

SOMMAIRE

| | |
|-----------------------------|-----|
| REMERCIEMENTS | I |
| SOMMAIRE..... | III |
| GLOSSAIRE..... | V |
| LISTE DES TABLEAUX..... | VI |
| LISTE DES PHOTOS..... | VI |
| LISTE DES CARTES..... | VI |
| LISTE DES FIGURES..... | VI |
| LISTE DES ABREVIATIONS..... | VII |
| INTRODUCTION..... | 1 |

PARTIE A : ETUDES BIBLIOGRAPHIQUES

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LA RIVIERE IKOPA

I. Présentation du bassin de l'Ikopa

I-1. Le milieu physique

- a. Situation générale*
- b. Relief-Sol et sous-sol*
- c. Réseau hydrographique*
- d. Végétation et occupation des sols*

I-2. Caractéristiques climatiques

- a. Précipitation*
- b. Température*

II. Historique du lac Mandroseza et ses bassins versants

II-1. Localisation

II-2. Fonctionnement du lac

II-3. Caractéristiques physique du lac

- a. Topographie et sol*
- b. Géologie du terrain*
- c. Hydrographie*

II-4. Description du bassin versant autour du lac Mandroseza

- a. Bassin versant*
- b. Relief du bassin versant*
- c. Occupation du sol*

CHAPITRE II : SITUATION ACTUELLE DANS LA ZONE D'ETUDE

I. Situation géographique des deux communes riveraines

I-1. Commune Alasora

- a. Localisation*
- b. Population*
- c. Climat*
- d. Relief morphologique*
- e. Utilisation du sol*
- f. Eaux et Forêts*

- I-2. Commune Ambohimambola**
 - a. Localisation**
 - b. Population**
 - c. Climat**
 - d. Relief morphologique**
 - e. Utilisation du sol**
 - f. Ressources minières**
- II. Caractéristiques physiques du sol**
- III. Caractéristiques socio-économiques**
 - III-1. Démographie**
 - III-2. Infrastructure socio-économique**
- IV. Mode d'assainissement**

PARTIE B : ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : DEGRADATIONS ENVIRONNEMENTALES ET POLLUTIONS

I. Dégradations

I-1. Dégradations liées aux activités humaines le long de la rivière

- a. Les activités agricoles**
- b. L'activité de la pêche**
- c. Lessive**
- d. Activités domestiques**
- e. Extraction du sable et ensablement**
- f. Briqueterie**

I-2. Dégradation liés aux activités industrielles

- a. Industries**
- b. Route et voie ferroviaire**
- c. Centrale thermique**

II. Pollution

CHAPITRE II : ETUDE QUALITATIVE DES EAUX

I. Echantillonnages et analyses

I-2. Analyse

- a. Analyse physico-chimique**
- b. Analyse Bactériologique**

II. Interprétations et Résultats d'analyse

II-1. Résultats

II-2. Interprétations

CHAPITRE III: RECOMMANDATIONS DE PROTECTION

I. Recommandations en vue de protection de la rivière Ikopa

II. Recommandation concernant le zone de protection immédiate

III. Recommandation concernant le zone de protection rapprochée

CONCLUSION

ANNEXE

GLOSSAIRE

Bassin Versant : *Représente l'unité géographique sur laquelle se base l'analyse du cycle hydrologique.*

Demande Chimique en Oxygène(DCO) : *La quantité d'oxygène requise par l'oxydation de la matière organique au moyen de réactif chimique.*

Dégradation : *Une détérioration progressive sur le plan qualitatif ou quantitatif.*

Eaux usées : *Eaux détériorées par l'usage.*

Environnement : *C'est l'ensemble des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des écosystèmes plus ou moins modifié par l'action de l'homme.*

Erosion : *L'ensemble des phénomènes qui façonnent les formes du relief terrestre.*

Lavandière : *Femme qui lave le linge à la main au lavoir ou au bord des cours d'eau.*

Marécage : *Etendue de terrain couverte d'eaux stagnantes de faible profondeur*

Pollution : *Contamination de l'air, de l'eau ou du sol par des substances qui altèrent le fonctionnement naturel des écosystèmes, ainsi que la qualité de vie et la santé humaine.*

Rives : *Bande de terre en bordure d'un cours d'eau ou d'une étendue d'eau douce.*

Ruissellement : *L'eau qui alimente les ruisseaux et rivières.*

LISTE DES TABLEAUX

| | | |
|---------------------|---|----|
| TABLEAU N°1 | : La moyenne des précipitations en mm aux diverses stations | 7 |
| TABLEAU N°2 | : Répartition des différents types d'occupation du sol dans la commune Alasora..... | 12 |
| TABLEAU N°3 | : Répartition des différents types d'occupation du sol dans la commune Ambohimambola..... | 15 |
| TABLEAU N°4 | : Répartition démographique en 2010 et 2015 pour la commune Ambohimambola..... | 16 |
| TABLEAU N°5 | : Répartition démographique en 2010 et 2015 pour la commune Alasora..... | 17 |
| TABLEAU N°6 | : Effectif de la population concernée dans 4 Fokontany de la Commune Ambohimambola..... | 17 |
| TABLEAU N°7 | : Effectif de la population concernée dans la commune Alasora..... | 17 |
| TABLEAU N°8 | : Inventaire des installations sanitaires publiques dans la commune Ambohimambola..... | 18 |
| TABLEAU N°9 | : Inventaire des installations sanitaires publiques dans la commune Alasora..... | 19 |
| TABLEAU N°10 | : Répartition des modes d'assainissements existants dans les deux communes concernés..... | 20 |
| TABLEAU N°11 | : Description des différents points d'échantillonnage..... | 29 |
| TABLEAU N°12 | : Résultats d'analyses physico-chimiques et bactériologiques..... | 35 |
| TABLEAU N°13 | : Grille de la qualité des eaux de surface (norme Française)..... | 36 |

LISTE DES CARTES

| | | |
|-------------------|--|----|
| Carte N°1: | Localisation du lac Mandroseza..... | 10 |
| Carte N°2: | Localisation des différents points d'échantillonnage le long de l'Ikopa..... | 30 |

LISTE DE FIGURE

| | | |
|---------------------|---|---|
| Figure N °1: | Situation générale du bassin d'Ikopa MAHITSY..... | 5 |
|---------------------|---|---|

LISTE DES ABREVIATIONS

| | |
|-----------------------------------|--|
| BF | : <i>Borne Fontaine</i> |
| BL | : <i>Lavoir Public</i> |
| BS | : <i>Bloc Sanitaire</i> |
| Cond | : <i>conductivité</i> |
| DCO | : <i>Demande Chimique en Oxygène</i> |
| GIRE | : <i>Gestion Intégrée de la Ressource en Eau</i> |
| MeS | : <i>Matière en Suspension</i> |
| Min | : <i>Minéralisation</i> |
| MO | : <i>Matière Organique</i> |
| NH₄⁺ | : <i>Ammonium</i> |
| NO₂⁻ | : <i>Nitrites</i> |
| NO₃⁻ | : <i>Nitrates</i> |
| T° | : <i>Température</i> |
| Turb | : <i>Turbidité</i> |
| ZCIT | : <i>Zone de Convergence Intertropicale</i> |

Rapport-Gratuit.com

INTRODUCTION

L'eau, élément de base de toute vie, est utilisée comme ressource d'irrigation, d'adduction d'eau potable, d'électrification et d'industrialisation.

Les eaux de surface et les eaux souterraines sont considérées comme patrimoines de l'Etat, elles sont soumises à de nombreuses sources polluantes : réseaux routiers, industries, zones urbaines, agricoles, ménages, ...

La pollution des eaux se trouve accentuée par la dégradation de l'environnement.

La rivière Ikopa par le biais du lac Mandroseza est la source principale d'alimentation en eau potable de la ville d'Antananarivo, capitale de Madagascar, et la *JIRO* sy *RANO MALAGASY(JIRAMA)* rencontre beaucoup des problèmes dans son exploitation particulièrement sa protection vis-à-vis des risques de pollution en amont du barrage seuil. L'absence de législation relative à la prévention et à défaut de contrôle sur les rejets polluants des industries, domestiques et agricoles, l'accélération de façon progressive du processus de dégradation de cette ressource en eau a été constatée.

En outre, face à l'augmentation de la population, la multiplication rapide des habitats sur les rives gauche et droite, la contamination du plan d'eau est certaine d'ici quelques années si aucune mesure de protection n'est pas prise.

D'où l'intérêt de notre étude basée sur l'étude environnementale de la rivière Ikopa en vue de sa protection 8Km en amont du barrage seuil.

Pour ce faire, le présent ouvrage est divisé en deux parties la première partie concerne l'étude bibliographique, la deuxième comporte l'étude expérimentale se rapportant sur l'étude environnementale de la rivière Ikopa et de la qualité des eaux et par la suite des recommandations de protection.

PARTIE A :

ETUDES BIBLIOGRAPHIQUES

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LA RIVIERE IKOPA

Dans ce chapitre, nous allons décrire le bassin de l'Ikopa et le Lac Mandrozeza afin de mieux apprécier leur structure et leur fonctionnement.

I. Présentation du bassin de l'Ikopa

I-1. Le milieu physique

a. Situation générale

Le Bassin de l'Ikopa fait partie des bassins des hauts-plateaux de Madagascar, plus particulièrement celui d'Antananarivo, la capitale.

Il représente le Haut-Bassin de la Betsiboka, un des fleuves les plus importants à Madagascar par son potentiel énergétique considérable et par son débit $900\text{m}^3.\text{s}^{-1}$. Ses affluents principaux, la Varahina-Nord et la Varahina-Sud prennent leurs sources à la limite orientale des hauts-plateaux qui est d'ailleurs la ligne de partage des eaux entre les deux versants de l'île.

Les crêtes du bassin sont à plus de 1500m au nord et de 1700m au sud; et l'altitude moyenne est de 1400m.

Entre la Varahina-Nord et la Varahina-Sud jusqu'au niveau de l'exutoire de Mahitsy Kely (altitude de 1250m, latitude de $18^{\circ}51'$ S, longitude de $47^{\circ}27'$ E), les bassins versants ont une superficie de plus de 1500km^2 .

b. Relief-Sol et sous-sol

La topographie du bassin est très diversifiée; dans la partie supérieure, on trouve le paysage classique des hautes terres, avec ses reliefs accidentés et ses vestiges de forêt primaire. Lui succède un relief mamelonné, avec des vallées encaissées donnant lieu à un réseau hydrographique assez dense et chevelu, convergeant à la station d'Antelomita. Puis débutent les plaines alluvionnaires avec des zones à engorgement permanent où des rizières sont aménagées lorsque la plaine est drainée.

Les roches mères sont généralement recouvertes par une couche d'altération latéritique très épaisse. La capacité de rétention de cette couche est assez grande et, bien que le bassin soit privé de pluies pendant plusieurs mois de l'année, toutes les rivières sont pérennes.

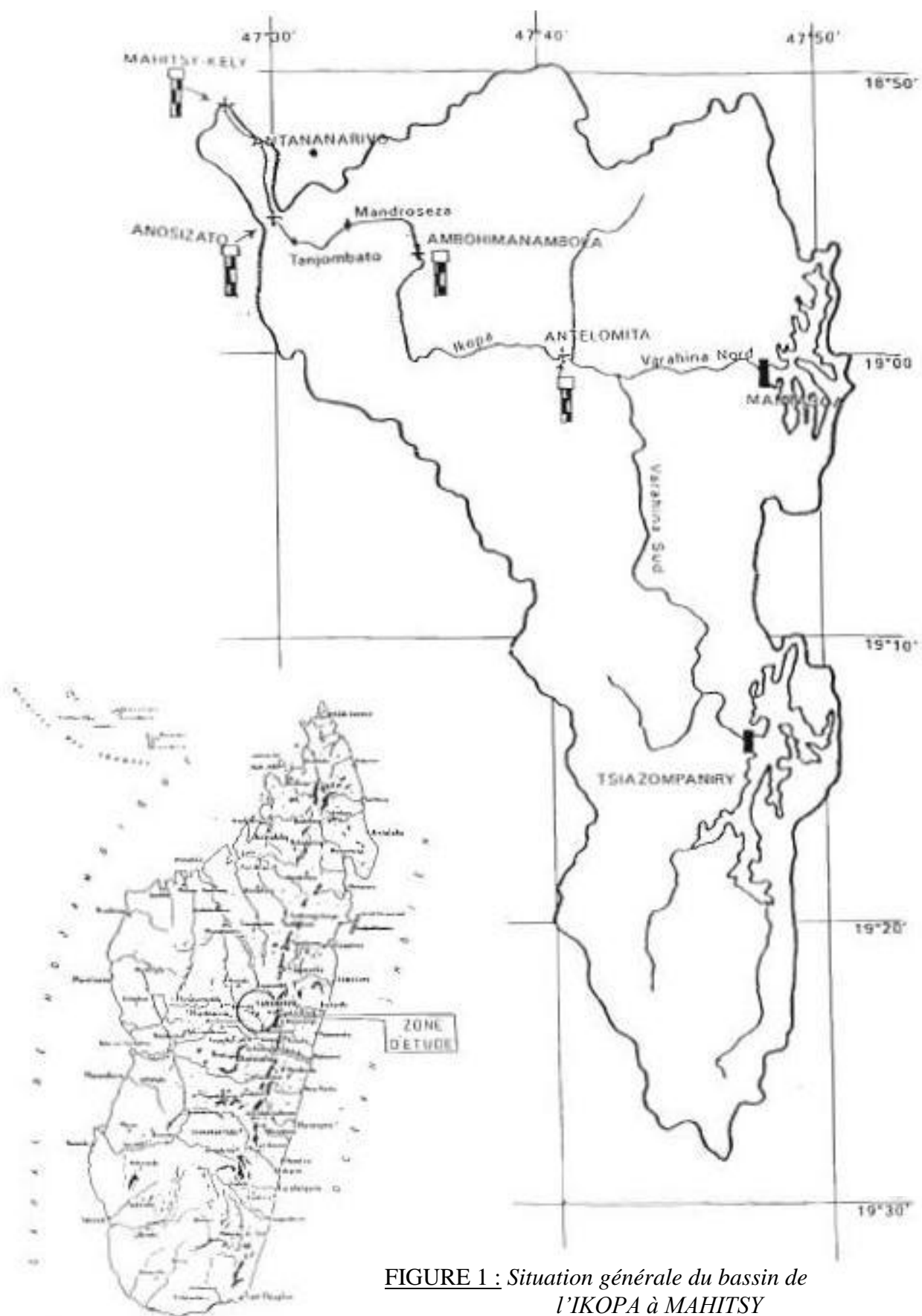


FIGURE 1 : Situation générale du bassin de l'IKOPA à MAHITSY

La plaine généralement, a les caractéristiques de terrains sédimentaires, avec une tranche superficielle limono-argileuse en partie tourbeuse. Ce sont des sols alluvionnaires, hydromorphes qui surplombent un front d'argiles gonflantes, de telles sortes qu'on rencontre des zones à engorgement temporaire (cause de mauvais drainage en saison pluvieuse) ou à engorgement total (marécages). Tous les sols sont aménagés en rizière lorsque la maîtrise de l'eau est bonne.

c. Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique est dense et chevelu dans le cours supérieur de l'Ikopa. Le cours moyen est calibré par l'endiguement avant d'entrer dans la plaine inondable.

Sur la plaine, les activités des riverains ne favorisent pas le rôle d'évacuateur de crue de la digue (prise directe sur rivière, dragage des sables, ...). Le lit majeur de la rivière se trouve parfois sur le même niveau que la plaine d'inondation.

Il existe aussi d'autres perturbations du cours de la rivière, c'est au niveau de la confluence Ikopa-Sisaony à dix kilomètres en aval de Mahitsy Kely. Ce bouchon ralentit la vitesse d'écoulement et élève le niveau de la ligne d'eau en amont.

La pente moyenne de la rivière :

- Sur sa partie supérieure va de :
 - 5km sur 9km de la tête du bassin à la confluence de la Varahina Nord et Sud, avec une direction générale Nord-Sud;
- Sur le cours moyen, de :
 - 3,5km sur 20km jusqu'à l'entrée de la plaine, avec une direction Est- Ouest.
 - Sur la plaine, elle serpente à 15km où elle reçoit les apports des autres affluents, particulièrement la Sisaony.

L'Ikopa reçoit sur sa rive droite quelques affluents tels que : Sisaony, Andromba,.... Et avec sa rive gauche Mamba,

d. Végétation et occupation des sols

La majeure partie du bassin est recouverte d'une savane herbacée drue. Un très faible pourcentage de cette zone est transformée en terrain de culture (au plus 15%) selon la proximité de la rivière et des habitats. On y retrouve des plantes à tubercules: manioc, pomme de terre, patates et quelquefois du maïs.

Des lambeaux de forêts, restes d'un brûlis systématique, persistent en tête du bassin sur une étroite bande. On retrouve également des nombreuses galeries forestières le long des rivières serpentant les vallées difficiles d'accès.

Sur la basse plaine, les cultures maraîchères se pratiquent le long des rivières; les rizières et les marais à zozoro (sorte de jonc résistant) sont assez fréquents sur les sols tourbeux et hydro morphes. L'espace occupé pour la culture du riz est important à partir de la station d'Ambohimambola. Il est réparti comme suit :

- Ceux des propriétaires privés qui respectent plus ou moins l'organisation mise en place sur la politique de l'eau;
- Des périmètres aménagés, souvent submergés à cause du système de drainage non entretenu. On les localise à l'aval de la station d'Anosizato, les grands espaces aménagés se trouvant hors du bassin étudié.

I-2. Caractéristiques climatiques

Madagascar est situé dans la zone de convergence intertropicale (ZCIT). Elle est soumise à un régime de cyclone de décembre à février. Sur les hauts-plateaux, les effets des cyclones sont déjà amortis, mais les précipitations sont encore abondantes.

a. Précipitation:

Soumise à un climat tropical d'altitude, la pluie annuelle sur le bassin est de l'ordre de 1450mm, les 3/4 du bassin reçoivent une précipitation voisine de 1400mm, valeur qui croît jusqu'à 1900mm sur les reliefs du nord-est et jusqu'à 1626mm sur les reliefs du Sud-Est

On retiendra à titre indicatif la moyenne des précipitations en mm aux diverses stations dans le tableau ci-dessous :

TABLEAU N°1 : La moyenne des précipitations en mm aux diverses stations

| | Ambatolaona | Tsiazompaniry | Mantaso | Antelomita | Anjeva | Antananarivo | Itaosy |
|---------------------------|-------------|---------------|---------|------------|--------|--------------|--------|
| Précipitation (mm) | 1906 | 1626 | 1826 | 1330 | 1407 | 1388 | 1384 |

La saison des pluies se situe entre le mois d'octobre à avril; 85% des pluies sont enregistrées durant cette période. La précipitation maximale mensuelle pour le bassin d'Ambohimambola par exemple est de 470mm. Les pluies sont provoquées soit par des orages se produisant dans le milieu de l'après-midi, soit par des dépressions cycloniques.

b. Température

Les changements des températures de l'air sont dus à la variation au cours de l'année de l'incidence des rayons solaires qui entraîne une différence de l'intensité du rayonnement. Sur les hauts-plateaux malgaches, la saison froide a lieu de juin à septembre et la saison chaude d'octobre à mai.

Les valeurs enregistrées à la station d'observation d'Antananarivo (altitude de 1380m) représentent la majeure partie du bassin; le gradient thermométrique étant de l'ordre de 1°C pour une variation d'altitude de 250m.

II. Historique du lac Mandrozeza et ses bassins versants

Le Lac Mandrozeza est un lac artificiel alimenté principalement par la rivière Ikopa, nous allons rappeler quelques notions sur le lac Mandrozeza qui est utilisé pour la production d'eau potable de la ville d'Antananarivo, en liaison étroite avec notre thème: « CONTRIBUTION D'ETUDE ENVIRONNEMENTALE DE LA RIVIERE IKOPA EN VUE DE SA PROTECTION 8KM EN AMONT DU BARRAGE SEUIL. »

II-1. Localisation

Le lac Mandrozeza est situé dans la zone Sud- Est de la Commune Urbaine d'Antananarivo environ 5km du centre-ville. Suivant les coordonnées géographiques 18° 56' 00 Latitude Sud et 47° 33' 17'' Longitude Est.

Limité entre les quartiers de Tsiadana, Ambatoroka au Nord, Mandrozeza à l'Ouest, Ankatso et Ambohipo à l'Est et la Commune rurale d'Alasora au Sud

II-2. Fonctionnement du lac

Depuis 1899, le Lac Mandrozeza est utilisé comme ressource en eau pour l'approvisionnement en eau potable de la ville d'Antananarivo. Alimenté principalement par la rivière Ikopa pour assurer les besoins en eau potable de la ville et les communes périphériques. Il prend une forme ovale de direction Sud-Est Nord-Ouest ; 47ha de superficie avec une longueur de 900m sur 400m de largeur maximale et une profondeur moyenne de 3m.

II-3. Caractéristiques physique du lac

a. Topographie et sol

Le facteur pente topographique conditionne, selon son degré, plutôt une infiltration (faible pente) ou plutôt un ruissellement (forte pente). Pour le bassin versant du lac Mandrozeza, la pente varie de moins de 4% dans les bas fonds et à plus de 20% sur les collines.

b. Géologie du terrain

Situé sur les Hautes-Terres, le site se repose sur un socle cristallin de nature granitique (Besairie, 1973).

Les formations géologiques constatées dans le bassin versant sont :

- ◆ La formation alluviale et lacustre ; tout autour du lac
- ◆ Les roches métamorphiques dont certain quartzite avec des gneiss à pyroxène ; partie Ouest du lac ;
- ◆ La roche magmatique composée de migmatite granitoïde du côté Nord-Ouest du lac.
- ◆ Les bas-fonds sont dominés par les formations argileuses plus ou moins sableuses.

b. Hydrographie

Le lac est alimenté par des eaux. Ces sources d'alimentation du lac sont :

- ◆ Des eaux pluviales pendant la période des crues
- ◆ Des sources naturelles des montagnes tout autour du lac de faible débit. Ces eaux souterraines sont souvent plus claires par rapport aux eaux de surface ;
- ◆ Des eaux de la rivière Ikopa capté à l'aide un barrage qui constitue actuellement l'alimentation principale du lac.

II-4. Description du bassin versant autour du lac Mandroseza

a. Bassin versant

Le lac de Mandroseza possède des bassins versants qui se répartissent tout autour du lac. Il a une superficie totale de 243 ha et limité de la façon suivante :

Le bassin versant est limité :

- *Au Nord par les Fokontany de Tsiadana et d'Ankatso*
- *Au Sud par la Commune d'Alasora*
- *A l'Est par le Fokontany d'Ambohipo*
- *A l'Ouest par le Fokontany d'Ambohimandra et de Mandroseza*

Ces bassins versants se répartissent encore en 16 sous-bassins versants.

b. Relief du bassin versant

Le relief joue un rôle important sur les études hydrologiques car il influe non seulement sur les paramètres météorologiques, comme la température et les précipitations, qui varient en fonction de l'altitude, mais aussi aux ruissellements et aux infiltrations au sein du bassin versant.

Le bassin versant du lac Mandrozeza présente un relief vallonné :

- *Au Nord par la colline de Tsiadana qui éminent à 1300m*
- *Au Nord-Ouest par la colline d'Ambatoroka éminent à 1310m*
- *A l'Est par les collines d'Ambohipo et d'Ankatso qui éminent à 1330m et 1320m d'altitude*
- *Au Centre par la vallée d'Antsahabe qui couronne au lac avec un plan d'eau aux alentours de 1256m*

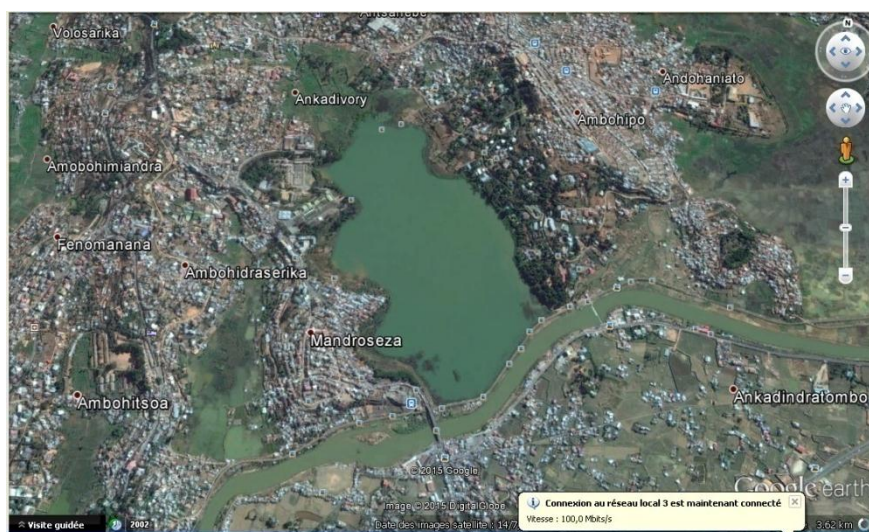
c. Occupation du sol

A l'intérieur du bassin versant du lac Mandrozeza, quatre types d'occupation du sol sont observées : des terrains agricoles, des plans d'eau, des terrains non occupés et des terrains bâtis. En 2015, les types d'occupation sur le 243ha se répartissaient comme suit:

- *Les 37% ou 91ha non occupés*
- *Les 40% ou 97,65ha sont des terrains bâtis*
- *Les terrains agricoles occupent les 5% ou 11,2ha du bassin versant*
- *Les plans d'eau occupent les 18% ou 43,15ha*

Les terrains agricoles occupent la minorité des bassins versant mais constitue une source de pollution non négligeable compte tenu son emplacement au niveau de la zone marécageuse et l'utilisation des engrais et insecticides en amont direct du captage. Les terrains bâtis majoritaires peuvent être l'origine ou la source de la pollution à l'intérieur du bassin versant.

Les terrains non occupés représentent la majorité des superficies favorisent des risques, une large possibilité d'implantation des nouvelles infrastructures urbaines vue la pression démographique dans cette partie de la ville d'Antananarivo.



Carte N°1 : localisation du lac Mandrozeza

CHAPITRE II : SITUATION ACTUELLE DANS LA ZONE D'ETUDE

Les communes concernées par la zone d'étude sont surtout Ambohimambola et Alasora: leur nombre de population, leur mode d'assainissement et leur occupation de sol seront étudiés dans les paragraphes suivants.

I. Situation géographique des deux communes riveraines

I-1. Commune Alasora

a. Localisation

La commune rurale Alasora fait partie des communes du district d'Antananarivo Avaradrano dans la région Analamanga, province autonome d'Antananarivo. Elle se trouve à 7km au sud d'Antananarivo ville et à 2km près de la route nationale N° 58B reliant le centre-ville à Ambohimambola. La commune rurale d'Alasora est composée de vingt (20) Fokontany avec une superficie d'environ de 44km²

b. Population

La commune d'Alasora compte en 2015, environ 53510 habitants. La densité moyenne de la population est de 998,95 hab/km²

c. Climat

Située dans les hautes terres malgaches, la commune d'Alasora est caractérisée par :

- *Une altitude variant de 900m à 1500m*
- *Un climat de type tropical d'altitude avec deux saisons distinctes :*
- *Une saison sèche et fraîche de (Mai à Octobre) ; et une saison chaude et pluvieuse, de Novembre à Avril*
- *Une température moyenne annuelle de 18° (avec des maxima de 25°C et des minima de 10°C.*
- *Une pluviométrie annuelle de 1000mm à 1600mm.*
- *Un sol de type alluvionnaire, grâce à la rivière IKOPA favorable à la riziculture et à vocation herbagère.*

d. Relief morphologique

Trois formes de relief se succèdent dans la commune rurale d'Alasora, il s'agit :

- *D'un relief formé par une large plaine*
- *D'un relief marqué par une succession de collines*
- *Et d'un relief de montagne dont le point culminant se trouve à 1417m d'altitude.*

Les sols des tanety sont généralement ferralitiques, les plaines argileuses ou d'origine alluvionnaire sont utilisées pour la riziculture, la culture vivrière et la culture maraîchère. Des gisements d'argiles sont exploités pour la briqueterie.

Le fleuve Ikopa constitue le principal cours d'eau de la commune rurale d'Alasora. Il prend sa source aux environs du lac Tsiazompaniry.

Dans la partie nord Est d'Alasora, il prend le nom de Varahina. Il est orienté vers le nord-ouest. L'Ikopa est un affluent de la Betsiboka qui s'étend au nord-ouest.

e. Utilisation du sol

Dans les Fokontany d' Alasora tous les terrains sont occupés par les habitations et les terrains de cultures ne représentent qu'une infime partie de leur superficie.

Les formations végétales qui dominant dans la commune rurale d'Alasora sont de type mixte. On y observe un mélange de graminées et de légumineuses. La formation herbeuse est une formation à *Aristide*, *Trichopterix*, *Trichoptérixaristide*. La formation arborée est constituée d'arbres et d'arbustes disséminés. Ce sont : soient des eucalyptus, soient des Pinus issus des reboisements. Ils se localisent surtout dans la partie centre Est de la commune. Cette formation végétale peut être assimilée à une savane issue du reboisement. La savane est en effet définie comme une formation végétale des herbes piquetées d'arbres. Le tableau suivant montre l'occupation du sol et sa superficie.

Tableau N°2 : Répartition des différents types d'occupation du sol dans la commune Alasora

| Occupation du sol | Superficie (ha) |
|-------------------------|-----------------|
| Rizière | 1200 |
| Mosaïques de cultures | 670 |
| Savane herbeuse | 450 |
| Marais / zone inondable | 630 |
| Plan d'eau | 180 |
| Surfaces bâties | 1600 |

Source : Monographie communale

f. Eaux et Forêts

La commune d'Alasora ne dispose pas des forêts naturelles. Avec les plantations de pins, d'eucalyptus, de mûriers, et de ravintsara, la couverture forestière est de 57 ha. Par ailleurs, les terrains disponibles pour le reboisement sont aussi limités, la majeure partie des terrains ont des propriétaires.

La surface ravagée par les feux de brousse est estimée à 10ha à Ambohitrandriananahary.

g. Ressources minières

Comme ressources minières de la commune, on peut citer :

• Le sable

Le sable est tiré du fleuve de l'Ikopa. La plupart des habitants dans les Fokontany Mahitsy, Ambohimarina Mandikanamana, Ankazobe, Sud Ambohipo et Est Mahazoarivo vivent de son exploitation. Les acheteurs viennent des environs et de la capitale.

Extracteur de sable : La commune dispose des sites d'extractions de sable au niveau des fokontany de Mandikanamana, d'Ankazobe, du Sud Ambohipo et du Mahitsy

• L'argile

Un terrain argileux situé presque dans tous les fokontany de la commune excepté celui d'Alasora est exploité par la briqueterie.

La fabrication d'une briqueterie remarquable : ces dernières années, cette activité s'est développée rapidement sur les terroirs rizicoles. Elle se pratique pendant la saison fraîche : de mai à octobre généralement (photos n°13) pour générer des revenus supplémentaires. Les bassins alluvionnaires de la commune sont propices à la briqueterie ; l'argile étant la matière première. Par ailleurs Alasora recèle des briquetiers artisanaux et familiaux dans l'ensemble dont la capacité de production ne dépasse 100.000 ou 150.000 unités de brique. Deux lieux d'exploitation produisent plus de 300.000 à 600.000 unités chacun, grâce à un regroupement de 3 à 4 familles. Ils agissent de manière plus organisée en vue de répondre à des fortes demandes venant de la commune de Tanjombato et d'Antananarivo Renivohitra. Les briques restent généralement près de leur lieu d'exploitation jusqu'à la vente.

I-2. Commune Ambohimambola

a. Localisation

La commune rurale Ambohimambola fait partie des communes du district d'Antananarivo Avaradrano dans la région Analamanga, d'Antananarivo, province. Elle se trouve à 12km au sud-est d'Antananarivo ville. Elle est composée de dix fokontany pouvant être classés en deux catégories : Les fokontany « urbains » situés dans la partie Ouest la commune qui est une zone d'habitation et d'implantation d'usines et les fokontany « ruraux » situés dans la partie Est de la commune dont l'agriculture reste sa principale activité.

b. Population

La commune d'Ambohimambola compte en 2015, environ 18796 habitants.

c. Climat

La commune d'Ambohimambola a un régime climatique tropical d'altitude. Elle a une température moyenne annuelle inférieure ou égale à 20°C. Le climat est caractérisé par l'alternance de deux saisons bien marquées : une saison pluvieuse et moyennement chaude allant de novembre à mars et une autre fraîche moyennement sèche le reste de l'année.

d. Relief morphologique

La commune rurale d'Ambohimambola est constituée de(s) :

- *Succession des collines où sont bâtis la plupart des villages ;*
- *Bas-fonds surtout exploités pour la culture maraîchère et la riziculture ;*
- *Plaines cultivées mais généralement inondables en période pluvieuse ;*
- *Marais dont certains reçoivent les eaux usées des usines implantées dans la commune*

Les sols des tanety sont généralement ferralitiques, les plaines argileuses ou d'origine alluvionnaire sont utilisées pour la riziculture, la culture vivrière et la culture maraîchère. Des gisements d'argiles sont exploités pour la briqueterie.

La rivière Ivovoka longe la commune d'Est en Ouest et sert de délimitation par rapport à la commune de Masindray. Cette rivière arrose les plaines au niveau des fokontany d'Andramanonga, d'Ambohibato avant de se déverser dans l'Ikopa au niveau du pont à l'entrée du fokontany d'Ambohimambola gara.

Le fleuve Ikopa longe la partie Ouest de la commune.

e. Utilisation du sol

La plupart des habitations sont bâtis en haut et sur les flans des collines. Dans certains fokontany comme Ampahimanga, Ambomanambola gara et Tanjonandrina tous les terrains sont occupés par les habitations et les terrains de culture ne représentent qu'une infime partie de leur superficie.

Tous les « tanety » ne sont pas cultivés. Ceux à proximité des habitations portent des cultures vivrières, d'autres sont plantés d'eucalyptus sinon la majeure partie est couverte par des végétations de graminées comme l'Arstida. Elles peuvent servir de site pour le reboisement.

Les flans des collines, plus ou moins aménagés en terrasse, portent des cultures vivrières (maïs en manioc ...) tandis que les bas-fonds sont exploités pour la culture maraîchère ou aménagés en rizière.

Les plaines et les anciens marais récupérés sont transformés en rizière. Ces dernières sont utilisées pour la culture maraichère de contre-saison.

Le reste des marais dans certains endroits sert de déversoir pour les eaux usées des usines implantées dans la commune.

La commune d'Ambohimambola dispose encore de forêts naturelles mais la superficie est minime comparée à celle de la commune.

On distingue quatre (4) différents types d'occupation du sol observés : terrains agricoles, plans d'eau, terrains non occupés et terrains bâtis.

TABLEAU N°3 : Répartition des différents types d'occupation du sol dans la commune Ambohimambola

| Type d'occupation | Superficie (ha) |
|---------------------|-----------------|
| Surface urbanisée | 80,25 |
| Surface agricole | 9,20 |
| Surface non occupée | 40,65 |
| Plan d'eau | 35,15 |
| Totale | 165,25 |

Source : Commune Ambohimambola

f. Ressources minières

Comme ressources minières de la commune, on peut citer :

- Le sable

Le sable est tiré du fleuve de l'Ikopa. Trente (30) personnes vivent de son exploitation à Ampahimanga et neuf (9) Ambohimambola Gara. Les acheteurs viennent de la capitale avec les camions.

- L'argile

Un terrain argileux situé à la limite de la délimitation entre les communes d'Ambohimambola et celle de Masindray est exploité par la briqueterie ; treize (13) personnes vivent de cette activité.

- Le quartzite

Le quartzite d'Ambohimambola est classé parmi les meilleurs. Il est exploité par les entreprises pour l'aménagement ou l'entretien des routes. L'entreprise japonaise *DAIHO* avait exploité le site de quartzite de Morarano pour la construction du « *by-pass* » mais l'exploitation a été arrêtée après la destruction du pont d'Ambohimambola.

Pour le moment, on ne connaît pas la quantité exploitable de cette ressource. Toutefois, il y a de risque d'érosion plus ou moins importante pouvant affecter les villages et les champs de culture environnants (éboulement, formation de trou)

II. Caractéristiques physiques du sol

Les différentes formations géologiques dans les bassins versants de la rivière Ikopa concernés par la zone d'étude sont :

- *Les roches sédimentaires*
- *Limono-argileuse*
- *Tourbeuse*
- *Alluvionnaires*
- *Hydromorphes*
- *Argiles gonflantes*

III. Caractéristiques socio-économiques

III-1. Démographie

Pour les communes Ambohimambola et Alasora, en 2010, les études statistiques effectuées par commune ont relevé le nombre total respectif de la population : 11642 et 43954

Les tableaux ci-dessous représentent la répartition démographique dans ces deux communes en 2015

TABLEAU N°4 : Répartition démographique en 2010 et 2015 pour la commune Ambohimambola

| Fokontany | Effectif total de la population | |
|--------------------------------|---------------------------------|--------------|
| | 2010 | 2015 |
| <i>Iharamy</i> | 668 | 726 |
| <i>Antanetibe</i> | 512 | 698 |
| <i>Tanjonandrina</i> | 1112 | 1102 |
| <i>Andramanonga</i> | 1100 | 1205 |
| <i>Ambohibato</i> | 798 | 1698 |
| <i>Ambohimambola firaisana</i> | 902 | 1534 |
| <i>Ambohimambola gara</i> | 1223 | 2638 |
| <i>Ambohimatsinjo</i> | 966 | 1842 |
| <i>Ambohipeno</i> | 963 | 1864 |
| <i>Ampahimanga</i> | 3396 | 5490 |
| Total | 11642 | 18796 |

Source : Commune Ambohimambola

TABLEAU N°5 : Répartition démographique en 2010 et 2015 pour la commune Alasora

| Fokontany | 2010 | 2015 |
|------------------------|---------------|---------------|
| <i>Alasora</i> | 3 343 | 4 240 |
| <i>Ambatomalaza</i> | 3 090 | 3 900 |
| <i>Amboaroy</i> | 4 400 | 5 000 |
| <i>Ambodivoanjo</i> | 2 315 | 3 023 |
| <i>Ambodivondava</i> | 3 102 | 3 803 |
| <i>Ambohindrazana</i> | 2 056 | 2 955 |
| <i>Ambohimarina</i> | 1 020 | 1 800 |
| <i>Ambohitanety</i> | 897 | 1 200 |
| <i>Ambohitromby</i> | 1 067 | 2 000 |
| <i>Ampahimbato</i> | 2 356 | 3 102 |
| <i>Ankadievo</i> | 1 595 | 2 409 |
| <i>Ankadindratombo</i> | 4 020 | 5 000 |
| <i>Ankazobe</i> | 1 035 | 1 625 |
| <i>Est mahazoarivo</i> | 3 892 | 4 202 |
| <i>Mahantsinjo</i> | 1 652 | 1 983 |
| <i>Mahitsy</i> | 1 605 | 2 203 |
| <i>Mandikanamana</i> | 543 | 1 056 |
| <i>Mendrikolovana</i> | 1 738 | 2 000 |
| <i>Miadana</i> | 1 617 | 2 123 |
| <i>Sud Ambohipo</i> | 2 613 | 3 025 |
| TOTAL | 43 954 | 53 510 |

Source : Commune Alasora

Au vu des tableaux présentant la population dans les deux communes, on remarque que la commune Alasora est plus peuplée que celle d'Ambohimambola, elle est donc caractérisée par une forte activité.

TABLEAU N°6 : Effectif de la population concernée dans 4 fokontany de la commune Ambohimambola

| Fokontany | Effectif total de la population | Effectif de la population concernée |
|---------------------------|--|--|
| <i>Ambohimambola gara</i> | 2638 | 2638 |
| <i>Tanjonandrina</i> | 1102 | 530 |
| <i>Ampahimanga</i> | 5490 | 5490 |
| <i>Ambohipeno</i> | 1864 | 988 |
| TOTAL | 11094 | 9594 |

La population concernée est estimée 86% de l'effectif total dans de la commune d'Ambohimambola en 2015.

TABLEAU N°7 : Effectif de la population concernée dans la commune Alasora

| Fokontany | Effectif total de la population | Effectif totale de la population concernée |
|------------------------|--|---|
| <i>Ambohimarina</i> | 1020 | 1020 |
| <i>Mahitsy</i> | 1605 | 1000 |
| <i>Mandikanamana</i> | 543 | 543 |
| <i>Ankazobe</i> | 1035 | 1020 |
| <i>Sud Ambohipo</i> | 2613 | 2163 |
| <i>Ankadindratombo</i> | 4020 | 4020 |
| TOTAL | 16325 | 15036 |

Source : Commune Alasora

La population concernée est estimée 92,10% de l'effectif total dans la commune Alasora
On remarque que 100% de la population du fokontany d'Ambohimambola gara, Ampahimanga, Ambohimarina, sud Ambohipo sont concernées.

Cela indique que la majorité des sources de pollution de la rivière dans la zone d'étude provient des quatre fokontany. Et par conséquent, ils ont leur part de responsabilité dans la protection de la rivière Ikopa.

III-2. Infrastructure socio-économique

On note la présence:

- Des nouvelles constructions sur la rive gauche et droite dans la zone d'étude (8Km en amont du barrage seuil)
- Station d'essence
- Garages
- Usines : Express, PAPMAD, Maloci, Textile MADA, FIBROSIMA Gasy Miray, Zone Franche, FOHINE, Nature eau (magasin de stockage)
- Hôtels : Castel Madrid, le Hintsy, Zustaces Dozé, Batou Beach
- Centrale thermique
- Route
- Voie ferroviaire

Ces infrastructures reflètent les différents types d'activités polluantes et dégradantes menés dans la zone d'étude.

Le tableau ci-après donne un inventaire des installations sanitaires publiques dans la zone (Ambohimambola et Alasora)

TABLEAU N°8 : Inventaire des installations sanitaires publiques dans la commune Ambohimambola

| Fokontany | Bornes fontaines | | Lavoir | | Douche | | WC | | Bacs à Ordures | |
|---------------------------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------|
| | 2010 | 2015 | 2010 | 2015 | 2010 | 2015 | 2010 | 2015 | 2010 | 2015 |
| <i>Ambohimambola gara</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Tanjonandrina</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ampahimanga</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Ambohipeno</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |

Source : Commune Ambomanambola

TABLEAU N°9: *Inventaire des installations sanitaires publiques dans la commune Alasora*

| Fokontany | Bornes fontaines | | Lavoir | | Douche | | WC | | Bacs à Ordures | |
|------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------|
| | 2010 | 2015 | 2010 | 2015 | 2010 | 2015 | 2010 | 2015 | 2010 | 2015 |
| <i>Ankadindratombo</i> | 3 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| <i>Est Mahazoarivo</i> | 4 | 4 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Sud Ambohipo</i> | | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Ankadievo</i> | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ankazobe</i> | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ambohimarina</i> | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Mahitsy</i> | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Madikanamana</i> | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | 10 | 15 | 13 | 11 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 | 2 |

Source : AUE KOLO RANO ALASORA

Pour la commune Alasora on remarque qu'en 2010 les infrastructures sont nombreuses mais à cause des fortes augmentations des populations en 2015 certaines d'entre elles sont détruites non suivies par la commune comme les lavoirs, les WC publics.

En générale, l'insuffisance des bacs à ordures dans les deux communes entraîne les dépôts sauvages partout et le manque de WC publics engendre la pollution de l'eau car les gens font la défécation à l'air libre.

C'est pour cela que nous avons proposé l'amélioration de l'assainissement dans la partie B de notre travail.

IV. Mode d'assainissement

Les eaux usées domestiques, communautaires et municipales sont des eaux d'assainissement. L'assainissement autonome constitue l'unique mode d'assainissement existant dans la zone d'étude. Toutefois, les eaux usées sont parfois collectées anarchiquement pour être rejetées dans le marécage.

Le tableau N°10 de la page suivante donne la répartition des modes d'assainissement dans la zone d'étude

TABLEAU N°10 : Répartition des modes d'assainissements existants dans les deux communes concernés

| Fokontany | Eaux vannes | | Eaux usées ménagères | |
|---------------------------|---------------------|-------------|----------------------|------------------------|
| | Fosses Septiques(%) | Latrines(%) | Collectées(%) | Rejetées en surface(%) |
| Ambohimambola gara | 35 | 65 | 26 | 74 |
| Tanjonandrina | 26 | 74 | 70 | 30 |
| Ampahimanga | 15 | 85 | 25 | 75 |
| Sud Ambohipo | 8 | 92 | 20 | 80 |
| Ambohipeno | 12 | 88 | 36 | 64 |
| Ankadindratombo | 11 | 60 | 28 | 55 |
| Ambomarina | 12 | 56 | 20 | 48 |
| Mahitsy | 26 | 63 | 19 | 63 |
| Mandikanamana | 15 | 49 | 22 | 42 |
| Ankazobe | 10 | 80 | 30 | 60 |
| Est Mazoarivo | 13 | 73 | 20 | 66 |
| Ankadievo | 19 | 70 | 46 | 34 |

Source : Commune Alasora et Ambohimambola

Le pourcentage de l'eau rejetée en surface est très élevé dans tous les fokontany à cause de l'utilisation des fosses perdues et des latrines construits en bois. L'évacuation des eaux vannes se fait par une canalisation souterraine. De ce fait, les fokontany Ambohimambola et Sud Ambohipo sont les plus pollueurs vu le nombre de population concernée dans cette zone : 74 et 80% de leurs eaux usées domestiques rejetées contaminent la rivière Ikopa. Ce phénomène est accentué par les eaux vannes des latrines.

PARTIE B :

ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : DEGRADATIONS ENVIRONNEMENTALES ET POLLUTIONS

I. Dégradations

La dégradation environnementale est une détérioration, un désastre, un dégât plus ou moins considérable de l'environnement par des différentes activités humaines et industrielles.

I-1. Dégradations liées aux activités humaines le long de la rivière

Les différentes activités humaines polluantes le long de la rivière Ikopa sont :

- ✓ *Les activités agricoles*
- ✓ *L'activité de la pêche*
- ✓ *Lessive*
- ✓ *L'activité domestique*
- ✓ *Extraction du sable*
- ✓ *Briqueterie*

a. Les activités agricoles

Les activités agricoles telles que la riziculture, la culture vivrière, la culture maraîchère ont été constatées le long de la rivière par suite de la transformation de la partie alluviale en terrain cultivable.

Elles sont responsables de la dégradation de la qualité de l'eau environnante par utilisation des engrais d'origine chimique, biologique et des différents pesticides, insecticides utiles pour les agricultures



Culture vivrière sur
le long de rivière

PHOTO N°1 : Activité agricole

b. L'activité de la pêche

On a vu plusieurs pêcheurs à la ligne le long de la rivière Ikopa. Ce type de pêche n'a pas d'impact majeur sur la qualité et l'environnement des eaux.



← Pêcheur

PHOTO N°2: *Activité de la pêche*

c. Lessive

L'espace en amont du barrage sur quelques points des deux rives de la rivière Ikopa et le barrage lui-même sont envahis par les lavandières, leur effectif moyen journalier atteint la cinquantaine. La lessive entraîne la dégradation de la qualité physico-chimique de l'eau de la rivière.



← Culture vivrière

← Rivière

← Lavandières

PHOTO N°3: *Les lavandières sur la rive droite de la rivière Ikopa près de pont*

d. Activités domestiques

Les activités domestiques génèrent toutes formes de pollution : locales, accidentelles, diffuses, chroniques, génériques, volontaires ou involontaires.

Le degré de la pollution d'origine humaine est lié à l'accroissement remarquable de la population dans la zone d'étude.

Ainsi, il y a augmentation des eaux usées domestiques qui sont divisées en eaux vannes (W.C.) et eaux ménagères telles que les eaux de cuisine, de lavage, de la salle de bain. A cela s'ajoute les eaux usées rejetées par les installations collectives, telles que les écoles, les commerces, les hôtels et les restaurants, etc.

De plus, les dépôts sauvages d'ordures ménagères qui ne cessent d'augmenter en volume sont estimés à 0,5 kg/hab.



PHOTO N°4 : *Dépôt sauvage d'ordure ménagère sur le long de la rive droite Ambohimambola*

A cause du manque du réseau d'assainissement et des canaux d'évacuation, les eaux de ruissellement dans la zone d'étude charrient les débris, et provoquent des problèmes de qualité de l'eau de la rivière.

La photo ci-après montre le ruissellement domestique



PHOTO N°5 : *Déversement sauvage d'eau usée domestique*

e. Extraction du sable et ensablement

Environ l'extraction est de 1 à 3m³/j/site dans la zone d'étude ; dix sites d'extraction sont enregistrées entre Ambomanambola jusqu'au barrage de rétention soit 10 à 30 m³ d'extrait de sable.

L'extraction de sable représente un danger pour la digue de protection, entraine la variation hydraulique de lit de la rivière et provoque le phénomène de turbulence favorisant des troubles sur la qualité de l'eau.



PHOTO N°6 : *Enlèvement du sable sur la rive gauche de la rivière Ikopa*

f. Briqueterie

Nous avons compté en moyenne une vingtaine de briquetiers le long de la rive de l'Ikopa concernée par la zone d'étude. Cette activité pollue la rivière et diminue le débit de la rivière par piégeage de l'eau dans les trous.



PHOTO N°7 : *Trous engendrés par briqueterie du coté Batou Beach*

En outre, la présence des feux de brousse, la déforestation et la coupe d'arbres illégale le long des bassins versants ont été constatées lors de notre descente sur terrain

Les activités précédentes entraînent des éboulements et des érosions que l'on a observés sur site.

Dans la partie Nord-Ouest de la rivière du côté droite du pont Ambohimambola, l'encrouement et la compaction du sol ont été relevés le long des ruelles ce qui favorise le ruissellement et le phénomène d'érosion, et le charriage de toutes les particules solides et par conséquent l'ensablement de la rivière



PHOTO N°8 : *Erosion du côté droite du pont Ambohimambola*

I-2. Dégradation liés aux activités industrielles :

a. Industries

Les activités industrielles liées aux infrastructures socio-économiques précédentes génèrent la pollution permanente de la rivière Ikopa par les rejets de leurs eaux usées mal traitées, particulièrement *Maloci* (cimenterie), *PAPMAD* (papeterie ...), textile *MADA*

L'industrie textile évacue son effluent fortement coloré dans la rivière à cause du lavage et du délavage des jeans.

Les effluents de l'industrie de papeterie dégagent des eaux colorées à forte odeur qui se déversent dans une canalisation à l'air libre avant de rejoindre la rivière Ikopa. La pollution par les colorants devient l'une des principales sources de contamination de l'environnement : sol, végétation et eau.



PHOTO N°9: *Marécage en aval de la PAPMAD*



Eau usée conflue entre
PAPMAD et centrale
thermique

PHOTO N°10: *Canalisation de rejet d'eau usée de la PAPMAD*

b. Route et voie ferroviaire

La route sur la rive gauche et la voie ferrée sur la rive droite constituent des véritables menaces permanentes de la rivière et du lac Mandroseza par des éventuels incidents causés par le déversement accidentel des huiles et des carburants.



PHOTO N°11: *Voie ferrée à côté droite du barrage*

c. Centrale thermique

Une centrale thermique fonctionnant au gasoil, à proximité de la PAPMAD contribue à la pollution du milieu environnant de la rivière Ikopa tels que :

- ◆ *Les rejets des gaz polluants ou gaz à effet de serre (CO_2 ; SO_2 ; NO_2 ;), des métaux lourds dans l'atmosphère, puis relargués dans l'eau par les précipitations*
- ◆ *Les rejets liquides en mélange avec ceux de la PAPMAD se déversent directement dans la rivière*



PHOTO N°12 : *Centrale thermique de la JIRAMA à 50m de la rive droite*

II. Pollution

Toutes les activités citées sur la partie dégradation peuvent également constituer des sources des pollutions. Suivant la durée, il existe deux types de sources de pollution.

La pollution permanente qui sont dues aux différentes activités agricoles, urbaines, minières et estivales. Et des sources des pollutions périodiques le long de la rivière tels que la présence des visiteurs, des sites touristiques saisonnières, sur la rive pendant les vacances et spécialement tous les lundis de pâques et de pentecôte.

CHAPITRE II : ETUDE QUALITATIVE DES EAUX

Cette étude a été faite dans le laboratoire de *JIRAMA* Mandrozeza. Elle met en évidence l'évolution de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau au niveau de la rivière.

La qualité de l'eau est définie par les paramètres organoleptiques, physico-chimiques, organiques et bactériologiques qui nous permettent d'interpréter le degré de pollution de la rivière

Suivant les grilles de qualité des eaux de surface, on peut classer l'eau brute en cinq catégories : excellente, bonne, moyenne, mauvaise et très mauvaise (grille de qualité en annexe I)

I. Echantillonnages et analyses

I-1. Echantillonnages

L'échantillonnage des eaux a été effectué à 8km en amont du barrage seuil, on a neuf bouteilles d'eau vive pour les prélèvements des eaux destinées aux essais de traitement et des eaux en vue d'analyse physico-chimique. Dans tous les cas, le rinçage deux à plusieurs fois du récipient avec l'eau à échantillonner est nécessaire.

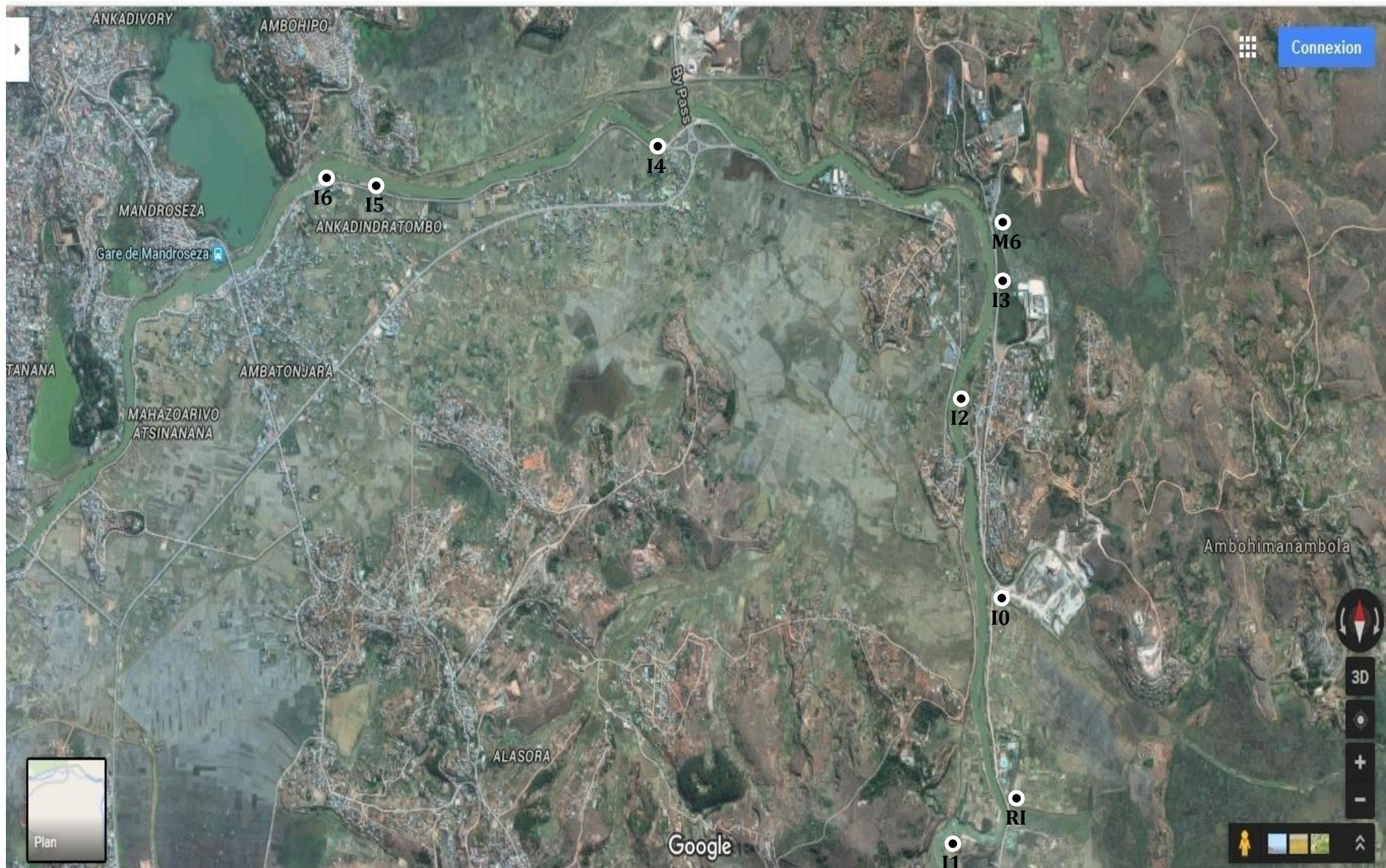
L'utilisation de flacon stérilisé est obligatoire pour l'analyse bactériologique.

On remplit le récipient avec l'eau à prélever et le fermer le plus tôt possible pour éviter la présence de l'oxygène. L'identification, la codification et la mention de la date de prélèvement se font sur site.

Les points d'échantillonnages choisis sont conformes aux points de surveillance adoptés par la *JIRAMA* pour ses contrôles de pollution périodique le long de la rivière Ikopa, ils sont décrits dans le tableau N° 11.

TABLEAU N°11 : Description des différents points d'échantillonnages

| Rivière Ikopa | | |
|---------------|-------|--|
| N | Sigle | ECHANTILLONS |
| 1 | Io | Rivière Ikopa à 100m amont BATOU BEACH |
| 2 | RI | Ruisseau Iovoka venant d'Anjeva |
| 3 | I1 | Confluent Iovoka-Ikopa |
| 4 | I2 | Rivière Ikopa à 100m aval pont Ambohimanambola |
| 5 | I3 | Confluent PAPMAD-Ikopa |
| 6 | I4 | Aval pont Ambohimanambola (ankazobe) |
| 7 | I5 | Près Hôtel amoron'Ikopa |
| 8 | I6 | 20m en amont de barrage seuil rive gauche |
| 9 | M6 | Eau marécageuse PAPMAD Ambohimanambola |



Carte N°2 : Localisation des différents points d'échantillonnage le long de l'Ikopa

I-2. Analyse

L'analyse de l'eau permet de définir la qualité de l'eau.

La première partie d'analyse est consacrée sur l'analyse physico-chimique de l'eau qui permet d'avoir les caractéristiques d'une eau quelconque.

a. Analyse physico-chimique

A fin de déterminer, d'étudier, et d'évaluer la qualité des eaux et les pollutions au niveau des différents points d'échantillonnage précédents des analyses physico-chimique ont été effectuées le 23 Mai 2016 au niveau du laboratoire de la JIRAMA Mandrozeza.

L'analyse physico-chimique des éléments indésirables dans l'eau permet d'évaluer son degré de pollution et d'en déduire le type de traitement adéquat pour la dépolluer.

La qualité physico-chimique d'une eau est déterminée par:

- *La mesure des paramètres physiques :*

➤ pH

Le pH est en relation avec la concentration d'ion hydrogène $[H^+]$ présent dans l'eau ou les solutions. Il mesuré à l'aide d'un pH mètre par lecture directe

➤ Conductivité, minéralisation, température

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1cm^2 de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm

Elle est proportionnelle à la minéralisation c'est-à-dire la teneur en sels dissous dans l'eau

La conductivité électrique d'une eau s'exprime en micron siemens par centimètre ($\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$) et la minéralisation en $\text{mg}.\text{L}^{-1}$. Elles sont mesurées à l'aide d'un conductimètre



PHOTO N°13 : Conductimètre WTW



PHOTO N° 14: *pH* mètre SCHOTT

➤ Turbidité

La turbidité est représentative de la transparence d'une eau. Cette transparence peut être affectée par la présence de particules en suspension et de matières colloïdales dans l'eau (limons, argiles, micro-organismes...).



PHOTO N° 15: Turbidimètre HACH

• *Les analyses des composants chimiques ont été mesurées par deux méthodes :*

- Analyse volumétrique
- Analyse colorimétrique

L'analyse volumétrique consiste à ajouter dans la solution à analyser différents réactifs correspondant au paramètre recherché et à titrer cette solution par un autre réactif neutralisant ceux présents dans la solution. Le résultat correspond au volume de solution versée après virage de l'indicateur coloré.

Quatre paramètres analysés par cette méthode sont :

- *La dureté totale (TH) et la dureté calcique (THCa)*
- *Le titre alcalimétrique (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC)*
- *Les matières organiques*
- *Les chlorures*

L'analyse colorimétrique consiste à ajouter dans la solution à analyser un réactif coloré ; la couleur ainsi obtenue est fonction de la concentration de l'élément minéral recherché. Le résultat qui est la concentration correspondant à l'intensité de la couleur se lit à l'aide des appareils le spectrophotomètre ou le comparateur hydrocure.

- *Nitrate*
- *Nitrite*
- *Ammonium*
- *Fer*

Les modes opératoires physico-chimiques sont reportés en annexe.

b. Analyse Bactériologique

Il y a quatre germes test de contamination fécale dans l'eau : coliformes totaux, streptocoques fécaux, *Escherichia coli*, anaérobies sulfito-réducteurs

+ Les bactéries coliformes :

Les coliformes sont des entérobactéries sous forme de bâtonnets, aérobies ou anaérobies facultatifs.

Ils sont en revanche sensibles aux conditions de culture, notamment de température et pH.

+ Les bactéries thermo-tolérantes *E-coli* :

Ces sont des bactéries d'origine fécale qu'on retrouve dans le tube digestif des humains et des animaux.

+ Les bactéries streptocoques ou entérocoques fécaux :

Les entérocoques ou streptocoques se présentent sous forme de coccie, sphériques formant des chaînettes, aérobies et anaérobies facultatifs, ils se développent aussi bien en absence d'oxygène qu'avec. Ce sont des bactéries à gram positif.

+ Les bactéries anaérobies sulfito-réductrices(ASR) :

Ces bactéries se développent sans oxygène et elles ont la possibilité de se transformer sous une forme de spore résistante aux conditions défavorables. Ce sont des indicateurs de contamination de pénétration des eaux de ruissellements dans les ouvrages de captages.

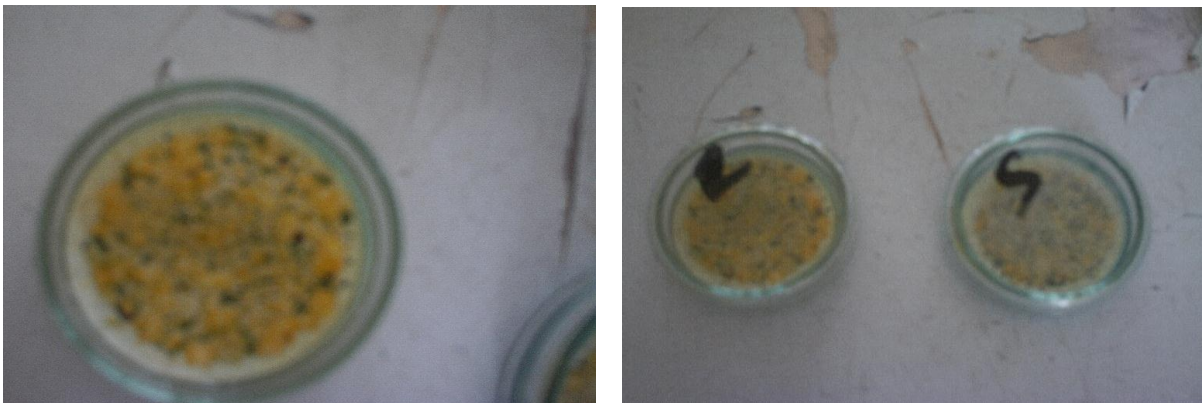


PHOTO N°16 : Colonies de coliformes présentes dans l'eau analysée.



PHOTO N°17 : *Echantillon contenant des germes anaérobies sulfito-réducteur indénombrables*

II. Interprétations et Résultats d'analyse

II-1. Résultats

Les résultats d'analyse effectués au mois de mai sont reportés dans le tableau 12. Pour une meilleure interprétation de l'évolution de la qualité de l'Ikopa les données d'analyses au cours du mois février 2016 y sont mentionnées.

TABLEAU N°12 : Résultats d'analyses physico-chimiques et bactériologiques

| Nombre d'analyse | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|---|-----------------------|---------------------------------------|-------------------------------|--|------------------------------|--|---|--|--|-----------------------|---------------------------------------|-------------------------------|--|------------------------------|--|---|--|--|
| PHYSICO-CHIMIQUE | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nature des échantillons | EB | EB | EB | EB | EB | EB | EB | EB | EB | EB | EB | EB | EB | EB | EB | EB | EB | EB |
| Type des échantillons | I0: Amont Batou Beach | R1: Ruisseau Ivovoka venant d' Anjeva | I1: Confluent Ivovoka - Ikopa | I2: 100m aval pont Ambohimanambola rive gauche | I3: Confluent PAPMAD - Ikopa | I4: Rivière Ikopa aval pont Amoronakona (Ankazobe) | I5: Rivière Ikopa près Hôtel "Amoron' Ikopa". | I6: Rivière Ikopa à 20m en amont barrage rive gauche | M6: Eau marécageuse PAPMAD Ambohimanambola | I0: Amont Batou Beach | R1: Ruisseau Ivovoka venant d' Anjeva | I1: Confluent Ivovoka - Ikopa | I2: 100m aval pont Ambohimanambola rive gauche | I3: Confluent PAPMAD - Ikopa | I4: Rivière Ikopa aval pont Amoronakona (Ankazobe) | I5: Rivière Ikopa près Hôtel "Amoron' Ikopa". | I6: Rivière Ikopa à 20m en amont barrage seuil rive gauche | M6: Eau marécageuse PAPMAD Ambohimanambola |
| Date de prélèvement | 18/02/2016 | | | | | | | | | 23/05/2016 | | | | | | | | |
| Date des analyses | 19/02/2016 | | | | | | | | | 24/05/2016 | | | | | | | | |
| Aspect | Trouble | | | | | | | | | Trouble | | | | | | | | |
| Odeur | Absence | | | | | | | | Pré se nce | Présence | | | | | | | | |
| Couleur | Jaunâtre | | | | | | | | | Jaunâtre | | | | | | | | |
| T° en °C | 20 | 20,1 | 20,1 | 20 | 20 | 20,1 | 20,1 | 20 | 20,1 | 14,4 | 14,5 | 14,5 | 14,6 | 14,5 | 13,8 | 13,9 | 13,9 | 14,4 |
| Turbi en NTU | 44,8 | 38 | 41,1 | 52,5 | 55,8 | 52,1 | 66,6 | 45,5 | 49,6 | 18,7 | 18,7 | 23,3 | 22,8 | 30,4 | 19,5 | 28,4 | 22,2 | 226 |
| pH | 7,52 | 7,07 | 7,18 | 7,19 | 7,1 | 7,13 | 7,11 | 7,16 | 7,28 | 7,8 | 7,67 | 7,77 | 7,88 | 7,66 | 7,71 | 7,8 | 7,8 | 7,52 |
| Cond à 20°C (µs.cm ⁻¹) | 17,5 | 37,4 | 142,6 | 21,4 | 44,1 | 20,7 | 21,3 | 20,7 | 36,9 | 21,9 | 71,9 | 23,7 | 26,9 | 46,2 | 27,4 | 25,7 | 27,8 | 307 |
| Min. en mg.l ⁻¹ | 15 | 32 | 124 | 18 | 38 | 18 | 18 | 18 | 32 | 21 | 66 | 22 | 25 | 43 | 26 | 24 | 26 | 285 |
| MeS. en mg.l ⁻¹ | 95 | 67 | 55 | 106 | 63 | 73 | 114 | 62 | 61 | 39 | 35 | 45 | 40 | 39 | 31 | 42 | 50 | 104 |
| M.O. en mg.l ⁻¹ (alcalin) | 1,6 | 2,8 | 2,0 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 2,5 | 2,7 | 2,8 | 1,00 | 4 | 1,4 | 1 | 0,80 | 1,3 | 1,3 | 1,2 | 6,00 |
| DCO en mg.l ⁻¹ | 9,6 | 40,4 | 55,7 | 1,92 | 36,5 | 17,28 | 0 | 59,5 | 9,6 | 46,1 | | | | 103 | | | | 514,6 |
| Fe ²⁺ , Fe ³⁺ en mg.l ⁻¹ | 0,2 | 0,25 | 0,3 | 0,2 | 0,4 | 0,1 | 0,15 | 0,15 | 0,25 | 0,60 | 0,8 | 0,60 | 0,8 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,80 |
| NH ₄ ⁺ en mg.l ⁻¹ | 0,028 | 0,064 | 0,020 | 0,026 | 0,040 | 0,048 | 0,052 | 0,046 | 0,021 | 0,052 | 0,092 | 0,046 | 0,032 | 0,028 | 0,036 | 0,043 | 0,051 | 0,041 |
| NO ₂ ⁻ en mg.l ⁻¹ | 0,003 | 0,023 | 0,003 | 0,006 | 0,003 | 0,01 | 0,009 | 0,016 | 0,021 | 0,02 | 0,029 | 0,013 | 0,009 | 0,006 | 0,013 | 0,009 | 0,009 | 0,006 |
| NO ₃ ⁻ en mg.l ⁻¹ | 0,221 | 0,575 | 0,044 | 1,107 | 0,221 | 0,487 | 0,132 | 0,443 | 0,006 | 7,46 | 7,64 | 4,102 | 4,593 | 4,465 | 4,456 | 4,549 | 3,973 | 4,022 |
| BACTERIOLOGIQUE | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Coliformes totaux à 37°C/100ml | | 93 | | | | | | 120 | 290 | 430 | | 430 | 550 | 150 | 230 | 230 | 80 | - |
| Coliformes thermotolérants à 44°C/100ml | | 93 | | | | | | 75 | 210 | 900 | | 150 | 250 | 175 | 230 | 40 | 50 | - |
| Streptocoques fécaux /100ml | | 4 | | | | | | 8 | 16 | 140 | | 1800 | 2200 | 250 | 1000 | 200 | 100 | - |
| Grille de qualité | mauvaise | Moyenne (Mes; DCO) | Moyenne (Mes; DCO) | mauvaise | Moyenne (Mes; DCO) | mauvaise | Bonne (sauf Mes très mauvaise) | Mauvaise (DCO) | Bonne (sauf Mes très mauvaise) | Mauvais | Bonne | Bonne | Bonne | Très mauvais | Bonne | Bonne | Bonne | Très mauvais |

TABLEAU N°13 : Grille de la qualité des eaux de surface (norme Française)

| CLASSE DE QUALITE | | | Excellente | Bonne | Moyenne | Mauvaise | Très mauvaise |
|-----------------------------|-----------------------------|----------|------------|------------|--------------|--------------|---------------|
| PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUE | | | | | | | |
| 1 | Couleur | mg Pt/l | <20 | 20 - 50 | 50 - 100 | 100 - 200 | >200 |
| 2 | Odeur à 25°C | | <3 | 3 - 10 | 10 - 200 | >20 | - |
| 3 | Température | °C | <20 | 20 - 25 | 25 - 30 | 30 - 35 | >35 |
| 4 | pH | | 6,5 - 8,5 | 6,5 - 8,5 | 6,5 - 9,2 | <6,6 ou >9,2 | - |
| 5 | Conductivité à 20°C | µS/cm | <750 | 750 - 1300 | 1300 - 2700 | 2700 - 3000 | >3000 |
| 6 | Chlorures (Cl-) | mg/l | <200 | 200 - 300 | 300 - 750 | 750 - 1000 | >1000 |
| 7 | Sulfates (SO42-) | mg/l | <100 | 100 - 200 | 200 - 250 | 250 - 400 | >400 |
| 8 | MeS * | mg/l | <30 | 30 - 50 | 50 - 70 | 70 - 100 | >100 |
| 9 | O2 dissous | mg/l | >7 | 7 - 5 | 5 - 3 | 3 - 1 | <1 |
| 10 | DBO5 | mg/l | <3 | 3 - 5 | 5 - 10 | >10 | - |
| 11 | DCO | mg/l | <20 | 20 - 25 | 25 - 40 | 40 - 80 | >80 |
| 12 | Oxydabilité au KMnO4 (M.O.) | mg/l | <=2 | 2 - 5 | 5 - 10 | >10 | - |
| 13 | Fer total (Fe) | mg/l | <0,5 | 0,5 - 1 | 1 - 2 | 2 - 5 | >5 |
| 14 | Ammonium (NH4+) | mgNH4+/l | <=0,1 | 0,1 - 0,5 | 0,5 - 2 | 2 - 8 | >8 |
| 15 | Azote Kjeldahl (NTK) | mgN/l | <=1 | 1 - 2 | 2 - 3 | >3 | - |
| 16 | Nitrates (NO3-) | mg/l | <5 | 5 - 25 | 25 - 50 | 50 - 100 | >100 |
| PARAMETRES BACTERIOLOGIQUE | | | | | | | |
| 17 | Coliformes fécaux | /100ml | <=20 | 20 - 2000 | 2000 - 20000 | >20000 | - |
| 18 | Coliformes totaux | /100ml | <50 | 50 - 5000 | 5000 - 50000 | >50000 | - |
| 19 | Streptocoques fécaux | /100ml | <=20 | 20 - 1000 | 1000 - 10000 | >10000 | - |

* : Valeur guide en dehors des périodes de crues.

MeS : Matières en suspension

DBO5 : Demande biochimique en oxygène

DCO : Demande chimique en oxygène

M.O. : Matières organiques

II-2. Interprétations

- Les paramètres physico-chimique sont interprétés suivants les lieux de prélèvement.

| CONDUCTIVITE | MATIERES ORGANIQUES |
|--|---|
| La conductivité aux points RI, I3, M6 sont supérieur aux autres échantillons à cause de l'embouchure des rejets d'eaux usées de PAPMAD, MALOCI, tannerie et de la rivière Ikopa, l'évacuation des rejets de la centrale thermique L'apport des éléments minéraux par les eaux usées a augmenté la conductivité | Les teneurs en matières organiques dans les points RI, M6 sont assez élevées. Cela indique une concentration élevée des substances complexes issues de la dégradation des végétaux, du lessivage des sols, à cause de la culture et les dépôts sauvages des ordures |

| TURBIDITE | FER TOTAL |
|---|---|
| La turbidité au point M6 est liée à la teneur en MeS (104mg.L ⁻¹) | La présence de fer aux points M6, RI, I2 est liée aux matières en suspensions composées de latérite riche en fer. |

| NITRITES ET NITRATES | AMMONIUM |
|---|---|
| Les faibles teneurs en nitrites et nitrates dans tous les points d'échantillonnage laissent supposer indique l'utilisation des engrais chimiques n'a pas d'impact majeur sur la qualité des eaux. | Le point RI est caractérisé par une teneur en Ammonium supérieure par rapport aux autres échantillons suite à la dégradation incomplète des matières organiques issues des eaux usées domestiques ou les dépôts d'ordure à proximité de RI. |

La classification des eaux aux différents points d'échantillonnage a été faite par comparaison à la grille de qualité des eaux de surface :

- RI, I2, I4, I5, I6 appartient à la classe de bonne qualité
- Io est de mauvaise qualité à cause de sa teneur en DCO
- I3 et M6 par leur teneur en DCO et MeS sont classés de très mauvaise qualité,

la charge polluante élevée est due aux activités de la PAPMAD et de la centrale thermique

Le point I6 se trouvant à 20m du barrage seuil est de bonne qualité, il reflète en quelque sorte la qualité de l'eau pompée vers le lac.

Par comparaison de la qualité des eaux aux points I4, I5 et I6 on peut dire qu'il y a une autoépuration de l'eau d'I4 vers I6 en période d'étiage (mai 2016).

Les résultats d'analyse des échantillons d'eaux prélevés en février 2016 (période de grandes crues), démontrent les impacts négatifs de l'érosion du point I0 à I6.

En effet, les fortes teneurs en MeS déclassent ces eaux de bonne qualité en mauvaise qualité.

Durant cette période, I6 est caractérisé par un DCO $59,5\text{mg.L}^{-1}$ lié aux activités polluantes environnantes.

✚ Les résultats d'analyse bactériologique au niveau de I2 (100m aval du pont Ambohimambola) ont démontré une forte contamination de l'eau par les bactéries d'origine fécale (streptocoques fécaux : 2200 ; coliformes thermotolérants : 250) liée aux activités et mode d'assainissement de riverains du côté Ambohimambola.

Le classement de degré de contamination d'origine fécale de la rivière Ikopa au niveau de point analysé est comme suit : $I2 > I1 > I3 > I0 > I4 > I5 > I6$

Dans tous les cas, la rivière Ikopa est classée de bonne qualité suivant la grille de la qualité des eaux de surface de la page 36 au niveau de ces points des mesures de protection doit être mise en place pour le maintien de cette qualité et minimiser les risques de pollution.

CHAPITRE III: RECOMMANDATIONS DE PROTECTION

Comme la rivière Ikopa et la principale ressource alimentant le Lac Mandrozeza, sa protection contre tous les risques de pollution s'avère primordiale en vue de pérennisation de sa qualité, et par la suite limite la hausse du cout de traitement pour la rendre en eau potable. Ainsi les recommandations dans les paragraphes suivant sont des rigueurs

I. Recommandations en vue de protection de la rivière Ikopa

a. En termes d'assainissement, les communes sont les premiers responsables concernant :

Les problèmes des dépôts sauvages d'ordures et des déchets suite au manque des nombres de bacs à ordures, à l'insuffisance des infrastructures sanitaires (BF, BL, BS) et des latrines, et à l'absence des canaux d'évacuation d'eau usée et d'eau de pluie.

Ces problèmes ont des répercussions sur la qualité et les traitements des eaux, sur la qualité de l'air (émissions d'odeur désagréable) :

-Pour régler ces problèmes, une multiplication des bacs doit être effectuée, le ramassage des ordures doit être régulier. Dans les quartiers difficiles d'accès où il n'y a pas des bacs, les ordures doivent être collectées au niveau des ménages selon l'organisation de chaque Fokontany.

-La sensibilisation de la population à l'hygiène, à l'assainissement, et à l'importance de la rivière dans l'alimentation en eau potable de la ville d'Antananarivo est indispensable :

.Pour éviter la défécation à l'air libre(DAL) : construction des latrines hygiéniques dalle lavable, fosse ne polluants pas la nappe pour chaque ménage.

-L'expatriation des constructions se trouvant dans la zone de protection immédiate de la rivière vers des terrains domaniaux est recommandée, afin de bien respecter les périmètres de protection et améliorer l'environnement des ressources en eau .Ces mesures concernent tous les Fokontany particulièrement les riverains de l'Ikopa dans les communes Alasora et Ambohimambola du fait que la majorité de la pollution (rejets d'eaux usées, les dépôts sauvages d'ordures), provient de ces deux communes.

b. En termes de Gestion Intégrée de la Ressource en Eau (GIRE), la rivière Ikopa doit être gérée de façon durable car c'est un bien public permettant d'assurer l'alimentation en eau potable de la ville d'Antananarivo. Pour cela toutes les entités concernées (autorités

compétentes, riverains, pêches, lavandières, industriels, route) doivent se concerter pour protéger la ressource en eau suivant les étapes ci- après

-Matérialisation du périmètre de protection immédiat limitant ainsi l'accessibilité dans cette zone.

-Renforcement de la digue de protection permettant l'inaccessibilité de toutes les activités et de toutes constructions.

- Interdiction d'utilisation des engrais chimiques, les pesticides sur le plan agricole et même la pratique des cultures sur cette zone.

-les eaux usées doivent être efficacement collectées et traitées afin d'assurer le retour dans le milieu naturel d'une eau de qualité.

Les suggestions se basent sur la protection immédiate et la protection rapprochée.

II. Recommandation concernant la zone de protection immédiate

Ce périmètre a été délimité de 1 à 5m. Du point de vu hydrogéologique, la nappe des rives immédiate est en relation permanente. Ainsi, pendant la saison sèche, la nappe vient alimenter le lac et inversement pendant la saison de pluie. Dans les deux cas, si la zone concernée est polluée aussi bien en surface qu'en sous-sol, il y a toujours un risque de pollution de la rivière.

Prescription et réglementation

Vu la sensibilité de la zone de protection immédiate,

- toute activité doit y être interdite, et il ne doit pas y avoir d'habitation. Les terrains qui se trouve dans cette zone sont à préserver et seront déclarés inconstructible et sensibles.

-Il est interdite d'utiliser des engrais chimique dans ces zones sensibles en ce qui concerne les agriculteurs.

Et pour pouvoir réaliser cette protection immédiate de la rivière Ikopa, cette zone sera déclarée domaine d'utilité publique pour la construction des ouvrages nécessaire à la protection du lac le terrain compris dans cette zone seront donc exproprier et réaménager pour les besoins de projet.

III. Recommandation concernant la zone de protection rapprochée

Ce périmètre a été délimité de 20 à 25m de rive gauche et droite d'Ikopa.

Cette zone est moins sensible mais étant donné que les déversements des polluants en surface pourraient atteindre la nappe par infiltration, les activités doivent être réglementées.

Prescription et réglementation

Les unités industrielles existantes (garage, station de distribution d'essence, ...) doivent prendre des mesures pour rendre étanche le sol et utiliser des bacs de stockage pour les huiles de vidange. Il ne doit pas y avoir des rejets ni en surface du sol ni dans les caniveaux comme c'est le cas actuellement.

Les ménages n'ayant pas des fosses septiques doivent utiliser des latrines à fosses étanches. L'utilisation des fosses perdues doit être prohibée. La construction d'un bassin filtrant (filtre horizontale ex : puisard) est obligatoire pour chaque construction.

CONCLUSION

La rivière Ikopa, la principale source alimentant le Lac Mandroseza a été étudiée dans cet ouvrage.

Au niveau du milieu naturel, on remarque que le problème de l'environnement de la rivière Ikopa est intimement lié aux activités humaines et industrielles.

Les activités d'extraction de sable, des briqueteries entraînent la dégradation environnementale : particulièrement l'érosion (déclasse les eaux en mauvais qualités). Ce phénomène d'érosion est lié à l'accroissement rapide de la population au niveau des deux communes concernées par la zone d'étude, marquée par la présence de constructions illicites créant un entassement sur la rive de la rivière Ikopa et une forte activité par les habitants.

Les communes Ambohimambola et Alasora par le biais de leur population et leur mode d'assainissement contribuent aussi à la pollution de cette rivière.

Ces problèmes ont des impacts certains sur la qualité des eaux, les résultats d'analyse ont démontré le déclassement des eaux à cause de MeS et de la teneur en DCO.

Les activités industrielles environnantes contamine l'eau par leur rejet mais par le phénomène d'autoépuration l'eau de la rivière de barrage seuil et classé de bonne qualité.

Pour améliorer l'environnement de la rivière Ikopa, des mesures de protection ont été proposées en vue de pérennisation de sa qualité, de son bien être environnemental, social et économique. Ceci ne sera assuré que par la mise en place de la *GIRE*.

Ce mémoire nous a rapporté beaucoup de connaissance sur l'étude environnementale de la rivière Ikopa, et a renforcé notre compétence pratique en matière de sciences et techniques de l'eau.

ANNEXE

ANNEXE

MODES OPERATOIRES POUR LES ANALYSES

Le mode opératoire est comme suit :

❖ L'analyse colorimétrique :

Elle consiste à ajouter dans la solution à analyser un réactif coloré ; la couleur ainsi obtenue est fonction de la concentration de l'élément minéral recherché. Le résultat qui est la concentration correspondant à l'intensité de la couleur se lit à l'aide des appareils le spectrophotomètre ou la comparatrice hydrocure.

Dans ce type d'analyse, on peut distinguer :

- Les nitrates :

- On prélève 50mL d'une eau à analyser à l'aide d'une éprouvette graduée, on le verse dans un bécher
- A l'aide d'une pipette, on ajoute une goutte de NaOH 3N et 1,25mL de tampon concentré
- Passage au cadmium
- Virage au rose de la solution
- Lecture au spectrophotomètre Nat2
- Résultat : $\text{NO}_3^- = (\text{Nat-Nit}) \times 4,43$

- Les nitrites :

- La prise de l'eau à analyser est de 50mL
- On ajoute une goutte de H_3PO_4 et 1mL de réactif coloré conservé à 4°C à l'aide d'une pipette
- Virage au rose de la solution
- Lecture au spectrophotomètre Ni12
- Résultat : $\text{NO}_2^- = \text{Nit} \times 3,29$

- L'ammonium :

- Rinçage du bécher à l'aide d'une HCl diluée deux fois et de l'eau distillée
- Prendre 25mL de l'échantillon
- On prépare une solution de tri-sodium citrate et de l'eau de javel dont 10mL correspond à 2,5mL. On prend 2,5mL de cette solution
- On ajoute 1mL de phénol et 1mL de nitroprusside
- Pose une heure
- Virage bleu de la solution
- Lecture directe au spectrophotomètre

- Le fer :

- On verse 100mL de l'eau à analyser
- On ajoute une pincée de dithionite de sodium, 2mL d'ammoniac 10%
- Virage au rose de la solution
- Lecture directe avec une comparatrice hydrocure 0,06 à 1 mg/L

Les paramètres utilisant l'appareil spectrophotomètre doivent suivre l'ordre suivant :

- *Solution à titrer*
- *Indicateur coloré*
- *Solution tampon*
- *Blanc réactif (eau distillée et réactif)*

❖ **L'analyse volumétrique :**

Elle consiste à ajouter dans la solution à analyser différents réactifs correspondant au paramètre recherché et à titrer cette solution par un autre réactif neutralisant ceux présents dans la solution. Le résultat correspond au volume de solution versée après virage de l'indicateur coloré.

Dans cette analyse, il y a quatre paramètres qui sont :

- La dureté totale (TH) et la dureté calcique (THCa) :

La dureté totale :

- La prise de l'eau à analyser est de 100mL
- Ajout de 2mL de tampon TH et quatre gouttes de Net
- Coloration rouge vineuse
- On dose cette solution par l'EDTA jusqu'au virage bleu vert

La dureté calcique :

- La prise de l'eau à analyser est de 100mL
- Ajout de 2mL de NaOH 3N et une pincée de PattenReader
- coloration rouge vineuse
- On dose la solution par l'EDTA jusqu'au virage bleu

- Le titre alcalimétrique (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC) :

- On prend 100mL de l'eau à analyser
- On verse quelques gouttes de phénophtaléine
- Si la solution reste incolore (elle ne vire pas), TA=0
- Si la solution vire au rose, elle contient de TA, on la titre avec l'H₂SO₄ jusqu'au virage incolore
- Pour déterminer le TAC, on verse 1 à 2 gouttes d'hélianthine
- Coloration jaune
- Sans remise à zéro de la solution titrante H₂SO₄, on continue le titrage jusqu'au virage jaune orangée

- Matières organiques :

- On prélève 100mL de l'échantillon
- On ajoute 5mL de bicarbonate de soude NaHCO₃
- On le chauffe jusqu'à ébullition, puis on ajoute 10mL de K₂Cr₂O₇ N/80. On attend 15minutes
- Après 15minutes, on enlève la solution, on attend jusqu'à ce qu'elle est tiède
- Ajout de 5mL de H₂SO₄ N/2 (coloration en rose violacée) et 10mL de sel de Morh (décoloration en blanc)
- Titration avec du KMnO₄ N/80 jusqu'au virage rose de la solution
- Résultat final : moins 1,4

- Chlorure :

- On prend 100mL de l'échantillon
- On verse cinq gouttes de dichromate de potassium
- Coloration jaune
- Titration avec du AgNO₃ jusqu'au virage rouge brique
- Lecture du résultat : volume versé d'AgNO₃ \times 35,5

Pour effectuer ce type d'analyse, il y a alors quatre paramètres à suivre :

- *Solution à titrer*
- *Solution titrante*
- *Indicateur coloré*
- *Solution tampon soit acide ou basique*



Nombre de page : 56

Nombre de photo : 15

Nombre de tableaux : 13

Nombre de Figure : 1

RESUME

La rivière Ikopa est la principale source d'alimentation du Lac Mandroseza.

Selon les études effectuées dans ce mémoire, son environnement est dégradé par les activités humaines et industrielles aux alentours. Ceci est lié au non instauration des périmètres de protection déjà délimités. Les phénomènes d'érosion et le mode d'assainissement dans la zone d'étude sont à l'origine de la dégradation de la qualité des eaux : forte teneur en MeS et contamination bactérienne élevé

Cette dégradation peut évoluer et devenir permanente si aucune action de protection effective ne sera entreprise, d'où nos recommandations de protection de la rivière Ikopa 8Km en amont du barrage seuil : sensibilisation de la population, augmentation des infrastructures, mise en place des périmètres de protection. La concertation de toutes les entités concernées est essentielle pour une meilleure protection de la ressource.

Mot clé : Rivière Ikopa, dégradation, érosion, la pollution, contamination bactérienne environnement, protection

ABSTRACT

According to the studies carried out in this memory, the environment of the river of Ikopa is depends the activies on the population in the neighborhoods' on these polluting actions.

And the non introduction of the perimeters of protection is at the origin of degradation of the environment

This degradation can be continued or become permanent if no action will be undertaken, from where our suggestions of evaluation of the protection according to the recommendations enacted by the laws in force. The dialogue of all the entities concerned is essential for a better protection of the resource.

Keywords : River Ikopa, degradation, enviro, polluting, protection,erosion,bacterial contamination ,environnement,