



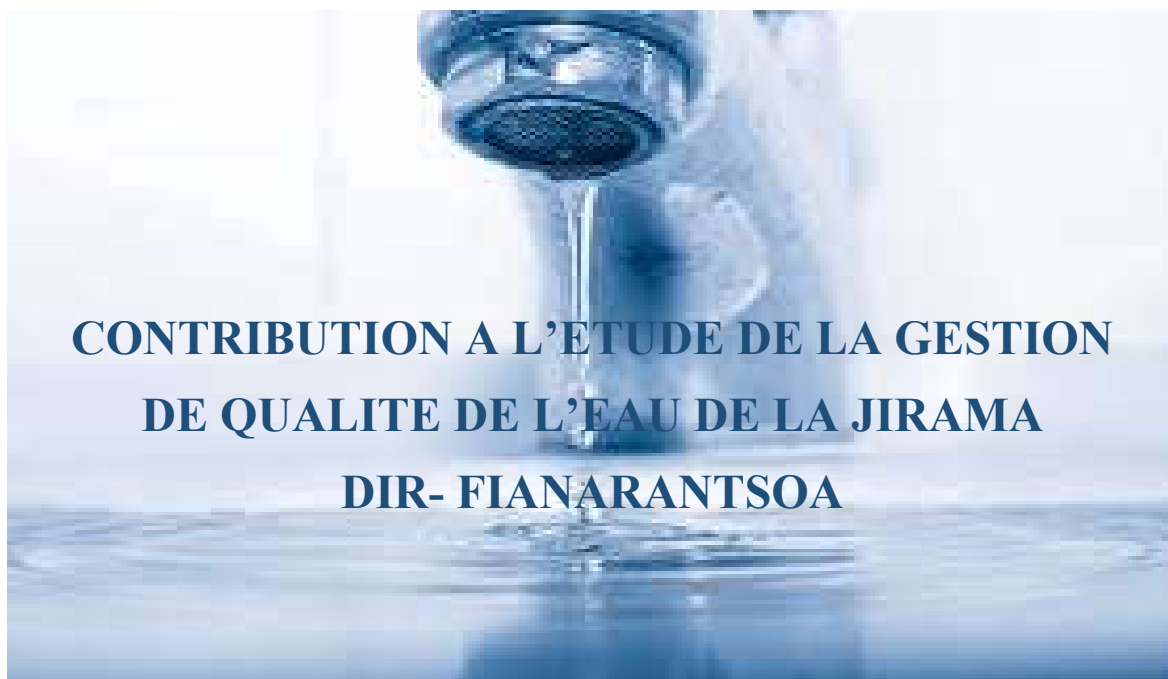
UNIVERSITE DE FIANARANTSOA

INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE L'ENVIRONNEMENT

MENTION: AGRONOMIE

PARCOURS : INDUSTRIE AGROALIMENTAIRE ET BIOTECHNOLOGIE

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION DU
DIPLOME DE LICENCE EN AGRONOMIE**



Présentée par : ANDRIANASOLO HerinoroTonisoa

Soutenu le 30 Octobre 2020 devant le membre du Jury composé de :

Président : Docteur RAZAFINDRAZANAKOLONA Daniel

Examineur : Docteur RAFALIMANANA Thierry

Rapporteur : Professeur RAJAONA RAFANOMEZANTSOA Samoela

Année Universitaire : 2018-2019

REMERCIEMENTS

Nous arrivons maintenant au terme de ce devoir. Tout d'abord nous tenons à exalter DIEU pour la force, la santé, l'intelligence et le courage qu'IL nous a donné dans la réalisation de ce stage.

Nous témoignons toute notre reconnaissance et nos profondes gratitudeux aux personnes suivantes :

- Docteur RANDRIANARIVELO Clairemont, Directeur de L'ISTE de nous avoir permis de poursuivre nos cursus universitaires au sein de son Institut ;
- Monsieur ANDRIAMANANKOAVY FalyHerinjaka en tant que Chef de département d'Agronomie au sein de l'ISTE ;
- Professeur RAJAONA RAFANOMEZANTSOA Samoela : Encadreur pédagogique, pour son encadrement, ses supports si précieux ; il nous a guidées avec rigueur et persévérance pour la réalisation de ce mémoire de fin d'étude ;
- Monsieur RANDRIAMANGA Vonjy : Directeur Général de la société JIRAMA ;
- Monsieur RANDRIANTSOA Razafy Arnould qui m'a accepté de faire ce stage au sein de la société JIRAMA Fianarantsoa ;
- Monsieur RAKOTOARISON Neste : Chef de Service Exploitation Eau à la JIRAMA Fianarantsoa ;
- Madame RANDRANTO Sahondra : Encadreur professionnelle, pour son encadrement, ses aides et ses conseils précieux sur tous les plans pour le bon fonctionnement et accomplissement de ce stage. Nous voudrions lui exprimer notre sincère reconnaissance pour sa patience et sa compréhension ;
- Tous les membres de jury qui ont la grâce et l'initiative de juger et de valoriser notre travail et ce présent travail.
- Tous les enseignants de l'ISTE ainsi que tous les membres administratifs et techniques de l'école qui ont voulu nous fournir des supports techniques et pédagogique durant les cursus de formations ;
- Tous les personnels de la société JIRAMA, surtout ceux qui sont dans le service exploitation eau pour leurs accueils chaleureux, conviviaux et pour avoir partagé leurs expériences durant mon stage ;

Nous adressons notre gratitude envers tous les membres de notre famille qui nous ont soutenus beaucoup au niveau morale, technique, matérielle, et financière durant la période des travaux et l'élaboration de cet ouvrage.

Par la même occasion nous exprimons notre reconnaissance envers toutes autres personne qui, de près et de loin, nous exprime leur collaboration durant ce stage, ainsi qu'à l'élaboration du présent document ;

Veillez trouver à travers les lignes de ce soutenance le témoignage de notre profonde et sincère reconnaissance ;

A tous, merci beaucoup !

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	i
SOMMAIRE	iii
LISTE DES TABLEAUX	iv
LISTE DES PHOTOS	v
LISTE DES ABREVIATIONS	vi
GLOSSAIRE	vii
RESUME.....	viii
INTRODUCTION.....	1
PARTIE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	
CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA MATIERE PREMIERE : L'EAU	2
CHAPITRE II : IMPORTANCES ET UTILISATION DE L'EAU	5
CHAPITRE III : NORME DE L'EAU POTABLE	7
PARTIE II : METHODOLOGIE DE RECHERCHE	
CHAPITRE I : MATERIELS	9
CHAPITRE II : METHODES	12
PARTIE III : RESULTATS	
CHAPITRE I : LE PROCEDURE DE TRAITEMENT DE L'EAU	13
CHAPITRE II : PRINCIPE ET REALISATION DE L'ANALYSE DE L'EAU.....	18
CHAPITRE III : EVALUATION EFFECTUE POUR POURSUIVRE LE TRAITEMENT DE L'EAU	20
PARTIE V : DISCUSSIONS ET SUGGESTIONS	
CHAPITRE I : DISCUSSION.....	30
CHAPITRE II : SUGGESTIONS.....	31
CONCLUSION	33
BIBLIOGRAPHIE	I
WEBOGRAPHIE.....	I
ANNEXES	
TABLE DES MATIERES	6

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Norme de l'OMS	8
Tableau 2: Norme de potabilité Malagasy.....	1
Tableau 3: Discussion selon l'approche FFOM :	30

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : agitateur magnétique.....	9
Photo 2: comparateur et les flacons.....	10
Photo 3: flacon, comparateur et les Plaquettes.....	10
Photo 4: Flocculateur	11
Photo 5: Turbidimètre	11

LISTE DES ABREVIATIONS

Les unités :

% : pourcent

°C : degré Celsius

km : kilomètre

l/s : litre par second

m : mètre

mm : millimètre

m³ : mètre cube

ml : millilitre

mg/l : milligramme par litre

m³/s : mètre cube par second

NTU : nepheli turbidity unity

tr/min : tour par minute

Les abréviations :

a_w : activity water

CH. :Chauxd'épuration

EB : eau brute

ED : eau décanté

ET : eau traité

pH : potentiel d'Hydrogène

DIR : Direction Inter-Régional

JIRAMA : JirosoyRano Malagasy

M.O : matière organique

S.A : Sulfate d'Alumine

SEXO : Service exploitation eau

OMS : Organisation mondiale de la santé.

GLOSSAIRE

Coagulant : produit minéral ou organisme destiné à favoriser la coagulation des matières colloïdale présente dans l'eau.

Colloïde : suspension d'une ou plusieurs substances, formant un système à 2 phases séparées.

Dans un fluide, il forme une dispersion homogène de particule dont les dimensions vont du nanomètre au micromètre.

Chloramine : produit résultant de la combinaison du chlore et de déchet ammoniac d'origine organique ou inorganique.

Débit : quantité d'eau écoulée par unité de temps. Exprimé en l/s ou en m³/s.

Deferrisation : c'est le fait d'enlever le fer ou les dérivées du fer d'un liquide (spécialement l'eau)

Eau brute : eau qui n'a subi ni traitement ni épuration et qui peut alimenter une station de production d'eau potable.

Etiage : le plus faible débit d'un cours d'eau durant l'année.

Flocs : particule qui se forme à cause de la charge différente du coagulant et celui des matières colloïdales (les deux charges différentes s'attirent et donne des particules visible appelé : flocs).

Neutralisation : c'est une réaction chimique où un acide réagit avec une base de façon à former de l'eau et un sel

Organoleptique : terme qui qualifie les substances qui peuvent impressionner les organes sensoriels.

Station de pompage : un ouvrage en béton armée qui sert à alimenter un bassin de traitement de l'eau en utilisant un ou plusieurs pompes submersibles.

Station de traitement : un ouvrage en béton armée destinée à traiter de l'eau brute afin de produire de l'eau potable.

Trihalométhanes : ce sont des matières organiques naturels présentes dans l'eau et le chlore rajouté comme désinfectant

Turbidité : désigne l'aspect d'une eau lié à la présence de particules très fines en suspension, mesuré à l'aide d'un matériel nommée « turbidimètre ».

RESUME

Notre stage trois mois (06 janvier 2020 – 06 mars 2020) au sein de la société JIRAMA DIR – FIANARANTSOA nous a permis de pratiquer nos connaissances acquises durant les trois années d'étude théorie à l'Institut des Sciences et Techniques de l'Environnement sur le cursus d'étude Agronomie, parcours Industrie Agro-Alimentaire et Biotechnologie à propos de l'étude de la gestion de qualité de l'eau du robinet de JIRAMA.

D'une part, cet ouvrage a pour objectif d'étudier le traitement de l'eau existant.

D'autre part, d'analyser la gestion de qualité organoleptique et physico-chimique de l'eau que cette société produit et distribue.

L'apparition des paramètres organoleptique tels : l'odeur (présence) et la couleur (brunâtre/ rougeâtre) sur l'eau de JIRAMA ne signifie pas qu'elle est contaminée. La coloration est due à l'arrêt de la marche de l'eau après quelque moment (en présence de l'oxygène, l'eau stagné dans la canalisation (fer) produisent une réaction chimique dite : réaction d'oxydation ou rouille) ; l'odeur présent c'est celui du chlore résiduel mais en faible quantité.

D'après les analyses de l'eau de manière scientifique a prouvé qu'elle est à la fois potable et conforme au norme de potabilité Malagasy. Notre étude avait de limite, on verra sur le prochain ouvrage la méthode efficace et durable pour inhiber la réaction d'oxydoréduction qui se déclenche dans la canalisation.

Mots clés : eau, qualité, gestion, clients, agroalimentaire.

INTRODUCTION

L'eau est une ressource naturelle qui assure la vie des êtres sur la planète terre ; elle représente environ 75% du corps humains et aux alentours de 90% du poids des végétaux. Un élément important dans plusieurs secteurs dont : la secteur industriel, la santé, la restauration et l'hôtellerie, elle est utilisée de façon primordiale dans tous processus de transformation Agroalimentaire.

A Madagascar, le JirosoyRano Malagasy (JIRAMA) est la seule société d'Etat qui assure la production et la distribution de l'eau potable et de l'électricité. Le service d'exploitation de l'eau, un des services existant dans la société, occupe l'exploitation de l'eau commençant par le captage suivi des processus de traitement et un contrôle qualité jusqu'au clients.

La normalisation de la qualité d'un produit alimentaire est très exigeante que ce soit organoleptiquement ou physico-chimiquement. [2] A part la norme de potabilité de l'eau posée par l'OMS, chaque pays a sa propre exigence y compris Madagascar ; c'est cette norme Malagasy que le JIRAMA suit afin de gérer la qualité de l'eau produite. Pourtant, ses abonnées en eau suspectent la potabilité de l'eau du robinet à cause de certain paramètre organoleptique.

La gestion des paramètres importants dans l'eau touche à tous les aspects du bien-être de l'homme tels que la santé d'une communauté et les denrée alimentaire à produire. C'est pour cette raison que nous avons choisi le thème intitulé : « Contribution à l'étude de la gestion de qualité de l'eau de JIRAMA DIR- FIANARANTSOA »

L'objectif est de faire une étude sur le traitement de l'eau et surtout analyser la gestion de qualité organoleptique et physico-chimique de l'eau.

Pour avoir le détail sur cette thème, l'étude se divisera en quatre grand partie dont : la Revue bibliographique, Méthodologie de recherche, Résultats et Discussions.

PARTIE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA MATIERE PREMIERE :

L'EAU

En Latin eau = aqua qui a donnée aquatique

En Grec eau =hydro qui a donnée hydrique, hydrologie

Parmi les éléments nécessaires à la vie des êtres vivants : air, sol, eau, soleil ; l'eau est la plus important entre eux. L'eau naturelle est à l'origine très pure puisqu'elles sont amenées par la pluie. Les composants minéraux présentes dans l'eau naturel trouvé essentiellement leur origine par l'échange entre l'eau et le sol, l'eau et l'atmosphère ce qui influent considérablement sur sa composition.

1.1. Définition

- L'eau est un corps incolore, inodore, sans saveur résultat de combinaison de l'atome de dihydrogène et l'atome d'oxygène et peut contenir un certain nombre de corps.
- L'eau est un élément sous forme liquide en condition standards (température et pression ambiante) que ce soit en état liquide, solide, gazeuse [1]

1.2. Composition et constituant chimique

Composition : La formule chimique de l'eau est H_2O que l'on devrait donc appeler : « **oxyde de dihydrogène** ».

L'eau a :

- Une densité : 997kg/m^3 ;
- Une masse molaire : $18,02\text{g/mol}$;
- Une masse volumique : $1000\text{kg/m}^3 = 1\text{kg/l}$;
- Un point d'ébullition : à 100°C ;
- Un point de fusion : à 0°C .

L'eau est liquide entre 0 à 100°C sous une pression de 1bar.

Réaction de formation des ions H_3O^+ et OH^- , la présence de ces 2 ions résulte de la réaction dite : « **autoprotolyse de l'eau** » : $2H_2O = H_3O^+ + OH^-$.

L'électrolyte : la nature chimique de terrain conditionne le caractère électrolytique des eaux naturels, il résulte de qualité d'eau extrêmement varié :

La minéralisation totale de l'eau est variable, on peut noter que les eaux superficielles dont le contact avec le sol est relativement limité et ne concerne que la couche de terrain les plus fréquemment lessivé ont souvent des concentrations saline inférieure à l'eau de nappe et à fortiori à l'eau d'origine profonde.

Les eaux riches en calcium ou eaux dure se rencontrent dans les régions où les sols organiques sont épais par contre dans les zones où sol organique mince, les formations en calcaire sont rares voire absentes et à plus faible concentration c'est-à-dire eau douce.

1.3. Propriété physique et chimique

- **Un liquide mobile :** un corps continu, sans rigidité, qui coule facilement. L'eau possède un fort pouvoir mouillant qui lui donne des propriétés capillaires particulièrement important. Ex : son comportement dans le sol.

En outre, sa viscosité très variable selon sa composition chimique ou sa température. Ex : le courant marin chaud ou froid ne se mélange guère avec les eaux voisines dont la température est différente.

- **Un formidable solvant :** L'eau est capable de dissoudre quasiment n'importe quel substrat ; c'est le solvant naturel à la surface de la terre.
- **Chaleur spécifique élevée :** L'eau est l'élément naturel dont la chaleur spécifique est la plus élevée sur terre.

La chaleur spécifique étant la quantité d'énergie qu'il faut fournir à une masse d'eau donnée pour élever sa température de 1°C, cela revient à dire que l'eau est difficile à chauffer, tout autant qu'elle est difficile à refroidir. [4]

- **Une chaleur latente de fusion et de vaporisation élevée :** représentent les qualités de chaleur qu'il faut fournir soit pour fondre de la glace soit pour produire de la vapeur d'eau. [4]
- **Une transparence, certes mais seulement dans le spectre visible :**

Si l'eau apparaît incolore, c'est parce qu'elle est transparente dans le spectre visible.

Les eaux restent transparentes sur des profondeurs importantes pour les vers et les bleus : c'est la raison qui explique la couleur des lacs et des océans surtout si leurs eaux sont limpides : verts = plus profond, bleus = moins profond.

1.4. L'activité de l'eau

Définition 1 : Les constituants biochimiques peuvent mobiliser partiellement l'eau en l'empêchant de se vaporiser et en diminuant sa réactivité chimique.

L'état de l'eau dans un aliment a au plus d'importance pour la stabilité de l'aliment que de la teneur totale de l'eau. La mesure de cette moins ou grande disponibilité de l'eau dans des divers aliments est l'activité de l'eau symbolisé par (a_w : activity of water).

Définition 2 : La disponibilité de l'eau se définit par la relation suivante : $a_w = P_w / P_w^\circ$

Où : P_w : pression partielle de vapeur d'eau d'une solution ou d'un aliment

P_w° : pression partielle de vapeur d'eau pure à la même température.

Avec : $P_w^\circ > P_w$ et $0 < a_w \leq 1$

L'activité de l'eau pure étant fixé par convention égale à l'unité $a_w = 1$, donc l'activité de l'eau d'une solution ou d'un aliment est toujours inférieur à 1. [1]

CHAPITRE II : IMPORTANCES ET TYPES DE L'EAU

2.1. Importances

Sur le corps humain : c'est l'élément vital qui représente près de la moitié du poids de corps humain et qui :

- Facilite la digestion et la décomposition des aliments ingérés : **hydrolyse** ;
- Véhicule dans tous les organes, les éléments indispensables à la vie (oxygène, hormones naturelles, glucose, sel minéraux, ...) ;
- Elimine les toxines et déchets solubles (urine, sueur), régule la température du corps : **sudation** ;
- Assure la sécrétion des larmes, des salives et des sucs digestifs.

Sur les organes végétaux :

Dans l'organe végétal, l'eau se trouve dans la vacuole de la cellule, dans les vaisseaux du bois et dans les tissus conducteurs. L'eau :

- Assure la croissance des végétaux ;
- Occupe le phénomène de la transpiration végétale et de la sudation ;
- Transporte les sels minéraux et les éléments minéraux du sol vers la racine de la plante
- Transporte la sève brute et la sève élaborée comme solvant et véhicule dans tous les organes de la plante.

2.2. Types de l'eau

Il existe trois types d'eaux destinés à la consommation : les eaux de puits privés, les eaux de distribution publique (l'eau du robinet), les eaux conditionnées (eaux de source, eaux minérales naturelles).

- **Les eaux de puits privés** : provient d'une ressource profonde, microbiologiquement saine et présente une composition minérale constante.

Selon leur composition, elles peuvent avoir des effets sur la santé : les eaux sulfatées ont par exemple, un effet laxatif, celle très faibles en minéraux sont recommandée pour la préparation des biberons et conseillées notamment chez les femmes enceintes, les enfants et les senior en cas de constipation passagère. [4]

- **L'eau du robinet** : provient d'eaux de surface (rivières, canaux, lacs ...) et des eaux souterraines. Elle est subite un traitement (complet ou simple) afin de respecter les

paramètres fixés par la loi et distribuée de façon d'eau courant (eau du robinet) ou encore dans des citernes pour un usage industriel.

- **Les eaux conditionnées** : microbiologiquement saine, peuvent être parfois recommandées pour la préparation des biberons. Elle peut être distribuée sous forme d'eau embouteillé (eau minéral ou eau de source ; ex : Vichy gasy, eau vive, cristalline).

2.3. Utilisation de l'eau

Utilisation quotidienne : Utiliser pour en préparation culinaire, moyen de lavage, nettoyage des matériels et des ustensiles, arrosage des jardins potagers.

Industrielles : Irrigation, alimentation du bétail, lavage des installations

Autres : Moyen décorative, thérapeutique, sauvetage (utiliser par les pompiers), ...

CHAPITRE III : NORME DE L'EAU POTABLE

3.1. Définition

On définit **l'eau potable** par l'eau qu'on peut boire et/ou utiliser à des fins domestiques ou industrielle sans risque pour la santé.

3.2. Normes

Pour avoir de l'eau potable et pour pouvoir être consommée en toute sécurité, l'eau doit répondre à des critères de potabilité très strictes dictées soit par l'OMS (Office Mondiale de la Santé) soit par AFNOR (Association Française de NORMalisation) soit par la Norme ISO 9001. Ces normes varient en fonction de la législation en vigueur d'un pays et selon le domaine : qu'il s'agit d'une eau destinée à la consommation ou d'une eau industrielle.

Tableau 1: Norme de l'OMS

Substance et propriété	Formule	Valeur paramétrique mg/l
Paramètre physico-chimique		
Aspect		Limpide
Odeur		Absent
Couleur		Incolore
Nitrate	NO ₃	50
Nitrite	NO ₂	0,2
Chlorure de vinyle	C ₂ H ₃ Cl	0,0005
Paramètre indicatif		
Aluminium	Al	0,2
Ammonium	NH ₄	0,50
Baryum	Ba	0,7
Chlore	Cl	250
Chrome	Cr ³⁺ , Cr ⁶⁺	0,05
Cuivre	Cu ²⁺	2
Pd	Pd	0,1
Arsenic	As	0,01
Cyanures	CN	0,07
Cadmium	Cd	0,003
Fluorure	F ⁻	1,5
Plomb	Pb	0,01
Nickel	Ni	0,07
Zinc	Zn	3
Uranium	U	0,015
Conductivité à 20°C, en μS/cm		2500
pH		≥ 6,5 et ≤ 9,5
Fer	Fe	0,2
Magnésium	Mg	50
Manganèse	Mn	0,4
Calcium	Ca	75
Chlorure	Cl ⁻	200
Sulfate	SO ₄	500
Sodium	Na	200
Turbidité en NTU		≤ 5
Paramètre microbiologique		
<i>Escherichia coli</i>		0 dans 250ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>		0 dans 250ml
<i>Clostridium perfringens</i>		0 dans 100 ml
Nombre de colonie à 22°C		100ml
Nombre de colonie à 37°C		20ml
Bactérie coliforme		0/100 ml
Streptocoque fécaux		0/100 ml

Source : www.lenntech.fr/application/potable/norme/norme-oms-eau-potable.html

Tableau 2: Norme de potabilité Malagasy

PARAMETRES ORGANOLEPTIQUES		NORME	
Odeur		Absence	
Couleur		Incolore	
Saveur désagréable		Absence	
PARAMETRE PHYSIQUE	UNITE	NORME	
Température	°C	≤ 25	
Turbidité	NTU	≤ 5	
Conductivité	μS/cm	≤ 3000	
pH		6,5 – 9,0	
PARAMETRE CHIMIQUE	UNITE	NORME	
		MINIMA	MAXIMAL ADMISSIBLE
Elément normaux			
Calcium	mg/l		200
Magnésium	mg/l		50
Chlorure	mg/l		250
Sulfate	mg/l		250
Oxygène dissous % de saturation	%	75	
Dureté TH	mg/l en CaCO ₃		500
Eléments indésirables	Unité en mg/l		
Matières organiques			2 (milieu alcalin) 5 (milieu acide)
Ammonium			0,5
Nitrite			0,1
Azote total			2
Manganèse			0,05
Fer total			0,5
Phosphore			5
Zinc			5
Argent			0,01
Cuivre			1
Aluminium			0,2
Nitrate			50
Fluor			1,5
Baryum			1
Eléments toxiques			
Arsenic			0,05
Chrome total			0,05
Cyanure			0,05
Plomb			0,05
Nickel			0,05
Cadmium			0,005
Mercure			0,001

Source : décret n°2004-635 du 05/06/04

PARTIE II : METHODOLOGIE DE RECHERCHE

CHAPITRE I : MATERIELS

Plusieurs matériels ont été utilisés durant notre stage au sein de la société JIRAMA, les objets, les équipements qui sont en œuvre durant le travail pour la collecte des données et durant les travaux, pratique sur le traitement de l'eau et l'analyse à effectuer.

1.1. Les équipements de traitement des données

Appareil photo : pour prise de photo concernant notre thème

Cahier, stylos, ... : ustensiles pour prendre note pendant le travail

Ordinateur : pour le traitement des données.

1.2. Les matériels au laboratoire

1.2.1. Agitateur magnétique :

C'est un appareil d'agitation permettant le chauffage et l'homogénéisation d'un mélange de façon automatique. Il est très utile pour les agitations de longue durée telle :

- Préparation d'une solution ;
- Préparation de la solution sur le test des matières organiques ;
- Accélère la dissolution d'un composé dans l'eau.



Photo 1 : agitateur magnétique

1.2.2. Bêcher en verre

Un bêcher en verre de forme basse avec bec verseur est un récipient de laboratoire à fond plat avec graduation.

1.2.3. Bidons

Un récipient qui sert à emporter de l'eau brute ou de l'eau filtrée.

1.2.4. Flacon, comparateur standard et plaquette

Ces trois matériels sont inséparables lors d'une analyse de dosage de fer, de chlore résiduel et du pH.

Mode opératoire : remplir le flacon avec de l'eau contenant le réactif convenable puis le placé dans le comparateur ensuite lire à l'aide de la couleur qui s'affiche sur le flacon le taux proportionnel à la couleur sur la plaquette. (La résultat ne doit pas être falsifié à cause de maladie des yeux : c'est pour cette raison qu'un laborantin devrait passer en analyse médical chaque année pour vérification de sa santé).



Photo 3: flacon, comparateur et les Plaquettes



Photo 2: comparateur et les flacons

1.2.5. Flocculateur VELP Jar Test

C'est un dispositif utilisé pour malaxer, homogénéiser les coagulant- flocculant aux eaux brute afin de former des particules solides capable de flotter dite « floc ». Il a 6 pales ajustables en hauteur, un fond illuminé pour une meilleure visibilité ; avec vitesse et minuterie réglable individuellement par 9 pas (10 – 15 – 30 – 45 – 60 – 90 – 120 – 150 – 200 tr/min).



Photo 4: Flocculateur

Turbidimètre : c'est un appareil portable servant à mesurer la turbidité de l'eau.



Photo 5: Turbidimètre

CHAPITRE II : METHODES

L'obtention des données et d'information fiable sont facile à l'aide de l'approche méthodologique d'un processus bien défini accompagnée de l'explication technique de notre encadreur professionnel et le laborantin au sein de la société. Notre stage afflictif durant trois mois a été planifié avant le commencement du stage, on l'a divisé en trois phase bien distinct : Phase préparatoire, collecte de donnée, traitement de donnée.

2.1. Phase préparatoire

La phase préparatoire est débutée par l'élaboration des termes de référence ainsi la documentation sur le thème.

Documentation : Avant, durant et après la réalisation de notre stage, notre étude s'orientait sur quelque revu bibliographique (publication, anciens ouvrages, livre indicatif) au sein de la bibliothèque municipale de Fianarantsoa, à la JIRAMA Fianarantsoa, au campus numérique universitaire de Fianarantsoa et au bibliothèque de l'ISTE. La recherche sur des sites web a permis d'enrichir le contenu de ce nouvel ouvrage.

Terme de référence : Pour mieux faire comprendre l'étude, nous avons élaboré le terme de référence. Il a été fait avant le stage, il comprend le thème d'étude, la problématique, les objectifs (globale et spécifique) et les résultats attendus.

2.2. Collecte de donnée

La collecte de donnée pour nous c'est durant le moment qu'on réalise les tâches techniques : on apprend, on pose des questions et on note ce qui est important.

2.3. Traitement de données

C'est la phase finale pour obtenir les résultats des études. Cette méthode est la dernière étape de la réalisation de l'ouvrage. Il consiste à traiter les informations collectées et les données recueillis lors de travaux sur terrain ainsi qu'au laboratoire.

Toutes les données recueillis ont subits des traductions, selon leur nature, afin d'en tirer les résultats des recherches et surtout pour pouvoir les interpréter. Cependant, des problèmes ont été rencontrés lors des collectes des informations : les temps d'entretien très court ; les informations sur les ouvrages écrits sont difficiles à trouvés ; insuffisance de matériels de laboratoire, des réactifs et réactifs périmées pour plusieurs analyses et que nous n'avons pas à assister aux autres analyses à part le test de : Ph, fer, M.O, turbidité, NO₂, NO₃, NH₃-N.

PARTIE III : RESULTATS

CHAPITRE I : LE PROCEDURE DE TRAITEMENT DE L'EAU

Un traitement s'impose pour avoir une eau potable dépourvu de ses impuretés. Elle transite dans une usine de traitement comme la société JIRAMA pour la décontamination puis elle rejoint des réservoirs de stockage à l'aide d'un réseau souterrain.

Pour la société JIRAMA dans le SEXO Fianarantsoa la potentialité de traitement utilisé c'est le traitement complet qui est nécessaire pour l'eau brute de moyenne et/ou de mauvaise qualité telle l'eau de rivière et de lac.

L'eau brute est traité en fonction de son niveau de contamination bactériologique (*E. coli* ; *Coliforme* totaux, *Streptocoques fécaux*, Spore des bactéries anaérobies sulfitoréductrices ou *Clostridium sulfito-reducteur*(CSR) et physico-chimique (aspect, odeur, couleur, turbidité, les produits par les humains : pesticides, nitrate, hydrocarbure,)

Plus l'analyse démontre qu'une eau brute est dégradée, plus les exigences du traitement sont élevées.

Il y a deux types traitement de l'eau :

- Traitement simple : qui est composé seulement de filtration et de désinfection de l'eau brute ; elle est utilisée pour l'eau brute de bonne qualité.

Ce cas est appliqué dans l'ouvrage du secteur de Ranomafana

- Traitement complet est appliquée aux eaux brute de moyen et de mauvaise qualité, composée de ces processus : Coagulation-floculation, décantation, filtration, stérilisation.

1.1. Coagulation-floculation

Coagulation : c'est la formation des particules due à la neutralisation de deux charges différents de la colloïdale dans l'eau brute et celui du coagulant. [3]

Floculation : c'est la formation de floes c'est-à-dire la fusion des particules de charge différent obtenue en phase de coagulation qui donne de particule de grosse taille que celui d'avant. [3]

Le réglage de la vitesse de la coagulation sur flocculateur doit se trouver entre 70 tr/min – 100tr/min dans 2min et près de 2 m/s à 3m/s dans 2 min sur la station de traitement tandis

que 40tr/min – 20tr/min durant 10min celui de la floculation sur flocculateur et 0,5m/s dans 20 min sur la station.

Ces phénomènes apparaissent après l'injection de solution (le coagulant et l'adjuvant) :

- Le coagulant utilisé pour clarifier une eau brute superficielle chargée en matière organique est le sulfate d'alumine (Al_2SO_4), le taux à appliquer sur la station est suivant la caractéristique de l'eau comme la turbidité, le Fer et la matière organique existant connue et à partir de l'essai de floculation fait au laboratoire.
- L'adjuvant appliqué dans la deferrisation des eaux ferrugineuses est **la chaux d'épuration** avec un taux variable aussi. Celle-ci joue un rôle important sur l'équilibrage calco-carbonique (un état d'équilibre chimique dans lequel les concentrations en dioxyde de carbone et carbonate ne varient pas en présence de carbonate de calcium), neutralisation du pH de l'eau si l'eau brute ne se situe pas aux alentours du taux optimal qui est de 6,5 à 7,2. A ce stade, la chaux d'épuration est appelé « Chaux amont ».

Le taux de la solution de Sulfate d'alumine et chaux d'épuration amont introduite dépend de la caractéristique de l'eau brute (turbidité, matière organique, fer, ph)

La chambre de coagulation-floculation est à côté l'un de l'autre et l'eau circule avec une vitesse de 2 à 3m/s dans 2 min pour la coagulation (là où le mélange des réactifs et l'eau brute a lieu) et 0,5 m/s dans 20 min pour la floculation.

1.2. Décantation

C'est le fait de séparer l'eau et le floc après la floculation au niveau du décanteur qui est repartie d'une forme variable suivant la station.

Il existe 3 types de décanteur dans les 3 stations de Fianarantsoa :

- Le décanteur horizontal installé sur un vaste terrain car celle-ci a besoin d'espace pour une décantation lente pour obtenir une eau de bonne qualité. (Cas de décanteur de la station Tombana et station Vatosola)
- Le décanteur vertical qui ne nécessite qu'une moyenne espace pour l'installation de cet ouvrage. (Cas du décanteur N°2 à la station d'épuration Ambanimaso).
- Le décanteur cylindro-conique/ circulaire équipé d'une jupe ou chicane (Cas du décanteur N°1 à la station d'épuration Ambanimaso).

La vitesse de surverse d'un décanteur statique horizontale varie entre 1 à 1,4m/s, au-delà il y a perturbation de l'épuration d'eau dans les étapes ultérieures.

La décantation du floc dépend des facteurs ci-après :

- Concentration de solution coagulant et de l'adjuvant ;
- Débit de l'eau brute ;
- Débit de la solution d'épuration ;
- Le pH (si le pH et la turbidité de l'eau brute ;
- L'existence de lit de boue dans le décanteur après lavage est nécessaire ;
- La propreté du décanteur : les boues et l'existence des intrus dans le décanteur perturbe la décantation des floes.

1.3. Filtration

C'est l'interception des dernières petites particules visible à travers une masse filtrante, elle est la dernière étape dans la clarification de l'eau. D'après ce qu'on a vu, il existe 3 types de filtre :

- Le filtre rapide qui est équipé des dalles filtrantes avec de sable de granulométrie environ 0,9 à 1,2mm au-dessus de hauteur 0,8 à 1m (Cas du filtre à la station de traitement Tombana) ;
- Le filtre vertical bicouche contenant du sable de granulométrie 0,9 mm de hauteur 0,8 à 1 m et de l'anhracite de hauteur (Cas du décanteur N°2 à la station Ambanimaso) ;
- Le filtre sous pression : genre filtre métallique dont l'eau passe sous pression à travers des sables qui existe à l'intérieur d'un grand tank (Cas de filtre de décanteur N°1 de la station Ambanimaso).

1.4. Stérilisation ou chloration

C'est la dernière étape effectuée dans la station de traitement de l'eau, ce stade consiste à désinfecter l'eau filtré à l'aide de la solution de l'hypochlorite de calcium $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ accompagnée de chaux d'épuration en tant que neutralisateur de pH au cas où pH trop acide, assure l'équilibrage calco-carbonique et joue un rôle d'a tartrage, à ce stade, la chaux est dite « Chaux aval ».[3]

Le taux de traitement en hypochlorite de calcium dépend de la caractéristique de l'eau traité. Le taux de l'hypochlorite varie de 2,5 à 4 g/m³

L'hypochlorite de calcium désinfecte l'eau et assure la qualité de l'eau durant son parcours dans la canalisation c'est-à-dire il prévient les risques de contamination tout au long du réseau de distribution de l'eau.

L'hypochlorite de calcium est aussi le dérivé du chlore ne contenant pas de stabilisant comme l'eau de javel ou l'hypochlorite de sodium.

Avantages préconisés par les autorités sanitaires :

- Pas d'apport de stabilisant ;
- Très grande efficacité bactéricide ;
- Apporte peu d'odeur de chlore et du calcium dans les eaux douces.

Inconvénients :

- Inconvénients possibles liés au chlore : création de chloramine (NH_2Cl) et de trihalométhanes (THM)

L'effet du chloramine sur l'organisme à long terme sont : asthme, bronchite chronique, toux, allergie, irritation cutanée, ...

- Nécessite le respect du pH dans une zone plus étroite de 7,2/ 7,4 maximum 7,6

NB : Il faut contrôler régulièrement le pH et le chlore résiduel de l'eau traitée qui aura tendance à augmenter.

La valeur du Chlore mesuré doit être 2mg/l en sortant de la station de traitement et celle-ci devra être située aux 0,03mg/l au moins au niveau du consommateur.

La formule fondamentale du traitement pour réglage de la station est :

Q.t ≈ d.c

Avec :

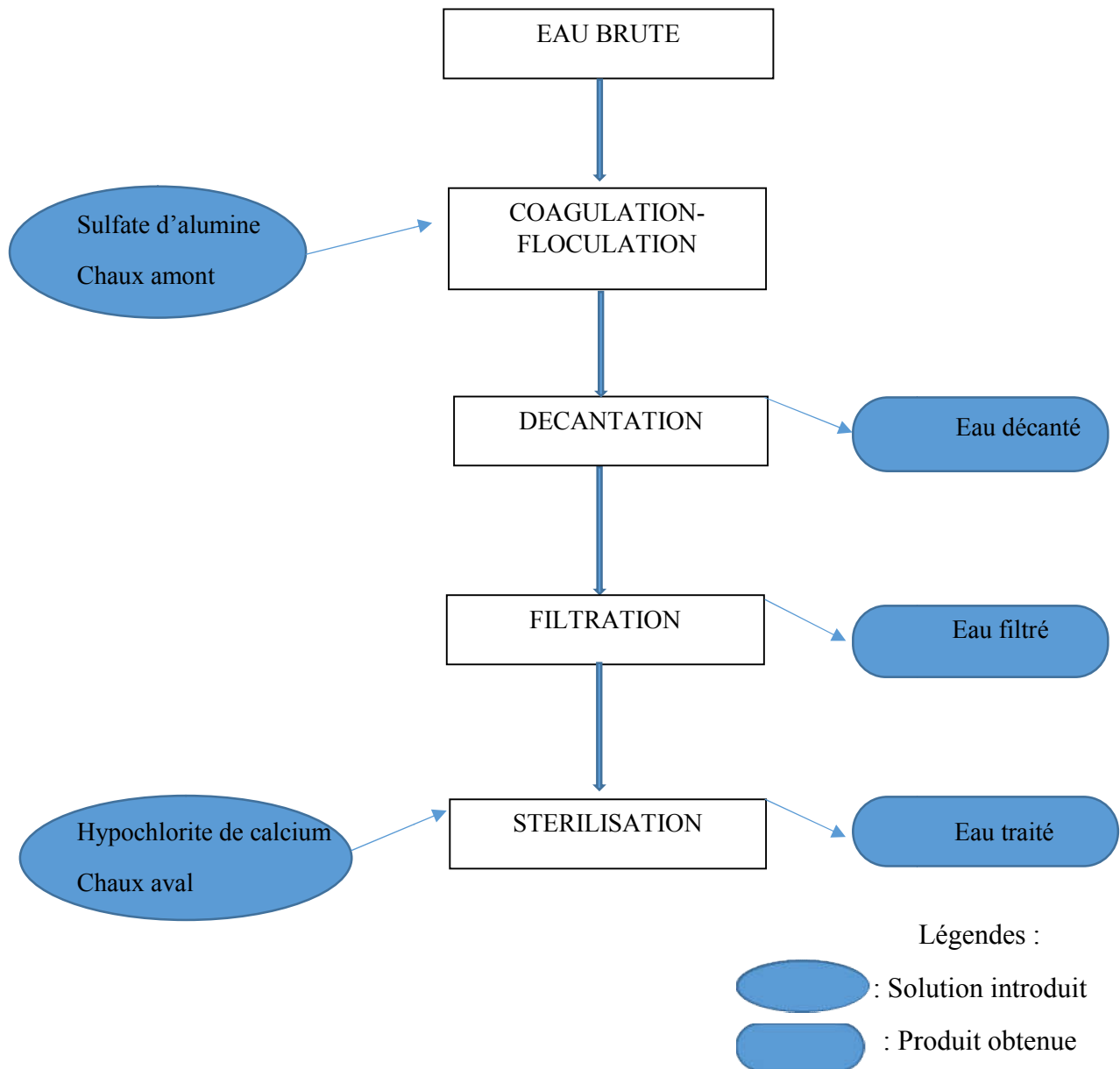
Q= débit eau brute m^3/h

t= taux de traitement g/m^3

d= débit de traitement (S.A) l/h

c= concentration de traitement (S.A) 100 g/l

Figure 1: Diagramme de traitement de l'eau



CHAPITRE II : PRINCIPE ET REALISATION DE L'ANALYSE DE L'EAU

2.1. À la station de traitement

2.1.1. Lavage de décanteur

La propreté du décanteur implique à la bonne décantation des floccs car l'existence des saletés et des boues dans le décanteur perturbent et empêchent la décantation des nouveaux floccs. Or, l'élimination totale des boues dans le décanteur n'est pas une solution, les floccs ont besoin d'un lit de boue pour se fixer.

Donc, s'il y a lavage de décanteur, il est vraiment nécessaire de laisser un lit de boue dans le décanteur car cela est l'un des facteurs de décantation de floccs.

Un décanteur doit subir un lavage systématique sinon le traitement de l'eau va être difficile. Il faut programmer ce lavage pour avoir une eau décantée suivant la norme. Au moins un décanteur doit subir deux lavages par mois.

Signe de décanteur souillé :

- Les floccs flottent sur la surface ;
- Mal formation des floccs ;
- Turbidité de l'eau décantée supérieur à 5 NTU.

Ex : Cas de la station Tombana : un décanteur est lavé une fois par 2 semaines ;

2.1.2. Lavage de filtre

Tout type de filtre nécessite un lavage car il retient les floccs résiduels de la décantation ; si un filtre ne subisse pas un lavage fréquent, il se colmate lorsque les masses filtrantes (sable ou sable et anthracite) sont couvertes de boue, cela entraîne une production d'eau filtré de mauvaise qualité et insuffisant.

Signe de souillure filtre :

- Couleur de l'eau filtré jaunâtre ;
- Filtre devient trop plein ;
- Diminution de débit sortant dans le filtre.

2.1.3. Lavage de boîte à boue :

Une boîte à boue est un filtre horizontal installé devant les appareils de comptage ou compteur, elle est équipée d'un tamis fixe qui permet d'éliminer les corps étrangers existant dans l'EB.

Le lavage doit effectuer 1 à 2 fois par jour en période de crue et au plus une fois par jour en période d'étiage pour avoir de l'EB dépourvu des corps étrangers dans la chambre de coagulation-floculation.

2.2. Hors station de traitement

2.2.1. Vidange de conduite

La souillure de la conduite implique sur la qualité de l'eau produite, l'hypochlorite élimine les genres d'impureté durant son trajet, et au bout de son trajet : aucun chlore résiduel, or ce résultat n'est pas conforme à la norme de potabilité de l'eau.

Donc il est vraiment nécessaire de faire une vidange de conduite au bas point de la conduite.

2.2.2. Purge ventouse

La ventouse un genre de sphère placée sur tous les points haut d'un réseau d'eau potable ; elles permettent d'évacuer l'air compressé dans les conduites et assurent la bonne performance de débit des réseaux d'eau potable.

La purge ventouse est donc importante car l'existence de l'air emprisonné dans la conduite pourrait rétrécir le diamètre de passage de l'eau en faisant une sorte de bulle.

CHAPITRE III : EVALUATION EFFECTUE POUR POURSUIVRE LE TRAITEMENT DE L'EAU

3.1. Avant traitement

3.1.1. Essai de floculation

Un essai de floculation ou JAR-TEST est un processus de traitement de l'eau fait au laboratoire qui joue un rôle sur **l'optimisation de coagulant ou de flocculant** pour le traitement de l'eau brute sur la station. Elle est une sorte de travail qui vise à analyser divers flocculant, à sélectionner le meilleur d'entre eux et à trouver la dose optimale des réactifs pour une station ou pour une eau qui nécessite un traitement.

L'essai de floculation consiste à éliminer les matières organiques et le fer existant dans l'eau brute et de diminuer la turbidité de l'eau afin d'obtenir de l'eau décanté de bonne qualité.

3.1.1.1. Matériel utilisé :

- Turbidimètre ;
- Flocculateur ;
- Bêchers ;
- Pipette graduée et pomme ;
- Chiffon (pour titrer la solution et l'eau décanté) ;
- Chronomètre ;
- Agitateur magnétique ;
- Barreau aimanté (agitateur).

3.1.1.2. Processus :

Prélever l'eau brute souhaitée à traiter d'environ 5l et diviser également dans 5 bêche avec après la mesure de la turbidité, le M.O, et le taux de fer, nitrate, nitrite, d'ammonium, ...Après ces résultats, injecter la solution de sulfate d'alumine et le chaux d'épuration supposé en centrant dans le bêche n°3 et que les 2 premier bêche avec un taux inférieur à celui-ci tandis que l'autre de taux supérieur ; puis placer sur la flocculateur et démarrer, régler la vitesse et la minuterie de coagulation de 70tr/min dans 2min puis ralentir de 40tr/min dans 10min. Après ce temps, le dispositif s'arrête automatiquement puis attendre 15 min et analyser la turbidité, le taux du pH, fer, M.O de l'eau décantée et en même temps chronométrer le temps de décantation des floccs. En fin, déterminer le taux optimal appliquer au station.

Ci- dessus un extrait d'un essai de floculation fait au moment de notre stage :

JIRAMA
FIANARANTSOA
SERVICE EXPLOITATION EAU
DIVISION QUALITE EAU

ESSAI DE FLOCULATION

PRELEVEMENT : EB Ankidona

DU : 20/01/20

Aspect : Trouble
Couleur : Jaunâtre
Odeur : Sans odeur
pH : 6,4
Fer : 1,2
M.O : 4,8
Turbidité : 380
Conductivité : 0

Concentration solution mère :
SA : 10 g/l
CH : 2 g/l
Hypo : 0 g/l
NO₂ : 0,505 mg/l
NO₃ : 10,5 mg/l
NH₃-N : 0,37 mg/l
Chlorure : 0,994 mg/l

Bécher N°	1	2	3	4	5	6
Taux de SA (g/m3)	22	24	26	28	30	
Volume de réactif vi (ml)	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	
Taux de CH (g/m3)	3	3	3	3	3	
Volume de réactif vi (ml)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	
Temps d'apparition des floes	2'	2'	2'	2'	2'	
Aspects des floes 'pas, peu visible, petit, moyen, gros)	Petit	Petit	Moyen	Moyen	Moyen	
Cohésion des boues		C O H E R A N T				
Décantation des floes	2'	2'	2'	2'	2'	
Turbidité eau décantée (ED)	14,7	11	9,97	9,89	10,1	
pH ED						
Fer ED	0,04	1	1	1	1	
M.O. ED						
Notation						

Interprétation des résultats : Taux optimal appliqué au station.

T_{SA} : 26 g/m³

T_{CH} : 3 g/m³

Le Responsable

[Signature]
Mr Tanteby

3.2. Apres traitement

3.2.1. Demande en chlore

La demande en chlore des eaux est déterminée par la méthode « **break-point** ».

C'est à partir de ce résultat que le taux de l'hypochlorite est optimisée et choisi pour le traitement de l'eau filtrée.

3.2.1.1. Processus :

Prélever de l'eau filtrée puis mesurer sa turbidité, analyser la dose du fer avec les réactifs convenables puis noter les données ; après il faut remplir une série d'au moins cinq béchers contenant chacun 500ml d'échantillon d'eau filtré ajouté des doses croissantes de la solution d'hypochlorite de Calcium préparée puis couvrez avec soit un couvercle soit un matériel qui peut empêcher l'entrée des poussières ou d'autre corps étranger.

Après avoir déterminée la dose théorique du break-point, qui permet de situer approximativement le point de rupture, et après un temps de contact de demi-heure à deux heures conservées dans un milieu sombre et calmes sans secousse, on mesure la dose de chlore résiduel dans chaque bécher puis on trace la courbe dont « la dose de chlore résiduel en fonction de la dose de chlore introduite »

3.2.1.2. Matériels utilisés :

- Turbidimètre ;
- Béchers en verre ;
- Pipette graduée et pomme ;
- Couvercle ;
- Chronomètre ;
- Flacon, comparateur et plaquette de fer et de chlore
- Chiffon.

JIRAMA FIANARANTSOA
SERVICE EXPLOITATION EAU
DIVISION QUALITE

DEMANDE EN CHLORE

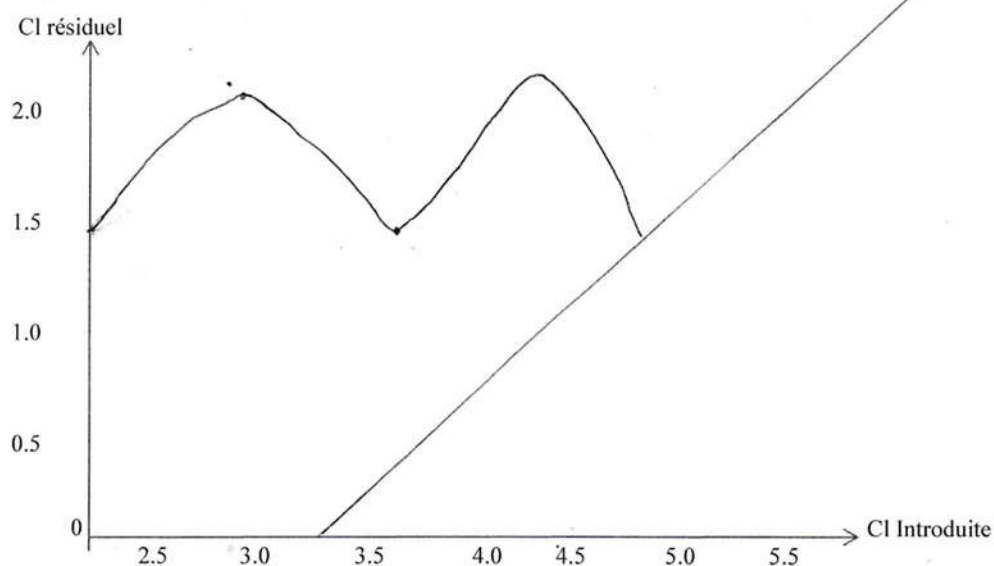
Site de : *Ambanimaso*
g/l
Prélèvement du : *28-02-2020*
Nom du préleveur : *Tantely*
us/cm
Date de réception : *28-02-2020*
Date d'analyse : *28-02-2020*

Concentration solution mere :

pH:
Conductivité :
Turbidité : 13,1 NTU
MO : mg/l
Aspect de l'eau : *Limpe*

Becher N° :	1	2	3	4	5
Di (mg/l) ou (g/m3)	<i>2,5</i>	<i>3</i>	<i>3,5</i>	<i>4</i>	<i>4,5</i>
Vi (ml)	<i>1,25</i>	<i>1,5</i>	<i>1,75</i>	<i>2</i>	<i>2,25</i>
Chlore résiduel à l'instantané	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>>2</i>	<i>>2</i>
Chlore résiduel après 30mn	<i>0,4</i>	<i>1,6</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>2</i>
Chlore résiduel après 2h	<i>1</i>	<i>1,4</i>	<i>1,6</i>	<i>2</i>	<i>1,6</i>

GRAPHE DU BREAK-POINT



INTERPRETATION DES RESULTATS

3.2.2. Analyse de situation d'exploitation journalière

C'est une analyse faite quotidiennement à partir des échantillons dans différents points d'eau, par différents stations, différents réseaux, différentes conduites et surtout différents branchements.

Cette analyse a pour but de surveiller par jour la qualité de l'eau produite en analysant journalièrement tout paramètre important sur la qualité de l'eau du robinet.

3.2.2.1. Matériel utilisé :

- Turbidimètre ;
- Flacon, comparateur, plaquette étalon de fer, de chlore ;
- Bêcher ;
- Chiffon ;
- Pipette graduées de 5ml, 10ml, 25ml et 50ml ;
- Agitateur magnétique et barreau aimanté ;

a. Analyse de dosage du fer total dans l'eau

Principe : en milieu ammoniacal, le diméthylglyoxime donne en présence du Fe^{2+} un complexe de coloration rose dont l'intensité est en fonction croissante de la concentration.

Réactifs utilisés : Hydrosulfite de sodium (Dithionite de sodium), diméthylglyoxime 0,5% et ammoniacale 10%.

Mode opératoire : prélever 100ml d'eau, mettre dans le flacon puis ajouter une jaugée ou pincée de dithionite de sodium et agiter ajouter 16 à 20 gouttes de diméthylglyoxime et agiter avant d'introduire les 16 à 20 gouttes d'ammoniacale puis comparer la couleur de cette solution avec celle des plaquettes étalons et lire la teneur en fer correspondante en mg/l. Si l'intensité de la couleur est supérieure à celle des écrans, il faut faire une dilution préalable avec l'eau distillée et tenir compte du facteur de dilution dans l'expression des résultats.

Pourquoi éliminer le fer dans l'eau traitée ?

Acheminer l'oxygène depuis les poumons jusqu'au muscle et à l'ensemble du corps est un des rôles principaux du fer ; sans apport suffisant en fer, l'oxygène manque (résultat : fatigue, essoufflé au moindre effort et également vulnérable aux infections).

Tous les organismes vivants ont besoin d'un apport suffisant en fer et c'est pourquoi il faut réduire/éliminer le fer présent dans l'eau pour qu'aucuns microorganismes n'arrivent pas à y survivre.

b. Analyse de dosage de chlore résiduel (HClO)

Principe : l'orthotolidine forme un complexe de coloration jaune (peut changer en rouge brique au cas où le chlore résiduel est très élevé) en présence de chlore résiduel dans l'eau traitée dont l'intensité est en fonction croissante de la concentration.

Réactif utilisé : Orthotolidine

Mode opératoire : Prélever 100ml d'eau traitée, versée dans un flacon bien propre (l'existence des autres réactifs falsifie le résultat), ajouter 16 à 20 gouttes d'orthotolidine et agiter puis lire la teneur en comparant avec la couleur sur la plaquette étalon de chlore.

c. Analyse de dosage des matières organiques

Principe : L'opération consiste à mesurer en milieu alcalin la quantité d'oxygène enlevée au permanganate par les M.O d'origine animale et/ou végétale contenue dans l'eau.

Réactifs utilisés :

- NaHCO₃ saturé ou sodium bicarbonate saturé ;
- KMnO₄ ou permanganate de potassium ;
- H₂SO₄ ou acide sulfurique ;
- Sel de Mohr (FeSO₄, (NH₄)₂SO₄, 6H₂O).

Mode opératoire:

Prélever 100ml d'eau brute, mesurer la turbidité, mettre dans un bêcher propre et ajouter 5ml de NaHCO₃ saturé et 10ml de KMnO₄ puis la solution est portée à l'ébullition pendant 10min ; après laissée se refroidir et ajouter 5ml de H₂SO₄ et 10ml de Sel de Mohr 5g/l puis lacer le bêcher contenant la solution et le barreau aimanté sur l'agitateur magnétique et démarrer la machine ; durant l'agitation, titrer avec la KMnO₄ jusqu'à l'apparition d'une coloration rose persistante.

$$\text{Taux de M.O} = V1 - V2$$

Avec :

V1 : c'est le volume du KMnO₄ introduit dans la solution

V2 : c'est un volume déjà inscrit sur le récipient du KMnO₄

Ci- dessus un extrait d'une situation d'exploitation journalière fait au moment de notre stage :

JIRAMA
DIR FIANARANTSOA
SEXO/DO

Mois : *Fevrier 2020*
Date : *13.02.20.*

SITUATION JOURNALIERE D'EXPLOITATION

SORTIE TOMBANA	Tu	Ph	HCLO	fer tot	MO	Condte	Aspect	Couleur	N°trouçon
Tanambao	1,11.		0,2.	T					
Ivory									
Andrainjato	2,59.		0,3	T					
Beravina	1,51		0,6	T.					

SORTIE VATOSOLA	Tu	Ph	HCLO	fer tot	MO	Condte	Aspect	Couleur	N°trouçon
Ankazobe									
Andalater	2,39.		T	T					
Ambanimaso									
Ambodiharana									
La Rocade	1,43.		1,0	T					
Tsimandatsa									
Tsianolondroa	4,47.		1,0	T					

INTERPRETATION DES RESULTATS ET SUGGESTION

Stock ingrédient	Tombana	Échéance	Vatosola	Échéance	Ambanimaso	Échéance
HYPO	156/22	7,09	24/7	10,57	24 kg/10	
SULFATE	250/60	11,16	205/72	3,88	0	
CHAUX	526/52	10,18	442/10	11,2	506/10	

NIVEAU D'EAU	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche	Observation
Ampanenjanana								
Mahamanina				0,50				
Rova				0,20				
Ilaindasitra				2,00				
Morthomme				1,50				

PRODUCTION	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche	EB	pH	Fer
TOMBANA				5058				Tb		
VATOSOLA				940				Vt		
AMBANIMASO				2270				Ank		
TOTAL ET										
TOTAL EB										

	TOMBANA		VATOSOLA		AMBANIMASO		ENSEMBLE		CUMUL	
	Cons	CSP	Cons	CSP	Cons	CSP	Cons	CSP	Cons	CSP
HYPO										
SULFATE										
CHAUX										
ENERGIE										

T : trace

Cons : consommation normale

CSP : consommation supposée à pratiquer

3.2.3. Analyse physico-chimique et bactériologie de l'eau effectuée au laboratoire d'analyses eaux – Mandrozeza Antananarivo

C'est un fait que des échantillons l'eau traité et l'eau brute subissent des analyses générales à propos de la teneur en substance nocive à ne pas dépasser, la substance et propriété pouvant influencer sur la potabilité de l'eau en analysant l'aspect physico-chimique et aspect microbiologique.

A partir du résultat de cette analyse que l'eau est déclarée potable et conforme aux valeurs maximales admissibles ou non.

JIRO SY RANO MALAGASY
BP 200 - ANTANANARIVO

DIRECTION DE L'EXPLOITATION EAU
DEPARTEMENT GESTION QUALITE EAU
GSM 034 83 307 53 / 032 88 307 53

BULLETIN D'ANALYSE PHYSICO-CHEMIQUE N°

915 /19

PRELEVEMENT

Région: FIANARANTSOA
Centre: VATOSOLA
Nature: Eau traitée
Type d'échantillon: Sortie Station de traitement

Date de prélèvement: 11-juin-19
Date de réception: 14-juin-19
Préleveur: JIRAMA FIANARANTSOA
Date d'analyse: 17-juin-19
Usage: AEP

ANALYSES

Paramètres	Examen au laboratoire	VMA
Aspect	clair	limpide
Odeur	absence	absence
Couleur		incolore
Température, en °C	16,3	25
Turbidité, en NTU	2,9	5
pH	7,76	6,5 - 9
Conductivité à 20°C, en µs/cm	98,2	3000
Minéralisation, en mg/l	92	
MeS en mg/l		

Paramètres	Valeurs	VMA
Dureté TH, en °F	7,20	50
TH Ca, en °F	4,00	
Alcalinité TA, en °F	0,00	
TAC, en °F	3,20	
Chlore résiduel en mg/l		
M.O., mg O ₂ /l (alcalin)	0,00	2
(acide)		5

Cations	mg/l	VMA
Calcium Ca ⁺⁺	16,00	
Magnésium Mg ⁺⁺	7,78	
Sodium Na ⁺	7,77	
Potassium K ⁺		12
Ammonium NH ₄ ⁺	0,00	0,5
Fer Fe ⁺⁺		0,5
Fer total Fe ⁺⁺ , Fe ⁺⁺⁺	0,07	0,5
Manganèse Mn ⁺⁺		0,05
Aluminium Al ⁺⁺⁺		0,2

Anions	mg/l	VMA
Carbonates CO ₃ ⁼⁼	0,00	
Bicarbonates HCO ₃ ⁻	39,04	
Chlorures Cl ⁻	28,40	250
Sulfates SO ₄ ⁼⁼	6,79	250
Nitrites NO ₂ ⁻	0,00	0,1
Nitrates NO ₃ ⁻	0,00	50
Phosphate PO ₄ ⁼⁼		5
Fluorures F ⁻		1,5
Hydroxyde OH ⁻	0,00	

Substances toxiques	mg/l	VMA
Arsenic totaux As		0,05
Cyanures totaux CN		0,05
Chrome Cr ⁶⁺		0,05

VMA: valeur maximale admissible pour eau potable
M.O.: matières organiques (Oxydabilité au KMnO₄)
l.: légèrement
°F: degré Français

OBSERVATIONS:

Eau conforme à la norme.

Antananarivo, le 31 juillet 2019
Le Chef de Laboratoire,

R.M.
RAKOTOMAHAKA P. RAO

JIRO SY RANO MALAGASY

Tél. : 261 20 22 200 31

DIRECTION EXPLOITATION EAU - DEPARTEMENT GESTION QUALITE EAU

Laboratoire d'Analyses Eaux - MANDROSEZA

034 83 - 032 56 894 16 / 034 83 - 032 88 307 53 / 034 83 - 032 94 704 07

e-mail : dexo@jirama.mg / dexo-dqo@jirama.mg

ANALYSE BACTERIOLOGIQUE EAU N° 578/19

Résultat des analyses effectuées à la demande

de : JIRAMA

Sur échantillons prélevés le : 06.08.19

Par : Tantely à Fianarantsoa

Reçu au laboratoire le : 07.08.19

Nature des échantillons: Eau traitée

Site de prélèvement : FIANARANTSOA

NUMERO D'ECHANTILLON	1	2	3	4	VMA
ANALYSES SOMMAIRES :					
Turbidité eau brute (NTU)					
Turbidité eau produite (NTU)					<5
Turbidité eau distribuée (NTU)	2,2	2,6	2,2	2,4	<5
pH	6,8	6,7	6,6	6,7	6,5 - 9
Chlore mg/l	1,6	1,0	0,8	0,8	2
PARAMETRES :					
a) Coliformes totaux à 37°C/100ml	<1	<1	<1	<1	<1
b) Escherichia coli à 44°C/100ml	<1	<1	<1	<1	<1
c) Streptocoques fécaux /100ml	<1	<1	<1	<1	<1
d) Spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices /20ml	<1	<1	<1	<1	<2
Conclusion sur échantillon	C	C	C	C	

Interprétation de résultats d'analyses bactériologiques selon les critères de potabilité définis par le décret n°2004-635 du 15/06/04 de la République de Madagascar relatif à la surveillance de l'eau, au contrôle des eaux destinées à la consommation humaine

C : Conforme NC : Non Conforme

in.: indénombrable

VMA : valeur maximale admissible

N°1 : 1 W05-SS-06 T

N°2 : 2 W05-AF-06 T

N°3 : 3 W05-AF-06 T

N°4 : 4 W05-AF-06 T

OBSERVATIONS:

Dir / Fr / 110519

Recu : 07 OCT 2019

Destinataire : S&P

observation : 212

Antananarivo, le 13.08.19

Le Chef de Laboratoire,

Destinataire

RAKOTOMAHENJANA, F. RAO

PARTIE V : DISCUSSIONS ET SUGGESTIONS

CHAPITRE I : DISCUSSION

Après tous ces résultats obtenus, on va présenter la discussion des résultats des recherches en utilisant l'approche FFOM pour déterminer les Forces, Faiblesses, Opportunités et Menaces qui concerne le domaine d'étude, afin d'en tirer des suggestions.

Tableau 3: Discussion selon l'approche FFOM :

FORCE	<p>Les personnels sont compétents, expérimentés et de confiance ;</p> <p>Les personnels respects le secret du travail (ils nous ont interdit de prendre la photo sur la station de traitement)</p> <p>Absence de grande concurrence sur la production et distribution de l'eau ;</p> <p>Existence du service contrôle qualité de l'eau dans la société.</p>
FAIBLESSE	<p>Ouvrages, équipements vétustes : source de difficulté de traitement de l'eau</p> <p>Manque et insuffisance de matériel, de l'ouvrage et des réactifs d'analyse : limite la production et la contrôle nécessaire ;</p> <p>Mal arrangement de programme selon la prioritaire.</p>
OPPORTUNITE	<p>Stabilité socio-politico-économique : par le fait qu'il est un société d'Etat ;</p> <p>Présence de partenaire qui coopère avec la société : donne des formations, des investissements, des matériels mobiles et immobile ;</p> <p>L'existence de laboratoire d'analyses eaux à MandrozezaAntananarivo : inutile de faire l'analyse chez l'Institut Pasteur dont il y a tout analyses physico-chimique et microbiologique des autres aliments.</p>
MENACE	<p>Apparition des concurrents sur la production d'eau du robinet ;</p> <p>Désabonnement des clients : à cause de leur insatisfaction sur la service clientèle ;</p> <p>Accident de travail : causé par les matériels et ouvrage défectueux et mal entretient.</p>

CHAPITRE II : SUGGESTIONS

Après avoir scruté les informations qui sont dans le tableau de discussion ci-dessus, des suggestions sont de mises, pour atteindre notre objectif. La qualité de service dans les entreprises de services, notamment devenue de plus en plus importante de nos jours.

Pour atteindre une « excellente » qualité de prestation et de production, il faut prendre en compte tout un ensemble des mesures adéquates et nécessaires. L'une de ces mesures est liée à la « production de l'eau » et une autre liée à «la société».

2.1. Mesure important à prendre pour une bonne qualité de production, de quantité suffisante de production et des personnels sécurisés

2.1.1. Réhabilitation et construction des ouvrages de traitement de l'eau

- Les ouvrages de traitement de l'eau à Fianarantsoa sont déjà anciens et encore mal entretenus. Sur ce, il faut au moins réhabilité/aménagé une fois par an tout l'ouvrage tels : la station de pompage/captage, la station de traitement, les réservoirs d'eau et les point d'eau collectifs;
- La production obtenue par les ouvrages qui existent n'est plus proportionnel au besoin des consommateurs : les abonnées augmentent tandis que l'infrastructure ne l'est pas.

2.1.2. Achat et renouvellement des matériels et des réactifs d'analyse

- Des grands nombres de matériel sur le traitement de l'eau sont vétustés : pour que la production ne s'arrête, les agents de station fait un adaptation d'autre matériel afin de remplacer l'abimé ; or, c'est difficile de travailler dans un tel condition.

Donc mieux vaut qu'il surveille l'état des matériels et remplacer par des matériels neufs.

- Les réactifs sont très importants dans l'analyse de la qualité de l'eau, donc il faut qu'il ne dépasse pas la date limite d'utilisation et soit toujours de bonne qualité. Et même il faut qu'il soit toujours la priorité en cas d'insuffisance.

2.2. Mesures adéquates pour satisfaire les clients

Priorisée le travail de l'ordre d'importance ;

Application de l'assurance qualité, sécurité, hygiène des personnels et l'environnement :la QHSE.

CONCLUSION

Pour conclure, l'eau c'est la vie ; ce composant tient un rôle principal sur la vitalité des êtres, aussi elle est très utile dans des différents secteurs.

L'eau reste le produit alimentaire le plus contrôlé étant donné la réglementation qui l'entoure est très exigeante.

Malgré l'occupation totale du service public de l'eau par la société d'Etat JIRAMA à Madagascar, plusieurs clients suspectent quelque paramètre de l'eau et surtout organoléptiquement.

A cet effet, l'eau produite et distribuée par le JIRAMA a déjà subi un traitement complet qui comporte plusieurs processus dont : la coagulation-floculation, la décantation, la filtration et la stérilisation (ou chloration). Et surtout, il produit de l'eau traitée conforme aux critères de potabilité de l'eau définis par le décret n°2004-635 du 15/06/04 de la République de Madagascar.

D'après ces différentes analyses et études scientifiques, l'eau du robinet provenant de la JIRAMA est exempte des substances toxiques/cancérogènes, exempte des microorganismes pathogènes : elle est prête à consommer et à utiliser directement dans la chaîne de production de l'industrie agroalimentaire.

BIBLIOGRAPHIE

[1]:Edition Biohay,2006, L'eau p.6

[2] : Norme de la République de Madagascar, décret n° 2004-635 du 15/06/04, norme de potabilité Malagasy

[3] : Processus de traitement de l'eau JIRAMA Fianarantsoa, éd 2016, p.15 p.21 p.50

[4] : Vanessa Taylors, éd 01 décembre 2003, l'importance de la qualité de l'eau pour vos bénéfices p.201

WEBOGRAPHIE

<http://www.eauplaisir.com/def83-chloramine-html>

<http://www.ecosociosysteme.fr/eau-proprieté-physicochimiques.html>

<http://www.lenntech.fr/application/potable/norme/norme-oms-eau-potable.html>

<http://www.piscine-clic.com/hypochlorite-de-calcium-le-traitement-de-votre-piscine-au-chlore-sans-stabilisant/>

<http://sigescen.brgm.fr/composition-et-qualité-de-l'eau-html>

ANNEXES

PRESENTATION DE LA SOCIETE JIRAMA

GENERALITE :

La JIRAMA est une société anonyme de droit commun dont le Capital est détenu entièrement par l'Etat Malagasy. Elle est dirigée par un Conseil d'administration auquel répond le Directeur général. Le Conseil d'administration est composé des représentants de l'Etat notamment des ministères de tutelle et des représentants des employés. Le Directeur général est nommé par le Ministère chargé de l'énergie.

HISTORIQUES :

La JIRAMA est la compagnie nationale d'eau et électricité de Madagascar, et aussi la toute première compagnie du secteur en taille.

De 1930 à 1974 : JIRAMA était une compagnie étrangère connue sous la dénomination d'Eau et Electricité de Madagascar (EEM)

En 1975 : Elle est devenue Société d'Intérêt National d'Eau et d'Electricité (SINEE)

Le 17 Octobre 1975 JIRAMA a été créée comme une compagnie nationale d'eau et d'électricité de Madagascar et elle résulte la fusion de deux sociétés qui effectuaient la même tâche dont : la SMEE Société Malagasy des Eau et Electricité et la SEM Société des Energie de Madagascar.

C'était à partir de 1977 que cette société a obtenu la dénomination « JIRAMA : JIrosyRAno Malagasy » par la nationalisation de la société d'Etat sous contrat de gestion privée.

ACTIVITE ET OBJECTIF :

Ses **principales activités** sont la production et vente d'énergie électrique et d'eau potable et on trouve la Société de la JIRAMA dans les 22 régions de Madagascar.

Son objectif c'est de satisfaire ses clients en électricité et en eau potable de gamme, atteindre un niveau de production journalière selon le besoin de consommateur.

LA STATION DE TRAITEMENT DE L'EAU DE JIRAMA DIR--FIANARANTSOA

Le réseau d'eau de Fianarantsoa dessert environ 9 000 usagers en ce moment, soit 75% en ville ; ces usagers sont connectés au réseau soit par des branchements privés soit par des points d'eau collectif (borne fontaine).

Fianarantsoa a trois stations de traitement d'eau dont :

- La station Vatosola qui a été créé en 1919, alimenté en gravitaire par 6 lacs artificiel venant de 6 barrages.
- La station Tombana créée en 1956, alimenté par le Lac Antarambiky.
- La station Ambanimaso construite en 1972 le décanteur N°1 et en 2009 le décanteur N°2 approvisionné par la station de pompe Ankidona.

L'eau traitée produite en moyenne dans la ville de Fianarantsoa est environ 10 000m³/jour(or, le besoin des clients se trouvent aux alentours de 15 000 m³/jour) dont 50% par la station Tombana, 30% par la station Ambanimaso et 20% par la station Vatosola. La capacité de stockage du réseau est de 2150m³, divisée sur 4 réservoirs de 500 m³ : Ampanenjanana, Morthome, Ilaindasitra, Mahamanina et un réservoir de 150 m³ Rova.

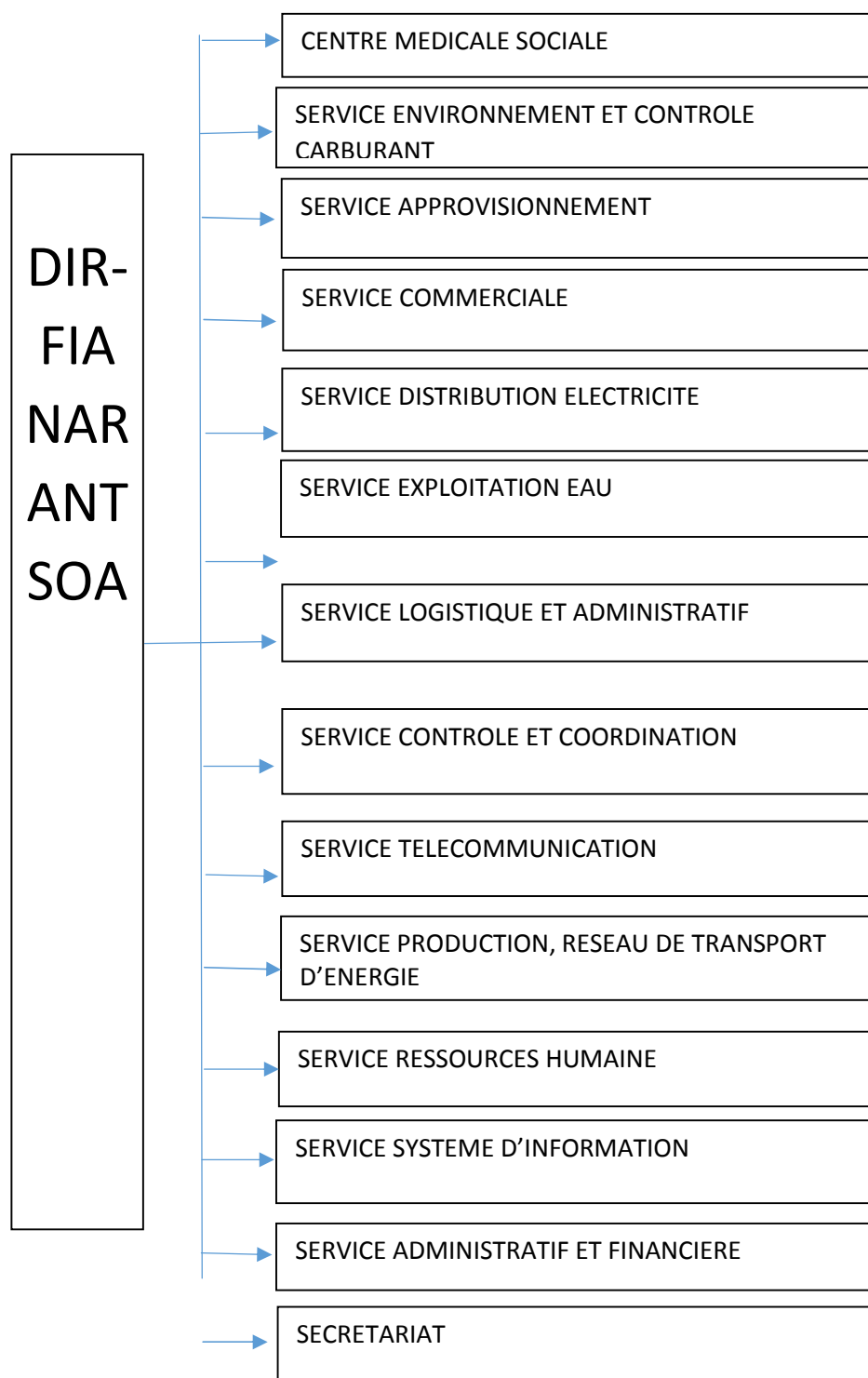
D'après la mise à jour que nous avons fait le mois de février 2020 le réseau comptait environ 9000 abonnés, et consommateur sur le JIRAMA DIR-FIANARANTSOA tandis que près de 194.000 abonnés dans 65 centres pour l'eau à Madagascar (données 2019 du JIRAMA).

La JIRAMA Direction Interrégional Fianarantsoa est composée de plusieurs services qui prisent en charge les différentes activités pour le bon fonctionnement de la société ; le service d'exploitation de l'eau (SEXO) est l'un d'entre eux.

Le SEXO est un service qui occupe les activités de l'exploitation de l'eau commençant par le captage jusqu'aux clients. Le SEXO est composé par 3 grandes divisions :

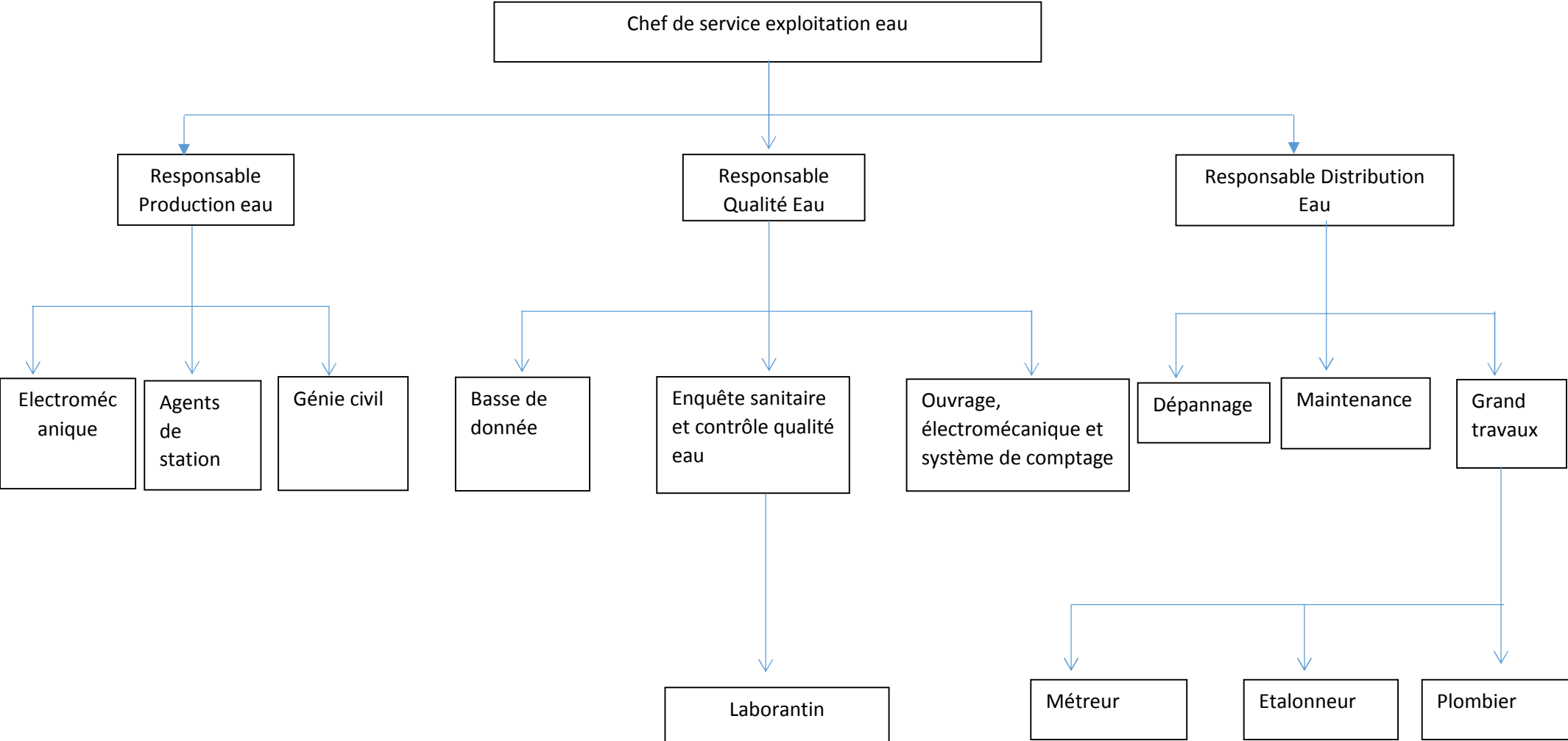
- Division Production : qui assure le traitement de l'eau brute pour produire de l'eau traité afin de satisfaire les clients.
- Division Distribution : qui est en charge de la distribution de l'eau commençant au réservoir d'eau jusqu'aux abonnés : Antenne ➡ous antenne Ra ➡n
- Division Qualité : gère et contrôle la qualité de l'eau brute et de l'eau produite dans les stations, dans différent point du réseau et les foyers en faisant des analyses sur laboratoire et d'après le résultat vu au laboratoire qu'ils appliquent le traitement au station.

Organigramme de la JIRAMA DIR-FIANARANTSOA



Organigramme de la JIRAMA DIR-FIANARANTSOA

ORGANIGRAMME DE LA SERVICE EXPLOITATION EAU(SEXO)



Organigramme de SEXO

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	i
SOMMAIRE.....	iii
LISTE DES TABLEAUX	iv
LISTE DES PHOTOS	v
LISTE DES ABREVIATIONS	vi
GLOSSAIRE	vii
RESUME.....	viii
INTRODUCTION.....	1
PARTIE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	
CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA MATIERE PREMIERE : L'EAU	2
1.1. Définition	2
1.2. Composition et constituant chimique.....	2
1.3. Propriété physique et chimique.....	3
CHAPITRE II : IMPORTANCES ET UTILISATION DE L'EAU.....	5
2.1. Importances	5
2.2. Types de l'eau	5
2.3. Utilisation de l'eau	6
CHAPITRE III : NORME DE L'EAU POTABLE	7
3.1. Définition	7
3.2. Normes	7
PARTIE II : METHODOLOGIE DE RECHERCHE	
CHAPITRE I : MATERIELS	9
1.1. Les équipements de traitement des données	9
1.2. Les matériels au laboratoire	9
1.2.1. Agitateur magnétique :	9
1.2.2. Bêcher en verre.....	10

1.2.3. Bidons.....	10
1.2.4. Flacon, comparateur standard et plaquette	10
1.2.5. Flocculateur VELP Jar Test	1
CHAPITRE II : METHODES	12
2.1. Phase préparatoire	12
2.2. Collecte de donnée	12
2.3. Traitement de données	12
PARTIE III : RESULTATS	
CHAPITRE I : LE PROCEDURE DE TRAITEMENT DE L’EAU.....	13
1.1. Coagulation-floculation.....	13
1.2. Décantation.....	14
1.3. Filtration	15
1.4. Stérilisation ou chloration	15
CHAPITRE II : PRINCIPE ET REALISATION DE L’ANALYSE DE L’EAU	18
2.1. À la station de traitement	18
2.1.1. Lavage de décanteur	18
2.1.2. Lavage de filtre.....	18
2.1.3. Lavage de boîte à boue :	19
2.2. Hors station de traitement	19
2.2.1. Vidange de conduite.....	19
2.2.2. Purge ventouse.....	19
CHAPITRE III : EVALUATION EFFECTUE POUR POURSUIVRE LE TRAITEMENT DE L’EAU.....	20
3.1. Avant traitement.....	20
3.1.1. Essai de floculation.....	20
3.1.1.1. Matériel utilisé :	20
3.1.1.2. Processus :	20

3.2. Apres traitement	22
3.2.1. Demande en chlore	22
3.2.1.1. Processus :	22
3.2.1.2. Matériels utilisés :	22
3.2.2. Analyse de situation d'exploitation journalière.....	24
3.2.2.1. Matériel utilisé :	24
a. Analyse de dosage du fer total dans l'eau	24
b. Analyse de dosage de chlore résiduel (HClO)	25
c. Analyse de dosage des matières organiques.....	25
3.2.3. Analyse physico-chimique et bactériologie de l'eau effectuée au laboratoire d'analyses eaux – Mandrozeza Antananarivo	27
PARTIE V : DISCUSSIONS ET SUGGESTIONS	
CHAPITRE I : DISCUSSION	30
CHAPITRE II : SUGGESTIONS	31
2.1. Mesure importante pour une bonne qualité de production et de quantité suffisante et des personnels sécurisés	31
2.1.1. Réhabilitation et construction des ouvrages de traitement de l'eau	31
2.1.2. Achat et renouvellement des matériels et des réactifs d'analyse.....	31
2.2. Mesures adéquates pour satisfaire les clients	31
CONCLUSION	33
BIBLIOGRAPHIE	I
WEBOGRAPHIE	I
ANNEXES	
TABLE DES MATIERES.....	6