème} le niveau maximum du réservoir est atteint.

Entre 6h à 21 h, nous remarquons une décroissance de la courbe pour deux variantes de solution de 4,5m jusqu'à 0,5m, et une courbe stationnaire pour la 3^{ème} variante tout en restant sur le niveau maximum de 6m.

Entre 21h jusqu'à 4h, la courbe remonte de nouveau jusqu'au niveau maximum, et redescend à partir de 4h jusqu'à 21h, et ainsi de suite, pour les deux variantes.

La variation du niveau d'eau dans le réservoir s'explique par l'existence d'une différence entre le débit consommé et le débit d'alimentation du réservoir. Lorsque le débit d'alimentation est supérieur au débit consommé, le réservoir se remplit. A contrario, lorsque le débit d'alimentation est inférieur au débit consommé le réservoir se décharge.

Pour ce projet d'amélioration, des extensions sont aussi envisageables. Nous pouvons prévoir des nouveaux branchements pour environ 300 abonnés dans les parties hautes en se basant sur les consommations horaires de l'étage bas. Rappelons que la valeur de la consommation moyenne journalière des abonnés a été calculé à partir des valeurs des consommations mensuelles des abonnés d'Ambatomaro, données recueillies au niveau de l'Agence Mahavoky.

Cependant, il est nécessaire d'installer un autre surpresseur intermédiaire, à placer après le réservoir en vue d'assurer l'alimentation des nouveaux branchements des abonnés se situant sur les mêmes altitudes que le réservoir, étant donné que la morphologie du terrain est très accidentée.

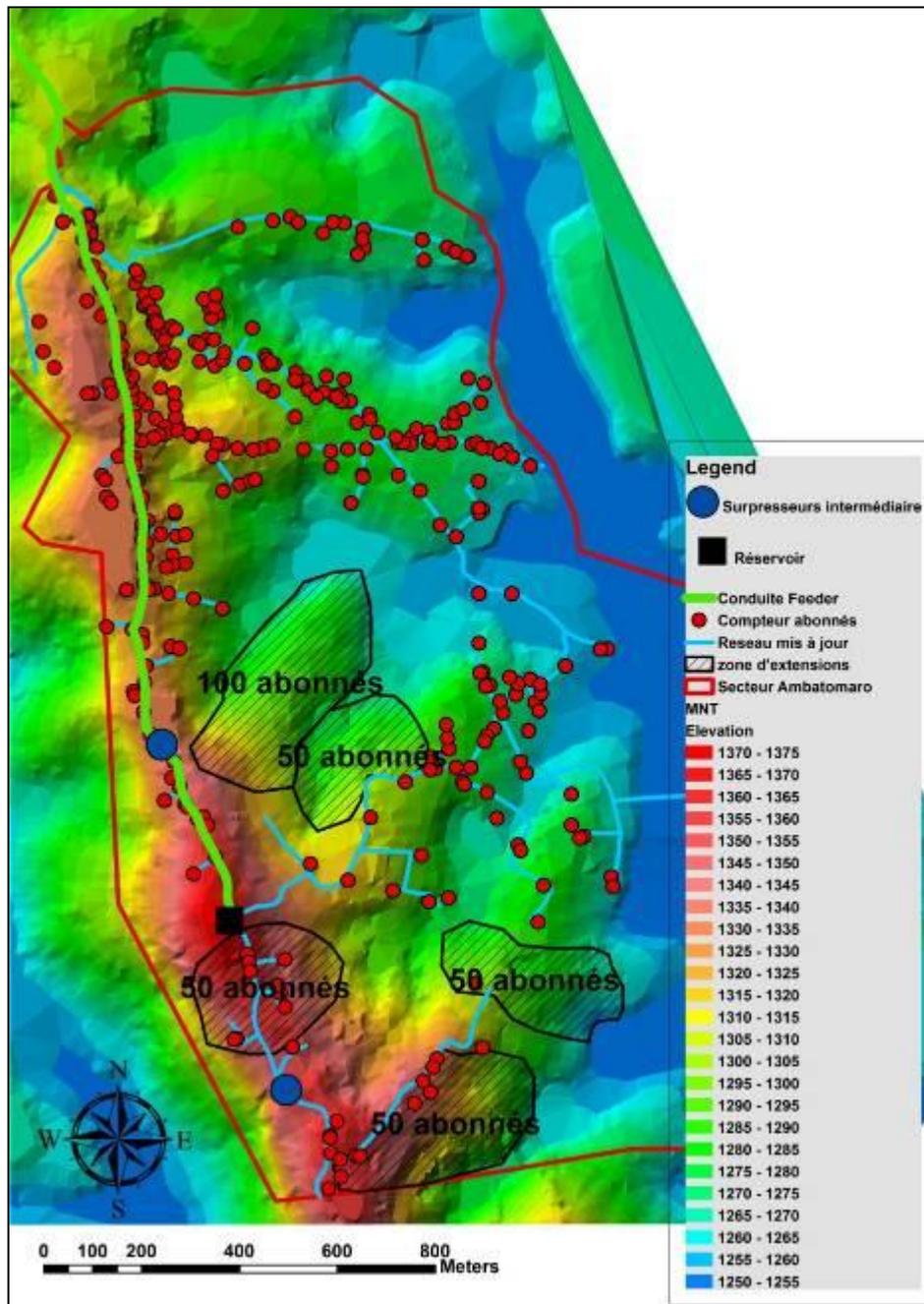


Illustration 34: Localisation des zones d'extension du réseau

La carte ci-dessus nous montre les lieux sur lesquelles seront effectués les extensions concernant 300 nouveaux branchements, envisagées pour ce projet d'amélioration

Pour conclure, après avoir analysé les résultats issus des trois variantes de solution, nous proposons de retenir la première.

Les problèmes recensés dans chacune des zones à Ambatomaro ont été solutionnés par l'installation de la conduite feeder à partir du surpresseur jusqu'au réservoir d'Ankatso, qui fonctionne comme réservoir d'équilibre.

Le seul investissement nécessaire est donc la fourniture et la pose des conduites feeder. Des travaux supplémentaires concerneraient les travaux d'entretien et maintenance du réseau et des équipements.

Malgré tout, cette variante de solution n'est pas univoque, des mesures d'accompagnement sont à mettre en place pour sécuriser ce projet, notamment :

- l'assurance de l'arrivée d'eau par l'amont en se référant au projet d'amélioration de l'approvisionnement en eau du réservoir d'Ambohidempona et à l'extension de la station de production à Mandroseza.
- l'installation d'un surpresseur intermédiaire en aval du réservoir (débit en aval du réservoir égale à 3 l/s : HMT égale à 30m) dans le but d'assurer la desserte en eau des zones se situant à la même altitude que le réservoir en question. (Cf. Annexe A27 : Modèles sur Epanet du réseau d'AEP à Ambatomaro)

3.4.5. Budget de la modélisation du réseau du secteur à Ambatomaro

Les coûts relatifs au fonctionnement

-Equipe du projet :

Trois personnes ont été mobilisées pour cette étude : UN Ingénieur d'étude (4 mois) UN Technicien SIG (4 mois) et UN Technicien Hydraulique (5mois).

Ils ont été salariés suivant un forfait mensuel.

Ils ont aussi bénéficiés mensuellement des forfaits relatifs aux indemnités de déplacement et de communication.

-Equipe d'appui de la JIRAMA :

Des indemnités de repas ont été distribuées aux personnes mobilisées sur terrain (équipe du laboratoire de compteur, équipe releveurs de l'agence de Mahavoky, équipe de la DTOA).

-Enquêteurs :

Indemnité des enquêteurs pendant 11 jours.

Construction d'ouvrage / équipement

Coût de confection des 3 regards confié à une entreprise, qui sont les lieux d'emplacement respectifs des 3 débitmètres, situés à l'entrée du secteur hydraulique d'Ambatomaro.

Achat de matériels

Achat des matériels et équipements nécessaires servant de support des appareils de mesures (collier de prise, robinet de prise, ..).

Frais divers

Frais de gardiennage des appareils pendant 9 nuits

Bilan des dépenses réalisées lors de l'étude de faisabilité de la modélisation

Désignation des dépenses	Unité	Quantité	Coût unitaire (Ar)	Montant total (Ar)
Coût relatif au fonctionnement				
Salaire Ingénieur d'étude (4 mois d'intervention)	Mois	4	600 000	2 400 000
Salaire Technicien hydraulique (5 mois d'intervention)	Mois	5	390 000	1 950 000
Salaire Technicien SIG (4 mois d'intervention)	Mois	3	390 000	975 000
Indemnité de l'enquêteur pendant 11 jours (10 000Ar par jour par enquêteur)	Jour	11	10 000	110 000
Indemnité de l'autorité locale qui a accompagné l'enquêteur (chef secteur)	Jour	Fft	60 000	60 000
Indemnité de l'équipe de la JIRAMA (4 pers. pendant l'installation des 3 appareils; 3 pers lors de la récupération des 3 appareils; 3 releveurs de l'agence Mahavoky pendant les levés GPS des abonnés)	HJ	20	5 000	100 000
Indemnité Déplacements (Ingénieur d'étude; Technicien SIG; Technicien hydraulique)	Mois	Fft	580 000	580 000
Indemnité Communication (Ingénieur d'étude; Technicien SIG; Technicien hydraulique)	Mois	Fft	150 000	150 000
SOUS TOTAL FONCTIONNEMENT				6 325 000
Coût relatif des ouvrages et équipements				
Gros œuvre/inspection ouvrage: coût de l'entreprise pour la confection de trois regards pour l'emplacement des débitmètres à insertion)	U	Fft	1 800 000	1 800 000
SOUS TOTAL ouvrages et équipements				1 800 000
Achat de matériels				
Gros œuvre/inspection ouvrage: Achat de 3 robinets de prise; 3 colliers de prise en charge; gasoil du scie à sol	U	Fft	1 262 802	1 262 802
SOUS TOTAL BESOIN EN MATERIELS				1 262 802
Frais divers				
Coût de gardiennage des 3 appareils de mesure pendant 9 nuits à raison de 45000Ar par nuit)	Nb de Nuit	9	45 000	405 000
SOUS TOTAL DIVERS				405 000
COÛT TOTAL DE L'ETUDE				9 792 802

Tableau 31: Bilan des dépenses réalisées lors de l'étude de faisabilité de modélisation dans la zone pilote

4. Bilan et planification

4.1. Objectifs

Selon les termes de références (TDR), les objectifs de cette étape sont :

- de faire le bilan des facteurs de désordre identifié.
- de faire la planification des solutions d'amélioration proposées : d'abord de développer une politique de renouvellement et de réhabilitation des équipements du réseau, ensuite de réviser et de rénover les plans de gestion actuels.

4.2. Méthodologie

Nous avons procédé comme suit :

- Elaboration d'un tableau de synthèse, dans lequel nous avons identifié les forces et les faiblesses de la JIRAMA, à travers les données, les informations et les renseignements obtenus, issus de l'étape 1, suivi de séances de validation par chaque direction concernée.
- Organisation d'une réunion de mise au point finale avec tous les intervenants de la JIRAMA, où nous avons présenté, partagé, discuté et validé les solutions d'amélioration proposées par l'équipe du projet.
- Répartition des rôles et responsabilités dans l'élaboration des fiches de projet, pour chaque projet d'amélioration envisagé. Il a été confié à l'équipe de la JIRAMA, l'élaboration des budgets de chacune des projets, à l'exception de celui de la DSI, lequel il a été suggéré à l'équipe du projet de se renseigner auprès de Maky engineering, représentant d'ESRI France, société spécialiste en SIG et SI de gestion.
- Classification par ordre de priorité des fiches de projet selon deux critères : pertinence et complexité.

4.3. Résultats et analyse

4.3.1. Bilan des facteurs de désordre

Le bilan des facteurs de désordres est présenté à travers le tableau de synthèse ci-après, dans lequel nous avons essayé de résumer les points forts et faibles de la JIRAMA, à partir desquels nous avons ressortis des propositions de solutions.

Désignations	POINTS FORTS	POINTS FAIBLES	PROPOSITIONS DE SOLUTIONS
Données relatives au réseau, 1	<p>Il existe des données sur SIG exploitables, des documents sont disponibles et exploitables sur la localisation de toutes les vannes (il existe 1844 albums de vannage pour le réseau de Tana, établis à travers un système de triangulation). D'après le nouvel organigramme daté du mois d'Août 2015 au niveau de la DTOA, c'est le "Département gestion réseau eau d'Antananarivo (DGRO) qui se charge de la mise à jour "instantanée" des données sur SIG.</p> <p>(insertion sur SIG de toutes les vannes existantes / mise à jour de l'album de vannage,). La JIRAMA procède actuellement au rattrapage des retards, sur la mise à jour du SIG.</p> <p>Au sein de la DEXO, il y a un Service</p>	<p>Les données sur SIG ne sont pas à jour, telles que : les années de poses et les données caractéristiques des équipements (certaines vannes ne sont pas figurées dans le SIG, l'état de certaines autres vannes n'est pas précis) ; les données précises des côtes.</p> <p>Il existe des tronçons sur SIG qui se superposent ou qui ne sont même pas liés, ce qui nécessite une vérification minutieuse pour être exploitable sur EPANET.</p> <p>Le système de quadrillage pour la codification des tronçons est en stade de saturation actuellement, et rend compliqué l'identification des tronçons.</p> <p>Tout ceci rend difficile l'élaboration</p>	<p>Bien que le "Département gestion réseau eau d'Antananarivo (DGRO) qui se charge de la mise à jour "instantanée" des données sur SIG existe, ceci nécessite de la RIGUEUR sur le respect de la structure établie.</p> <p>Pour la mise à jour des tronçons sur SIG, nous apportons comme conseil le principe de levé GPS en mode route. A propos de la codification des tronçons, il serait mieux de se baser sur le principe initial d'avant avec la technique de quadrillage, en créant ensuite des sous quadrillages par secteur hydraulique à chaque insertion des nouvelles conduites. Il est également préférable de mentionner dans le code l'ordre chronologique des poses des tronçons.</p> <p>Il faut engager des équipes compétentes, dynamiques, organisées, créatives avec une méthodologie de travail bien définie (prévoir des séances de renforcement de capacité). Il faudrait par</p>

Désignations	POINTS FORTS	POINTS FAIBLES	PROPOSITIONS DE SOLUTIONS
	<p>Informatisation de la Gestion des Réseaux moyennant un Responsable SIG Réseau DO et Analyse de Situation qui exploitent les données SIG en vue de l'élaboration de modèles sommaires.</p>	<p>d'un modèle fiable et exploitable au niveau du service de la DEXO.</p>	<p>ailleurs mettre en place une structure de suivi/évaluation. Il serait aussi intéressant de disposer des données fiables, utiles pour la modélisation (levés topographiques...)</p>
<p>Données relatives au réseau, 2</p>	<p>Le processus d'éclaircissement des tracés des conduites, à travers des levés GPS, ainsi que le repérage de toutes les vannes en se servant de l'album de vannage et la réalisation des rapprochements sur terrain, la recherche des tracés de certaines conduites à travers des fouilles, sont cadrés dans la mission et attribution du chef de groupe "mise à jour" figuré dans le nouvel organigramme.</p>	<p>La transcription sur plan des données mesurées sur terrain n'est pas précise, si on se réfère à la réalité.</p>	<p>La vigilance et la rigueur des premiers responsables est de règle quant aux respects des structures mises en place, aux contrôles et suivis des actions à mettre en œuvre, pour atteindre les objectifs. Il faudra définir des indicateurs d'efficacité des structures établies à travers des évaluations périodiques, suivant un cadre logique.</p>
<p>Données relatives au réseau, 3</p>	<p>La mise à jour des FIB a été réalisée dans les zones suivantes : Sud/Ouest/Nord-Ouest. Nous avons noté que la DTOA a fait preuve de rigueur quant au remplissage des FIB à chaque branchement neuf. Auprès de NRW, les clients sont identifiés d'une part sur la base de référence géographique et d'autre part sur la localisation par rapport au réseau</p>	<p>Un grand nombre de FIB n'est pas à jour. Il y a un besoin d'appui pour la poursuite des campagnes FIB dans les autres secteurs Aucune information disponible sur SIG, à l'endroit des branchements particuliers. Les données commerciales TC qui peuvent être exploitées pour les calculs de rendement sectoriel ne</p>	<p>La réalisation de campagne FIB pour la mise à jour des données du SIG est indispensable. Une demande d'appui est à formuler pour la réalisation de campagne FIB dans les 14 secteurs, qui constituent la zone d'étude, définie dans le 3ème et 5ème arrondissements, à titre de rattrapage des retards.</p>

Désignations	POINTS FORTS	POINTS FAIBLES	PROPOSITIONS DE SOLUTIONS
	(Code tronçon). La "DMA" nécessite ainsi la réalisation des campagnes FIB et également la connaissance de l'état des vannes.	coïncident pas avec les délimitations des secteurs hydrauliques.	
Données relatives au réseau, 4	Il existe 3 stations de production indépendantes à Antananarivo: Mandroseza (157000m ³ /j) avec le pompage de l'Ikopa à hauteur de 10000m ³ /h/ ; Vontovorona et Faralaza (8000 m ³ /j) Le Système de comptage utilise la technologie de pointe : 8 systèmes de comptage fonctionnels depuis le mois d'octobre 2015. Actuellement, la production d'eau enregistrée à Mandroseza atteint 159 000 m ³ /j.	Nous ne possédons pas de données exactes sur la production d'eau à Mandroseza avant octobre 2015. Certains compteurs ne fonctionnent plus (les 165000m ³ /jours ne sont que des données approximatives) et la valeur de rendement calculée sur cette base est aussi approximative.	Il faudrait : se rassurer de la fiabilité des appareils utilisés, prévoir la réalisation périodique de l'étalonnage des appareils, respecter la régularité des entretiens/maintenances des appareils.
Données relatives au réseau, 5		Actuellement, il y a un problème de manque d'eau dans certaines zones, et parmi les 14 secteurs d'étude nous pouvons citer : le Secteur Fort Duchesne, une grande partie de la zone haute (qui n'est alimentée que pendant la nuit) ; Ankadifotsy/Analamahitsy-Cité/Andraisoro/Ambohitrakely/Mahatony-	Une étude plus approfondie devrait être menée (modélisation) pour diagnostiquer les sources des problèmes, en vue de développer des solutions d'amélioration. La JIRAMA doit prioriser la mise à jour de ses bases de données, ce qui lui permettra d'élaborer un modèle exploitable se rapprochant le mieux possible de la réalité, ceci dans le but d'optimiser le fonctionnement du réseau. Faute de moyen aussi bien financier que matériel, le projet d'appui à la réalisation de la modélisation dans les

Désignations	POINTS FORTS	POINTS FAIBLES	PROPOSITIONS DE SOLUTIONS
		<p>Soavimasoandro/Ambatomaro.</p> <p>Les solutions actuelles apportées par la JIRAMA sont limitées par des interventions d'urgences. Ces interventions consistent en un équilibrage à travers des mesures de pression par tentation (à cause des problèmes de gestion de temps), et des manipulations fréquentes des vannes, afin de satisfaire les besoins des abonnés.</p> <p>Cette dernière solution améliore la desserte d'une zone mais crée des troubles dans les zones voisines, et également à l'origine des pertes de l'étanchéité des vannes.</p> <p>Toutefois, les actions de ratissage sont planifiées.</p>	<p>14 secteurs de la zone d'étude figure dans la planification de proposition de solution d'amélioration au niveau du système d'exploitation.</p> <p>Un essai de modélisation dans une zone choisie comme pilote a été menée à Ambatomaro dans le cadre du projet "étude de diagnostic AEP". Dans cette zone pilote, l'équipe du projet de EAST a déjà réussie à caler un modèle sommaire qui pourrait être utilisé pour le diagnostic des sources du problème dans cette zone et aiderait à la recherche de solutions d'amélioration à partir d'une simulation. Il a été constaté que la pression est très faible à cause d'une importante dénivellation dans cette zone, ce qui est à l'origine de l'insatisfaction de toutes les parties hautes de la zone. La solution d'amélioration proposée à travers la simulation est la mise en place d'une conduite feeder sur environ 2km, à la sortie du surpresseur qui va remplir directement le réservoir d'Ankatso, permettant de résoudre le problème de souffrance d'eau dans toutes ces parties hautes.</p>

Désignations	POINTS FORTS	POINTS FAIBLES	PROPOSITIONS DE SOLUTIONS
Données relatives au réseau, 6		Actuellement, une souffrance de manque d'eau est constatée dans beaucoup de quartiers, alors que le débit de captage est encore large. Les soucis de la JIRAMA concernent la station de traitement (où un projet d'extension de l'unité de traitement est en cours), le réseau de distribution dont la vétusté de la majorité des équipements du réseau à l'origine des fuites et d'autres dysfonctionnements, d'où un rendement très faible et une vente à perte pour la JIRAMA.	La solution idéale pour améliorer le secteur eau est d'assurer la bonne cohérence entre les 5 paramètres fondamentaux : la capacité de captage, la capacité de production, la capacité de distribution, le rendement, et le tarif de vente d'eau, afin de satisfaire les besoins de la population. Il faut donc disposer des données précises sur les sources exploitables, les besoins en eau actuels de la population, le volume d'eau produit, le comportement hydraulique de l'eau dans le réseau à travers la modélisation, les volumes d'eau consommés et facturés, le calcul de rentabilité de l'exploitation.
Exploitation du réseau, 1	La JIRAMA possède une direction de système informatique (DSI) où toutes les données existantes devraient être centralisées. Notons que l'application FAFI et FIB sont des éléments techniques établis par la DSI.	Cette direction est déjà fonctionnelle mais ses activités se réduisent au traitement des données commerciales actuellement, faute de matériels adéquats.	La proposition de solution d'amélioration consiste en une mise en place d'un SIG avec interfaçage à la gestion clientèle (Schéma du réseau avec historique) ; tous les renseignements nécessaires et les données relatives à l'exploitation du réseau d'AEP devront provenir uniquement de la DSI. Ceci permet de mettre sur un même niveau de connaissance tous les responsables d'exploitation, et contribue à la simplification des études des projets d'amélioration. Nous pouvons en tirer 3 avantages majeurs : la sauvegarde des données, la centralisation de la source d'information pour les

Désignations	POINTS FORTS	POINTS FAIBLES	PROPOSITIONS DE SOLUTIONS
			exploitants des données, le contrôle des activités du personnel.
Exploitation du réseau, 2	Restructuration de la DTOA depuis Aout 2015, en mettant en place le département gestion réseau eau (DGRO). Il s'occupe de la mise à jour instantanée des données sur SIG et sur PLAN, sur toutes les diverses interventions réalisées dans le réseau (nouveaux équipements, nouveaux branchements, etc.)	La mise à jour des données sur SIG n'a pas été effectué régulièrement avant la restructuration de la DTOA (normalement doit se faire tous les mois) / dernière mise à jour des données sur SIG en septembre 2014.	Sachant que les bases de données de la DTOA sont centralisées auprès du DGRO, il faudrait mettre en place une structure bien établie, une méthodologie de travail bien définie (prévoir des séances de renforcement de capacité) avec des équipes compétentes, dynamiques, organisées, créatives, qui nécessite la rigueur des hauts responsables dans la mise en œuvre des travaux, afin de disposer d'un bon outil qui permettra de mieux gérer l'exploitation. Il faudrait par ailleurs mettre en place une structure de suivi/évaluation.
Exploitation du réseau, 3	Il est mentionné dans le nouvel organigramme un service responsable des entretiens programmés au sein du DEDO, qui s'occupe entre autres de la mise en profondeur des tuyaux apparents, ainsi que leurs remplacements en cas de casse.	Il existe beaucoup de conduites apparentes à cause des remblais en terre, facilement érodés en temps de pluie. De ce fait, soit elles se déboitent avec les fortes pressions durant la nuit, soit elles se fissurent car elles sont exposé à l'air libre, ou se cassent directement lors de passages de charges importantes. Des risques de dégradation des tuyaux sont aussi prévisibles.	La mise en profondeur des tuyaux apparents devrait être classée parmi les interventions urgentes de la JIRAMA, figurée dans le planning prévisionnel annuel. Il est cependant conseillé le respect des normes sur les conditions de pose des tuyaux (respect de la profondeur de 1 m entre autre). Il faut également veiller à ce que les dégâts causés par les érosions ne se reproduisent plus (adopter des techniques adéquates selon les conditions existantes en terrain, voir la qualité du sol, etc.). Pour atteindre les objectifs fixés au préalable, il est impératif que les responsables soient rigoureux quant à la supervision des activités de remise en

Désignations	POINTS FORTS	POINTS FAIBLES	PROPOSITIONS DE SOLUTIONS
			profondeur des tuyaux. Il est préférable de sensibiliser la population à informer la JIRAMA lors de la constatation de conduites apparentes.
Exploitation du réseau, 4	Il est figuré dans le nouvel organigramme un service responsable « entretiens programmés » qui prévoit actuellement une opération de "rehaussement des bouches à clé".	Un grand nombre de bouches à clé est introuvable lors des besoins d'intervention de dépannage à cause des travaux de rehaussement des routes.	Il faut au moins établir un planning prévisionnel annuel pour toutes les interventions de rehaussement des bouches à clé, parallèlement, il faut prioriser la mise à jour des FIB. Ceci nécessite toujours la rigueur des premiers responsables pour atteindre les objectifs fixés à l'avance. Lors des travaux des routes, la JIRAMA devrait être présente et prendre toutes les mesures nécessaires pour pouvoir sécuriser leur équipement.
Exploitation du réseau, 5	Il est mentionné dans le nouvel organigramme au sein de la DTOA, dans le département DEDO, un responsable des interventions de proximité de chaque agence qui intervient pour les urgences par la mobilisation de 3 équipes de 3 à 4 personnes par agence. Cette disposition a été prise par la DTOA afin de réduire le temps de réponse aux interventions. Du côté de CLCNRW, les actions de détections des fuites sont réalisées suivant un planning annuel pré-élaboré.	La JIRAMA subit non seulement des pertes en eau assez importantes, qui sont des pertes physiques visibles et non visibles, mais aussi des pertes commerciales dues aux anomalies des compteurs, dont les suivis/contrôles n'ont pas été faits régulièrement.	Relativement aux pertes dues aux anomalies des compteurs, une capitalisation de l'expérimentation de l'ONG PROTOS à Fenoarivo sur le projet de Télégestion des compteurs qui a permis d'améliorer le rendement, semble la solution appropriée selon la JIRAMA. Le projet que nous allons présenter concernera les 14 secteurs d'intervention de EAST. Il faut sensibiliser toute la population à propos des conduites fuyardes, d'en informer la JIRAMA dans le meilleur délai. (Cf. rub « enquête auprès des abonnés »)

Désignations	POINTS FORTS	POINTS FAIBLES	PROPOSITIONS DE SOLUTIONS
	Six (6) équipes de 2 personnes et 4 plombiers sont engagés pour cette tâche, à raison de 2,5 km/jour/équipe. Au démarrage de cette intervention, en avril 2011, selon la prévision initiale, chaque zone a été contrôlée au moins trois fois par an. Plus tard, la détection des fuites s'est concentrée dans les zones fuyardes, comme centre/nord/ouest.		
Travaux réalisés ,1	Dédoublage de la conduite DN 600, sur 1.4km de Mandroseza vers Andohan'i Mandroseza.		
Travaux réalisés, 2	Remplacement des conduites vétustes du réseau tertiaire qui concerne surtout les tuyaux en galva de diam 40, 60, dans les zones de Itaosy, Ambohimandra, Tongarivo / Tanjombato et Ifarihy.	Il reste encore une longueur importante de conduites vétustes à remplacer dans l'ensemble du réseau.	La priorité actuelle de la JIRAMA est de remplacer tous les tuyaux en galva, action qui a besoin d'appui. En ce qui concerne les 14 secteurs d'intervention, les données issues du SIG permettront d'évaluer la situation actuelle des tuyaux en Galva et permettront par la suite l'estimation des coûts de leur remplacement.
Travaux réalisés, 3	Installation d'une station de production d'eau à Sabotsy Namehana qui est fonctionnelle depuis Septembre 2015.		
Travaux réalisés , 4	Installation d'un Robinet vanne de sectionnement à Analamahitsy, réalisé le 17 Avril 2015.	Difficulté dans la réalisation des travaux à cause des matériaux et matériels utilisés, qui ne sont pas	La mise à jour des données après chaque intervention doit être faite systématiquement au sein de la DGRO. Un appui pour le renouvellement

Désignations	POINTS FORTS	POINTS FAIBLES	PROPOSITIONS DE SOLUTIONS
		bien adaptés aux besoins (butée en moellon; remblai issu de déblai; scie à métaux de mauvaise qualité, utilisation de seau au lieu de motopompe ...). La remise à l'état de la route ne se fait pas de suite après l'intervention à cause d'un manque de rigueur.	des matériels est indispensable : Kits complet des plombiers,.... Normalement la réfection des routes devrait avoir lieu au plus tard 2 jours après les travaux de la JIRAMA. En cas de retard, il faudrait aviser la JIRAMA.
Travaux réalisés, 5	Optimisation du fonctionnement des deux surpresseurs existants à Ambatomaro.	Problème au niveau du débit à l'entrée du surpresseur. La variation de ce débit est conditionnée par les demandes en amont, un problème de faible débit/pression qui touche le réseau tout entier actuellement.	La connaissance instantanée des paramètres hydrauliques tout le long du réseau suivant une modélisation est indispensable et pourrait servir de base d'étude pour l'optimisation du fonctionnement.
Etudes réalisées, 1	Etude sur la numérisation du réseau sur SIG	Les données sur le remplacement des conduites vétustes ne figurent pas encore dans le SIG.	La rigueur des premiers responsables sur l'application et le respect des normes en vigueur est exigée dans le but de pouvoir disposer à tout moment d'une base de donnée à jour et exploitable.
Etudes réalisées, 2	Etude de la sectorisation du réseau en "25 secteurs" pour le centre-ville.	La JIRAMA ne dispose pas de moyen pour se procurer des matériels nécessaires pour la mise en œuvre du projet.	Demande d'appui financier pour la mise en œuvre de ce projet. La matérialisation de la sectorisation des 14 secteurs dans la zone d'étude serait cadrée dans le projet de modélisation du réseau dans les secteurs y afférents.
Etudes réalisées, 3	En 2011, centralisation des données FAFI (Fandraisana Fitarainana) sur un	L'exploitation des données FAFI n'est pas optimale.	Il faut procéder au tri des données FAFI pour identifier les zones de fuites à répétition. Les

Désignations	POINTS FORTS	POINTS FAIBLES	PROPOSITIONS DE SOLUTIONS
	système informatique à la DSI.		renseignements obtenus seront donc analysés pour à la fois détecter les causes de ces fuites répétitives et pour soustraire les solutions adéquates.
Etudes réalisées, 4	Projet d'installation de nouvelle conduite Feeder DN 400, depuis Mandroseza vers le réservoir d'Ambohidempona .	En attente de financement, le dossier en est au stade d'APD.	Projet prioritaire pour la JIRAMA, considéré comme une sécurisation de l'AEP dans la zone EST.
Etudes réalisées , 5	Extension de la station de production de Mandroseza II.	Existence du dossier APD, mais toujours en attente d'appui financier à cause de l'insuffisance de fonds propres de la JIRAMA.	La remise en état du réseau par le remplacement des conduites vétustes devrait précéder le projet d'extension de la station de production. Ces projets font partie des priorités de la JIRAMA actuellement.
Etudes réalisées, 6	Déconcentration de l'usine de production d'eau par l'installation de deux nouveaux sites de production à Alasora et Ambohitrimanjaka.	Même si la JIRAMA a déjà obtenu l'accord de principe, le financement de ce projet est encore en stade de négociation avec le bailleur de fonds qui est la BEI. Le dossier d'APD est déjà à la disposition de la JIRAMA actuellement.	
Etudes réalisées, 7	Amélioration de l'alimentation du réservoir d'Ankatso, à partir du réservoir du Campus/ avec installation d'un surpresseur au droit de la route Bibilava.	Après obtention des résultats des mesures effectuées sur la variation du niveau d'eau des réservoirs du Campus et les pressions dans différents points de la conduite, la JIRAMA a conclu que l'eau du réservoir de Campus ne permet pas	Autre variante de solution d'amélioration proposée par l'équipe du projet à partir de la simulation du modèle établie : installation d'une conduite feeder depuis le surpresseur à Ambatomaro vers le réservoir Ankatso.

Désignations	POINTS FORTS	POINTS FAIBLES	PROPOSITIONS DE SOLUTIONS
		de réaliser ce projet.	
Etudes réalisées, 8	Présentation par la JIRAMA des tarifs tous les deux ans après réalisation des calculs de rentabilités.	Le coût de vente de la JIRAMA ne prend pas pour base les calculs de rentabilités, car la décision finale revient à l'Etat même.	D'après les responsables de la JIRAMA, les tarifs doivent être révisés tous les 6 mois au lieu des 2 ans habituels. Il faudrait appliquer le tarif de la vente d'eau répondant au TRI retenu, pour assurer la pérennisation de l'entreprise.
Travaux en cours, 1	Opérations de ratissage pour le repérage des branchements clandestins (avec WSUP), et installation de gros compteurs aux extrémités des secteurs hydrauliques des zone Est et zone Nord. Démarrage 2015.		Demande d'appui pour la poursuite des campagnes FIB dans les 14 secteurs d'intervention de EAST.
Travaux en cours, 2	Mise en place de 4 vannes de régulation de pression (PRV) Antaninandro (Andravoahangy fivavahana) ; Analamahitsy ; Ambohijataovo ; Ambohimandra qui est prévue être réalisé en 2015.		
Travaux en cours, 3	Pose d'une plaque pleine en remplacement de la vanne anti-retour pour améliorer l'approvisionnement en eau du réservoir de Fort Duchesne à partir du réservoir d'Ambohidempona.		
Etudes en cours, 1	Inventaire et élaboration de projet de sectorisation du réseau d'AEP de la JIRAMA dans tout Madagascar,	.	

Désignations	POINTS FORTS	POINTS FAIBLES	PROPOSITIONS DE SOLUTIONS
	modélisation sommaire des réseaux.		
Etude en cours, 2	Etude de faisabilité de maillage du réseau de la desserte d'Andraisoro, avec les conduites qui sont presque toute en PVC.		La modélisation du réseau dans ce secteur devrait précéder cette étude de faisabilité de maillage, pour qu'on puisse trouver des solutions efficaces et pérennes.
Travaux prévus, 1	Installation d'une nouvelle conduite feeder DN 400, depuis Mandroseza vers le réservoir d'Ambohidempona.	En attente de financement, le dossier est en stade d'APD.	Projet parmi les priorités de la JIRAMA, classé dans les propositions de solutions d'amélioration Projet de sécurisation du réseau de la zone EST.
Travaux prévus, 2	Extension de la station de production à Mandroseza.	Existence du dossier APD, mais toujours en attente d'appui financier à cause de l'insuffisance de fonds propres de la JIRAMA.	Projet parmi les priorités de la JIRAMA, classé dans les propositions de solutions d'amélioration.
Travaux prévus, 3	Travaux de reconstitution et de déconcentration du réseau d'Antananarivo.	Le financement de ce projet est encore en stade de négociation avec le bailleur de fonds qui est la BEI.	
Canalisation/équipements et appareillages	- Dans les 14 secteurs d'intervention, les conduites en fontes, en fontes GS, et en PVC représentent environ 84% des conduites existantes et qui ne sont pas encore en état de dégradation - Normalisation du réseau (installation de vannes de sectionnement à Analamahitsy).	- Les points faibles mis en évidences ont été : la vétusté des conduites en galva , en AC et en acier, qui représentent à peu près les 16% des conduites existantes / une rugosité importante / entraînant un impact négatif au niveau de l'approvisionnement en eau (augmentation des pertes de charges linéaires et réduction des pressions, des dépôts influençant les résultats	Appui à apporter quant au remplacement de toutes les conduites vétustes, suivant un planning pluriannuel à élaborer pour les 14 secteurs d'intervention de EAST au 3ème et 5ème arrondissement. La gestion se fera par secteur. Cette idée rejoint bien évidemment le projet en cours de la JIRAMA relatif au remplacement des tuyaux dans les réseaux tertiaires et plus particulièrement les tuyaux en galva de diam 40, 60, 50. Les zones touchées sont : Itaosy, Ambohimandra, Tongarivo, Tanjombato, Ifarihy.

Désignations	POINTS FORTS	POINTS FAIBLES	PROPOSITIONS DE SOLUTIONS
		<p>de mesures de turbidité à l'ouverture des robinets, des dépôts très importants qui contribueront à abîmer rapidement les compteurs). Cette vétusté des conduites a également des influences sur la faiblesse du rendement commercial, actuellement de l'ordre de 57% ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dégradation précoce des vannes à cause de leur manipulation excessive (durée de vie des vannes de l'ordre de 10 ans) ; - Manque d'entretien des réservoirs, risque de contamination de l'extérieur (coté génie civil) ; - Puissance des surpresseurs ne fonctionne plus suivant leur valeur caractéristique nominale (due à leur vieillissement, les divers bricolages effectués). 	<p>A propos du choix des secteurs prioritaires, nous devrions nous baser sur les données issues du traitement de FAFI concernant la répétitivité des fuites.</p>
Condition de pose	Il est mentionné dans le nouvel organigramme, dans le département DDDO au sein de la DTOA, la présence d'un "Responsable étude branchement et extension réseau-ZONE : 1/2/3" qui a pour missions et	Les cas fréquents où les profondeurs de certaines conduites n'ont pas été respectées, ont été rencontrés lors des passages des tracés des conduites sur des terrains rocheux.	Les équipes responsables doivent avoir beaucoup de rigueur à l'endroit des contrôles et suivis des travaux pendant leurs exécutions, en utilisant des outils de contrôle /suivi bien adaptés. Nous devons retrouver dans ces outils les points suivants : résultats des reconnaissances de terrain effectuées

Désignations	POINTS FORTS	POINTS FAIBLES	PROPOSITIONS DE SOLUTIONS
	attributions, les suivis et contrôles de chantier, dont une partie de ces tâches consiste à contrôler les travaux réalisés suivant la norme d'exécution.		(métré, qualité du sol, croquis du branchement avec légende), instructions techniques du responsable de l'étude pour les agents de terrain (tracé exact, techniques de pose: profondeur, lit de pose, buté...). Il serait mieux d'impliquer les clients pendant la réception des travaux, d'avoir une passation claire avec les agents de terrain. Il faut aussi prévoir des matériels adaptés : utiliser une scie à sol pour le décapage des routes bitumées, coupe tube pour les conduites en fonte....), rapport écrit des responsables des travaux (localisation précise : triangulation / levé GPS, date et durée de la réalisation, équipe réalisateur, consistance des travaux, ce rapport servira de base de la mise à jour des données numériques).
Analyse organisationnelle / Compétences	Nous présentons en annexe A6 jusqu'à A9 les organigrammes les plus récents, en faisant figurer les missions et attributions de chaque entité et également les techniques de suivi et de gestion adoptées par chacune des directions techniques au sein de la JIRAMA. D'après les informations recueillies à travers l'outil élaboré par l'équipe du projet, chaque entité dispose d'une base de données numériques qui	Depuis la restructuration de la JIRAMA en 2015, nous avons remarqué de nombreux postes à pourvoir dans les nouveaux organigrammes (voir celui de la DEXO). En attendant, l'insuffisance en ressources humaines risquerait de causer des retards au niveau de la réalisation des activités, notamment au niveau de la mise à jour des bases de données, des tableaux de bord,	La JIRAMA pourrait lancer des appels de stages bénévoles afin d'apporter des solutions à la perturbation du planning de la mise en œuvre des activités pour étoffer son équipe. En contrepartie, ces stagiaires devraient bénéficier de formations pour qu'ils puissent après apporter l'appui nécessaire à la JIRAMA en attendant que la situation se rétablisse. Pour cette vision, il serait mieux de choisir des stagiaires de la filière hydraulique en phase de préparation de leur mémoire de fin d'étude et qui s'intéresseraient aux

Désignations	POINTS FORTS	POINTS FAIBLES	PROPOSITIONS DE SOLUTIONS
	<p>est mise à jour régulièrement par les équipes responsables. Des retards au niveau des interventions d'urgence ont été remarqué, dus au système d'organisation antérieur à propos de la répartition des responsabilités : pour les conduites de plus de 40m c'est le département qui en est le responsable, et pour les autres qui sont moins de 40m, les Agences sont responsables. Après le remaniement de ses staffs, la JIRAMA a changé de stratégie pour l'amélioration de ses interventions et pour une meilleure coordination des équipes de travail, selon les rôles et responsabilités. Il a donc été créé 3 départements sous la direction de la DTOA, qui sont la DGRO/DEDO/DDDO. Le DGRO s'occupe des diverses études sur le réseau, le DEDO se responsabilise aux travaux d'entretien et dépannage, et le DDDO se charge des travaux de branchement et extension. Six (6) Chefs de service dans 6 agences sont regroupés en 3 binômes. Chaque Chef</p>	<p>des tableaux de gestion de risque pour les cas du département DGQO de la DEXO, il en est de même pour le cas de DRMO. La procédure de recrutement des agents est assez compliquée vue que la JIRAMA est actuellement en restriction budgétaire. De ce fait, elle doit tout d'abord faire appel aux agents internes intéressés par le poste vacant, en envisageant la possibilité d'un réaménagement en interne des personnels pour une évaluation, avant d'envisager d'effectuer des recrutements à l'extérieur, mais qui est conditionné par leur moyen financier, donc ceci favorise davantage des retards au niveau de l'occupation du poste et par la suite des perturbations au niveau du planning de la mise en œuvre des activités. La durée prévisionnelle pour la recherche de nouveau responsable aux postes vacants peut atteindre plusieurs mois.</p>	<p>thèmes proposés par la JIRAMA. Il pourrait être intéressant de développer une sorte de partenariat entre la JIRAMA et les diverses écoles de formation d'hydraulicien. La rigueur des premiers responsables est de règle pour les contrôles et suivis de toutes les interventions entreprises. Il est indispensable de se fixer des indicateurs d'efficacité et d'efficience pour évaluer correctement les interventions entreprises.</p>

Désignations	POINTS FORTS	POINTS FAIBLES	PROPOSITIONS DE SOLUTIONS
	<p>de service s'occupe de deux agences. Dans chaque binôme, le premier Chef de Service est responsable des entretiens et des dépannages dans les 2 agences concernés, et est rattaché au "DEDO" ; le deuxième Chef de Service rattaché cette fois au "DDDO» prend en charge tout ce qui est travaux de branchement et d'extension. L'idée étant d'avoir une synergie d'action au sein de l'exploitation entre les agences et les départements (il y avait des cas de besoin de dépannage où les deux équipes techniques venant à la fois des agences et des départements interviennent ensemble sur un même point).</p>		
<p>Information en terme organisationnel</p>		<p>L'inexistence de continuité et de cohérence au niveau des projets prioritaires, puisque ceux-ci dépendent des conditions politiques de toutes les autorités, ce qui a pour conséquence la perturbation du schéma directeur d'investissement et de financement.</p>	<p>Des plaidoyers au niveau politique sont nécessaires vu que l'approvisionnement en eau est un besoin vital pour la population entière. Un schéma directeur sur une perspective d'au moins dix ans devrait être exclusivement pris en considération et devrait être suivi et respecté, sauf si entre temps des mesures correctives pour des améliorations sont à entreprendre en cas de nécessité, sans trop s'écarter de la ligne directrice initiale.</p>

Désignations	POINTS FORTS	POINTS FAIBLES	PROPOSITIONS DE SOLUTIONS
<p>Plan de suivi qualitatif de l'eau</p>	<p>Il existe un système régulier de contrôle et de suivi de la qualité de l'eau distribuée au sein de la JIRAMA, en conformité à la norme Malagasy. Les analyses bactériologiques sont réalisées en partenariat avec l'IPM, et les analyses physico-chimique sont assurées par la JIRAMA elle-même. La JIRAMA réalise deux types d'analyse : analyse sommaire et analyse complète, sur 170 points fixes du réseau, dans tout Tana suivant un planning préétabli.</p>	<p>Les 4 points fixes de prélèvement d'échantillons auprès des abonnés qui sont prévus d'être réalisés par jour ne sont pas assez représentatifs par rapport à l'étendue du réseau. La norme Malagasy n'est pas encore certifiée.</p> <p>21 points fixes et 44 points mobiles sont recensés dans les 14 secteurs d'intervention de l'ONG EAST au 3ème et 5ème arrondissement sur les 170 définis par le DGQO, d'après les résultats d'analyse de 2014, dont 4 points fixes et 3 points mobiles sont situés dans le secteur d'Ambatomaro choisi comme zone pilote, le critère de choix ayant été basé seulement sur la répartition géographique des abonnés. Ces points n'ont pas encore fait l'objet de levé sur GPS, mais sont seulement repérés d'une façon approximative sur un plan. La fréquence de prélèvement d'échantillon d'eau à analyser chez les abonnés selon la prévision du DGQO, qui est de 1fois tous les 3</p>	<p>Les points de prélèvements sont à multiplier, et à choisir parmi les points sensibles du réseau, comme les points à faible pression, à faible vitesse, les bouts de réseau, les conduites vétustes.</p> <p>Il faut procéder au levé GPS de tous les points fixes existants actuellement ensuite à leur réaménagement pour mieux suivre et mieux contrôler la qualité de l'eau distribué par la JIRAMA tout le long du réseau. Ceci permettra de faciliter les interventions de redressement en cas d'anomalies, comme les besoins d'appoint de chlore, la localisation des points de contamination... Il est urgent également de revoir et ré-établir un planning de prélèvement d'échantillon d'eau pour que les analyses d'eau prélevés sur les points fixes soient faites d'une façon régulière et 4 fois dans l'année, il faut absolument être rigoureux sur le respect du planning établi.</p> <p>Amélioration du système de contrôle et de suivi de la qualité d'eau produite, par la mise en place de capteur de turbidité et de chlore résiduel dans les réservoirs et les surpresseurs dans les limites des 14 secteurs d'intervention de EAST.</p>

Désignations	POINTS FORTS	POINTS FAIBLES	PROPOSITIONS DE SOLUTIONS
		mois, n'est pas toujours respectée, si nous nous référons aux résultats d'analyse de 2014. Il y a 5 points fixes qui ont été analysés 4 fois dans l'année, les autres n'ont pas été faits correctement.	
Enquête auprès des abonnés	Des Numéros Verts pour contacter la JIRAMA en cas de nécessité (tels que les informations sur les fuites, les sinistres, les pannes...) existent depuis longtemps, et restent fonctionnels. La JIRAMA dispose de trois numéros verts : Telma 3547;Airtel 03 3547; Orange 032 32 035 47.	A travers les enquêtes qui ont été menées auprès des d'abonnés, échantillon pris au hasard, dans la zone pilote à Ambatomaro, qui comprend : 87 Abonnés -ménage ; 29 Abonnés -établissements ; et 12 BF - 2 BS, bon nombre de gens font appel à la JIRAMA en cas de fuites, mais celle-ci n'intervient qu'une journée après avoir été informée. En général, la majorité de ces gens ne savent pas quoi faire lors d'une fuite.	Ces numéros devraient être joignables et connus par toute la population, par l'intermédiaire des affichages, des médias, etc... Une collaboration entre la JIRAMA et le fokontany doit avoir lieu, et la population doit en être informée : une structure d'information groupée serait utile au sein de chaque fokontany ; les informations sur les pannes quelconques certifiées par les habitants de la circonscription seront centralisées au fokontany en question, et ce dernier s'occupe par la suite d'avertir la JIRAMA.
Recensement des outils de suivi et de gestion, 1	Les directions techniques qui sont concernées directement par la gestion du réseau sont : la DTOA; la DEXO et la DEO. Au niveau du département DGSP0, la JIRAMA prévoit un système « capteur/émetteur » à Mandroseza	Non existence de modèle hydraulique exploitable du réseau.	Réalisation de modélisation du réseau, un outil de suivi efficace et pratique. Matérialisation de la sectorisation dans les autres zones (installation des gros compteurs à l'entrée et à la sortie).

Désignations	POINTS FORTS	POINTS FAIBLES	PROPOSITIONS DE SOLUTIONS
	<p>pour les suivis et contrôles des niveaux d'eau dans les réservoirs, également des valeurs des pressions au niveau des surpresseurs.</p> <p>Existence d'un système de comptage de débit d'eau produite à la sortie d'usine, à l'aide de la technologie de pointe.</p> <p>Installation avec WSUP de gros compteurs à l'entrée et à la sortie de quelques secteurs (zone EST et NORD).</p>		
<p>Recensement des outils de suivi et de gestion, 2</p>	<p>Il existe un laboratoire de compteur, qui réalise des activités de recherche pour des améliorations, en vue de l'utilisation de compteurs modernes/plus fiables/solides/plus sécurisés. Son autre mission consiste à vérifier/réparer/étalonner les compteurs des abonnés. Ce laboratoire dispose des appareils de mesure des paramètres hydrauliques (débitmètre/manomètre), exploite les données issues de ces mesures, effectue les premières analyses. Ceci contribue à la réduction des risques de fraudes et d'anomalies.</p>	<p>Selon la JIRAMA, environs 4000 compteurs sont recensés anormaux chaque année. Or, le laboratoire ne peut assurer que la réparation de 3 compteurs seulement par jour. Après un petit calcul, il y aurait besoin de 3 ans et demi pour la réparation de ces 4000 compteurs. Donc la capacité du laboratoire à effectuer la tâche lui étant attribuée est médiocre.</p>	<p>Nous devons renforcer le laboratoire de compteur par l'extension de ses équipements / le renforcement de ses ressources humaines/ l'appui organisationnel de ses interventions (élaboration d'un planning de contrôle et suivi des compteurs qui ne doit pas dépendre des réclamations des abonnés, y figurant les calendriers de vérification - de remplacement et de réparation).</p> <p>Réfléchir sur le résultat de l'expérimentation de l'ONG PROTOS à Alakamisy-Fénoarivo (utilisation d'un compteur pourvu d'une tête émettrice, amélioration du rendement commercial comme résultat) : il faut prévoir l'installation des compteurs à l'endroit de tous les points d'eau existants (bouche d'incendie, bâtiment</p>

Désignations	POINTS FORTS	POINTS FAIBLES	PROPOSITIONS DE SOLUTIONS
			administratif, bouche d'arrosage, lavage des marchés publics). Enfin, il faut revoir le cadre conventionnel au niveau des compensations à faire entre les parties concernées, c'est-à-dire essayer d'établir une situation claire qui pourrait servir de base d'une réflexion.
Recensement des outils de suivi et de gestion, 3	Utilisation d'appareils pour la détection des fuites par le CLCNRW (interventions planifiées dans l'année).		La population devrait être sensibilisée à informer la JIRAMA, à travers le numéro vert, lors d'une rencontre de fuite.
Principe de traitement et de chloration utilisé	L'eau venant de la rivière Ikopa est d'abord stockée dans le lac de Mandroseza, qui joue le rôle de décanteur naturel, avant de subir des traitements physico-chimique, bactériologique et neutralisation. La JIRAMA achète tous les besoins en adjuvant, tels que sulfate d'alumine [Al ₂ (SO ₄) ₃], la chaux [Ca(OH) ₂], l'hypochlorite.	Lors de l'extension de la station Mandroseza 2, il existait un électrochlorateur qui produisait du chlore durant environ 6 ans à peu près. Ceci a pu réduire le coût d'exploitation. Mais comme les pièces de rechange pour les entretiens n'existaient plus sur les marchés locaux (électrodes, etc.), la machine ne fonctionne plus actuellement, ce qui conduit à la JIRAMA de revenir à l'achat d'hypochlorite.	Il serait mieux de revoir l'avantage de l'utilisation d'électrochlorateur, dans le sens de considérer à la fois le coût d'investissement et le coût d'exploitation : Procéder au calcul du TRI, et choisir ce qui est rentable entre l'achat direct des produits désinfectants et l'utilisation d'électrochlorateur, élaborer un business plan. Dans la mesure du possible, faire appel à des experts qui seraient capables de procéder à des bricolages des pièces de rechange nécessaires à la réparation, l'entretien et la maintenance de l'équipement. Pour pallier à d'éventuelle contamination de l'eau des réservoirs, l'installation d'un électrochlorateur pourvu d'appareil d'injection de chlore relais automatique serait indispensable.

Désignations	POINTS FORTS	POINTS FAIBLES	PROPOSITIONS DE SOLUTIONS
<p>Qualité sur le réseau principal</p>	<p>8 lieux d'emplacement de réservoirs sont situés dans la zone d'intervention, sur les 29 points existants. En 2014, deux réservoirs n'ont pas été analysés : en avril à Fort Duchesne et septembre à Faravohitra, et qui n'ont plus été reproduit en 2015.</p>	<p>Si la prévision d'analyse d'eau dans chaque réservoir doit se faire en 2 fois par mois, ceci n'a été respecté ni en 2014 ni en 2015. Déjà que les 2 fois par mois n'étaient pas suffisant, plusieurs cas d'analyse n'ont toutefois été effectué qu'une seule fois seulement voire n'existe même pas dans le mois. Apporté devant ces cas, à propos de la dose d'appoint de chlore.</p> <p>Présence de cas de non-conformité dans les réservoirs à l'intérieur de la zone d'étude : en 2014 (6) cas de non-conformité à Ankatso, (1) cas de non-conformité dans cinq autres (Ankadifotsy/Ampasampito/Analamahitsy/Faravohitra /Ivandry) ;</p> <p>En 2015 (3) cas de non-conformité à Ankatso et (1) cas de non-conformité dans quatre autres (Ampasampito/Analamahitsy/Beton golo/Ivandry).</p> <p>En 2014 (6) cas de manque d'eau pour Betongolo ; (4) cas pour Ampasampito.</p>	<p>Il faut établir un planning prévisionnel pour les analyses d'eau, pour cadrer toutes les interventions à faire. Les appareils de mesure de chlore devraient être, dans la mesure du possible, fiables.</p> <p>La JIRAMA doit réaliser impérativement les entretiens et maintenances périodiques des réservoirs d'eau pour éviter la contamination de l'eau. Nécessité d'appui au remplacement des conduites vétustes dans les 14 secteurs d'étude</p>

Désignations	POINTS FORTS	POINTS FAIBLES	PROPOSITIONS DE SOLUTIONS
		En 2015 (1) cas de manque d'eau pour Ankatso, (5) cas pour Analamahitsy, (8) cas pour Faravohitra, (12) cas pour Ivandry	
Qualité à la consommation	L'IPM, un laboratoire accrédité, est le partenaire principal de la JIRAMA. Il assure les analyses bactériologiques des 11 échantillons d'eau prélevés par jour par les équipes du DGQO dont 4 échantillons sont prélevés auprès des abonnés. Une collaboration est possible avec l'équipe du département "qualité " lors de la réalisation des analyses d'eau dans le secteur d'Ambatomaro pendant la période de l'étude de diagnostic. Des flacons de l'IPM déjà à la disposition de la JIRAMA sont utilisés pour les prélèvements. Les équipes du labo de la JIRAMA ont été mobilisées pendant les prélèvements d'échantillons, qui ont utilisé les appareils de la JIRAMA sur terrain : turbidimètre /pH-mètre / test de chlore (analyse des échantillons d'eau issues de 6 BF et de 5 Abonnés à Ambatomaro), en vue d'une	Après avoir fait un rapprochement des résultats d'analyse des 12 échantillons, issus de la JIRAMA et l'IPM, des différences importantes ont été remarquées. Nous avons donc conclu qu'il y a une doute sur la fiabilité des appareils utilisés par la JIRAMA .Les mesures faites à l'aide des appareils de la JIRAMA sont supérieures à celles effectués par l'IPM en ayant procédé par deux méthodes différentes : turbidimètre et spectrométrie. 24 cas de non-conformité à la consommation, dont 15 cas (équivalent à 62.5%) présentent de spores ASR, 4 cas (16.6%) présentent de coliformes totaux CT, 5 cas (20.8%) comportant des entérocoques intestinaux EI, ont été recensés en 2014, et pour l'année 2015, nous avons retrouvé	Il faut procéder soit au renouvellement des appareils (si nécessaire), soit au renouvellement des accessoires (comme pour le turbidimètre où il faudrait changer le flacon) .Il est préférable de prélever des échantillons, sur des points mobiles, dans chaque secteur hydraulique récemment défini, puisqu'en cas d'anomalie il serait très facile de suivre/connaitre les sources probables de contamination afin de pouvoir procéder à la réalisation d'appoint de chlore. Dans ce cas, il faut trouver des solutions pour les diverses contraintes, entre autre le problème d'accessibilité. Le nombre d'échantillons à analyser par jour devrait être égal au nombre de secteurs hydrauliques recensés. Sur le côté « plan de gestion de risque », il faut revoir les mesures adéquates à prendre à l'endroit des solutions à apporter. A propos de la présence des spores ASR, ceci nécessite une réflexion au niveau du système filtrant utilisé. Priorisation des remplacements des conduites vétustes comme prévention.

Désignations	POINTS FORTS	POINTS FAIBLES	PROPOSITIONS DE SOLUTIONS
	comparaison entre les résultats présentés par les deux institutions : IPM et JIRAMA.	6 cas de non-conformité à la consommation, dont 2 cas (équivalent à 33.3%) présentent de spores ASR et à la fois EI, 3 cas ASR (50%) comportant des coliformes totaux CT, 1 seul cas (16.6%) d'entérocoques intestinaux EI.	
Modélisation du réseau sur la zone pilote à Ambatomaro	La collecte des données nécessaires à l'étude a été possible. Trois (3) appareils de mesure de débit "débitmètre à insertion" disponibles chez la JIRAMA, ont été alors mobilisés, ainsi que 10 manomètres. La collaboration avec les releveurs de l'Agence à Mahavoky a été possible pour la réalisation des levés GPS de tous les abonnés dans les TC concernés, ainsi que la collaboration avec les équipes techniques de la DTOA et les équipes techniques de l'Agence à Mahavoky pour l'éclaircissement du réseau sur terrain (technique utilisée au niveau du tracé : levé GPS mode route).	Nous n'avons pas beaucoup de précision quant à l'emplacement des vannes / les bouches à clé ne sont pas toutes visibles (à propos des extensions). De ce fait, nous avons dû considérer seulement les données du SIG pour pouvoir mener l'étude.	Le modèle établi dans le secteur Ambatomaro pourrait être amélioré si la JIRAMA serait en mesure d'apporter des précisions sur les données annoncées. Notre proposition d'amélioration de la desserte en eau dans le secteur d'Ambatomaro a été basée à partir de la simulation du modèle calé (étude de faisabilité du projet d'amélioration). Ce qui a nécessité en premier lieu le repérage des divers points à problèmes d'eau dans ce secteur (à très faible pression), ensuite de regrouper les points ayant les mêmes plages horaires de manque d'eau, et enfin de déterminer leurs côtes respectives.
Calage du modèle par	Calage des pressions avec un faible décalage de plus ou moins 5 m	Courbe de modulation des consommations des abonnés basée	Procéder à la réalisation des mesures de consommation par plage horaire et par groupe

Désignations	POINTS FORTS	POINTS FAIBLES	PROPOSITIONS DE SOLUTIONS
EPANET		sur des enquêtes	d'abonnés, une des avantages de l'utilisation des compteurs avec tête émettrice
Simulation de fonctionnement	Identification des causes des problèmes d'eau recensés, et recherche des solutions qui y répondent.	Modèle dont les conditions en amont sont ingérables	Il est préférable de réaliser le modèle hydraulique du réseau en amont afin de pouvoir contribuer à gérer le fonctionnement du modèle à Ambatomaro
Simulation de variation spatiale du chlore résiduel	Permet de disposer des données sur l'évolution du taux de chlore résiduel dans le réseau du secteur d'Ambatomaro		

Tableau 32 : Tableau de synthèse (Points forts, Points faibles, Propositions de solutions)

4.3.2. Planification

4.3.2.1. Problèmes et solutions

Le tableau suivant présente les solutions proposées à chaque problème identifié.

A	Appui ORGANISATIONNEL à l'exploitation du réseau	
A1	Centralisation à la DSI de toutes les bases de données disponibles à la JIRAMA.	En plus des données commerciales, il est nécessaire de réaliser les archivages informatiques sur les données techniques (historique des réseaux et des ouvrages, suivi des réseaux et des ouvrages, répertoire des interventions, suivi qualité de l'eau) ainsi que sur les stocks de matériaux de la JIRAMA. Mise en place de logiciels d'archivage et de suivi, formation du personnel à ces logiciels.
A2	Rénovation de la technologie de la télégestion.	Recherche et rénovation des matériels. Formation du personnel à l'utilisation.
A3	Fixer des indicateurs d'efficacité / d'efficience suivant des normes pour les actions de suivi-évaluation, afin de préciser les points essentiels de la cause de la non effectivité de l'action au sein de la JIRAMA, qui va permettre ensuite de procéder à la recherche des solutions adaptées et efficaces.	Structure déjà existante au sein de la JIRAMA (dont une partie assurée par la DEXO, une autre partie assurée par un consultant permanent auprès de la DGAO)
A4	Multiplication des points de prélèvement d'échantillon d'eau pour garantir des analyses de qualité, en gardant les 170 points fixes.	Choisir des points au hasard, répartis par secteur hydraulique. Choisir des points de prélèvement aux endroits sensibles du réseau.

B	Appui en MATERIELS à l'exploitation du réseau	
B1	Acquisition du logiciel ARCGIS et des matériels informatiques y afférents, fonds de cartes récents, pour la DSI et le service SIG.	Liste à établir par l'équipe de la DSI, et à chiffrer.
B2	Remplacement des anciens compteurs et mise en place de compteurs télé relevés.	
B3	Fourniture des tuyaux pour le remplacement des conduites vétustes en galva, recensées dans les 14 secteurs d'interventions de EAST. Etablir un plan d'action pluriannuel concernant les conduites à remplacer dans les zones d'études.	Recherche des dates de pose des tuyaux et évaluation des conduites dont la durée de pose est supérieure à la durée de vie Liste à établir par la DTOA, issue des données SIG, et à chiffrer
B4	Fourniture d'appareils récents pour les analyses Mise en place de capteurs de turbidité et de chlore résiduel Acquisition d'un véhicule	Recensement et évaluation des matériels : liste à établir par la DEXO, et à chiffrer
B5	Fourniture des KITS d'outillage des plombiers	Recensement et évaluation des matériels : liste à établir par la DTOA et à chiffrer
C	Appui au PROJET D'AMELIORATION	
C1	Réalisation de campagne FIB dans les 14 secteurs d'intervention	A réaliser à travers des conventions de prestation, entité responsable de la préparation des dossiers : NRW Données à intégrer au service informatique
C2	Modélisation des 13 autres secteurs d'intervention, après réalisation de campagnes FIB	Programme à élaborer par l'équipe de la DTOA, prévoyant des appuis pour les besoins en matériels. Nécessité de maîtriser le suivi des paramètres nécessaires à la modélisation (courbes de consommation, consommation des abonnés, rugosité des conduites, types de conduites, débits et pressions aux endroits stratégiques du réseau, acquisition d'un

		Modèle Numérique de Terrain avec une précision de +/- 1 mètre)
C3	1ère variante de proposition d'amélioration de la desserte à Ambatomaro à travers la simulation du modèle établi par l'équipe du projet : installation de conduite feeder depuis le surpresseur vers le réservoir / précision des zones concernées par l'extension de la desserte.	Montage du projet à assurer par l'équipe du projet / devis estimatif à faire par la JIRAMA.
C4	Projet de sécurisation de l'AEP d'Ambatomaro et de la zone d'étude de Masay 6 par le dédoublement de Mandroseza 2 et raccordement par une conduite Ø400 de Mandroseza au réservoir d'Ambohidempona.	Montage du projet et calcul de devis estimatif à assurer par l'équipe de la JIRAMA

Tableau 33: Tableau récapitulatif des propositions de solutions d'amélioration

4.3.2.2. Fiches de projet

Nous avons élaboré des projets d'amélioration à partir des solutions proposées à l'issu de l'étude. (Cf. Annexe A28 : Fiches d'Avant-Projet-Sommaire)

A1/ B1	Centralisation à la DSI de toutes les bases de données disponibles à la JIRAMA / Acquisition du logiciel ARCGIS et matériels informatiques y afférents, fonds de cartes récents, pour la DSI et le service SIG	166 250 000 Ariary (47 500 €) <i>Durée : 20 mois</i>
A2 / B2	Rénovation de la technologie à travers la télégestion / Remplacement des anciens compteurs par des compteurs télé relevés	6 648 789 235 Ariary (1 899 655 €) <i>Durée : 24 mois</i>
A3	Fixer des indicateurs d'efficacité / d'efficience suivant des normes pour les actions de suivi-évaluation	46 800 000 Ariary (13 500 €) <i>Durée : 12 mois</i>
A4 / B4	Multiplication des points de prélèvement d'échantillon d'eau pour des analyses de qualité, en gardant les 170 points fixes / Fourniture d'appareils récents pour les analyses Mise en place de capteurs de turbidité et de chlore résiduel Appui en moyen de déplacement	1 227 288 645 Ariary (350 654€) <i>Durée : 12 mois</i>
B3	Fourniture des tuyaux pour le remplacement des conduites vétustes en galva, recensées dans les 14 secteurs d'interventions de EAST A établir un plan d'action pluriannuel concernant les conduites à remplacer dans les zones d'études	493 342 000 Ariary (141 000€) <i>Durée : 20 mois</i>

B5	Fourniture des KITS d'outillage des plombiers	183 720 000 Ariary (52 492€) <i>Durée : 10 mois</i>
C1/ C2	Réalisation de campagne FIB dans les 14 secteurs d'intervention / Modélisation des 13 autres secteurs d'intervention, après réalisation de campagnes FIB	341 440 000 Ariary (97 555€) <i>Durée : 20 mois</i>
C3	Proposition d'amélioration de la desserte à Ambatomaro à travers la simulation du modèle établi par l'équipe du projet : installation de conduite feeder depuis le surpresseur vers le réservoir / précision des zones concernées par l'extension de la desserte	425 266 758 Ariary (121 505€) <i>Durée : 20 mois</i>
C4	Projet de sécurisation de l'AEP d'Ambatomaro et de la zone d'étude de Masay 6 par le dédoublement de Mandroseza 2 et raccordement par une conduite Ø400 de Mandroseza au réservoir d'Ambohidempona	2 715 501 076 Ariary (775 858 €) <i>Durée : 20 mois</i>

Tableau 34: Fiches de projet d'amélioration de l'exploitation de l'approvisionnement en eau de la JIRAMA, élaborés ensemble par les deux équipes : JIRAMA et EAST

4.3.2.3. Classification des projets selon les priorités

4.3.2.3.1. Critères de pertinence

Le classement se fait à partir du projet le plus pertinent

Rang		
1	Amélioration des suivis et contrôles de la qualité de l'eau distribuée	A4 / B4 Multiplication des points de prélèvement d'échantillon d'eau pour des analyses de qualité, en gardant les 170 points fixes / Fourniture d'appareils récents pour les analyses Mise en place de capteurs de turbidité et de chlore résiduel Appui en moyen de déplacement
		B3 Fourniture des tuyaux pour le remplacement des conduites vétustes en galva, recensées dans les 14 secteurs d'interventions de EAST Etablir un plan d'action pluriannuel concernant les conduites à remplacer dans les zones d'études
2	Amélioration de la quantité d'eau à distribuer	C3 Proposition d'amélioration de la desserte à Ambatomaro à travers la simulation du modèle établi par l'équipe du projet : installation de conduite feeder depuis le surpresseur vers le réservoir / précision des zones concernées par l'extension de la desserte

		C4 projet de sécurisation de l'AEP d'Ambatomaro et de la zone d'étude de Masay 6 par le dédoublement de Mandroseza 2 et raccordement par une conduite Ø400 de Mandroseza au réservoir d'Ambohidempona
3	La mise en place d'un système de comptage fiable contribue à l'amélioration du rendement	A2 / B2 Rénovation de la technologie de la télégestion / Remplacement des anciens compteurs et mise en place de compteurs télé relevés
4	Amélioration des outils d'exploitation du réseau	A3 Fixer des indicateurs d'efficacité / d'efficience suivant des normes pour les actions de suivi-évaluation
		C1/ C2 Réalisation de campagne FIB dans les 14 secteurs d'intervention / Modélisation des 13 autres secteurs d'intervention, après réalisation de campagnes FIB
		A1/ B1 Centralisation à la DSI de toutes les bases de données disponibles à la JIRAMA / Acquisition du logiciel ARCGIS et matériels informatiques y afférents, fonds de cartes récents, pour la DSI et le service SIG
5	Amélioration des matériels d'entretien/dépannage	B5 Fourniture des KITS d'outillage des plombiers

Tableau 35: Planification des projets d'amélioration selon leurs PERTINENCES

4.3.2.3.2. Critères de complexité

Les critères de complexité sont définis par :

- le nombre d'étapes à franchir avant d'aboutir à la réalisation du projet
- l'ingérence des imprévus, retardant l'exécution du projet
- la perturbation continue de la vie quotidienne des abonnés (coupure d'eau à long terme, perturbation de la circulation routière...)
- l'étendue du lieu d'intervention

Les projets sont donc classés du plus simple vers les plus complexes.

1	A3 Fixer des indicateurs d'efficacité / d'efficience suivant des normes pour les actions de suivi-évaluation	Pour réaliser ce projet, les interventions se feront au niveau des différentes directions au sein de la JIRAMA, il s'agit d'une simple réorganisation en interne
2	B5 Fourniture des KITS d'outillage des plombiers	L'essentiel de ce projet concerne l'organisation de la distribution des kits, et l'appui à l'élaboration des outils de contrôle et suivi,
3	A1/ B1 Centralisation à la DSI de toutes les bases de données disponibles à la JIRAMA / Acquisition du logiciel ARCGIS et matériels informatiques y afférents, fonds de cartes récents, pour la DSI et le service SIG	L'essentiel de ce projet est donc l'acquisition des matériels et la réorganisation de l'équipe de la JIRAMA pour une exploitation optimale de la structure,
4	A4 / B4 Multiplication des points de prélèvement d'échantillon d'eau pour les analyses de qualité, en gardant les 170 points fixes / Fourniture d'appareils récents pour les analyses Mise en place de capteurs de turbidité et de chlore résiduel Appui en moyen de déplacement	La mise en œuvre du projet n'occasionne aucune perturbation au niveau de la population, étant donné que le repérage des points pourrait être effectué sur carte, et les capteurs seront placés au niveau des réservoirs et surpresseurs

5	<p>C1/ C2 Réalisation de campagne FIB dans les 14 secteurs d'intervention / Modélisation des 13 autres secteurs d'intervention, après réalisation de campagnes FIB</p>	<p>La réalisation de ce projet nécessite dans son ensemble des descentes sur terrain, A ceci s'ajoute l'ingérence des imprévus, retardant l'exécution du projet, notamment les probables travaux de fouille en cas de bouches à clé introuvables, en cas de doute sur les points de piquages, etc....,- La JIRAMA confie à des prestataires la mise à jour des FIB, car elle ne dispose pas d'équipe suffisant pour réaliser cette tâche, La JIRAMA possède des équipes compétentes pour la réalisation de la modélisation</p>
6	<p>A2/ B2 Rénovation de la technologie de la télégestion / Remplacement des anciens compteurs et mise en place de compteurs télé relevés</p>	<p>La mise en œuvre de ce projet est un peu complexe, Il nécessite beaucoup de descentes sur terrain, la mobilisation de plusieurs équipes spécialistes vue l'étendue de la zone à couvrir (14 secteurs hydrauliques avec 18 200 abonnés), de plus, elle exige l'implication des abonnés</p>
7	<p>C3 Proposition d'amélioration de la desserte à Ambatomaro à travers la simulation du modèle établi par l'équipe du projet : installation de conduite feeder depuis le surpresseur vers le réservoir / précision des zones concernées par l'extension de la desserte</p>	<p>L'exécution de ce projet occasionnera une coupure d'eau à long terme et une perturbation de la circulation routière dans le secteur d'Ambatomaro,</p>
8	<p>C4 Projet de sécurisation de l'AEP d'Ambatomaro et de la zone d'étude de Masay 6 par le dédoublement de Mandroseza 2 et raccordement par une conduite Ø400 de Mandroseza au réservoir d'Ambohidempona</p>	<p>L'exécution de ce projet occasionnera une coupure d'eau à long terme qui peut toucher plusieurs zones, une perturbation de la circulation routière,</p>

9	<p>B3</p> <p>Fourniture des tuyaux pour le remplacement des conduites vétustes en galva, recensées dans les 14 secteurs d'interventions de EAST</p>	<p>La réalisation de ces travaux est complexe, car elle nécessite une véritable organisation au sein de l'équipe de la JIRAMA, afin de réduire les perturbations continues de la vie quotidienne des abonnés, les perturbations de la circulation routière</p> <p>Il y a de plus les survenues possibles d'imprévus</p> <p>L'étendue du projet est également très vaste, concerne les 14 secteurs d'intervention de EAST</p>
---	--	--

Tableau 36: Classement des fiches de projet selon leurs COMPLEXITE (partant du moins complexe au plus complexe)

5. Conclusion

En conclusion, malgré les difficultés rencontrées tout au long de la réalisation de l'étude, nous avons d'une part réussi à lister et classer les différents problèmes rencontrés par la JIRAMA, et d'autre part à apporter des solutions d'amélioration à l'exploitation du réseau de la JIRAMA.

Concernant le TDR, nous avons été obligés de modifier certains points :

- si au départ, il était prévu de faire l'état des lieux du patrimoine et par la suite faire des rapprochements sur terrain dans la zone d'intervention, nous avons été obligé de nous limiter à une seule zone, choisie comme pilote, afin de faciliter le rapprochement sur terrain des données SIG, et d'en profiter pour effectuer la mise à jour de la base de donnée existante ;
- l'étude de faisabilité de la modélisation a finalement été réalisée dans une zone pilote, à Ambatomaro ;
- de même, tous les prélèvements pour les analyses physico-chimiques ont été réalisés au sein de la zone pilote.

Au niveau de la collecte des données et des informations, la collaboration avec toutes les équipes de la JIRAMA sans exceptions, a été bien réelle dans tous les domaines.

En ce qui concerne les équipes du projet, nous étions confrontés au problème suivant : les ingénieurs d'étude recrutés initialement, ont été contraints de quitter l'équipe à mi-chemin de l'étude, ce qui a bouleversé le timing et la planification préalablement établie. Si la période d'étude était fixée initialement à 9 mois, à partir de février 2015, nous n'avons réussi à l'achever qu'au bout de 12 mois (janvier 2016).

Au terme de cette étude, nous avons pu tirer de nombreux avantages :

En premier lieu, nous avons pu échanger de long en large avec les équipes de la JIRAMA, à propos des problématiques qu'elle subit actuellement. Nous avons ainsi pu proposer des collaborations, des partages d'expériences et de savoir-faire, des conseils, et pu réfléchir ensemble à des solutions d'amélioration pour un dénouement à moyen et à long terme de ces problèmes.

En second lieu, de nombreux éléments ont été éclaircis au cours de cette étude, que ce soit du côté de la JIRAMA ou des autres membres de l'équipe du projet, si nous ne devons citer que la fausseté du tracé des réseaux sur SIG de la zone pilote, la défaillance de certains appareils de mesure, le repérage des conduites fuyardes à travers le tri des données FAFI,

Les propositions d'améliorations mentionnées dans cette étude, bien que nous avons réalisé leur classement par ordre de priorité sur la base de certains critères, sont toutes des solutions prioritaires et urgentes. Nos efforts se sont concentrés sur la recherche de fond des problèmes de l'AEP, dans le souci d'une meilleure répartition, d'une meilleure qualité et d'un approvisionnement suffisant en eau. Les solutions proposées ici sont alors des solutions de fonds de problèmes de la JIRAMA, dont la réalisation apporterait des résultats à long terme, efficaces et mesurables à tout moment. Nous sommes persuadés que leur financement est tout à fait concevable.

6. ANNEXES

Annexes à consulter exclusivement sur fichiers numériques.	Annexes figurées dans le rapport final
A1 jusqu'à A5 : Convention de partenariat EAST/JIRAMA ; TDR.	A28 : Fiches d'Avant-Projet Sommaire relatives aux propositions d'amélioration.
A6 jusqu'à A9 : Organigramme de chaque direction concernée par l'étude au sein de la JIRAMA.	
A10 : Données SIG du réseau de la JIRAMA correspondantes à la zone d'étude.	
A11 : Données SIG du réseau dans la zone pilote y figurant les BF.	
A12 : Données SIG des 14 secteurs hydrauliques y figurant les BF.	
A13 : Recensement sectoriel dans la zone d'étude.	
A14 : Données FAFI.	
A15 : Planning prévisionnel de la mise en œuvre de l'étude de diagnostic AEP.	
A16 : Etude réalisée par la DEO, APD du projet d'extension de Mandroseza.	
A17 : Etude de faisabilité du projet d'amélioration de l'alimentation du réservoir d'Ankatso à partir du réservoir du Campus.	
A18 : Localisation des 4 PRV.	
A19 : Vue sur plan des points fixes de contrôles des paramètres hydrauliques et qualité.	
A20 : Résultats des analyses d'eau effectuées en 2014 et en 2015 par la JIRAMA.	
A21 : Documents numériques de NRW.	
A22 : Tableau de correspondance codes tronçons du réseau d'AEP à Ambatomaro.	
A23 : Consommations d'eau mensuelles des abonnés à Ambatomaro.	
A24 : Données SIG du réseau d'AEP à jour à Ambatomaro.	
A25 : Résultats bruts des mesures des paramètres hydrauliques à Ambatomaro.	
A26 : Canevas des fiches d'enquête par type d'abonnés.	
A27 : Modèles sur Epanet du réseau d'AEP à Ambatomaro.	

ANNEXE 28

APS des propositions d'améliorations

PROJET N°1

CENTRALISATION DES BASES DE DONNEES DE LA JIRAMA

1) Présentation du projet

Le projet vise à :

- mettre en place des SIG avec interfaçage à la gestion clientèle.
- centraliser toutes les bases de données de la JIRAMA à la DSI (historique des réseaux et des ouvrages ; suivi des réseaux et des ouvrages ; répertoire des interventions ; suivi de la qualité de l'eau ; données commerciales) ;
- procéder à une mise à jour des bases de données ;
- mettre en place une structure hiérarchique de validation des données (DTOA, NRW, DEXO, DSI)
- fournir « ARCGIS Serveur » (DSI) et « ARCGIS Client » (DTOA, NRW, DEXO...), avec les matériels informatiques nécessaires ;
- fournir des fonds de cartes récents ;
- adopter un système de projection unique.

2) Contexte et Problématiques

La DSI est déjà fonctionnelle, mais ses activités sont réduites concernant le traitement des données commerciales. Les autres directions telles que DTOA, DEXO, NRW, disposent de données SIG exploitables. A ce jour, on constate une dispersion de ces données, de même qu'un retard dans les mises à jour. Il serait cependant intéressant de disposer de données précises et fiables à la DSI.

Un des problèmes recensés concerne les vannes. En effet, certaines vannes ne sont pas localisées sur le SIG. Les états de certaines ne sont pas précis. Parfois, on repère des vannes sur le terrain qui ne figurent pas sur le SIG, puisque ces dernières ne figurent pas dans l'album de vannage.

Bien qu'une initiative ait été prise par les équipes de la JIRAMA à propos de la centralisation des données, elle est restée sans suite faute de moyen financier.

3) Justification du projet

Les responsables d'exploitations doivent être au même niveau de connaissance des données. Ces dernières doivent ainsi se retrouver dans une base de données unique et à jour, centralisée à la DSI.

4) Objectif et Résultats attendus

Les objectifs du projet sont :

- d'améliorer les conditions d'exploitation de la JIRAMA par la sauvegarde d'une base de données unique, centralisée et à jour à la DSI.
- de contribuer à l'action de contrôle des activités du personnel.

Le projet espère comme résultats :

- une fonctionnalité et une efficacité du système de centralisation de la base de données,
- l'obtention d'une information rapide et fiable provenant de la base de données en temps réel, pour des interventions pertinentes.
- une base de données fiable pour l'élaboration d'un schéma directeur, de même pour d'éventuels projets d'améliorations ultérieurs.

5) Proposition de méthodologie

- Organisation de réunion de concertation impliquant tous les intervenants de la JIRAMA et de EAST, pour les prises de décision, conclue par un procès-verbal signé par les participants.
- La contribution de la DSI est requise pour la mise en réseau du système.

- La fourniture d'« ARCGIS serveur » et d'« ARCGIS client » est assurée par des prestataires spécialisés. Ces mêmes prestataires dispenseront les formations relatives à la manipulation de ces outils.
- Une structure hiérarchique de validation doit être mise en place au niveau de chaque direction.
- Il faudra développer un partenariat avec la FTM pour l'obtention de fonds de cartes récents.
- Prévoir des séances de formation pour la structuration de la centralisation de la base de données.
- Indicateurs d'impacts.

6) Organisation générale

La mise en œuvre du projet impliquera 2 équipes en étroite collaboration : celle de EAST et celle de la JIRAMA.

6.1) Composition de l'équipe du projet

- EAST :
 - Coordinateur du projet
 - Assistants techniques et superviseurs
 - Assistants sociaux
- JIRAMA :
 - Interlocuteur / Pouvoir décisionnel
 - Equipe de réalisation
 - Equipe de contrôle et suivi
- Prestataires
 - Etude et proposition de solutions (technique et organisationnelles)
 - Réalisation
 - Transfert de compétence

6.2) Répartition des rôles et responsabilités

- Phase de préparation
- Phase d'étude
- Phase de réalisation
- Phase d'évaluation

6.3) Elaboration du planning global et délai de réalisation

La durée du projet est de 20 mois.

6.4) Préparation des travaux (calcul des devis, consultation des prestataires, contrôle suivi des travaux, passation de marché)

7) Budget sommaire du PROJET N°1

	APPUI PROJET (€)	APPORT JIRAMA
Mise en place des SIG avec interfaçage à la gestion clientèle		x
Mise à jour des bases de données		x
Mise en place d'une structure hiérarchique de validation des données (DTOA, NRW, DEXO, DSI)		x
Fourniture « ARCGIS Serveur » (DSI) et « ARCGIS Client » (DTOA, NRW, DEXO...),	22000,00	
Fourniture de fond de carte à jour	5 000,00	
Maintenance annuelle des 3ArcGIS desktop fixes, et 1 Arc GIS serveur workgroup	8 000,00	
Fourniture des matériels informatiques nécessaires : extension RAM pour les serveurs d'hébergement	10 000,00	
Formations sur l'exploitation du nouveau système sur un site pilote	2 500,00	
GRAND TOTAL	47 500,00 €	

PROJET N°2

AMELIORATION DE LA GESTION DES COMPTEURS DES ABONNES

1) Présentation du projet

Le projet comprend :

- la rénovation de la technologie de télégestion
- le remplacement des anciens compteurs par des compteurs adaptés au système de télé relevé
- la fourniture de compteurs et de têtes émettrices
- le renforcement du laboratoire de compteur.

2) Contexte et Problématiques

Bien que la JIRAM A dispose d'un laboratoire de compteur capable de vérifier, réparer et étalonner les compteurs des abonnés, sa capacité demeure limitée. (Possibilité de réparation de 3 compteurs par jour seulement, alors que 4000 anomalies sont enregistrées par année). Ces compteurs sont à la base des calculs de rendement ; il est alors impératif d'avoir un bon système de gestion, d'exploitation, et de contrôle/suivi de ces compteurs.

La JIRAMA compte vulgariser l'expérience réussie réalisée par l'ONG PROTOS à Alakamisy Fenoarivo, sur l'installation de compteur pourvu d'une tête émettrice pour améliorer le rendement.

Les problèmes rencontrés au cours de l'utilisation des compteurs actuels regroupent :

- l'importance du temps consacré au relevé manuel
- les anomalies mises en évidence à travers le relevé manuel qui remettent en question la fiabilité des relevés. (Par exemple : le releveur n'a pas accès au compteur au cours de son passage, et va donner une mesure estimative de la consommation du ménage)
- les fraudes par manipulation des compteurs par les abonnés

3) Justification du projet

L'amélioration du rendement à Alakamisy Fenoarivo, après utilisation de compteurs munis de têtes émettrices, a été palpable. Il est même arrivé jusqu'à 90%. C'est pourquoi nous souhaitons capitaliser cette expérience.

4) Objectif et Résultats attendus

L'objectif principal est d'améliorer les conditions d'exploitation de la JIRAMA, par l'amélioration du système de gestion des compteurs des abonnés.

Les résultats attendus sont :

- l'augmentation du rendement commercial
- la maîtrise du réseau
- l'optimisation des relevés
- l'amélioration de l'aptitude du laboratoire de compteurs

5) Proposition de méthodologie

- Organisation de réunion de concertation impliquant tous les intervenants de la JIRAMA et de EAST, pour les prises de décision, conclue par un procès-verbal signé par les participants.
- La JIRAMA est prête à rassembler tous les dossiers afférents au projet de l'ONG PROTOS, pour servir de références.
- La JIRAMA s'occupe de la validation des équipements à poser.
- La JIRAMA est prête à mobiliser leurs équipes de terrains pour la réalisation des travaux.

- Un partenariat étroit avec les agences de la JIRAMA doit être développé, dans le but de recueillir les informations précises sur les abonnés.
- Un plan d'action pluri annuel est à élaborer, afin de connaître le nombre d'abonnés bénéficiaires et de déterminer le coût estimatif du projet par an.
- Des séances de formation sur la technologie de télé gestion et télé relevé sont à prévoir.

6) Organisation générale

La mise en œuvre du projet impliquera 2 équipes en étroite collaboration : celle de EAST et celle de la JIRAMA.

6.1) Composition de l'équipe du projet

- EAST :
 - Coordinateur du projet
 - Assistants techniques et superviseurs
 - Assistants sociaux
- JIRAMA :
 - Interlocuteur / Pouvoir décisionnel
 - Equipe d'étude
 - Equipe de réalisation
 - Equipe de contrôle et suivi
 - Prestataires

6.2) Répartition des rôles et responsabilités

- Phase de préparation
- Phase d'étude
- Phase de réalisation
- Phase d'évaluation

6.3) Elaboration du planning global et délai de réalisation

La durée du projet est de 24 mois.

6.4) Préparation des travaux (calcul des devis, consultation des prestataires, contrôle suivi des travaux, passation de marché)

6.4.1) Budget sommaire du PROJET N°2

Type de capteur de mesure :

- Un compteur de débit avec tête émettrice pour le comptage de débit par impulsion dont le DN est en fonction de la conduite ;
- Un capteur de pression 0 à 16 bars ;
- Un capteur de turbidimètre ;
- Un capteur de chlore libre ;
- Un capteur de niveau 0 à 10m analogique.

Tous ces capteurs possèdent une sortie analogique 4-20 mA qui sera raccordé à un module GSM

Un site central doté d'un ordinateur avec un logiciel de supervision se chargera de la récupération des données venant des sites distants.

Ce logiciel doit posséder un serveur web et sera connecté sur le réseau intranet de la JIRAMA, de ce fait chaque direction aura son propre accès aux données.

Un programme de formation relatif aux nouveaux matériels sera suivi par les agents de la JIRAMA.

1°/Site central

LIBELLE	QTE	PU	PT
Ordinateur compatible PC	1	3 500 000,00	3 500 000,00
Ecran LCD de supervision	2	2 000 000,00	4 000 000,00
Logiciel SCADA permettant la supervision des installations	1	38 000 000,00	38 000 000,00
Logiciel office	1	2 560 250,00	2 560 250,00
Modem de communication interface USB	2	1 500 000,00	3 000 000,00
Onduleur parafoudre APC Back-UPS Pro 1200VA	1	1 328 985,00	1 328 985,00
			52 389 235,00

2°/Devis estimatif pour les 18200 abonnées pour remplacement des compteurs équipable tête émettrice avec RMS mobile

	QTE	PU	PRIX TOT
COMPTEUR	18 200	97 000	1 765 400 000
Tête émettrice	18 200	250 000	4 550 000 000
RADIO RMS mobile	4	32 000 000	128 000 000
			6 443 400 000

3°/Réhabilitation et réaménagement du local du labo compteur

ACQUISITION	PRIX Ar
REHABILITATION DU LOCAL LABO COMPTEUR	20 000 000
NOUVEAU BANC D'ESSAI POUR PETIT COMPTEUR	85 000 000
PIECES DETACHES POUR REPARATION COMPTEUR	33 000 000
OUTILLAGE POUR REPARATION COMPTEUR	15 000 000
	153 000 000
	6 648 789 235
	1 899 654 €

PROJET N°3

APPUI ORGANISATIONNEL EN TERMES D'ÉVALUATION POUR LE CONSULTANT PERMANENT AU SEIN DE LA DGAO (DIRECTION GENERALE ADJOINT EAU) : DEFINITION D'INDICATEURS.

1) Présentation

Nous projetons de définir des indicateurs d'efficacité et d'efficience pour les actions de suivi-évaluation.

2) Contexte et Problématiques

A propos de l'organigramme actuel de la DTOA, il existe un département appelé DAAL (Département Administratif et Appui Logistique) qui prévoit dans le service personnel et budget un responsable de l'administration du personnel, dont la mission d'évaluation se réduit à celle de la performance et de la productivité du personnel au sein de la DTOA.

Concernant l'organigramme de la DEXO, un responsable évaluation du système gestion sécurité sanitaire Eau est prévu dans le service Gestion Sécurité Sanitaire de l'Eau, dans le Département Gestion Qualité de l'eau.

Cependant, ces systèmes d'évaluation existants ne permettent pas l'évaluation globale de l'efficience et de l'efficacité des activités principales de chaque département. La question se pose alors : sur quels indicateurs devons-nous baser l'évaluation des activités de la DTOA et de la DEXO, par rapport à la production et la distribution de l'eau, face aux ressources humaines et matérielles dont elles disposent ?

3) Justification du projet

La pertinence et l'efficacité de l'exploitation ne dépend pas seulement de la qualité des personnels mais :

- il faut aussi tenir compte de la structure d'organisation en place. A voir par exemple la procédure de déblocage des matériels nécessaires issus du magasin de stockage pour les besoins de dépannages, pour se demander si l'une des causes du problème se situe à ce niveau ;
- il faut aussi considérer le problème de trésorerie actuel de la JIRAMA à cause des retards d'investissements ;

Toutes ces précisions sont très utiles pour obtenir une meilleure évaluation afin d'avoir une orientation sur les solutions adéquates à entreprendre.

4) Objectif et Résultats attendus

L'objectif de ce projet est d'améliorer les conditions d'exploitation de la JIRAMA par l'amélioration du système d'évaluation des activités de chaque département de la JIRAMA.

Les résultats attendus sont l'amélioration des indicateurs d'efficacité et d'efficience à l'égard des activités de la JIRAMA.

5) Proposition de méthodologie

- Organisation de réunion de concertation impliquant tous les intervenants de la JIRAMA et de EAST pour les prises de décision, conclue par un procès-verbal signé par les participants ;
- Il est impératif de bien définir une situation de départ, qui servira de point de référence à la courbe d'évolution. Il faut donc calculer les indicateurs d'efficience et d'efficacité à travers les formules suivantes, respectivement :

- indicateur d'efficacité (%) = résultats obtenus / ressources utilisées

- indicateur d'efficacité (%) = résultats obtenus / objectifs

- Une courbe d'évolution croissante des deux indicateurs témoignera de l'amélioration du système. Aucune norme n'est à définir.

6) Organisation générale

La mise en œuvre du projet impliquera 2 équipes en étroite collaboration : celle de EAST et celle de la JIRAMA.

6.1) Composition de l'équipe du projet

▪ EAST :

- Coordinateur du projet

- Assistants techniques et sociaux

▪ JIRAMA :

- Interlocuteur / Pouvoir décisionnel

- Equipe d'étude

- Equipe de réalisation

- Consultant permanent

6.2) Répartition des rôles et responsabilités

- Phase de préparation

- Phase d'étude

- Phase de réalisation

6.3) Elaboration du planning global et délai de réalisation

La durée du projet est fixée à 12 mois

6.4) Préparation des travaux (calcul des devis, consultation des prestataires, contrôle suivi des travaux, passation de marché)

7) Budget sommaire du PROJET N°3

Activités à développer	Coût de prestation (Ar)
Six spécialistes vont s'occuper pendant 12 mois de : - la collecte d'informations sur le système actuel d'évaluation - l'analyse et diagnostic - l'élaboration de nouveaux outils d'évaluation	36 000 000
Fonctionnement : - Indemnité de déplacement et communication de l'équipe - consommables	10 800 000
TOTAL	46 800 000
	13 500 €

PROJET N°4

AMELIORATION DU PROCEDURE DE SUIVI ET CONTROLE DE LA QUALITE DE L'EAU

1) Présentation du projet

Le projet consiste en :

- la multiplication des points de prélèvement d'échantillon d'eau en gardant les 170 points fixes défini auparavant, en choisissant des points à différents endroits sensibles du réseau.
- la fourniture de turbidimètre (modèle récent) et d'appareil de mesure de chlore résiduel portable remplaçant l'ancienne méthode de mesure.
- la mise en place de capteur de turbidité et de chlore résiduel dans les réservoirs et les surpresseurs dans les limites des 14 secteurs d'intervention de EAST.
- la fourniture de moyen de déplacement.

2) Contexte et Problématiques

Il existe un département DQO au sein de la JIRAMA, qui assure régulièrement le contrôle suivi de la qualité des eaux (mesure de pH, chlore, turbidité, bactériologie). La procédure de contrôle et suivi requiert la notation des valeurs maximales et minimales en vue de l'évaluation du taux de conformité. Ces contrôles se font de la manière suivante :

- parmi les 170 points fixes des abonnés, 4 échantillons sont prélevés par jour pour des analyses bactériologiques (IPM et JIRAMA) et physico chimiques (JIRAMA), lesquels échantillons sont repris tous les 3 mois, c'est-à-dire que chaque échantillon est analysé 4 fois dans l'année.
- parmi la trentaine de réservoir, 5 échantillons par jour sont prélevé pour des analyses, et sont repris 2 fois par mois, soit chaque réservoir est analysé 24 fois par an.
- deux (2) points fixes sont analysés plusieurs fois par jour à la sortie de l'eau de l'usine.

Malgré tout, les 4 points de prélèvement d'échantillon auprès des abonnés, sont fixes, et ne sont pas assez représentatifs par rapport à l'étendu du réseau, compte tenu de la vétusté des tuyaux, de l'éloignement des bouts de réseau et de la faible pression dans certains tronçons, dans la limite des 14 secteurs d'intervention de EAST.

Les analyses bactériologiques et physico chimiques des 12 prélèvements d'échantillons dans la zone pilote (Ambatomaro) ont été confiées à l'IPM. L'équipe binôme EAST-JIRAMA a effectué les prélèvements. Par la même occasion, l'équipe de la JIRAMA a décidé d'effectuer des tests sur la turbidité, le pH, et le chlore résiduel sur les mêmes points, dans le cadre de leurs interventions de contrôle et suivi. C'est ce qui a permis d'obtenir des résultats controversés au niveau de la turbidité. Il a alors été constaté que des rayures au niveau du flacon du turbidimètre de la JIRAMA ont faussé les résultats de ce dernier.

Il faut également noter que pour l'évaluation du pH de l'eau et du chlore résiduel, les méthodes utilisées par la JIRAMA ne donnent pas de mesures précises (tests colorimétriques) pour les mesures correctives à adopter.

Actuellement, avec un seul véhicule disponible pour les prélèvements sur réseau, le département DQO fera face à des problèmes si on doit augmenter le nombre de points de prélèvement.

3) Justification du projet

- Il est essentiel, d'une part de multiplier les points de prélèvement pour une meilleure vue d'ensemble sur la qualité de l'eau, compte tenu de la vétusté des tuyaux qui facilite la contamination de l'eau. D'autre part, la faiblesse des pressions est un problème qui commence à s'étendre à tous les réseaux d'Antananarivo, de ce fait le risque de stagnation de l'eau dans les endroits à faible pression est réel, et favorise sa contamination par des agents pathogènes.

- L'utilisation d'un turbidimètre qui présente des rayures fausse les résultats d'analyses, par conséquent cela fausse les mesures correctives entreprises.

- Dans les 14 secteurs d'étude, on estime la longueur du réseau à 238 km.

4) Objectif et Résultats attendus

L'objectif de ce projet est d'améliorer les conditions d'exploitation de la JIRAMA par l'amélioration des éléments du système de contrôle et suivi de la qualité de l'eau.

Les résultats attendus sont :

- des résultats d'analyses bactériologiques et physico chimiques fiables, permettant d'entreprendre des mesures correctives fiables,

- des appareils de mesures modernes et pratiques à la disposition de la JIRAMA,

- des interventions optimales grâce à la suffisance de moyens de déplacement.

5) Proposition de méthodologie

- Organisation de réunion de concertation impliquant tous les intervenants de la JIRAMA et de EAST, pour les prises de décision, conclue par un procès-verbal signé par les participants.

- La JIRAMA est prête à rassembler tous les dossiers afférents aux points de prélèvements fixes existants et à proposer des critères pour le choix des nouveaux points de prélèvement dans des endroits sensibles.

- La JIRAMA s'occupe de la validation de la liste des appareils et établit la liste des fournisseurs chez lesquels il faut se les procurer.

- Des enquêtes sur terrain sont prévues

- Des séances de formation sur la maîtrise des nouveaux appareils sont à prévoir.

6) Organisation générale

La mise en œuvre du projet impliquera 2 équipes en étroite collaboration : celle de EAST et celle de la JIRAMA.

6.1) Composition de l'équipe du projet

▪ EAST :

- Coordinateur du projet

- Assistants techniques et superviseurs

▪ JIRAMA :

- Interlocuteur / Pouvoir décisionnel

- Equipe d'étude

- Equipe de contrôle et suivi

- Prestataires

6.2) Répartition des rôles et responsabilités

- Phase de préparation
- Phase d'étude
- Phase de réalisation
- Phase d'évaluation

6.3) Elaboration du planning global et délai de réalisation

La durée du projet est fixée à 12 mois

6.4) Préparation des travaux (calcul des devis, consultation des prestataires, contrôle suivi des travaux, passation de marché)

7) Devis estimatif multiplication des points de prélèvement échantillons eau et fourniture appareil de mesures pour les analyses de qualité sur la zone intervention ONG EAST

Aux 170 points fixes destinés aux contrôles de la qualité bactériologique et aux analyses sommaires (pH, turbidité, Chlore) sur l'ensemble du réseau dont 44 points situés dans la zone d'étude, 156 points mobiles seront rajoutés, répartis par secteurs hydrauliques et aussi aux points sensibles du réseau choisis en fonction de la répétition de la non-conformité de l'eau par rapport à la qualité bactériologique; à la valeur turbidité par rapport à la valeur maximale admissible; à la teneur en chlore résiduel à maintenir en réseau. 2400 prélèvements d'eau sont prévus d'être effectués durant le projet.

Type d'appareil d'analyse :

Un photomètre portable série photoFlex adapté à l'application de photométrie de mesure de la turbidité et du pH dans le domaine de la surveillance de la boisson.

Mesure du pH intégrée avec compensation automatique de la température.

Mesure de la turbidité avec une source lumineuse infrarouge selon les normes DIN 27027/ISO 7027.

Fonctionnement avec 4 piles alcalines AA permettant d'effectuer 3000 mesures.

Précision –Turbidité 0.01 NTU/FTU ou $\pm 2\%$ de la valeur mesurée.

pH- précision : $\pm 0,01$

Un analyseur de chlore ChloroSense fonctionne sans réactif chimique, conçu pour l'eau potable, il mesure le chlore libre et total en moins d'une minute. Le capteur électrochimique unique et breveté fournit des mesures rapides et précises sur une gamme étendue.

Gamme de mesure : 0,02-10 mg/l de chlore libre ; 0,05-100 mg/l de chlore total Etanche, résistant et portable.

Connexion USB pour une communication PC – instrument facilité.

8) Budget sommaire du PROJET N°4

Désignation	U	Qte	PU (Ar)	Montant (Ar)
Multiplication points échantillonnages et appareils d'analyse Eau				
1. Achat véhicule				
Voiture	U	1	80 000 000	80 000 000
Sous-total (1)				80 000 000
2. Achats appareil de labo portatif				
Photomètre (mesure la turbidité et le pH)	U	1	12 000 000	12 000 000
Analyseur de chlore libre et chlore total avec accessoires et communication PC	U	1	10 400 000	10 400 000
Colorimètre (mesure de la couleur)	U	1	8 250 000	8 250 000
Matériels informatiques	U	1	8 000 000	8 000 000
Sous-total (2)				38 650 000
3. Installation électrochlorateur en réseau	U	1	100 000 000	100 000 000
Sous-total (3)				100 000 000
4. Analyses bactériologiques eau labo accrédité				
Echantillons d'eau	U	1200	97 000	116 400 000
Sous-total (4)				116 400 000
5. Dépenses JIRAMA				
Salaire Agents JIRAMA	U	12	643 700	7 724 000
Dépense véhicule pour 18 000 km	U	1	8 820 000	8 820 000
Fourniture de bureau et frais de communication	U	1	660 000	660 000
Sous-total (5)				9 480 000
			TOTAL	344 530 000

6°/Télémesure de 16 réservoirs des 11 Sites:

LIBELLE	QTE	PU	PT	
Capteur de niveau 0 à 10m avec accessoire	16	2 775 383,35	44 406 133,60	
Capteur de turbidité avec sortie 4-20Ma	11	17 669 449,00	194 363 939,00	
Capteur de chlore libre avec sortie 4-20mA	11	12 566 837,50	138 235 212,50	
Onduleur parafoudre APC Back-UPS Pro 500VA	11	1 161 270,00	12 773 970,00	
Coffret avec accessoire de montage	11	4 000 000,00	44 000 000,00	
Câble de raccordement capteurs	11	2 250 000,00	24 750 000,00	
Parafoudre de protection avec disjoncteur	11	2 352 600,00	25 878 600,00	
Affichage local des paramètres	11	2 117 430,00	23 291 730,00	
Unité de télégestion	6	2 660 000,00	15 960 000,00	
Unité de télégestion	5	15 904 000,00	79 520 000,00	
Local pour abri du système	11	5 449 180,00	59 940 980,00	
			TOTAL	663 120 565,10

7°/Télégestion des 11 surpresseurs des 6 sites :

LIBELLE	QTE	PU	PT
Capteur de pression 0 à 16bars avec accessoires hydrauliques	22	919 600,00	20 231 200,00
Onduleur parafoudre APC Back-UPS Pro 500VA	6	1 161 270,00	6 967 620,00
Coffret avec accessoire de montage	6	4 000 000,00	24 000 000,00
Câble de raccordement capteurs	6	2 250 000,00	13 500 000,00
Parafoudre de protection avec disjoncteur	6	2 352 600,00	14 115 600,00
Affichage local des paramètres	6	2 117 430,00	12 704 580,00
Unité de télégestion	6	15 904 000,00	95 424 000,00
Local pour abri du système	6	5 449 180,00	32 695 080,00
		TOTAL	219 638 080,00
GRAND TOTAL DU BUDGET DU PROJET N°4			1 227 288 645
			350 654 €

PROJET N°5

REMPACEMENT DES CONDUITES VETUSTES EN GALVA DANS LES 14 SECTEURS D'INTERVENTIONS DE EAST

1) Présentation

Le projet vise à fournir des tuyaux en remplacement des conduites vétustes en galva dans les 14 secteurs d'intervention de EAST :

- 335 m de tuyaux de diam 40
- 2 581 m de tuyaux de diam 50
- 32 438 m de tuyaux de diam 60

Il existe également des tuyaux en fonte et en amiante ciment qui nécessitent d'être remplacés. Ceci concerne les 3 119 m de tuyaux en fonte et 400 m de tuyau en amiante ciment.

Dans un premier temps, les conduites en galva $\Phi 60$ à remplacer que la JIRAMA juge prioritaire mesurent au totale 7 561 m. Ainsi, la longueur totale des tuyaux à remplacer concernant ce projet est de 11 080 ml.

2) Contexte et Problématiques

Nous sommes actuellement confrontés à la vétusté des conduites. Les tuyaux galvanisés sont les plus abîmés, et la JIRAMA a pris la décision de ne plus les utiliser de par les expériences antérieures qui ont conclues à une dégradation rapide et une accumulation de dépôts sur les parois. Ces tuyaux galvanisés sont majoritairement âgés de 33 à 52 ans dans les 14 secteurs de la zone d'étude.

Par ailleurs, la JIRAMA avance un rendement commercial d'environ 57%, et 80% de ses pertes sont dues à la vétusté des équipements.

La vétusté des conduites et la rugosité importante entraînent un impact négatif au niveau de l'approvisionnement en eau :

- l'augmentation des pertes de charge linéaire qui conduit à la réduction des pressions et débits ;
- les dépôts troublent les résultats des mesures de turbidités ;
- les dépôts très importants abiment très rapidement les compteurs ;
- les risques de fuites visibles et invisibles augmentent ;
- le risque de contaminations bactériennes est majeur.

3) Justification du projet

Les données ont été recueillies dans le SIG de la JIRAMA.

(Cf. fichier)

Ci-après une photo d'un tronçon récupéré lors d'une intervention de remplacement d'une conduite fuyarde en galva. (Cf. **Illustration 12 : Etat d'un tronçon de tuyau en galva 63** déposé du réseau vers Ambavahadimitafo).

4) Objectif et Résultats attendus

L'objectif principal est d'améliorer les conditions d'exploitation de la JIRAMA, par le remplacement de toutes les conduites en galva dans les 14 secteurs d'intervention de EAST.

Ce projet espère comme résultats :

- au total 11 080 m de tuyaux remplacés ;
- une amélioration du rendement commercial de la JIRAMA par la réduction des pertes physiques ;
- une amélioration de la qualité de l'eau tant sur le plan physico-chimique que bactériologique ;
- une amélioration de la qualité de la desserte ;
- un repérage et une prise de mesures à l'endroit des branchements clandestins sur les conduites remplacées.

5) Proposition de méthodologie

- Organisation de réunions de concertation impliquant tous les intervenants de la JIRAMA et de EAST, pour les prises de décisions, conclue par un procès-verbal signé par les participants ;
- La JIRAMA est prête à élaborer la liste mise à jour des conduites à remplacer, avec tous les accessoires de raccordement nécessaires ;
- La JIRAMA établit la liste des fournisseurs chez lesquels il faudra se procurer les matériels adéquats ;
- La JIRAMA s'occupe de la validation des équipements à poser ;
- La JIRAMA est prête à mobiliser leurs équipes de terrains pour la réalisation des travaux ;
- Un partenariat étroit avec les agences de la JIRAMA doit être développé, dans le but de recueillir les informations précises sur les abonnés.

6) Organisation générale

La mise en œuvre du projet impliquera 2 équipes en étroite collaboration : celle de EAST et celle de la JIRAMA.

6.1) Composition de l'équipe du projet

- EAST :
 - Coordinateur du projet
 - Assistants techniques et superviseurs
 - Assistants sociaux
- JIRAMA :
 - Interlocuteur / Pouvoir décisionnel
 - Equipe d'étude
 - Equipe de réalisation
 - Equipe de contrôle et suivi

6.2) Répartition des rôles et responsabilités

- Phase de préparation
- Phase d'étude
- Phase de réalisation
- Phase d'évaluation

6.3) Elaboration du planning global et délai de réalisation

La durée du projet est estimée à 20 mois.

6.4) Préparation des travaux (calcul des devis, consultation des prestataires, contrôle suivi des travaux, passation de marché)

7) Budget sommaire du PROJET N°5

LOCALISATION	Code tronçon		Conduite existante	Conduite prévu pour remplacement	Longueur (m)	Longueur par type de tuyau à remplacer (m)	Montant (Ar)
	Amont	Aval					
Ambatobe	B1D39/B1D37	B1D38/B1D37	100AC	125PVC	400	400	16 976 000
Ambohitrakely	A1C63/A1C26	A2C50/A2C17	100FT	PVC125	600	3119	29 991 000
Ankadiifotsy	A1A113/A1A92	A1A85/A1A51	100FT	125PVC	1135		49 697 000
Ampahibe	A2B163/A2B133	A2B133/A2B120	100FT	125PVC	592		26 475 000
Ambondrona Rainandriamampandra	A2A179/A2A10	A2A258/A2A5	125FT	140 PVC	201		12 204 000
Ambondrona Rainandriamampandra	A2A175/A2A40	A1A95/A1A1	100FT	125PVC	591		27 146 000
Andravoahangy pr Epi d'Or	A1A189/A1A54		Galva 60/70	PVC 75	100		7561
Mandialaza vers Rainimboay	A1A34/A1A7		Galva 60/70	PVC 75	400	20 820 000	
Andravoahangy Fitarikandro	A1B32/A1B31	A1B32/A1B13	Galva 60/70	PVC 75	173	9 746 000	
Mahavoky vers HOMI	A1B40/A1B19	A1B116/A1B41	Galva 60/70	PVC 75	620	18 620 000	
Soavimasoandro Ranarivelo	C4A17/C4A11		Galva 60/70	PVC 75	475	14 704 000	
Soavimasoandro (Mr Festor)	D4A18/D4A4		Galva 60/70	PVC 75	930	38 396 000	
Ambohitrakely pr meuble RG	A2C109/A2C160		Galva 50/60	63 PVC	120	4 899 000	
Behoririka	A1A111/A1A35		Galva 60/70	PVC 75	230	10 790 000	
Ambohitrakely pr BF	A1C26/A1C6		Galva 60/70	PVC 75	67	7 203 000	
Ambohitrakely pr BF	A2C55/A1C6		Galva 60/70	PVC 75	172	9 464 000	
Ambodimanga Analamahitsy	B1C9/B1C2 +		Galva 60/70	PVC 75	430	16 320 000	

LOCALISATION	Code tronçon		Conduite existante	Conduite prévu pour remplacement	Longueur (m)	Longueur par type de tuyau à remplacer (m)	Montant (Ar)
	Amont	Aval					
	B1C10/B 1C2						
Ambodivoanjo	C1A73/C 1B4		Galva 60/70	PVC 75	65		8 458 000
Ambodivoanjo	C1B63/C 1B3		Galva 60/70	PVC 75	150		10 289 000
Ambodivoanjo	Non figuré sur MAP INFO		Galva 60/70	PVC 75	230		12 012 000
Analamahitsy cite	C1C53/C 1C17		Galva 60/70	PVC 75	653		21 124 000
Analamahitsy cite	C1C55/C 1C12		Galva 60/70	PVC 75	403		15 739 000
Analamahitsy cite	C1C40/C 1C111		Galva 60/70	PVC 75	378		15 200 000
Farango Analamahitsy	C1B18/C 1B10		Galva 60/70	PVC 75	186		11 065 000
Soavimasoandro	C4A41/D 4A5 + D4A21/D 4A5		Galva 60/70	PVC 75	510		18 044 000
Soavimasoandro	D4A6/D4 A5		Galva 60/70	PVC 75	150		10 289 000
Soavimasoandro	D4A15/D 4A1		Galva 60/70	PVC 75	270		12 874 000
Soavimasoandro – ekar	C4A26/C 4A17 + C4A41/C 4A10		Galva 60/70	PVC 75	450		16 751 000
Ankadifotsy pr APPRO	A1A132/ A1A16		Galva 60/70	75 PVC	225		14 696 000
Faravohitra vers Gilping	A2B284/ A2B88	A2B88/A 2B71	Galva 60/70	75 PVC	174		8 207 000
					TOTAL	11080	493 342 000
							141 000 €

PROJET N°6

RENOVATION DES KITS D'OUTILLAGE DES PLOMBIERS

1) Présentation du projet

Le projet consiste à fournir 60 KITS d'outillage des plombiers prévus pour 60 équipes responsables du dépannage, de l'entretien et des branchements neufs.

2) Contexte et Problématiques

La rénovation de l'outillage des plombiers ne figure pas parmi les priorités d'investissements face aux autres obligations de la JIRAMA. Même si les plombiers sont capables de bricoler leurs outils de travail, cela devient une source de complication, dont une difficulté dans la gestion des temps d'interventions. Parfois, la durée des interventions est augmentée de façon importante. On observe alors des répercussions :

- pour le responsable qui a du mal à établir son planning d'interventions ;
- pour les ouvriers qui ne peuvent effectuer leurs tâches en toute sérénité ;
- pour les clients qui souffrent de coupures d'eau pouvant durer plus longtemps que prévu en cas de nécessité de coupure.

3) Justification du projet

Au cours de la réalisation des travaux d'installation d'un robinet-vanne de sectionnement, les outils utilisés étaient :

- des scies à métaux inadaptées pour tronçonner une conduite en PVC de diamètre 200, se cassant itérativement au cours des travaux,
- un simple seau pour l'évacuation de l'eau,
-

4) Objectif et Résultats attendus

L'objectif de ce projet est d'améliorer les conditions d'exploitations de la JIRAMA, par la rénovation des outils de travail des plombiers.

Les résultats espérés de ce projet sont :

- la réalisation d'un maximum d'intervention en un minimum de temps ;
- l'amélioration de la qualité des travaux, notamment la longévité des installations ;
- l'amélioration de la gestion des activités du personnel.

5) Proposition de méthodologie

- Organisation de réunion de concertation impliquant tous les intervenants de la JIRAMA et de EAST pour les prises de décision, conclue par un procès-verbal signé par les participants ;
- La JIRAMA s'occupe de la validation de la liste des outils du KIT ;
- La JIRAMA établit la liste des fournisseurs chez lesquels il faut se procurer les matériels adéquats ;
- La remise des KITS pour chaque équipe sera effectuée au cours d'une cérémonie officielle, et un responsable sera nommé pour la gestion de l'utilisation des KITS au sein de la JIRAMA. Chaque équipe sera dotée de son propre Kit.

6) Organisation générale

La mise en œuvre du projet impliquera 2 équipes en étroite collaboration : celle de EAST et celle de la JIRAMA.

6.1) Composition de l'équipe du projet

- EAST :
 - Coordinateur du projet
 - Assistants techniques et superviseurs
- JIRAMA :
 - Interlocuteur / Pouvoir décisionnel
 - Equipe de réalisation

6.2) Répartition des rôles et responsabilités

- Phase de préparation
- Phase de réalisation

6.3) Elaboration du planning global et délai de réalisation

La durée du projet est estimée à 10 mois.

6.4) Préparation des travaux (calcul des devis, consultation des prestataires, contrôle suivi des travaux, passation de marché)

7) Budget sommaire du PROJET N°6

Désignation	Unité	Quantité	P U (Ar)	Montant Total
Clé à griffe 10	U	60	147 000	8 820 000
Clé à griffe 14	U	60	225 000	13 500 000
Clé à griffe 18	U	60	475 000	28 500 000
Clé à griffe 24	U	60	535 000	32 100 000
Jeu de Filière de 15 ; 26; 33; 50	U	60	450 000	27 000 000
Clé plat 17	U	60	39 500	2 370 000
Clé plat 19	U	60	54 000	3 240 000
Clé plat 21	U	60	59 000	3 540 000
Clé plat 22	U	60	70 500	4 230 000
Clé mixte 15	U	60	43 000	2 580 000
Clé mixte 17	U	60	64 000	3 840 000
Clé mixte 18	U	60	70 000	4 200 000
Clé mixte 19	U	60	73 000	4 380 000
Clé mixte 20	U	60	75 500	4 530 000
Clé mixte 21	U	60	75 500	4 530 000
Clé mixte 22	U	60	80 000	4 800 000
Porte à lame de scie	U	60	20 000	1 200 000
Guille	U	60	15 000	900 000
Tourne à vis à plat de 20cm	U	60	7 500	450 000
Marteau de 3 kg	U	60	75 000	4 500 000
Machette de 5 kg	U	60	95 000	5 700 000
Mètre ruban de 30m	U	60	30 000	1 800 000
Pelle avec manche	U	60	22 000	1 320 000
Bar à mine	U	60	15 000	900 000
Pioche avec manche	U	60	17 000	1 020 000
Dame à main	U	60	47 000	2 820 000
Seau de maçon (Coulage béton)	U	60	8 000	480 000
Clés à molette (15 à 20cm)	U	60	75 500	4 530 000
Caisse à outils avec cadenas	U	60	60 000	3 600 000
Lampe de poche	U	60	39 000	2 340 000
			TOTAL	183 720 000
				52 492 €

PROJET N°7

REALISATION DE MODELES HYDRAULIQUES EXPLOITABLES DANS 13 AUTRES SECTEURS D'INTERVENTION DE EAST

1) Présentation du projet

Le projet vise à réaliser :

- des campagnes FIB dans les 14 secteurs d'intervention de EAST ;
 - des modèles du réseau d'AEP dans les 13 autres secteurs hydrauliques d'intervention de EAST ;
- sauf le secteur d'Ambatomaro ;
- des apports de matériels pour la modélisation.

2) Contexte et Problématiques

Le nombre de la population d'Antananarivo d'après la monographie datée de 1993 compte 1.288.450 (Antananarivo renivohitra, Antananarivo Atsimondrano, Antananarivo Avaradrano, Ambohidratrimo) avec un taux d'accroissement moyenne de 2.7% (Source : <http://www.gem-madagascar.com>). Suivant cette hypothèse nous pouvons donc estimer le nombre de population actuel à 2.315.354 habitants que nous allons arrondir à 2.500.000 habitants. Si nous nous basons sur notre calcul en prenant la consommation moyenne journalière d'une personne à 50 l, les besoins en eau totaux actuels s'élèvent à 125.000 m³/jour, sans tenir compte de ce que consomment les gros consommateurs.

En outre, la capacité de production actuelle varie de 150 000 à 160 000 m³ / jour.

Toutefois, il y a un problème de manque d'eau dans certaines zones de la ville d'Antananarivo, et parmi les 14 secteurs d'étude, on peut citer : Fort Duchesne, Ankadifotsy, Analamahitsy cité, Andraisoro, Ambohitrakely, Mahatony-Soavimasoandro, Ambatomaro. Les solutions actuelles apportées par la JIRAMA sont limitées par des interventions d'urgence qui résolvent les problèmes de façon temporaire (équilibrage de pression par manipulation des vannes sans mesures précises...), et occasionnant d'autres complications par la suite.

3) Justification du projet

La JIRAMA doit disposer de bases de données mises à jour, qui lui permettront d'élaborer un modèle exploitable se rapprochant le mieux possible de la réalité dans le but d'optimiser le fonctionnement du réseau. Dans ces perspectives, la JIRAMA a demandé l'apport de soutiens matériels à leur équipe de modélisation, afin de mener les études convenablement et dans les normes.

4) Objectif et Résultats attendus

Le projet a pour objectif principal d'améliorer les conditions d'exploitation de la JIRAMA par la mise à disposition d'un modèle efficace, afin d'éviter les interventions d'urgences.

Les résultats attendus sont :

- des données FIB à jour dans le SIG, dans les 14 secteurs d'interventions ;
- des modèles accomplis et exploitables ;

5) Proposition de méthodologie

- Organisation de réunions de concertation impliquant tous les intervenants de la JIRAMA et de EAST pour les prises de décision, conclue par un procès-verbal signé par les participants.
- Un partenariat étroit avec les agences de la JIRAMA doit être développé, dans le but de recueillir les informations précises sur les abonnés.
- Elaboration de contrats de prestations pour la réalisation des FIB (par NRW)
- La collecte des données pour la modélisation est assurée par l'équipe de la JIRAMA (levé GPS, mesure des paramètres hydrauliques, consommation des abonnés...)

- Le traitement des données, le calage, la simulation sont assurés par l'équipe de la JIRAMA
- Rapports d'activités de la JIRAMA

6) Organisation générale

6.1) Composition de l'équipe du projet

- EAST :
 - Coordinateur du projet
 - Assistants techniques et superviseurs
 - Assistants sociaux
- JIRAMA :
 - Interlocuteur / Pouvoir décisionnel
 - Equipe d'étude
 - Equipe de réalisation
 - Equipe de contrôle et suivi
 - Prestataires

6.2) Répartition des rôles et responsabilités

- Phase de préparation
- Phase d'étude
- Phase de réalisation
- Phase d'évaluation

6.3) Elaboration du planning global et délai de réalisation

La durée du projet est de 20 mois.

6.4) Préparation des travaux (calcul des devis, consultation des prestataires, contrôle suivi des travaux, passation de marché)

7) Budget sommaire du PROJET N°7

DESIGNATION	U	Qte	PU (Ar)	Montant (Ar)
<i>Opération pour 06 mois sur terrain et 12 mois au bureau concernant 18 200 abonnés</i>				
A - Dépenses pour prestataires				
1. Opération de Ratissage				
Frais personnel	Fft	1	40 000 000	40 000 000
Achat matériels	Fft	1	29 000 000	29 000 000
Frais divers	Fft	1	6 620 000	6 620 000
Sous-total (A.1)				75 620 000
2. Opération FIB				
Frais personnel	Fft	1	59 200 000	59 200 000
Achat matériels	Fft	1	42 000 000	42 000 000
Frais divers	Fft	1	9 120 000	9 120 000
Sous-total (A.2)				110 320 000
Sous-total (A)				185 940 000
B - Modélisation réseau et autres dépenses				
1. Achats matériels informatiques				
Acquisition GPS	Fft	1	30 000 000	30 000 000
Détecteurs de métaux	Ft	5	4 000 000	20 000 000
Matériels informatiques	Fft	1	12 000 000	12 000 000
Sous-total (B.1)				62 000 000
2. Dépenses JIRAMA				
Réfection chaussés	Ft	1	93 500 000	93 500 000
Sous-total (B.2)				93 500 000
Sous-total (B)				155 500 000
TOTAL				341 440 000
TOTAL				97 555 €

Le montant total du projet s'élève à trois cent quarante un millions quatre cent quarante milles Ariary.

PROJET N°8

PROPOSITION D'AMELIORATION DE LA DESSERTE A AMBATOMARO : INSTALLATION DE CONDUITE FEEDER DEPUIS LE SURPRESSEUR VERS LE RESERVOIR

1) Présentation brève du projet

Le projet consiste en :

- l'installation d'un nouveau surpresseur qui va remplacer le surpresseur existant à Ambatomaro,
- l'installation d'une conduite FEEDER sur une longueur de 2 km, parallèlement à la conduite existante, partant du surpresseur vers le réservoir,
- la réhabilitation du réservoir Ankatso.

2) Contexte et Problématiques

Initialement, le réservoir d'Ambatomaro était destiné uniquement à approvisionner en eau la cité universitaire.

L'extension du quartier a fait que d'autres constructions se sont mises en place, ayant généré un surplus de demande en branchement. Ces constructions se sont concentrées en amont du réservoir. Par conséquent, l'arrivée d'eau dans le réservoir est devenue très difficile, voire impossible, à cause de la très faible pression.

Nous avons recueillies quelques données concernant l'accès à l'eau des abonnés :

- 42% souffrent de manque d'eau fréquent
 - 15% ont rarement accès à l'eau, les habitants des parties hautes sont les plus touchés par le problème.
- l'arrivée d'eau dans les parties hautes est très aléatoire (pouvant aller de 1 fois par semaine à 1 fois tous les 3 mois, et de 1 à 5 heures du matin)

3) Justification du projet

Par le biais du modèle calé, nous avons procédé à une simulation pour déterminer les comportements hydraulique de l'eau, ce qui nous a amené à diagnostiquer les problèmes et à proposer une ébauche de solutions qui prévoit l'installation d'une conduite FEEDER.

Toujours par la simulation, la solution proposée pourrait être adoptée, puisqu'elle nous a permis de redresser la situation : amélioration des faibles pressions des parties concernées.

4) Objectif et Résultats attendus

L'objectif du projet est d'améliorer les conditions de vie des habitants du quartier d'Ambatomaro, via l'amélioration de la desserte en eau.

A travers cette solution, tous les abonnés du quartier d'Ambatomaro ne seront plus confrontés aux problèmes de manque d'eau.

5) Proposition de méthodologie

- Organisation de réunion de concertation impliquant tous les intervenants de la JIRAMA et de EAST, pour les prises de décision, conclue par un procès-verbal signé par les participants.
- La JIRAMA est prête à fournir toutes les données relatives à la mise en œuvre du projet, entre autre la validation des équipements à poser.
- La JIRAMA est prête à mobiliser leurs équipes de terrains pour la réalisation des travaux.

6) Organisation générale

La mise en œuvre du projet impliquera 2 équipes en étroite collaboration : celle de EAST et celle de la JIRAMA.

6.1) Composition de l'équipe du projet

- EAST :
 - Coordinateur du projet
 - Assistants techniques et superviseurs
 - Assistants sociaux
- JIRAMA :
 - Interlocuteur / Pouvoir décisionnel
 - Equipe d'étude
 - Equipe de réalisation
 - Equipe de contrôle et suivi

6.2) Répartition des rôles et responsabilités

- Phase de préparation
- Phase d'étude
- Phase de réalisation
- Phase d'évaluation

6.3) Elaboration du planning global et délai de réalisation

La durée du projet est de 20 mois à partir de l'acquisition de tous les matériaux et équipements hydrauliques.

6.4) Préparation des travaux (calcul des devis, consultation des prestataires, contrôle suivi des travaux, passation de marché)

6.4.1) Devis estimatif pour la pose d'une conduite feeder en PVC 125 à partir du surpresseur d'Ambatomaro vers réservoir Ankatso

I- RACCORDEMENT AU REFOULEMENT DU SURPRESSEUR				
Désignation matériel	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Prix Total
Arrêt de distribution et remise en charge sur conduite	U	1	80 255	80 255
Coupe sur conduite 125	U	2	8 266	16 532
Béton pour butée et calage	m3	0.5	418 193	209 097
Té 3B DN 125 tubulure bride 100	U	1	184 448	184 448
Robinet vanne DN 100 (Sens de fermeture antihoraire)	U	1	1 109 104	1 109 104
Robinet vanne DN 125 (Sens de fermeture antihoraire)	U	1	1 127 145	1 127 145
Clapet anti-retour DN 125	U	1	292 225	292 225
Ensemble bouche à clé à tête carré	U	2	429 951	859 902
Joint GGS Complet 125	U	2	187 640	375 280
Raccord bride pour PVC DN 125	U	3	172 460	517 380
Coude 1/4 BB DN 100	U	1	371 227	371 227
Bride unie DN 125	U	2	202 660	405 320
Joint de bride DN 125	U	4	22 924	91 696
Joint de bride DN 100	U	4	20 769	83 076
SOUS TOTAL I				5 722 687
II- POSE CANALISATION FEEDER EN PVC 125				
Plus-value pour démolition et réfection de chaussée goudronnée	MI	2010	95 855	192 668 550
Tuyau PVC 125 PN 16 a joint automatique	MI	2010	39 204	78 800 040
Ensemble bouche à clé à tête carré	U	1	429 951	429 951
Robinet vanne DN 100 (Sens de fermeture antihoraire)	U	1	1 109 104	1 109 104
Raccord bride pour PVC DN 125	U	2	172 460	344 920
<u>Pose de 02 vidanges</u>				
Collier de prise en charge GB pour PVC 125	U	2	93 755	187 510
Robinet de prise en charge 40	U	2	348 194	696 388
Ensemble bouche à clé à tête ronde	U	2	143 296	286 592
Tuyau PVC 50 PN 16 a joint collé	MI	12	15 840	190 080
<u>Pose de 02 ventouses</u>				
Collier de prise en charge GB pour PVC 125	U	2	93 755	187 510
Robinet de prise en charge 40	U	2	348 194	696 388
Ensemble bouche à clé à tête ronde	U	2	143 296	286 592
Ventouses DN 40	U	2	1 012 807	2 025 614
Regard pour ventouse	U	2	283 690	567 380
SOUS TOTAL II				278 476 619

III- RACCORDEMENTS AU RESERVOIR				
Manchette DN 100 - 2,00m	U	2	419 346	838 692
Coude 1/4 BB DN 100	U	2	371 227	742 454
Raccord bride pour PVC DN 125	U	1	172 460	172 460
Té 3B DN 125	U	1	184 448	184 448
Robinet vanne DN 125 à volant (Sens de fermeture horaire)	U	1	1 127 145	1 127 145
Joint GGS Complet 125	U	3	187 640	562 920
Bride unie DN 125	U	3	202 660	607 980
Joint de bride DN 125	U	5	22 924	114 620
Joint de bride DN 100	U	5	20 769	103 845
			SOUS TOTAL III	4 454 564
			MONTANT TOTAL	288 653 870
			IMPREVUS 10%	28 865 387
			TOTAL GENERAL	317 519 256

6.4.2) Devis acquisition et pose surpresseur Ambatomaro

1°/Equipements Electriques :

DESIGNATION	Unité	Qté	PU (Ar)	PT (Ar)
Disjoncteur moteur 3P SCHNEIDER NS80H MA	U	1	600 000	600 000
Contacteur 3P SCHNEIDER LC1D65 M7	U	2	450 000	900 000
Bloc additif temporisé LADT2	U	1	120 000	120 000
Contacteur Auxiliaire LC1D09 M7	U	1	250 000	250 000
Démarrateur ralentisseur progressif SCHNEIDER ATS48D62Q	U	1	4 500 000	4 500 000
Relais de contrôle réseaux SCHNEIDER RM35TF30	U	1	700 000	700 000
Parafoudre SCHNEIDER Quick PRD 40r, 3P+N	U	1	950 000	950 000
Onduleur parafoudre APC Back-UPS Pro 500VA	U	1	750 000	750 000
Disjoncteur modulaire 2 POLES-3A	U	1	570 000	570 000
Barrette de coupure COSGA	U	1	50 000	50 000
Fil de câblage H07VK1x50	m	15	50 000	750 000
Câble 4G35mm ² souple	m	30	85 000	2 550 000
Bloc de jonction 6 ² vissée passant AB1VVN635U	U	12	40 000	480 000
Bloc de jonction 50 ² vissée passant AB1VVN7035U	U	8	75 000	600 000
Bloc de jonction terre AB1TP1635U	U	1	35 000	35 000
Compteur horaire CH48 220/230V	U	1	100 000	100 000
Platine perforée telequick NSYMF66	U	1	150 000	150 000
Coffret de commande 600x600x300 NSYCRN66300P	U	1	1 500 000	1 500 000
Rail DIN 35	m	2	30 000	60 000
Voltmètre Indicateur 0- 500 V	U	1	80 000	80 000
Commutateur de voltmètre	U	1	70 000	70 000
Ampèremètre analogique direct 0-100A	U	1	95 000	95 000
Arrêt d'urgence rouge Ø 22 - coup-de-poing Ø 40 - tourner pour déverrouiller	U	1	100 000	100 000
Bouton tournant 2P	U	1	60 000	60 000
Bouton poussoir lumineux rouge XB4BW3465	U	1	525 000	525 000
Bouton poussoir lumineux vert XB4BW3365	U	1	525 000	525 000
Voyant lumineux rouge XB4BVM4	U	1	50 000	50 000
Voyant lumineux vert XB4BVM3	U	1	50 000	50 000
Voyant lumineux jaune XB4BVM5	U	1	50 000	50 000
Porte étiquette marquée ARRET D'URGENCE ZBY02130	U	1	7 000	7 000
Porte étiquette marquée ARRET	U	1	7 000	7 000

ZBY02104				
Porte étiquette marquée MARCHE ZBY02103	U	1	7 000	7 000
Porte étiquette marquée SOUS TENSION ZBY02126	U	1	7 000	7 000
Porte étiquette marquée DEFAUT ZBY02134	U	1	7 000	7 000
Bloc contact pour bouton Type O ZBE102	U	1	20 000	20 000
Bloc contact pour bouton Type F ZBE101	U	1	20 000	20 000
Collier 150 x 2,5	U	1	250	250
			TOTAL	17 295 250

2°/Equipements Hydrauliques :

DESIGNATION	Uté	Qté	PU (Ar)	PT (Ar)
Cône BB PN 16 100/125	U	1	400 000	400 000
Robinet vanne PN16 DN 125 FAH	U	1	1 400 000	1 400 000
Clapet anti retour DN125	U	1	450 000	450 000
Coude 1/4 à 2 BB Tournantes PN 16 DN 125	U	1	240 000	240 000
Raccord bride 160	U	1	185 000	185 000
Boulons Galva 16x80	U	75	12 000	900 000
Joint caoutchouc toilé	m	1.5	550 000	825 000
Electrodes SAFONTE NI 3,2	U	170	9 500	1 615 000
			TOTAL	6 015 000

3°/Groupe Electropompe

DESIGNATION	Unité	Qté	PU (Ar)	PT (Ar)
Groupe électropompe de surface 90m ³ /h à 85m	U	1	65 000 000	65 000 000
			TOTAL GENERAL	88 310 250

6.4.3) Devis des travaux périmètre de protection

DESIGNATIONS	UNITES	NOMBRES	COÛT UNITAIRE	MONTANT
POSE DE CLÔTURE EN BARBELE TOUT AUTOUR DU RESERVOIR				
TERRASSEMENT				
Fouille en rigole	M3	16.00	2 500	40 000
Comblement des fouilles sur fondation	M3	3.20	1 500	4 800
Evacuation excédents	M3	16.64	6 800	113 152
Total TERRASSEMENT				157 952

OUVRAGES EN INFRASTRUCTURE				
Béton de propreté dosé à 150kg	M3	1.28	280 000	358 400
Béton armé dosé à 350 kg/m3 (Scellement du fer cornière à la fondation)	M3	0.72	580 000	417 600
Coffrage	M2	14.40	9 200	132 480
Armature en acier	Kg	96.00	8 500	816 000
Maçonnerie de moellons, pour fondation.	M3	12.80	220 600	2 823 680
Chape ordinaire ép 0,015 à 450kg/m3	M ²	32.00	8 500	272 000
Total OUVRAGES EN INFRASTRUCTURE				4 820 160
BARBELE et SUPPORT				
Béton armé dosé à 350 kg/m3 (Pilier pour portail d'entrée)	M3	0.47	580000	271 440
Coffrage	M2	4.16	9 200	38 272
Armature en acier	Kg	26.00	8 500	221 000
Enduit dosé à 350 kg/m3	M ²	4.16	9 500	39 520
Fer cornière de 50 en barre de 6m (support barbelé)	U	16.00	70 000	1 120 000
Frais de perçage fer cornière pour fixation barbelé.	U	300.00	1 000	300 000
Barbelé	ml	640.00	4 500	2 880 000
Total BARBELE et SUPPORT				4 870 232
MENUISERIE METALLIQUE ET QUINCAILLERIE				
Confection et pose Porte métallique à deux vantaux de dimension 1,40m x 2,00m, y compris serrure.	U	1.00	450 000	450 000
TOTAL MENUISERIE METALLIQUE ET QUINCAILLERIE				450 000
PEINTURES				
Peinture à l'eau à l'extérieur	M ²	24.96	5 500	137 280
Peinture à l'huile bleu	M ²	7.60	7 200	54 720
Peinture antirouille	M ²	11.60	7 500	87 000
Total PEINTURES				279 000
TOTAL POSE DE CLÔTURE EN BARBELE TOUT AUTOUR DU RESERVOIR				10 577 344

NETTOYAGE DE L'INTERIEUR				
Nettoyage de l'intérieur	Fft	1.00	30 000	30 000
Evacuation des objets à l'extérieur (poubelle, ...)	Fft	1.00	80 000	80 000
TOTAL NETTOYAGE DE L'INTERIEUR				110 000
REHABILITATION DE LA CABINE EN BOIS DU GARDIEN				
Réhabilitation de la cabine en bois du gardien	Fft	1.00	648 000	648 000
TOTAL NETTOYAGE DE L'INTERIEUR				648 000
TOTAL PERIMETRE DE PROTECTION				11 335 344

6.4.4) Devis des travaux réhabilitation réservoir

DESIGNATIONS	UNITES	NOMBRES	COUT UNITAIRE	MONTANT
Traitement de fissures	Fft	1.00	250 000	250 000
Décapage d'enduit à l'intérieur du Réservoir.	m2	152.29	1 300	197 977
Reprise d'enduit étanche au mortier de ciment à l'intérieur du Réservoir.	m2	152.29	13 500	2 055 915
Décapage d'enduit à l'extérieur du Réservoir.	m2	125.60	1 300	163 280
Reprise d'enduit ordinaire au mortier de ciment à l'extérieur du Réservoir.	m2	125.60	11 500	1 444 400
Chape étanche ép 0,01m sur le coupole.	m2	50.24	14 400	723 456
Peinture à l'eau extérieur pour l'extérieur du Réservoir.	m2	125.60	5 500	690 800
Peinture à l'huile bleu	m2	31.40	7 200	226 080
Confection et pose de l'échelle à l'intérieur du Réservoir.	U	1.00	650 000	650 000
Confection et pose de trappe de visite en TPN y compris cadre en fer cornière, paumelle soudable.	U	1.00	1 500 000	1 500 000
Réfection de tous les systèmes de verrouillage.	Fft	1.00	200 000	200 000
TOTAL REHABILITATION DU RESERVOIR				8 101 908

7) Budget sommaire du PROJET N°8

DESIGNATION	MONTANT(AR)
1/ POSE CONDUITE FEEDER SUR 2010m	317 519 256
2/ REMPLACEMENT SURPRESSEUR AMBATOMARO	88 310 250
3/ REHABILITATION RESERVOIR ANKATSO	8 101 908
4/ MISE EN PLACE PERIMETRE DE PROTECTION DU RESERVOIR	11 335 344
TOTAL	425 266 758
	121 505 €

Le montant total du projet s'élève à Quatre cent vingt-cinq millions deux cent soixante-six mille sept cent cinquante-huit Ariary.

PROJET N°9

PROJET DE SECURISATION DE L'AEP D'AMBATOMARO ET DE LA ZONE D'ETUDE DE MASAY 6 PAR LE DEDOUBLEMENT DE MANDROSEZA II ET RACCORDEMENT PAR UNE CONDUITE Ø400 DE MANDROSEZA AU RESERVOIR D'AMBOHIDEPONA

1) Présentation du projet

Le projet consiste :

- A augmenter la production d'eau de Mandroseza à 2750m³/h, par la construction d'une unité de traitement en parallèle de la station de traitement de Mandroseza II.
- Et à améliorer le débit entrant dans le réservoir du Fort Duchesne par la pose d'un groupe électropompe et la pose d'une nouvelle conduite DN400, d'une longueur 960m à Ambohidempona.

Ce projet se déroule en 3 phases :

- Phase 1 :
 - Mise en place d'une station de traitement avec deux filtres seulement, pouvant produire 900m³/h
 - Pose d'une conduite DN400 sur une longueur de 960m reliant la nouvelle conduite DN600 venant de Mandroseza à la conduite 600 Fonte existante, rejoignant directement les deux réservoirs d'Ambohidempona ;
 - Pose d'un groupe électropompe servant à augmenter la pression de l'eau.
- Phase 2 : Construction et équipement de deux filtres complémentaires pouvant aussi produire de 900m³/h
- Phase 3 : Construction et équipement de deux filtres restants pouvant produire de 950m³/h.

La réalisation de la phase 1 du projet ne nécessite pas un renforcement du pompage eau brute. Aussi, les installations existantes de lavage (pompe, surpresseur d'air,..) seront également utilisées pour le lavage des nouvelles filtres bicouches après l'achèvement de la construction.

2) Contexte et problématiques

Le système d'alimentation en eau de la ville d'Antananarivo est organisé en majorité à partir du centre de production de Mandroseza. La production sur le site de Mandroseza est assurée par 2 usines de traitement : Mandroseza I et II. La première tranche de l'unité de Mandroseza II a été construite en 1993, avec une capacité nominale de 66 000 m³/j, soit 2 750 m³/h. Une réservation a été mise en place pour la construction de la deuxième tranche destinée à doubler la capacité de Mandroseza II située en parallèle à la première.

Actuellement, la production en eau à la sortie de l'usine de Mandroseza est insuffisante pour la satisfaction de la ville et son renforcement au moyen du doublement de la capacité de Mandroseza II sera indispensable.

Ensuite, la zone Est faite partie de la périphérie de la ville qui connaît depuis plusieurs années des problèmes de manque d'eau à Tana, compte tenu de la saturation des infrastructures existantes. Cette zone, y compris Ambatomaro et une grande partie de la zone d'étude de Masay 6, est

principalement alimentée par le réservoir de Fort Duchesne en partant des deux réservoirs d'Ambohidempona.

3) Justification du projet

Les stations de traitement existantes de Mandroseza atteignent leur capacité maximale de production depuis les dix dernières années. Cette capacité est de l'ordre de 6500m³/h dont 3700m³/h pour Mandroseza I et 2800m³/h pour Mandroseza II. Par conséquent, les 29 réservoirs qui assurent l'alimentation de la population de la grande ville d'Antananarivo sont mal remplis malgré les efforts des techniciens.

Aussi, la pose de la conduite DN400 d'Andohanimandrozeza vers les réservoirs d'Ambohidempona permettra d'assurer des débits suffisants pour satisfaire jusqu'à terme les besoins en eau de toutes les zones desservies dans la partie Est de la ville, y compris Ambatomaro et une grande partie de la zone d'étude de Masay 6, évalués actuellement à 4000 m³/j environ pour 4066 abonnés.

4) Objectif et résultats attendus

Après la réalisation des différentes phases du projet, la production totale des stations de traitement de Mandroseza sera de 9250m³/h qui peut améliorer et satisfaire plus de 800 000 habitants dans la ville d'Antananarivo et ses périphériques, en matière d'eau potable.

Amélioration de l'accès en eau potable des habitants de la zone Est, y compris Ambatomaro et une grande partie de la zone d'étude de Masay 6, après le raccordement de la conduite Ø400 aux réservoirs d'Ambohidempona.

5) Méthodologie de réalisation

Du côté station de traitement, les principales opérations de l'action consistent aux :

✓ Travaux préparatoires

- Etudes géotechnique du sol de fondation des ouvrages
- Le déplacement des containers UCT stockés sur le terrain d'emprise des ouvrages.
- L'installation du chantier

✓ Travaux de terrassement

- Abattage et dessouchage d'arbres
- Débroussaillage
- Fouille fondation sur terrain meuble
- La mise en stockage sur terrain approprié des déblais.
- Compactage

✓ Travaux de bétonnage

- Préparation des ferrailages coffrages
- Coulage des bétons hydrofugés

✓ Pose des dalles filtrantes

- Coulage des dalles
- Scellement des dalles

✓ **Acquisition**

- Buselures et anthracites
- Equipements à sceller sur le filtre et flocculateur

✓ **Exécution des ouvrages d'évacuation en caniveau maçonné**

Le tableau ci-après récapitule les principaux travaux à réaliser pour chaque phase

Phase	Gain de production	Libellé de l'action	Description	Echéance	Montant (en Ar)
1	900 m ³ /h	Construction d'un flocculateur et un filtre bicouche avec deux compartiments.	-Travaux de génie civil avec les équipements à sceller sur les ouvrages de filtration et flocculateur. -Mise en place des ouvrages d'évacuation d'eau de lavage.	Février 2016 Avril 2016	1 248 382 000
		L'acquisition et pose des équipements hydrauliques et électromécanique du flocculateur et du filtre bicouche.	- Fourniture et pose des conduites de refoulement EB vers filtre bicouche. -Equipements de raccordement sur le flocculateur et filtre (sortie, EL, circuit d'air,..). -Agitateur rapide et lent avec les circuits de commande	Année 2016	1 260 618 000
2	900 m ³ /h	Construction de deux compartiments de filtre bicouche	- Travaux de génie civil avec les équipements à sceller sur l'ouvrage de filtration	Année 2017	En étude
		L'acquisition et pose des équipements hydrauliques et électromécaniques du filtre bicouche.	Equipements de raccordement sur le filtre pour 02 compartiments (sortie, EL, circuit d'air,..). -Agitateur rapide et lent avec les circuits de commande		
		Acquisition de groupe électropompe verticale EB	Mise en service d'un nouveau groupe EB vertical au chenal de captage pour renforcement production des pompes existantes		
3	900 m ³ /h	Construction de deux compartiments de filtre bicouche	Travaux de génie civil avec les équipements à sceller sur l'ouvrage de filtration	En étude	
		L'acquisition et pose des équipements hydrauliques et électromécaniques du filtre bicouche.	Equipements de raccordement sur le filtre pour 02 compartiments (sortie, EL, circuit d'air,..). -Agitateur rapide et lent avec les circuits de commande		

Du côté du renforcement de l'alimentation du réservoir d'Ambohidempona, les principaux travaux sont les suivants:

- **Travaux préparatoires**

Acquisition des petits outillages

Acquisition des équipements hydrauliques

- **Fouilles**

Fouille en tranchée d'une profondeur de 1.2m et d'une largeur de 1m sur un terrain meuble et goudronné

- **Pose de la conduite**

Travaux de béton pour butée

Arrêt production et coupe de la conduite

Raccordement des nouveaux tuyaux avec l'ancien DN600 venant de Mandroseza et arrivée DN600 à Ambohidempona

Pose des tuyaux DN400 en fonte et accessoires sur une profondeur de 1.2m

- **Remise en état de l'environnement**

Remblayage des canaux

Remblayage et réfection des chaussées et pavés démolies

- **Pose des groupes électropompe et équipements électriques**

Acquisition des petits outillages

Acquisition des équipements hydrauliques

Confection brides

Pose des groupes électropompes et équipements électriques

6) Organisation générale

6.1) Composition de l'équipe du projet

▪ **EAST :**

- Coordinateur du projet

- Assistants techniques et superviseurs

- Assistants sociaux

▪ **JIRAMA :**

- Interlocuteur / Pouvoir décisionnel

- Equipe d'étude

- Equipe de réalisation

- Equipe de contrôle et suivi

6.2) Répartition des rôles et responsabilités

- Phase de préparation

- Phase d'étude

- Phase de réalisation

- Phase d'évaluation

7) Budget sommaire du PROJET N°9

**TABLEAU RECAPITULATIF DU DEVIS DE DOUBLEMENT MANDROSEZA II
PHASE 1 ET RENFORCEMENT ALIMENTATION DU RESERVOIR
D'AMBOHIDEMPONA**

DESIGNATION	Bailleurs (AR)	JIRAMA (AR)
MANDROSEZA PHASE 1 : GENIE CIVIL	1 248 382 466	
MANDROSEZA PHASE 1 : EQUIPEMENTS HYDRAULIQUES ET ELECTROMECHANIQUES	1 124 326 340	693 153 352
AMBOHIDEMPONA : RACCORDEMENT HYDRAULIQUE GEPS ETAGE HAUT 650m ³ /h à 125m		537 765 540
AMBOHIDEMPONA : Conduite principale	252 624 783	642 683 406
AMBOHIDEMPONA : Raccordement sur DN 600	90 167 486	
AMBOHIDEMPONA : Groupe électropompe et équipements électriques		500 000 000
	2 715 501 076	2 373 602 297
	775 858 €	