



DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
ANIMALE



**UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ANIMALE**

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
DIPLOME D'ETUDES APPROFONDIES (DEA)

Option : BIOLOGIE-ECOLOGIE et CONSERVATION ANIMALES

Présenté par :

RAVEROMAMPIONONA Zanarivony Solomon

**DEVELOPPEMENT ET CONSERVATION DES RESSOURCES
PISCICOLES D'EAU DOUCE DANS LE SITE
D'ANTSAHABE-EST A ANJOZOROBE**

Soutenu publiquement le 30 Septembre 2004

Devant la commission d'examen composée de :

Président : Professeur RAKOTONDRAINNY Aimé
Rapporteur : Professeur RAMINOSOA RASOAMAMPIONONA Noromalala
Examineur : Docteur RAZANAHOERA RAKOTOMALALA Marlène

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé dans le cadre de l'accord de financement entre le projet FADES (Fonds d'Appui pour le Développement de l'Enseignement Supérieur) et l'Université d'Antananarivo.

Mes sincères remerciements s'adressent à :

- ◆ *La Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo et au Département de Biologie Animale qui m'ont permis de poursuivre mes études au sein de cet Etablissement.*
- ◆ *Au Ministère de l'Education Nationale et de Recherche Scientifique d'avoir financé entièrement ce travail par le biais du Projet FADES.*
- ◆ *Au Sous projet FADES / SPO1v1_05 ANTSAHABE - EST ANJOZOROBE et en particulier à Madame le Docteur RAZANAHOERA RAKOTOMALALA Marlène, Enseignant-chercheur au Département de Biologie Animale à la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo, Responsable de ce Sous projet de m'avoir acceptée pour effectuer la recherche en Ichtyologie. Elle a aussi, aujourd'hui de siéger parmi les membres de jury pour juger ce mémoire. L'occasion m'est donnée ici pour la remercier sincèrement.*
- ◆ *Monsieur le Professeur Titulaire RAKOTONDRAINNY Aimé, Enseignant-chercheur au Département de Biologie Animale à la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo, qui m'a fait l'honneur d'être le Président de jury de ce mémoire et d'avoir accepté d'être parmi les membres de la commission de lecture. Je lui exprime toute ma reconnaissance.*
- ◆ *Madame le Professeur RAMINOSOA RASOAMAMPIONONA Noromalala, Enseignant-chercheur et Chef du Laboratoire de Biologie des Populations Aquatiques au Département de Biologie Animale à la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo, d'avoir consacré son précieux temps pour diriger ce travail et la rédaction de ce mémoire. Elle en est aujourd'hui le rapporteur et j'en suis honorée.*
- ◆ *Madame le Docteur RASAMY RAZANABOLANA Jeanne, Maître de conférences et Enseignant-chercheur au Département de Biologie Animale à la Faculté des Sciences, qui malgré toutes ses fonctions, a accepté avec enthousiasme d'être parmi les membres*

de la commission de lecture pour juger ce travail. Je lui adresse également mes vifs remerciements.

- ◆ *Monsieur le Docteur RAKOTONDRAVONY Daniel, Maître de conférences, Enseignant-chercheur et Chef du Laboratoire de Biologie des Populations Terrestres au Département de Biologie Animale à la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo qui a bien voulu évaluer ce travail. Qu'il trouve ici ma sincère reconnaissance.*
- ◆ *Au Fokontany d'Antsahabe-Est et à tous mes compagnons de terrain : les étudiants-chercheurs des autres équipes du Sous Projet SPO1v1_05 ANTSAHABE - EST ANJOZOROBE, les agents de conservation surtout le KASTI et les guides locaux, en particulier, Monsieur RAKOTONANDRASANA et Monsieur RAJOARIMANANA avec qui j'ai partagé la vie sur le terrain, ils m'ont aidé à la récolte des données. Je leur adresse ma profonde gratitude.*
- ◆ *J'aimerais également exprimer ici ma profonde reconnaissance envers tout le personnel de la Fédération Chrétienne des Paysans Malagasy ou FEKRITAMA et la Coalition Paysanne de Madagascar ou C.P.M. pour leur accueil chaleureux depuis mon arrivée parmi eux et pour l'appui matériel : ordinateur et imprimante. Sans ces matériels, ce mémoire n'a pu être réalisé.*
- ◆ *Que l'occasion me soit donnée aussi pour remercier Monsieur ANDRIAMBOLOLONA Jacques, Chef de Département du Laboratoire Eau de la JIRAMA, qui a bien voulu expliquer les différentes méthodes d'analyses de mes échantillons d'eau.*
- ◆ *Je suis aussi redevable envers mes amis et surtout l'équipe du Laboratoire de Biologie des Populations Aquatiques du Département de Biologie Animale de la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo pour leur sympathie et aide qu'ils m'ont témoignées au cours de mes études universitaires. Qu'ils reconnaissent ici mes remerciements.*
- ◆ *Je profite de cette occasion pour exprimer ma gratitude envers toute ma famille : à mes parents, à mes frères et sœurs et à leurs familles respectives qui m'ont beaucoup soutenue durant mes études et qui m'ont encouragée depuis toujours dans tout ce que j'ai entrepris. Qu'ils trouvent ici ma profonde reconnaissance.*
- ◆ *A ma sœur Lilia Hantanirina RAVONIARISOA et à mon mari RAKOTOMALALA Tantely Manantsoa, qui m'ont épaulée moralement et apportée leurs précieux conseils pendant la plus dure période de mes études. Qu'ils trouvent ici mes chaleureuses affections.*

- ◆ *A tous les Enseignants et au Personnel administratif de la Filière Sciences Naturelles de la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo. Qu'ils reconnaissent ici mes sincères remerciements.*
- ◆ *A tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation et la présentation de ce mémoire. Je leur adresse ma profonde gratitude.*
- ◆ *Enfin, je remercie de tout mon cœur Mon Dieu le Seigneur, c'est grâce à Lui et son Saint Esprit que j'ai pu accomplir tout ce que j'ai fait dans ma vie, en particulier la réalisation de ce mémoire. **La Gloire est à Lui seul !***

RESUME

La forêt d'Antsahabe-Est, se trouvant dans la région d'Anjozorobe, constitue l'un des vestiges forestiers du Plateau Central de Madagascar. Elle subit sans cesse des pressions anthropiques. Ainsi, elle devrait être classée parmi les zones prioritaires pour la conservation et la recherche. Sa gestion constitue une préoccupation à la fois écologique, économique et sociale. L'étude s'est déroulée à partir du mois d'Octobre 2002 jusqu'au mois d'Octobre 2003. Ses principaux objectifs consistent à faire l'inventaire de l'ichtyofaune et à créer le développement de la population: la pisciculture. Cette dernière contribuerait à la conservation des ressources piscicoles, à assurer la survie des espèces ichtyologiques et à augmenter les sources de revenu familial. La méthode utilisée pour le recensement est les captures successives journalières et mensuelles. Les matériels de pêche employés sont : le filet maillant, l'épervier et les nasses (« tandroho »). Les poissons récoltés sont mesurés et pesés avant d'être fixés dans un mélange d'alcool-formol à 10%. Dans les étangs d'élevage et d'expérimentation, des poissons commercialisables ont été relâchés. Seize (16) stations ont été choisies. Les onze (11) espèces de poissons inventoriées sont réparties en sept (7) familles. Deux (2) espèces sont en voie de détermination et supposées endémiques, car elles appartiennent à deux (2) familles : ELEOTRIDAE et BEDOTIIDAE, comprenant de nombreuses formes autochtones. Elles ne se trouvent que dans deux stations non perturbées : Ankafotra et Ambohimadana. Les autres poissons inventoriés sont des espèces introduites. Les poissons d'aquarium de petite taille sont dominants dans cette région. Le taux d'endémisme est faible. Les stations d'Andreba et de Mananara paraissent les plus riches et les plus diversifiées en espèces. La dominance de *Gambusia holbrooki* presque dans toutes les stations gêne la répartition d'*Ophicephalus striatus*, due à son régime alimentaire (larves d'insectes et de poissons sans exception). Cette dernière est assez rare et ne se trouve qu'à Andreba et à Mananara. L'élevage de *Xyphophorus helleri* et de *Platyopocilus maculatus* a été essayé dans 6 étangs d'expérimentation, mais sans succès. Des alevins de *Carassius auratus* et d'*Oreochromis niloticus* provenant de la station piscicole d'Andasibe et de *Cyprinus carpio* venant d'Amboasarinala ont été introduits dans cette région à titre de pisciculture. Le développement et la croissance de ces poissons sont actuellement en bonne voie. Dix huit (18) familles riveraines ont été motivées. Elles se sont groupées dans une association nommée TARATRA, agréée par l'Etat suivant l'ordonnance 60.133. Cette opération intervient indirectement dans la préservation des ressources forestières, renforce le développement de l'économie agricole et permet à l'Homme de disposer d'une alimentation équilibrée en protéine.

Mots clés : Anjozorobe, Forêt d'Antsahabe, conservation, ichtyologie, développement piscicole, inventaire, endémisme, menace, diversité, pisciculture.

ABSTRACT

Antsahabe's Forest is located in Anjozorobe, it is one of the forestry relic in the central plateau of Madagascar. It's continuously suffering the anthropic pressure. It should be considered as a priority for research and conservation area. The management of this forest would be worried about ecological and socio-economical aspect. This study was conducted from October 2002 until October 2003. The main objectives are to do the stock taking of itchyofauna and to promote fish farming that is a new activity. The fish farming contribute to the fisheries resource's conservation. Besides, it helps many ichthyologic species to survive and increase the family income. The methodology used for the stock taking is a daily and monthly capture. Fishing net, spanouhank and keep net are the material used. The catch fish are measured, and then weighed before being fixed in alcohol and formol mixed (10%). After that they are released into a raising and experimentation pond. We have chosen 16 studies site 11 species of fish are listed. They belong to 7 families (brauch) 3 among this family is still unknown 2 types are not determined. The largest species in the region are the small size aquarium fish. All the listed fishes belong to the over sens type. The rate of the local type is small. One unknown species is supposed to be a local type. It has seen only in two sites that are never pertulated: Ankafotra and Ambohimiadana. Andreba and Mananara sites have the richest and diversified species. *Gambusia holbrooki* which is present almost in all sites influence the repartition of *Ophicephalus striatus*. This last species is rare and doesn't exist expect in Mananara and Andreba. Raising *Xyphophorus helleri* and *Platypoecelus maculatus* as tested in 6 experiment pond .Unfortunately it has not succeeded. *Carassius auratus* and *Oreochromis niloticus* from Andasibe fisheries station and *Cyprinus carpio* from Amboasarinala are introduced to the region to be used in fish farming. These fishes are now growing well, 18 farmers are interested in this work. They are gathered into an association named TARATRA which is an organisation under the 60-133 laws recognized by the state. This operation help to preserve forestry resources reinforce agricultural economic growth and let the locale population to have an equilibrated food especially in protein content.

Keyword : Anjozorobe, Antsahabe forest, conservation ichthyologic, fish farming growth ,stock taking, endemism, diversity, promotion of fish farming,

FAMINTINANA

Ny alan'Antsahabe atsinanana ao amin'ny faritra Anjozorobe dia anisan'ireo ala sisa tavela eto afovoantanim'i Madagasikara. Tsy misy fijanonany ny fanimban'ny olona azy. Noho izany, io toerana io dia anisan'ny ireo faritra maika harovana. Ny fanarahamaso natao dia naharitra herintaona, izany hoe nanomboka ny volana Oktobra 2002 ka hatramin'ny volana Oktobra 2003. Ny tanjona hotratrarina amin'ity fikarohana ity dia ny mba hamantarana ny karazan-trondro misy ao sy hampianatra ny mponina ny fomba fiompina trondro.

Nampianarina ity fiompiana ity noho ny fahatsapana ny tombotsoa azo avy aminy: toy ny fiarovana ny trondro tsy ho lany taranaka ary koa ny fitomboany. Nampiasaina ny fanihifana misesisesy isan'andro, ny fanihifana isambolana ary koa ny fanisana ny trondro azo tamin'izany. Ireto avy ny fitaovana nampiasaina: harato atsipy, harato mandry ary ny tandroho. Norefesina sy nolanjaina ny trondro alohan'ny hitahirizana azy ao anaty "alcool-formol". Nahatratra 16 no toerana nofidiana hanaovana ny asa. Toy izao ny vokatra azo: 11 karazana ny trondro hita ka ny 2 dia mbola tsy mbola fantatra ny anarany nefa efa fantatra kosa fa tsy misy raha tsy any amin'io faritra io ihany. Marihina fa ireo karazana 2 ireo dia tsy hita koa raha tsy ao amin'ny toerana tena milamina antsoina hoe Ankafotra sy Ambohimiadana. Ny ankoatra ireo kosa dia karazan-trondro vahiny, izany hoe nampidirina teto Madagasikara. Ny reniranon'Andreba sy Mananara no hita fa tena maro trondro sy ahitana ireo karazany betsaka. Ny fahamaroan'ny mpirina gasy dia hita fa manelingelina ny fibata noho ny antony ara-tsakafo satria ny mpirina gasy dia mihinana ny atodin-trondro, nefa ny fibata dia mivelona amin'ny zana-trondro. Marihina eto fa io fibata io dia tsy hita raha tsy tao Andreba sy Manananara. Ny fiompiana ny pirina botakely sy ny pirina "milon" dia efa nandramana tamin'ny dobo miisa 6, tsy nahomby anefa izany. Zana-trondro toy ny tilapia sy trondro gasy avy any Andasibe, karpa avy any Amboasarinala no nanaovana fanandramana tamin'iny faritra iny. Ny fanarahamaso natao dia nahitana fa mandroso tokoa io fanandramana io. Eto am-pamaranana dia, amim-pifaliana no ilazana fa ankohonana 18 no mivondrona ao anatina fikambanana antsoina hoe TARATRA izay mijoro ara-panjakana. Izy ireo dia manana tanjona hiaro sy hikajy ny ala ary koa hampiroborobo ny vokatra mba hiadiana amin'ny tsy fahampiana ara-tsakafo.

Teny manandaja : Anjozorobe, alan'Antsahabe, fikajiana, hazandrano, fampitomboana ny trondro, famantarana ny karazany, mitady ho lany taranaka, tsy fahita raha tsy eto Madagasikara ihany, karazany, fiompiana trondro.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
ABSTRACT.....	21
SOMMAIRE.....	23
I.1- LOCALISATION DE LA REGION D’ANJOZOROBE.....	3
I.1.1- Situation géographique.....	3
I.1.2- Situation socio-économique et culturelle.....	5
I.2- CARACTERISTIQUES ENVIRONNEMENTALES DE LA REGION D’ETUDE.....	6
I.2.1- Facteurs abiotiques.....	6
I.2.1.1- Géologie et pédologie.....	6
I.2.1.2- Hydrographie.....	8
I.2.1.3- Climatologie.....	9
I.2.1.4- Reliefs.....	11
I.2.2- Facteurs biotiques.....	11
I.2.2.1- Faune.....	11
I.2.2.2- Flore.....	11
I.3.1- Choix et description des stations d’inventaire	12
II.1.2- Paramètres chimiques.....	17
II.2.1- Flore.....	17
II.2.2- Faune.....	18
II 3- INVENTAIRE DES POISSONS.....	18
II.3.1- Technique de capture.....	18
I.3.2- Technique d’échantillonnage.....	21
II.3.3- Technique d’identification.....	21
II.3.4- Etude quantitative	23
II.4- PISCICULTURE	23
II.4.1- Technique de construction et d’aménagement d’un bassin de pisciculture.....	24
II.4.2-Technique de fertilisation de l'étang.....	30
II.4.3- Technique d'empoisonnement de l'étang.....	31
II.4.4- Technique d'alimentation.....	37
II.4.5- Technique de reproduction.....	42
II.4.6- Technique d'élevage.....	46
II.4.7- Technique de récolte de poisson.....	47
II.4.8- Technique d'entretien de l'étang.....	48
II.5- METHODE D’ANALYSES STATISTIQUES DES DONNEES.....	49
II.5.1- Traitement des données.....	49
II.5.2- Méthodes statistiques utilisées.....	49
III.1- ETUDE DES FACTEURS ABIOTIQUES.....	53
III.1.1-Paramètres physiques.....	53
III.1.1.1- Température de l'eau.....	53
III.1.2- Paramètres chimiques.....	57

III.1.2.1- pH.....	57
III.2.1- Plantes aquatiques.....	60
La synthèse de recensement des plantes aquatiques dans toutes les stations donne 39 espèces végétales. Elles sont réparties en 13 familles. Celles des CYPERACEAE et POACEAE sont dominantes. La liste est présentée dans l'annexe VI.....	60
III.2.2- Faune	60
III.2.2.1- Oiseaux d'eau.....	60
III.3- INVENTAIRE DES POISSONS.....	63
III.3.1- Résultats qualitatifs.....	63
III.3.2- Résultats quantitatifs.....	67
Figure n°20: Histogramme de la richesse spécifique en poissons par station.....	68
ETANG.....	84
LIEU.....	84
A.....	84
III.4.2- Résultat de la mise en charge normale de chaque étang.....	86
A.....	86
IV.1- FACTEURS ABIOTIQUES.....	86
IV.1.1- Paramètres physiques.....	86
IV.1.1.1- Température de l'eau.....	86
IV.1.1.2- Turbidité	86
IV.1.1.3- Couleur de l'eau.....	86
IV.1.1.4- Profondeur de l'eau	86
IV.1.2- Paramètres chimiques	86
IV.1.2.1- pH.....	86
IV.1.2.2- Oxygène dissous	87
IV.1.2.3- Ions minéraux.....	87
IV.2.1- Végétation.....	87
IV.2.2- Faune.....	88
IV.3.1- Détermination qualitative.....	88
IV.3.1.1- Problèmes d'échantillonnages.....	88
Au cours de cette étude, 11 espèces au total sont inventoriées sur toutes les stations d'étude et d'inventaire. Ce résultat correspond au caractère de l'ichtyofaune malgache qui a une diversité spécifique faible, comparée à celle de l'Afrique (DE RHAM, P.H., 1996). Les résultats enregistrés au niveau des 16 stations ne sont certainement pas exhaustifs en dépit du grand nombre de jours et de mois d'échantillonnage. En effet, la richesse et la diversité spécifiques sont fonction de nombreux facteurs, parmi lesquels la longueur des rivières, la superficie de leurs bassins versants, leurs débits moyens, leurs vitesses, leurs qualités en facteurs physico-chimiques (Oxygène, pH, température), la nature des engins de pêche utilisés, les méthodes de pêche, la richesse en habitats, le profil écologique propre aux rivières à la hauteur de chaque station. La richesse spécifique est positivement corrélée à la surface du bassin versant. Cette corrélation étroite ainsi que celle entre la longueur du bassin et le nombre d'espèces a été vu lors de cette recherche. La rivière la plus longue et large comme Mananara n'est pas le plus riche en espèces par rapport à Andreba. Il faudrait	

considérer ici l'importance des affluents reçus tout au long du cours d'eau, donc du plus grand nombre de niches écologiques. La source de ces cours d'eaux est dans la forêt, la non - préservation de cette dernière pourra entraîner la disparition des certaines ruisseaux, et favorisera une grave menace aux espèces aquatiques et surtout ichtyofaune.....	88
IV.3.2- Détermination quantitative.....	89
IV.3.2.1- Abondance relative.....	89
IV.3.2.2- Estimation du stock des poissons	89
IV.4.1- Mise en charge de chaque étang.....	90
IV.4.2- Facteurs physico-chimiques de l'eau de l'étang.....	90
IV.4.3- Production totale escomptée.....	90

ANNEXE I: COORDONNES GEOGRAPHIQUES DES CAMPEMENTS..... I

ANNEXE III : CARACTERISTIQUES DES STATIONS D'INVENTAIRE ET D'ETUDE..... II

ANNEXE IV : CARACTERISTIQUES DES STATIONS D'AMENAGEMENT DES ETANGS..... II

Etang.....	II
------------	----

ANNEXE V : TECHNIQUES UTILISEES POUR L'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DE L'EAU..... III

ANNEXE VI : LISTE DES PLANTES AQUATIQUES ET DES ESPECES VEGETALES SUR LES BORDURES DES LACS ET DES RIVIERES ENREGISTREES DANS LA REGION D'ANTSAHABE..... III

ANNEXE VII: LISTE DES OISEAUX A MŒURS AQUATIQUES DANS LA REGION D'ANTSAHABE..... IV

ANNEXE VIII: LISTE DES FAUNES AQUATIQUES RENCONTREES DANS LA REGION D'ANJOZOROBÉ..... V

Anisus sp.....	V
Pila sp.....	V
Macrobrachium sp.....	V
Crabes, écrevisses.....	V
Asplanchna priodonta.....	V

ANNEXE IX: ABONDANCE ABSOLUE DES ESPECES PAR STATION... VI

ANNEXE X: LISTE DES ESPECES COMMUNES ENTRE LES STATIONS	VII
ANNEXE XI: CALCUL DE DEBIT ET DE VITESSE DE L'EAU DES DEUX STATIONS D'ETUDE.....	VIII
ANNEXE XII: LA PISCICULTURE.....	VIII
8)- Technique d'élevage.....	X
ANNEXE XIII: COMPOSITIONS CHIMIQUES DES ALIMENTS DES POISSONS (POUR 100G D'ALIMENTS) SOURCE : THOMAS, E., 20012	XIII
ANNEXE XIV: CARACTERISTIQUES DES ETANGS.....	XIV
ANNEXE XV : ETANGS D'EXPERIENCES.....	XV
ANNEXE XVI : POSITIONS GEOGRAPHIQUES DES ETANGS.....	XV
ANNEXE XVII : CALCUL DE LA PRODUCTIVITE TOTALE.....	XVII
Étang.....	XVII

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1.....	59
---------------	----

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES CARTES

Carte 1: Carte de Priorisations des forêts à conserver.....	3
Carte 2: Carte montrant la localisation de la forêt d'Antsahabe.....	4
Carte 3: Carte géologique de la région d'Anjozorobe.....	7
Carte 4: Carte montrant la localisation des stations d'étude et d'inventaire.....	8
Carte 5: Carte d'Antsahabe montrant les stations d'aménagements d'étangs	14

LISTE DES PHOTOS

Photo 1: Photo d'Etang de Cyprin d'Andohanandreba.....	61
Photo 2: Photo du <i>Carassius auratus</i>	61
Photo 3: Photo du <i>Microctenopoma ansorgei</i>	61
Photo 4: Photo du <i>Tilapia zillii</i>	61
Photo 5: Photo du <i>Oreochromis machrochir</i>	61
Photo 6: Photo du <i>Xyphophorus helleri</i>	61
Photo 7: Photo de <i>Gambusia affinis holbrooki</i>	61
Photo 8: Photo de <i>Gambusia affinis holbrooki</i>	61
Photo 9: Photo du <i>Platypoecilus maculatus</i>	62
Photo 10: Photo montrant la reproduction ovovivipare.....	65
Photo 11: Photo montrant la reproduction ovipare.....	65
Photo 12: Photo montrant l'étang d'Andohasahakely avant l'aménagement.....	XVII
Photo 13: Photo montrant la construction de l'étang d'Andohasahakely.....	XVIII

LISTE DES ANNEXES

ABSTRACT	21
SOMMAIRE	23
I.1- LOCALISATION DE LA REGION D'ANJOZOROBE	3
I.1.1- Situation géographique.....	3
I.1.2- Situation socio-économique et culturelle.....	5
I.2- CARACTERISTIQUES ENVIRONNEMENTALES DE LA REGION D'ETUDE	6
I.2.1- Facteurs abiotiques.....	6
I.2.2- Facteurs biotiques.....	11
I.3.1- Choix et description des stations d'inventaire	12
II 3- INVENTAIRE DES POISSONS	18
II.4- PISCICULTURE	23
II.5- METHODE D'ANALYSES STATISTIQUES DES DONNEES	49
III.1- ETUDE DES FACTEURS ABIOTIQUES	53
III.1.1-Paramètres physiques.....	53
III.1.1.1- Température de l'eau.....	53
III.1.2- Paramètres chimiques.....	57
III.1.2.1- pH.....	57
III.2.1- Plantes aquatiques.....	60
La synthèse de recensement des plantes aquatiques dans toutes les stations donne 39 espèces végétales. Elles sont réparties en 13 familles. Celles des CYPERACEAE et POACEAE sont dominantes. La liste est présentée dans l'annexe VI.....	60
III.2.2- Faune	60
III.2.2.1- Oiseaux d'eau.....	60
III.3- INVENTAIRE DES POISSONS	63
III.3.1- Résultats qualitatifs.....	63
III.3.2- Résultats quantitatifs.....	67
Figure n°20: Histogramme de la richesse spécifique en poissons par station.....	68
ETANG	84
LIEU	84
A	84
III.4.2- Résultat de la mise en charge normale de chaque étang	86
A	86
IV.1- FACTEURS ABIOTIQUES	86
IV.1.1- Paramètres physiques.....	86

IV.1.1.1- Température de l'eau.....	86
IV.1.2- Paramètres chimiques	86
IV.2.1- Végétation.....	87
IV.2.2- Faune.....	88
IV.3.1- Détermination qualitative.....	88
IV.3.2- Détermination quantitative.....	89
IV.4.1- Mise en charge de chaque étang.....	90
IV.4.2- Facteurs physico-chimiques de l'eau de l'étang.....	90
IV.4.3- Production totale escomptée.....	90

ANNEXE I: COORDONNES GEOGRAPHIQUES DES CAMPEMENTS..... I

ANNEXE III : CARACTERISTIQUES DES STATIONS D'INVENTAIRE ET D'ETUDE..... II

ANNEXE IV : CARACTERISTIQUES DES STATIONS D'AMENAGEMENT DES ETANGS..... II

ANNEXE V : TECHNIQUES UTILISEES POUR L'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DE L'EAU..... III

ANNEXE VI : LISTE DES PLANTES AQUATIQUES ET DES ESPECES VEGETALES SUR LES BORDURES DES LACS ET DES RIVIERES ENREGISTREES DANS LA REGION D'ANTSAHABE..... III

ANNEXE VII: LISTE DES OISEAUX A MŒURS AQUATIQUES DANS LA REGION D'ANTSAHABE..... IV

ANNEXE VIII: LISTE DES FAUNES AQUATIQUES RENCONTREES DANS LA REGION D'ANJOZOROBE..... V

Anisus sp..... V

Pila sp..... V

Macrobrachium sp..... V

Crabes, écrevisses..... V

Asplanchna priodonta..... V

ANNEXE IX: ABONDANCE ABSOLUE DES ESPECES PAR STATION... VI

ANNEXE X: LISTE DES ESPECES COMMUNES ENTRE LES STATIONS VII

ANNEXE XI: CALCUL DE DEBIT ET DE VITESSE DE L'EAU DES DEUX STATIONS D'ETUDE..... VIII

ANNEXE XII: LA PISCICULTURE..... VIII

**ANNEXE XIII: COMPOSITIONS CHIMIQUES DES ALIMENTS DES POISSONS (POUR 100G D'ALIMENTS) SOURCE : THOMAS, E., 2012
..... XIII**

ANNEXE XIV: CARACTERISTIQUES DES ETANGS..... XIV

ANNEXE XV : ETANGS D'EXPERIENCES..... XV

ANNEXE XVI : POSITIONS GEOGRAPHIQUES DES ETANGS..... XV

ANNEXE XVII : CALCUL DE LA PRODUCTIVITE TOTALE..... XVII

Étang.....XVII

INTRODUCTION

Madagascar fait partie des cinq premiers pays considérés comme «hot spots» ou «point chauds» en matière de biodiversité (MITTERMEIER et *al.*, 1999 in concept de MYERS 1988), grâce à sa richesse et à son taux d'endémisme élevé en faune (80%) et en flore (90%). (SOLOHAJANIRINA, A., 1996). Cette situation est due à sa superficie considérable, son isolation de l'Afrique depuis l'ère secondaire (Gondwana), son passé géologique, son relief et son climat.

Ce patrimoine a une valeur exceptionnelle aussi bien pour la communauté scientifique que pour le développement du pays. Malheureusement, comme plusieurs pays tropicaux, Madagascar est confronté aux problèmes de conservation de sa biodiversité à cause des pressions et menaces continues subies par ses habitats naturels (GREEN, G. M. & R. W. SUSSMAN, 1990). En effet, la faune et la flore sont sérieusement menacées par la déforestation et les feux de brousse: 300.000ha de forêt disparaissent chaque année (Projet ZICOMA 1999).

Pour la faune terrestre, par exemple, le cas des Lémuriens est étroitement lié à la présence de forêt. Aucun autre pays au monde n'abrite ces animaux avec un taux d'endémicité élevé (100%) contre 55,9% en Indonésie et 44,9% au Brésil (MITTERMEIER et *al.*, 1994). Mais actuellement, suite à la déforestation, 34% de ces espèces sont considérées comme gravement menacées (MITTERMEIER et *al.*, 1994). Pour la faune aquatique, surtout les Poissons: 96 espèces d'eau douce sont endémiques (CAMP, 2001), or la plupart sont menacées à cause des différentes actions anthropiques (déforestation, effort de pêche intense, aménagement des bas-fonds en rizières...), de la dégradation de l'environnement, de l'érosion importante (envasement, sédimentation...) (BENSTEAD et *al.*, 2000) et le non respect des lois en vigueur. C'est la raison pour laquelle, les grandes tendances actuelles des organismes nationaux et internationaux, surtout l'Etat malgache, sont orientées vers la recherche d'une meilleure gestion des ressources naturelles terrestres et aquatiques, conduisant à leur conservation durable.

Le projet FADES (Fond d'Appui pour le Développement de l'Enseignement Supérieur) financé par la Banque Mondiale a octroyé un financement pour le sous projet intitulé: «**Le site forestier d'Anjozorobe: Domaine de recherches et de formations universitaires pour l'écotourisme, le développement et la conservation**» en vue de la protection de cette forêt. Cette dernière a une superficie de 540ha environ (VOLOLONIRAINY, R., 2003). Elle constitue l'un des derniers vestiges forestiers existant sur les hautes terres centrales de Madagascar. Elle recouvre l'escarpement des failles délimitant la région d'Anjozorobe du fossé tectonique de Mangoro à l'Est, pour former un corridor forestier vers la région de Manjakandriana. Ce dernier revêt une importance biologique et écologique évidente.

Cette situation rend difficile la protection de cette forêt, car elle fournit à la population locale une quantité importante de produits pour la vie courante tels que le bois de chauffe, le bois de construction, la nourriture, les plantes médicinales, les plantes pour l'artisanat (CUNNINGHAM, A. B., 1996). La vie économique et sociale des riverains est donc basée sur cette forêt.

L'accroissement rapide et continu du taux de la population humaine représente une grave menace pour l'environnement. A Antsahabe-Est, il y a encore actuellement un reste de l'habitat naturel dans une petite partie de la forêt. D'après VOLOLONIRAINY, R., (2003), la

forêt dense dégradée a une superficie de 38,107 ha, la forêt brûlée ou « Savoka » atteint jusqu'à 56,040 ha, et le reste de la forêt naturelle est de 538,867 ha.

La grande question qui se pose est: quel est le moyen pour préserver le reste de la forêt primaire et/ou pour la conserver au moins dans son état actuel ?

La gestion de la forêt dans la région d'Anjozorobe s'avère à la fois une préoccupation bioécologique et socio-économique.

La présente étude essaie de résoudre ce problème, à travers le développement d'une nouvelle filière : la pisciculture. L'objectif principal est de donner un moyen d'accompagnement aux villageois pour le développement de leur vie économique et sociale.

Afin de mieux connaître la diversité piscicole de la région d'Antsahabe et permettre un développement rural basé sur la pisciculture, la recherche effectuée devrait répondre aux objectifs suivants:

1)- Déterminer et comparer les abondances, les compositions spécifiques ainsi que les structures des peuplements piscicoles dans les rivières et les lacs naturels. Connaître la dynamique de population des poissons existant dans les stations d'étude et d'inventaire, à savoir les facteurs abiotiques et biotiques qui affectent la vie piscicole.

2)- Etudier l'effet de la perturbation de la forêt sur les peuplements piscicoles. Evaluer le stock de poissons.

3)- Approfondir la connaissance de la biodiversité. Enrichir la base de données qui sera utilisée pour les suivis écologiques et pour la gestion de cette forêt.

4)- Emettre des fiches techniques pour la pisciculture: méthode simple, pratique mais rentable.

5)- Evaluer la place économique et politique des ressources piscicoles.

6)- Susciter la participation effective des paysans.

La première partie de ce travail décrit le milieu d'étude, avec un bref diagnostic socio-économique de la région d'Antsahabe.

La deuxième partie est consacrée à la méthodologie.

La troisième partie présente les résultats avec les analyses statistiques suivies d'interprétations.

Et enfin, la quatrième partie comprend les discussions.

Dans la conclusion générale, les solutions aux différents problèmes concernant la conservation de l'ichtyofaune sont données, ainsi que les avantages écotouristiques de la forêt d'Antsahabe et certaines recommandations utiles pour les programmes de conservation et du développement durable à entreprendre dans le futur

Première partie:

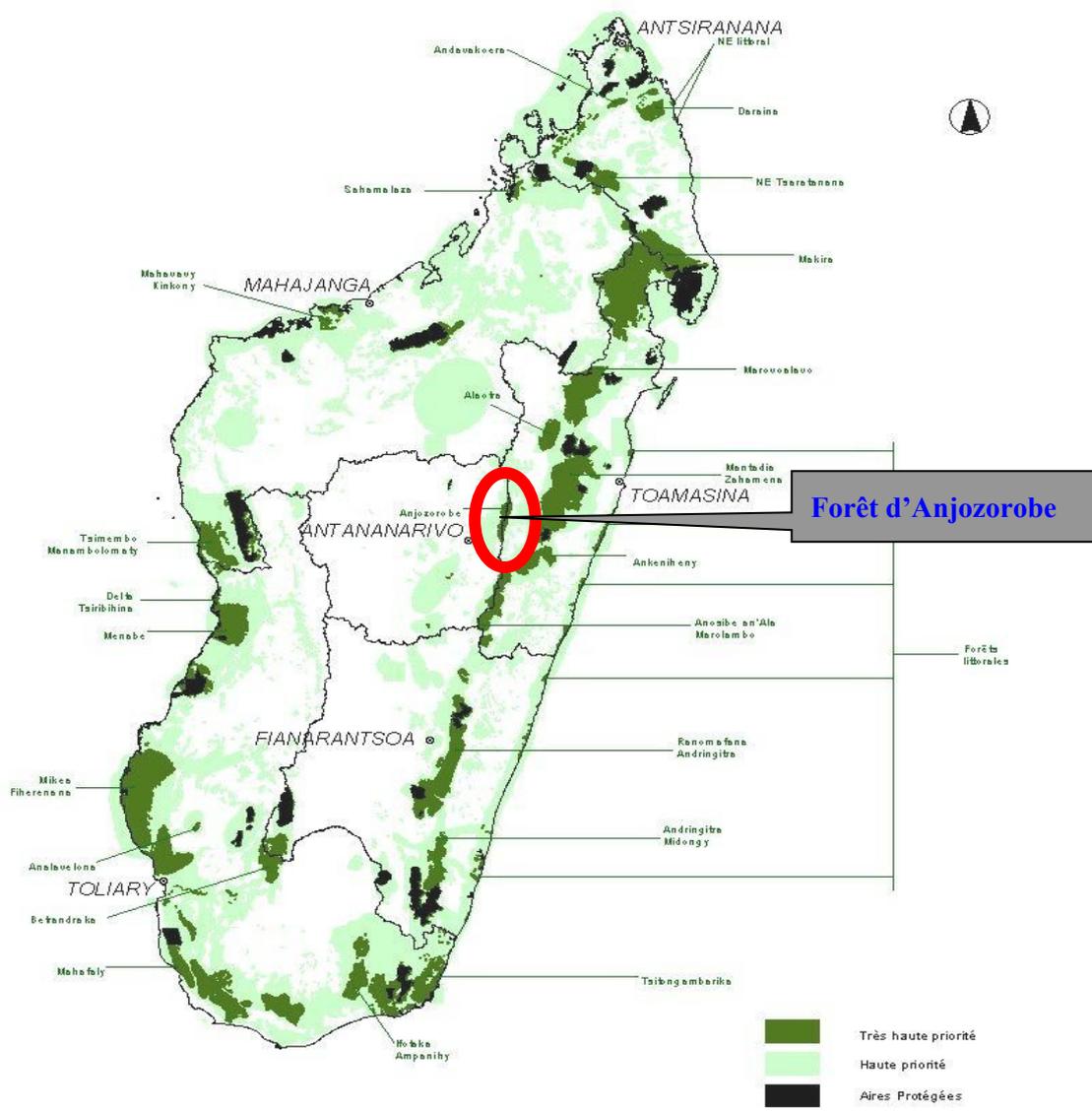
MILIEU D'ETUDE

I.1- LOCALISATION DE LA REGION D'ANJOZOROBE

I.1.1- Situation géographique

Le Fivondronana d'Anjozorobe fait partie du Haut Plateau Central malgache. Il se trouve à 90km au Nord Est de la capitale, au long de la Route Nationale n°3 (RN3). Il est délimité au Nord par la préfecture de Tsaratanana, à l'Est par la préfecture de Moramanga, au Sud par la préfecture de Manjakandriana et à l'Ouest par la préfecture d'Ankazobe. Dans sa partie orientale, il est bordé par la falaise de l'Angavo et sa partie septentrionale est constituée par le plateau d'Anjafy (MINISTERE DE BUDGET, 2000). Elle constitue la zone limitrophe entre la partie orientale et celle du Nord-Ouest de Madagascar.

Anjozorobe se trouve géographiquement entre les latitudes 18° 09' 53'' et 18° 55' 40''S et les longitudes 47°51' 28'' et 48° 04' 30''E, (VOLOLONIRAINY, R. et *al.*, 2003)

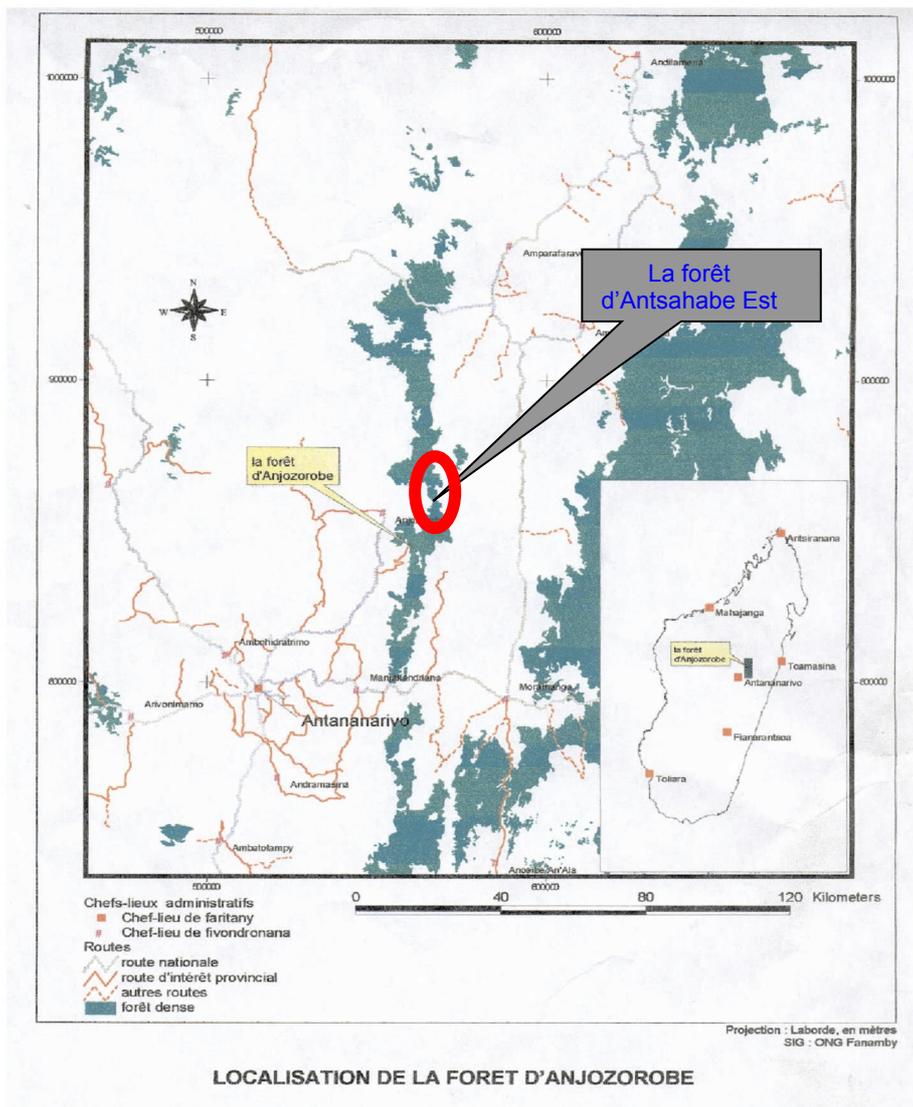


Carte n°1: Carte de Priorisations des forêts à conserver

Cette forêt est considérée comme très haute priorité pour la conservation d'après la vision DURBAN (Discours de Monsieur Président de la République)

La forêt d'Anjozorobe est connectée à l'escarpement oriental et se situe à une altitude supérieure de 1000 m.

Le site d'étude se trouve à Antsahabe-Est, situé à une distance de 6km au Nord-Est de la commune d'Anjozorobe. Il constitue un des Fokontany de cette division administrative. L'étude a été menée à l'intérieur et à l'extérieur de la forêt domaniale d'Antsahabe, qui est sous l'égide du Ministère des Eaux, des Forêts et de l'Environnement avec des populations riveraines, sa superficie est de 583ha. Elle se trouve sous grandes pressions anthropiques: comme les exploitations forestières, les rizicultures...



Carte n°2: Localisation de la forêt d'Antsahabe

Source : FANAMBY, 2000

La vraie forêt est précédée d'une zone de bois d'eucalyptus, de pins et de fougères. Lors de la recherche, trois lieux de campement ont été choisis: Andohanandreba, Andriankely et Andreba; leurs coordonnées géographiques prises à l'aide d'un GPS sont présentées dans l'annexe I.

I.1.2- Situation socio-économique et culturelle

Comme dans tout Madagascar, les problèmes de l'environnement à Anjozorobe sont liés à la pauvreté et surtout aux pressions dues à l'accroissement démographique rapide. La Sous-préfecture d'Anjozorobe est sujette à une haute densité de population dite « jeune ». Les

principaux composants, à plus de 55%, sont d'âge moyen et constituent la véritable force de travail (FANAMBY, 2000). Les gens vivent presque exclusivement d'agriculture quasi intensive.

Les pressions anthropiques s'exercent de plus en plus à cause de la poussée démographique galopante et des pratiques socio-économiques culturelles adoptées par la population: attachement excessif au "tanindrazana", culte du riz freinant la diversification des nourritures, autosatisfaction bloquant la production, autosubsistance, insécurité rurale, manque d'appui technique.

La présence de la forêt caractérise la richesse de cette région. La vie des villageois est basée sur les productions forestières.

Pour les revenus d'appoint, la plupart des familles collectent du miel et des litières (la fumure naturelle composée de racines et de mousses associées à des algues) dans la forêt. Certaines capturent des écrevisses, des crabes et des poissons dans les ruisseaux et les rivières.

L'apiculture est une activité courante, mais la récolte du miel dans la forêt reste encore avantageuse pour les pratiquants. La production est optimale à partir du mois d'Avril jusqu'au mois de Septembre, c'est-à-dire, pendant la saison sèche.

Auparavant, les gens faisaient leur étang de pisciculture au sein même de la forêt (Andriankely, Antelomita). Faute d'améliorations techniques, cette pratique jumelée avec la recherche de nouvelles terres à cultiver ne fait qu'augmenter la destruction de la forêt. C'est la raison pour laquelle, la présente étude essaie de donner aux villageois des meilleures techniques d'élevage de poissons, en gérant l'eau dans toutes les vallées et les bas fonds, sans détruire la forêt.

La principale activité des habitants de cette région est la riziculture associée à celles du maïs, haricot, arachide, pois de cap, manioc, patate douce sur les flancs des collines. Certains paysans commencent à effectuer, à petite échelle, les cultures maraîchères vivrières (pommes de terre, légumes tels que haricots verts, carotte, tomates...) selon les exigences climatiques et pédologiques. Pendant la saison des pluies, ils font des jardins potagers sur les bordures des vallées et dans les rizières en contre saison (Juin, Juillet, Août). Cette pratique maraîchère constitue un facteur d'augmentation du revenu du paysan et un complément indispensable pour l'autosuffisance alimentaire. Elle lui permet de subsister durant la période de soudure et de varier la nourriture.

L'élevage des bovins et des volailles tient également une place importante dans la vie des paysans et leur permet de réaliser leurs objectifs de développement à long terme.

L'artisanat rural n'est pas très développé dans cette région. Pourtant, son rôle n'est pas négligeable, car il fournit localement certains matériels utilisés pour les travaux des champs et du ménage: nattes, corbeilles et paniers de toute sorte. Ces produits sont vendus sur les marchés locaux: Anjozorobe, Mangamila...

Pratiquement, les bois sont coupés pour des besoins ponctuels locaux, par exemple, la confection des jougs des charrettes et pour les charpentes des maisons d'habitation. Les bois sont

aussi exploités pour alimenter le marché de la capitale (en bois de construction) et quelquefois même dans les autres provinces.

La majorité de la population sont traditionalistes. Les guérisseurs tiennent encore une place importante au sein de la société dans la région d'Antsahabe-Est. Ainsi, les plantes médicinales sont prélevées en toute saison.

Les villageois respectent toujours le lien de parenté; les personnes âgées tiennent une place considérable au sein de la population. L'entraide familiale et collective s'observe toujours lors des durs labeurs, comme la fondation et la construction de maison, le repiquage du riz. Certains familles considèrent le jour du Samedi comme jour «fady» où il est interdit d'effectuer tout travail dans les rizières tel que: labour et repiquage. L'oignon et le porc sont également tabous dans la région. Ces interdictions jouent un rôle notable de régulateur dans la vie sociale. Pour ces personnes, le non respect de ces « fady » peut provoquer des phénomènes inexplicables nécessitant la demande de pardon aux ancêtres par le biais d'un « joro ».

1.2- CARACTERISTIQUES ENVIRONNEMENTALES DE LA REGION D'ETUDE

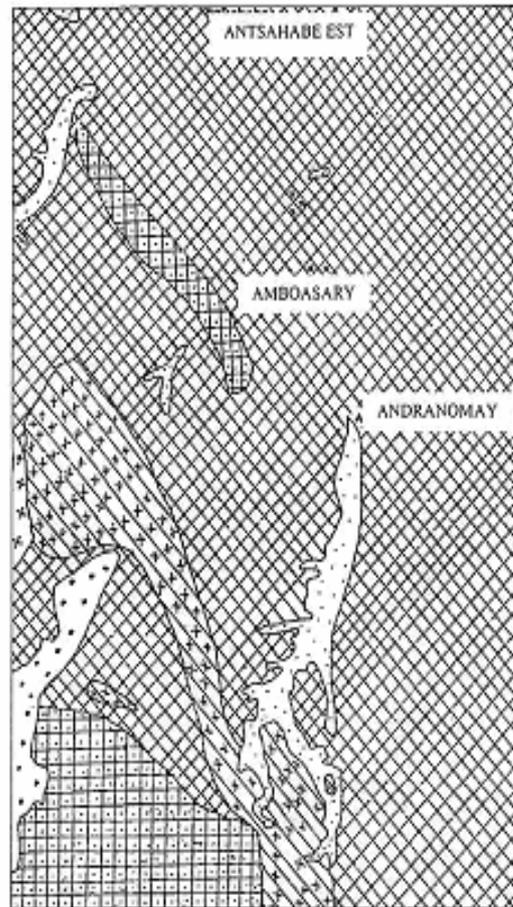
1.2.1- Facteurs abiotiques

1.2.1.1- Géologie et pédologie

La région d'étude se présente comme une vaste plaine très accidentée avec plusieurs montagnes, dont l'altitude maximale est de 1.483m (Fariambo) et la minimale de 1.200m et dont la plupart sont recouvertes de forêt et de Savoka. Les lacs naturels sont supportés par un socle dont la roche-mère est de nature cristalline métamorphique de la série d'Antananarivo (LAUTEL, R. 1952).

Le sol est composé en superficie, d'une couche ferrallitique de couleur rouge, en phase érodée et en profondeur d'un sol hydromorphe tourbeux (BESAIRIE, 1973). Il appartient à la série inférieure du système de Vohibory et au groupe de Beforona. Cet ensemble est formé de gneiss migmatitiques à amphiboles. La migmatisation est assez irrégulière et donne une série calco-ferromagnésienne engendrant un sol ferrallitique jaune rouge. (Voir la carte n°3 traduisant la géologie de la région, page 7).

ANJOZOROBE



FORMATION SUPERFICIELLE

-  Alluvions
-  Sédiments lacustres

SYSTEME DU GRAPHITE
Série Angavo - Ankazobe

-  Migmatites et migmatites granitoïdes

ROCHES DE GRANITISATION

-  Faciès malgachitique
-  Granite porphyroïde (Type carion)
-  Granite rose migmatitique

Carte n°3 : Carte géologique de la région d'Anjozorobe (Source : Service géologique d' Madagascar, extrait de la carte d'Ambatomena Q46)

I.2.1.3- Climatologie

Toutes les données climatiques dans cette étude proviennent de la Direction de la Météorologie Nationale d'Ampanzianomby relevées entre les années 1961-1967 pour la température et entre 1961-1990 pour la précipitation. Elles sont prélevées à la station météorologique d'Anjozorobe. Elles sont mentionnées dans les tableaux n°1 et 2 en Annexe II.

a)- Température

La température moyenne annuelle est comprise entre 18°C et 20°C. Le mois de Juillet est le plus froid (14,1°C) et Décembre, le plus chaud (20,9°C). L'amplitude thermique est de 6,8°C. La température atteint généralement ses valeurs minimales (9,3°C à 12°C) entre les mois de Juin et d'Août. Elle remonte vers les mois de Décembre et Janvier. (Voir figure 1A, page 10)

b)- Pluviométrie

La précipitation mensuelle varie de 26mm à 277mm. La pluviométrie annuelle est de 1226,3mm réparties sur 119 jours. La valeur est maximale (237mm) au mois de Décembre. Le mois le plus sec est Avril avec 50,3mm de pluies. (Voir figure 1B, page 10).

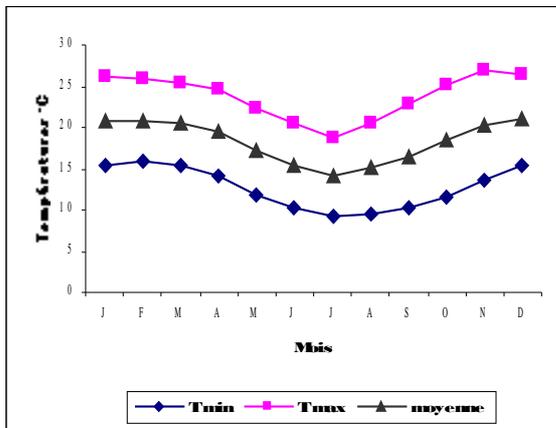
c)- Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la station d'Anjozorobe

Les relations entre les variations annuelles de température et de pluviométrie ont été mises en évidence par le diagramme ombrothermique établi suivant la méthode de GAUSSEN.

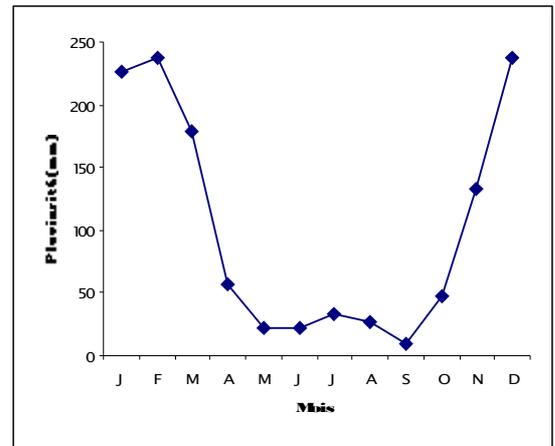
D'après la formule $T=2P$ où P est la précipitation et T, la température, le diagramme montre la présence de deux saisons bien distinctes dans cette région, à savoir :

- la saison chaude et pluvieuse qui dure environ 7 mois (Octobre à Avril). Dans ce cas $P>2T$ et la courbe de précipitation se trouve au-dessus de celle de la température;
- la saison sèche d'une durée de 5 mois, allant de Mai à Septembre, où P est $<2T$ et la courbe de précipitation se situe au-dessous de la courbe de la température.

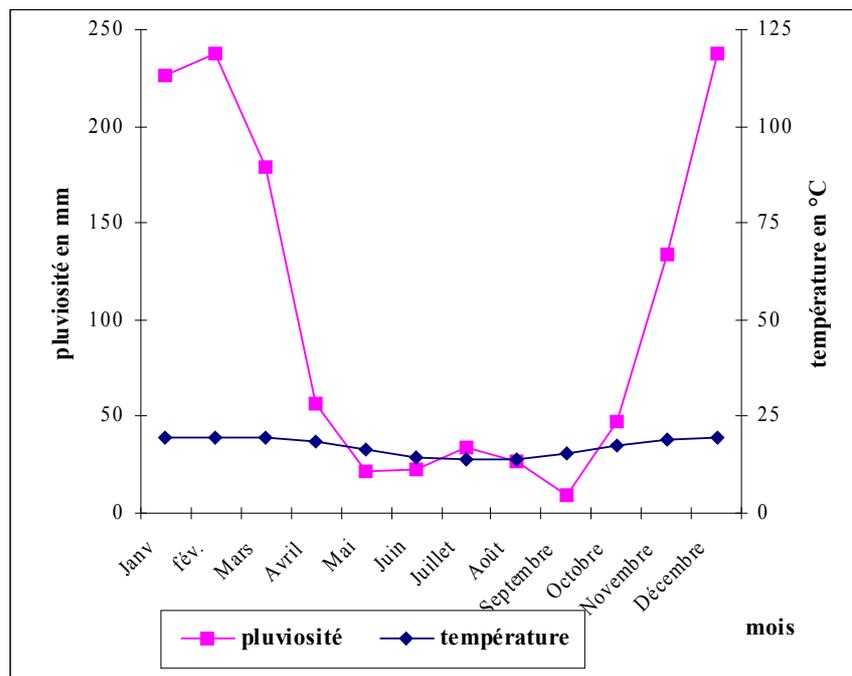
Le climat observé est donc proche de celui de la région orientale: climat tropical humide influencé par le régime d'alizé qui est très actif entre les mois d'Avril et Octobre et caractérisé par des brumes, crachins et des pluies fines (DONQUE, G. 1971). (Voir figure 1C, page 10).



1A: Courbe de la température moyenne annuelle dans la région d'Anjozorobe



1B: Courbe de la précipitation moyenne mensuelle dans la région d'Anjozorobe



1C: Diagramme ombrothermique de Gaussien de la région d'Anjozorobe ($P = 2T$)

Source: Direction de la Météorologie Nationale d'Ampanzianomby, année 1961 à 1967 pour la température et 1961 à 1990 pour la pluiesité

Figure n°1: Caractéristiques climatiques de la région d'Anjozorobe

I.2.1.4- Reliefs

La région d'Anjozorobe est très accidentée avec une succession de collines et de vallées. La plupart sont recouvertes de forêts. Le point culminant peut atteindre jusqu'à 1 481m. Les bassins sont larges et les montagnes ont des formes convexes avec des sommets arrondis et des flancs de pente moyenne (50% en général).

C'est un relief propice pour la formation des «lavaka», dès que la couverture forestière est arrachée.

I.2.2- Facteurs biotiques

I.2.2.1- Faune

Le site étudié est riche en faune. La plupart des classes d'animaux s'y trouvent (GOODMAN. M. S et D. RAKOTONDRAVONY, 1998), à savoir les Poissons, les Ecrevisses, les Reptiles et Amphibiens, les Oiseaux, les Micromammifères, les Primates et les Insectes...

I.2.2.2- Flore

a)- Végétation

La formation végétale est caractérisée par une forêt dense, humide, sempervirente, à mousses et à sous-bois herbacés, de moyenne altitude : 1 460 m (PERRIER DE LA BATHIE, H. 1921 ; HUMBERT, H 1965), avec une série à *Tambourrissa* - MONIMIACEAE et à *Weinmania* - CUNONIACEAE (FARAMALALA, M.H., 1988). C'est une forêt bien stratifiée:

- La strate supérieure est formée par des arbres de plus de 20m de hauteur stratifiée, à troncs droits et grêles.

- La strate arbustive est dense, formée par des arbustes ramifiés comme *Croton sp*, *Diospinos sp*, *Dracaena*

- La strate herbacée est plus développée en altitude

La cime des arbres est peu jointive. L'abondance des épiphytes est très remarquable : mousses, fougères, orchidées...

b)- Etat de la forêt

Actuellement, la végétation présente 5 aspects suivant leur état de dégradation:

- Des forêts climaciques ou forêts apparemment intactes, s'observant sur le sommet d'Afatrapeo et pente d'Andohanandreba.

- Des forêts écrémées ou plus ou moins intactes ayant fait l'objet d'exploitation sélective, couvrant des surfaces plus ou moins vastes.

- Des forêts dégradées ou forêts secondaires après le passage de feu.
- Des formations de graminées recouvrant de grandes superficies.
- Des formations marécageuses occupant une place importante. Elles peuvent se présenter sous forme de savanes marécageuses à CYPERACEAE ou sous forme de marécages primaires (FARANIRINA, L. et *al.*, 2003)

I.3- CHOIX ET DESCRIPTION DES STATIONS D'INVENTAIRE ET D'ETUDE

Deux catégories de stations sont prises en compte suivant leur accessibilité : milieux d'inventaire et milieux d'étude. Elles sont choisies dans les vallées et les bas fonds existant à l'intérieur et à l'extérieur de la forêt d'Antsahabe. Quatre types de milieux sont considérés : rizières, ruisseaux, rivières, et lacs naturels.

I.3.1- Choix et description des stations d'inventaire

Les lieux hébergeant des poissons sont considérés d'emblée comme stations d'inventaire. S'ils sont accessibles en toute saison, ils seront également pris comme stations d'étude, permettant de faire les suivis et contrôles tout au long de la recherche.

16 milieux d'inventaire ont été retenus (Carte n°4, page 8): Andriakely, Antelomita, Ampanalamoty, Ankafotra, Ambohimadana, Ambodipaiso, Ambatobe, Amboarabe, Andobolava, Ankazomaitso, Tsiandrora, Moronimianavaratra, Andrefanitaolanomby, Andohanandrea, Andreba, Mananara, les 2 derniers servent à la fois pour le recensement et l'étude bio-écologique (Voir annexe III).

I.3.2- Choix et description des stations d'étude

Les stations d'étude ont les caractéristiques suivantes:

- Accessible pendant les différentes saisons ; Propice à des suivis mensuels ;
- Milieu comprenant les diverses espèces de poissons.

Les 2 stations déjà citées plus haut : Andreba et Mananara, répondent à ces critères.

- la rivière Andreba, à sa sortie de la forêt, comporte de nombreuses ramifications qui irriguent les rizières traversées ;

- la rivière Mananara reçoit toutes les rivières venant de la forêt. Elle constitue la rivière-mère, où se confluent tous les autres cours d'eau d'origine forestière.

I.4- CHOIX ET DESCRIPTIONS DES STATIONS DE PISCICULTURE

La mise en place des étangs de pisciculture ne peut pas se faire n'importe où. Les constructions et aménagements y afférant devraient être effectués dans de bonnes conditions. Il faudrait disposer :

- d'une quantité suffisante d'eau de bonne qualité sur le plan physico-chimique;
- d'un terrain à caractères topographiques favorables.
- en dehors de la forêt : bassin piscicoles doivent se faire en dehors de la forêt.

a)- Caractéristiques physico-chimiques de l'eau

Elle dépend beaucoup des caractères physico-chimiques du substrat qui supporte l'étang et de la végétation qui s'y trouve.

Les eaux, qui viennent de terrains en zone de savane, sont en général plus riches que celles qui sortent de la forêt. En revanche, elles sont davantage sujettes aux pollutions mécaniques par accumulation de sédiments due aux ruissellements.

b)- Caractéristiques topographiques

*** NATURE**

Le sol doit être aussi imperméable et facile à creuser. Les sols argileux sont les meilleurs; Les sols renfermant un mélange d'argile avec une certaine quantité de sable ou l'humus sont également valables. La mise en place de l'étang sur les sols sablonneux et marécageux est souvent avantageuse.

Les sols sableux ou rocheux ne conviennent pas pour la pisciculture. L'installation de l'étang ne peut pas se faire sur des sols mouvants ou sur des décombres ou en pleine forêt.

*** FORME**

L'édification d'un étang dépend de plusieurs facteurs :

- du relief

Le terrain ne doit pas avoir de pente trop forte ni trop faible, de façon à pouvoir construire facilement une seule digue transversale.

- Si le terrain est à pente raide, la digue devrait être haute et puissante, ainsi la dérivation des eaux de ruissellement, toujours dangereuses pour la digue, serait difficile ou impossible.
- Si le terrain est plat, l'étang peut être construit de toute part, mais les problèmes d'évacuation d'eau et la mise à sec du milieu se poseront, donc il vaudrait mieux y renoncer.
- La construction d'un ou de plusieurs étangs dans une vallée devrait en considération les deux données essentielles suivantes :
 - ❖ Elle devrait se faire dans les sens perpendiculaire à celui de l'écoulement longitudinal de la source d'eau ;
 - ❖ Le profil des étangs devrait suivre celui de la vallée.
- Du type et du nombre

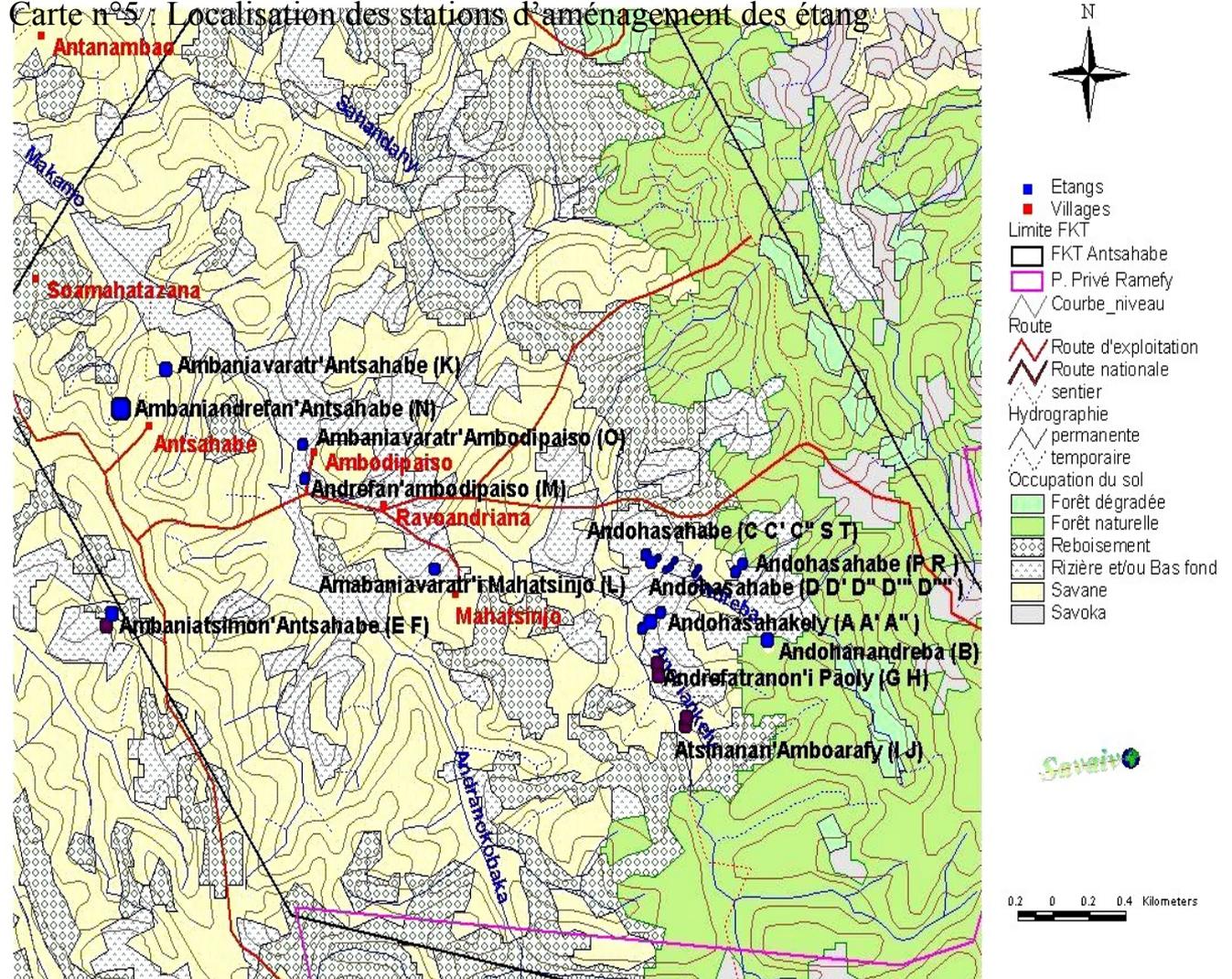
La détermination du type et du nombre d'étang à construire ne pourra se faire qu'après avoir acquis les données précédentes. Deux cas d'étangs peuvent exister selon l'alimentation en eau :

- **Etang de barrage** : établi dans le fond d'une vallée. Il devrait être alimenté de façon permanente, soit par une ou plusieurs sources d'eau, soit par une nappe phréatique, soit par un cours d'eau. Il reçoit en totalité toute l'eau d'alimentation, donc dans ce cas le débit est incontrôlable ;
- **Etang de dérivation** : construit sur les côtés d'une vallée et alimenté par dérivation à partir d'une source ou d'un cours d'eau principal. Il ne reçoit qu'une partie de l'eau d'alimentation, donc le débit peut être contrôlé en tout temps.

Au cours de la présente étude, 13 vallées et bas-fonds ont été choisis pour la construction d'étangs : Andohanandreba, Andohasahakely, Andohasahabe, Amboarafy, Andrefan'Amboarafy, Ambaniavaratr'Imahatsinjo, Ambaniavaratr'Ambodipaiso, Ambaniandrefan'Ambodipaiso, Ambaniavaratr'Antsahabe, Ambaniatsimon'Antsahabe, Ambaniandrefan'Antsahabe, Moronimianavaratra, Andreba (Voir Annexe IV).

Source et document utilisé :
 - Lands et 2000
 - Carte topo FTM 1/100000.1954
 Réalisée par :
 VOLOLONIRAINY, R.

Carte n°5 : Localisation des stations d'aménagement des étangs



Deuxième partie:

MATERIELS ET METHODES

Le présent travail regroupe les données collectées dans les rizières, les ruisseaux, les rivières et les lacs naturels pendant les saisons complètes d'une année 2002-2003: du 9 Octobre 2002 au 23 Novembre 2003. Les observations sont surtout effectuées pendant la période où les poissons sont les plus abondants, c'est à dire du mois de Janvier à Février à la rivière Mananara, et mois de Mai à Septembre pour les autres hydrosystèmes.

Pour inventorier le maximum d'espèces de poissons, les pêches ont été menées sur divers types de milieux en utilisant des engins appropriés aux différents cas, par exemple, filets de principe actif (l'épervier) ou passif (filet maillant), les nasses...Elles sont faites pendant les périodes d'abondance piscicole déjà dit plus haut, durant quatre jours successifs par mois dans chaque station. Les poissons capturés sont identifiés, dénombrés, mesurés et pesés.

II.1- FACTEURS ABIOTIQUES

Pour tous les paramètres, les mesures sont effectuées par mois toujours au même endroit dans chaque station d'étude mais quatre fois par saison dans les stations d'inventaire. Douze paramètres physico-chimiques ont été étudiés. L'oxygène dissous, la température, la profondeur, la vitesse d'écoulement et le débit de l'eau sont mesurés directement sur le terrain. Les autres facteurs sont mesurés au laboratoire de la JIRAMA d'Antananarivo.

L'échantillon d'eau à analyser est prélevé seulement le dernier jour de chaque mission, pour qu'il soit récent pour les analyses.

II.1.1- Paramètres physiques

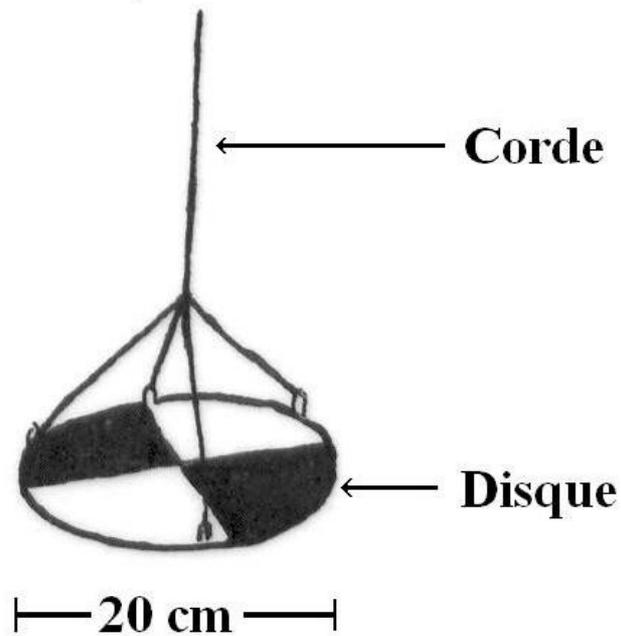
II.1.1.1- Température de l'eau (°C)

Les températures de l'eau à 1m de profondeur et en surface sont mesurées avec un thermomètre de précision au 1/10°C.

Elles sont toujours prises à la même heure dans les stations d'étude et à différents moments de la journée, selon l'heure d'arrivée, dans les stations d'inventaire. Le thermomètre est maintenu dans l'eau pendant 5mn avant chaque lecture.

II.1.1.2- Turbidité et profondeur de l'eau (NTU)

La turbidité est évaluée par rapport à la transparence de l'eau. Plus l'eau est transparente, plus la turbidité est faible. Sur le terrain, les mesures se font avec un disque de SECCHI, ayant 20cm de diamètre, de couleur blanche et noir, muni d'une corde graduée au centimètre. (Voir figure n°2, page 16). Mais au laboratoire de la JIRAMA, la méthode utilisée est la **néphélogéométrie** (Voir annexe V). La mesure de la turbidité est nécessaire pour déterminer le degré de limpidité de l'eau. Plus la turbidité est élevée, plus l'eau est trouble.



(RAVEROMAMPIONONA, Z. S., 2004)

Figure n°2: Schéma du Disque de SECCHI

II.1.1.3- Couleur de l'eau

La couleur de l'eau est déterminée directement à l'œil nu.

II.1.1.4- Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

La conductivité de l'eau est mesurée à l'aide de deux conductimètres électroniques: l'une donne le résultat en micro siemens mS et l'autre en mg/l.

La mesure de la conductivité est nécessaire pour calculer la minéralisation de l'eau.

II.1.1.5- Débit et vitesse d'écoulement de l'eau

Le matériel et la méthode de mesure utilisés sont simples. Il suffit de laisser entraîné par le courant d'eau un carré de polystyrène de 10cm de côté et de mesurer la distance parcouru en un temps donné. Dans la pratique, les mesures sont effectuées suivant un transect de 3m, dans une section où l'eau circule librement.

L'opération est faite une fois par mois au niveau de chaque station.

Le débit (exprimés en m^3/s) est calculé par la formule suivante:

$$D = \frac{L \times l \times P}{t}$$

La vitesse (exprimé en m/s) est donnée par la formule ci-après:

$$V = \frac{L}{t}$$

L : Longueur exprimée en mètre

l : moyenne des largeurs des deux extrémités de la section considérée, exprimée en mètre

P : moyenne des profondeurs des deux extrémités de la section étudiée, exprimée en mètre

t : valeur moyenne sur trois mesures successives du temps de déplacement du morceau de polystyrène, de l'amont vers l'aval dans la section étudiée, exprimée en seconde

II.1.2- Paramètres chimiques

II.1.2.1- Oxygène dissous (mg/l)

Les taux d'oxygène dissous dans l'eau à la surface et à 1m de profondeur sont mesurés à l'aide d'un oxymètre électronique: Dissolved oxygen 555.

L'appareil de mesure est maintenu au fond de l'eau pendant une minute avant chaque lecture. Les mesures sont faites une fois par jour. Elles sont toujours prises à la même heure dans les stations d'étude.

II.1.2.2- pH (unité de pH)

Le pH de l'eau est mesuré par un pH -mètre électronique (lecture directe) au laboratoire de la JIRAMA.

II.1.2.3- Ions minéraux (mg/l)

Les éléments minéraux étudiés sont : le nitrite (NO₂), le nitrate (NO₃), l'ammonium (NH₃ / NH₄) qui sont les indices de toxicité de l'eau. Ils sont analysés auprès du laboratoire de la JIRAMA par la technique de spectrophotométrie (Voir annexe V)

Le calcium (Ca), le magnésium (Mg) et le chlorure (Cl) sont analysés par le dosage volumétrique : titrimétrie (Voir annexe V)

II.2- FACTEURS BIOTIQUES

II.2.1- Flore

L'identification des plantes aquatiques est faite sur place, mais celles qui posent de problèmes doivent être déterminées ultérieurement par l'équipe des botanistes à partir des herbiers.

Les végétaux aquatiques sont recensés selon un transect dans les sens horizontal et vertical au niveau de chaque station d'étude: les plantes de berge, les plantes émergées, enracinées, les plante flottantes et les plantes immergées.

II.2.2- Faune

Les invertébrés aquatiques benthiques sont prélevés à l'aide d'un filet troubleau en toile de jute de forme conique (diamètre : 30cm, hauteur : 50cm, vide de maille 0,1mm).

Des opérations de râclage du fond sont effectuées. Les animaux obtenus sont conservés dans un mélange d'alcool – formol à 50%. L'identification se fait ultérieurement au laboratoire suivant la méthode des différents auteurs: PIHAN, J. C., 1977, TACHET, H., *et al.*, 1984.

II 3- INVENTAIRE DES POISSONS

II.3.1- Technique de capture

Le but est d'obtenir le maximum d'informations concernant l'inventaire des poissons dans la région d'Anjozorobe. Cinq types de matériels de pêche sont utilisés lors de cette étude:

- filets maillants: deux filets maillants dormants ou « harato mandry » sont utilisés. Ils sont faits d'une nappe rectangulaire. Le premier est en fil de coton de 20m de long et 1,5m de large avec un vide de maille de 1cm. Le second est en fil fin de nylon de 15m de long et 2m de large avec un vide de maille de 2cm. Ils sont tendus par deux ralingues: une supérieure munie de flotteurs (bouchons pour le premier filet et bois flottants en forme de roue pour le deuxième filet) et une inférieure munie de lests (plombs) (Voir figure 3A, page 19) ;

- éperviers ou « harato atsipy ». Il y en a deux types : un premier en fil de nylon de vide de maille 2cm et un second en fil de coton de vide de maille 1,5cm. (Voir figure 3B, page 20) ;

- épuisette de section semi-circulaire à petites mailles : 1mm. (Voir figure 3C, page 20) ;

- nasse ou « tandroho »: fabriquée à l'aide d'une plante aquatique appelée «vinda»: de forme ovoïde, très courante et très pratiquée par les gens. (Voir figure 3D, page 20) ;

- la ligne ou « fintana » est une tige de bambou munie d'un fil nylon portant un ou deux hameçons

- le harpon ou « fitevika » est fabriqué en fer pointu relié à un bambou. Sa tête porte une pince à trois mors.

Les deux derniers engins sont les plus utilisés.

Les riverains utilisent aussi d'autres matériels tels que les nasses dormantes ou «vovo» fabriqués avec des bambous tissés.

Dans le Mananara, les gens emploient le système de « vala », qui consiste à relier la rivière avec les rizières par une ouverture. En période de crue, l'eau déborde et va dans les champs de riz. Le trou de communication est alors obstrué avant le retraitement de l'eau et les poissons sont donc emprisonnés dans les rizières.

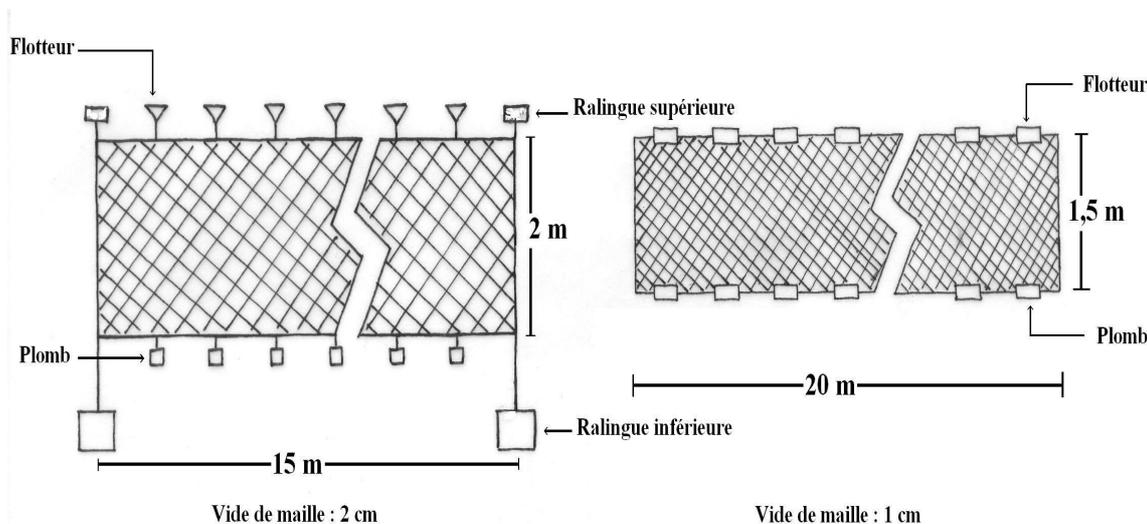
Dans les quatre lacs naturels: Tsiandrorana, Amboarabe, Andobolava, Ankazomaitso, la capture se fait par les filets maillants (sur la diagonale) et par l'épervier (sur le milieu et près des berges).

La taille des poissons pris dépend donc de la dimension des mailles

Pendant la recherche, la pêche se fait seulement le jour et pour une durée de quatre heures pour chaque station. Les pêches aux filets maillants sont menées par quatre personnes. Elles sont précédées par des coups de bâton dans l'eau, pour diriger les poissons vers les engins de pêche.

Dans la rivière de Mananara, le filet maillant est interdit par la coutume car l'utilisation de la dérivée du fer est « fady ». Seuls l'épervier, la nasse, la ligne et le harpon sont utilisés.

Dans tous les petits cours d'eau et les rizières, la capture se fait à l'épuisette et à la nasse par les femmes et les enfants.



FILLETS MAILLANTS

(RAVEROMAMPIONONA, Z. S., 2004)

Figure 3A: Les deux types de filet maillant

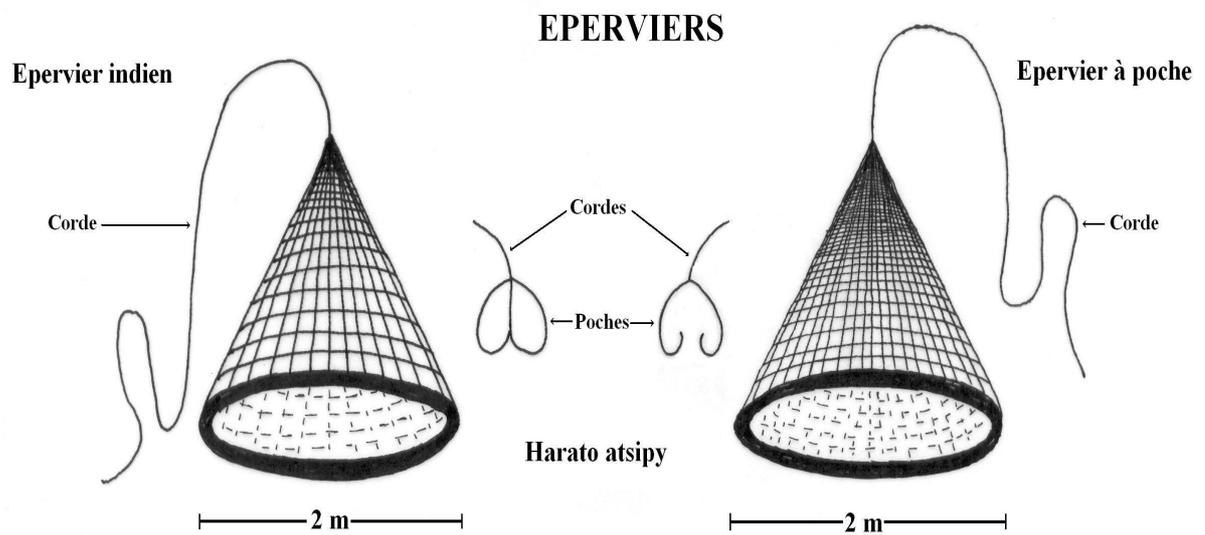


Figure 3B: *Les deux types d'épervier*

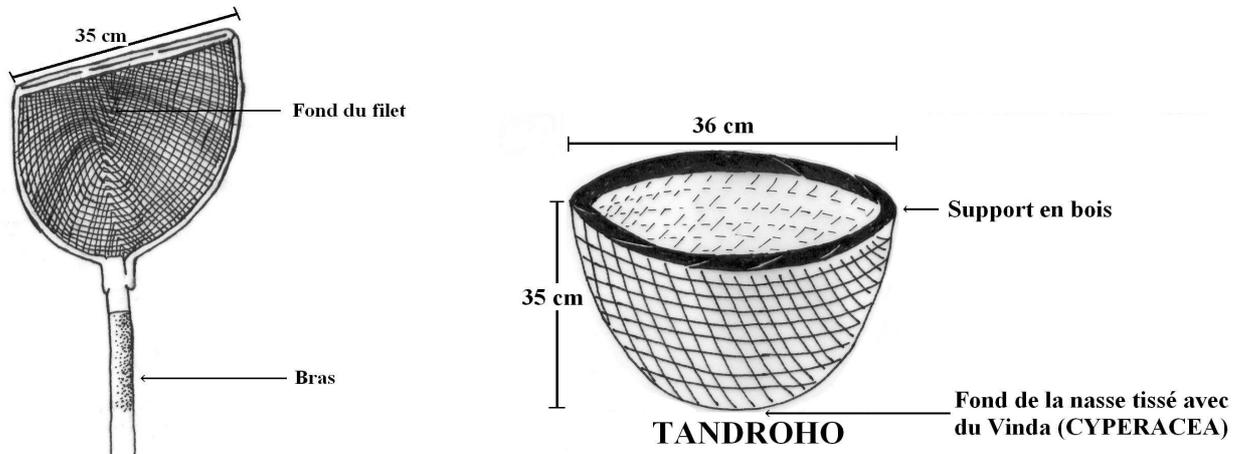


Figure 3C: *Schéma de l'épuisette*

Figure 3D: *Schéma de la nasse*

Figure n°3 : Engins de pêches

(RAVEROMAMPIONONA, Z. S., 2004)

I.3.2- Technique d'échantillonnage

Tous les poissons capturés sont mesurés et pesés sans être relâchés sauf au moment de la reproduction, où quelques géniteurs composés de quatre femelles et huit mâles de chaque espèce sont triés et retenus pour assurer les sources de restockage des étangs d'expérimentation (étangs D, D', D'', D''', D'''').

Avant d'être fixé dans le mélange d'alcool - formol 10%, chaque poisson est muni d'une étiquette sur laquelle sont notés les codes concernant les informations sur le lieu de collecte, la date, les noms scientifique et vernaculaire de l'espèce.

II.3.3- Technique d'identification

Chaque individu capturé, avant d'être fixé, doit être mesuré à l'aide d'un pied à coulisse, pesé avec un pesola de différentes portées : 5g, 10g, 50g, 100g, 500g, 1000g, photographié, étiqueté et dessiné.

Les spécimens sont placés dans différents récipients contenant le liquide de conservation : un mélange d'alcool - formol à 10%. L'identification se fait au laboratoire suivant la méthode déjà appliquée par beaucoup d'auteurs, à savoir : ARNOULT, J., 1959 ; KIENER, A., 1961; GLAW, F. et M. VENCES, 1994; DE RHAM, P., 1996.

En général, quatre méthodes sont utilisées:

II.3.3.1- Méthode par observation directe

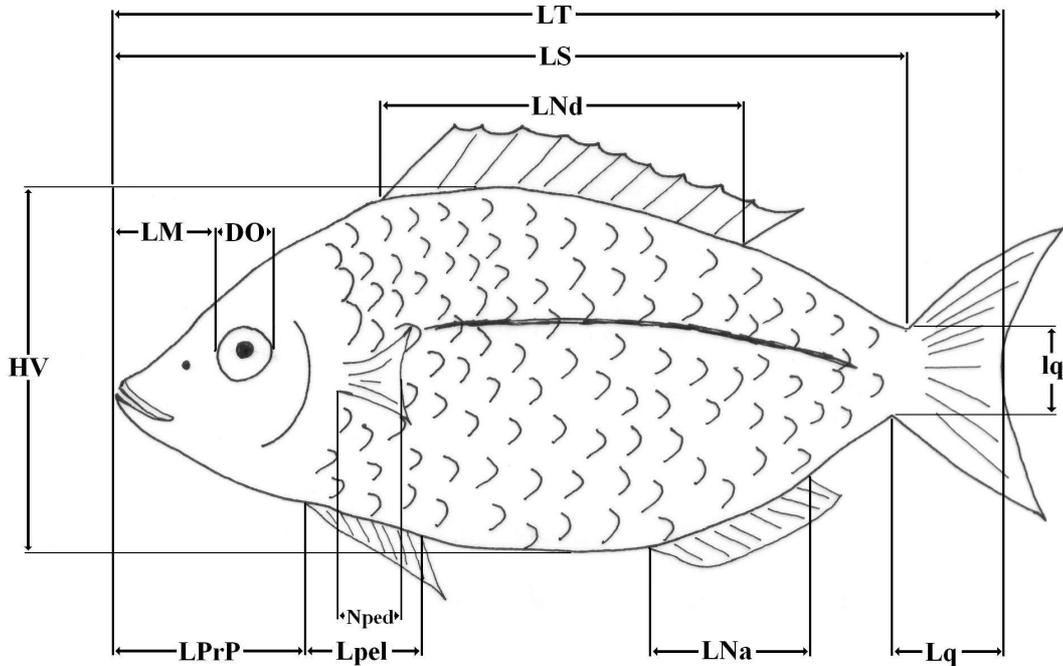
En général, l'identification des poissons par observation directe ne présente aucun problème. Elle se fait d'une part sur un radeau à des endroits où l'eau est transparente, et d'autre part, après la capture et avant la fixation des spécimens.

II.3.3.2- Méthode par étude des caractères méristématiques

C'est la méthode la plus utilisée pour la détermination de l'espèce. Les caractères pris en considération sont donnés par le schéma de la figure n°4, page 22. Ce sont :

- LT: Longueur totale comprise entre la bouche et l'extrémité de la nageoire caudale
- LS: Longueur standard se trouvant entre la bouche et le pédoncule caudal
- PrP: Longueur prépectorale comprise entre la bouche et le point d'insertion de la nageoire pectorale.
- LM: Longueur de la muse allant de la bouche à l'œil.
- LP: Longueur du pédoncule caudal allant de la nageoire anale jusqu'à la base de la nageoire caudale.
- HV: Plus grande hauteur verticale du corps.
- DO: Diamètre de l'œil.

- lq: Largueur de la queue.
- Lq: Longueur de la nageoire caudale
- Lped: Longueur de la nageoire pectorale.
- Lpel: Longueur de la nageoire pelvienne.
- LNa: Longueur de la nageoire anale.
- LNb: Longueur nageoire dorsale



(RAVEROMAMPIONONA, Z. S., 2004)

Figure n°4: Schéma montrant la mesure d'un poisson

II.3.3.3- Méthode par étude anatomique

L'animal est disséqué pour l'observation des organes génitaux, afin de connaître, s'il s'agit d'une espèce ovipare ou ovovivipare. Un échantillon d'œufs est observé à la loupe binoculaire. C'est une méthode de détermination de la systématique adéquate pour les poissons de petite taille.

II.3.3.4- Méthode par étude génétique

Les espèces non déterminées par les trois méthodes précédentes sont envoyées aux Etats-Unis dans le laboratoire d'ichtyologie, pour des études génétiques approfondies.

II.3.4- Etude quantitative

Le stock de poissons dans les stations d'étude et d'inventaire est estimé par la méthode de DE LURY. Elle consiste à effectuer plusieurs pêches successives dans un même secteur ou au même endroit avec un effort de pêche constant et sans remettre à l'eau les poissons capturés (LAURENT, M., et P. LAMARQUE, 1974).

Dans cette étude, les pêches successives sont effectuées pendant quatre jours de suite par mois à Mananara et à Andreba. Les pêches sont réalisées avec les filets (épervier et maillant) et les nasses. Les précisions sur leurs caractéristiques sont les suivantes :

Tableau 1: Caractéristiques de pêche

Paramètres de pêche	Rivière Mananara	Rivière Andreba
Surface de pêche (m ²)	23200	1600
Durée de pêche (heure)	4	4
Nombre de pêche aux filets maillants pendant 4 heures	4	4
Nombre de coups d'épervier par heure	50	50

La valeur la plus probable de la population de poissons est donnée par le tracé d'une droite de régression obtenue à partir du résultat de deux pêches successives. La formule de calcul suivante donne cette valeur (ARRIGNON, J., 1976):

$$P = \frac{m^2}{m-n}$$

p: valeur la plus probable de la population de poissons

m: nombre de sujets capturés lors de la première pêche

n: nombre de sujets capturés lors de la deuxième pêche

L'ensemble des captures successives quotidiennes est noté.

II.4- PISCICULTURE

A part le sol et l'eau, les équipements suivants sont au moins nécessaires pour la pisciculture :

- bêches, faucille, piquets, pelles, paniers, brouette : matériels utilisés pour creuser l'étang ;
- brouette, décimètre, fils, branche d'arbre : équipements pour la construction de la digue,

- provende, compost : éléments nécessaires pour l'alimentation des poissons,
- alevinière, alevins, seaux, cuvettes : matériels exigés pour les opérations d'empoissonnement,
- tuyau, grillage, tamis, planches, bambous : matériels pour la réalisation de l'entrée et la sortie d'eau,
- matériels de pêches, balance, cahier de charge, bottes : pour le suivi et le contrôle de la pisciculture.

Les méthodes appliquées pour la pisciculture sont les suivantes :

II.4.1- Technique de construction et d'aménagement d'un bassin de pisciculture

II.4.1.1- Choix des stations de pisciculture

Les conditions nécessaires pour la construction et l'aménagement d'un bassin de pisciculture sont déjà vues dans la première partie. Trois vallées ont été retenues, voir les figures n°5 suivantes :

- Vallée d'Andohanandreba en V légèrement et obliquement tronqué
- Vallée d'Andohasahabe en V faiblement et horizontalement tronqué.
- Vallée d'Andohasahakely en V arrondi.

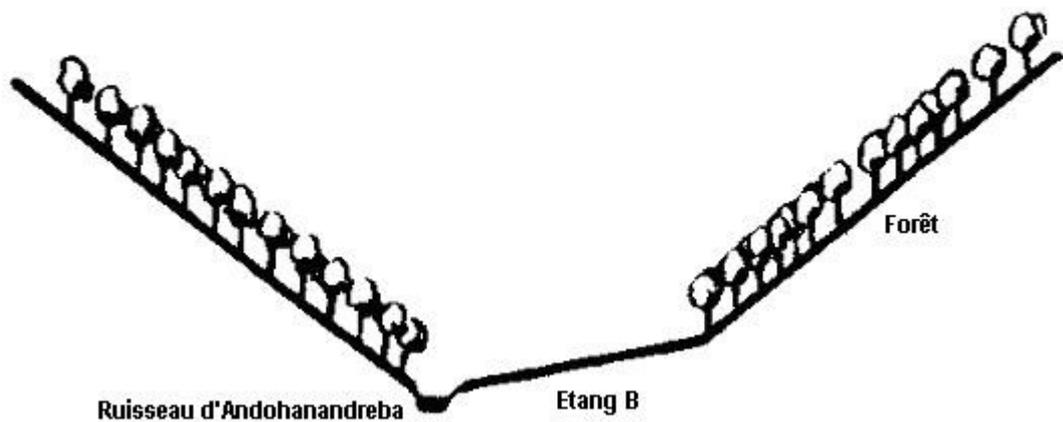


Figure 5A : *Vallée d'Andohanandreba*

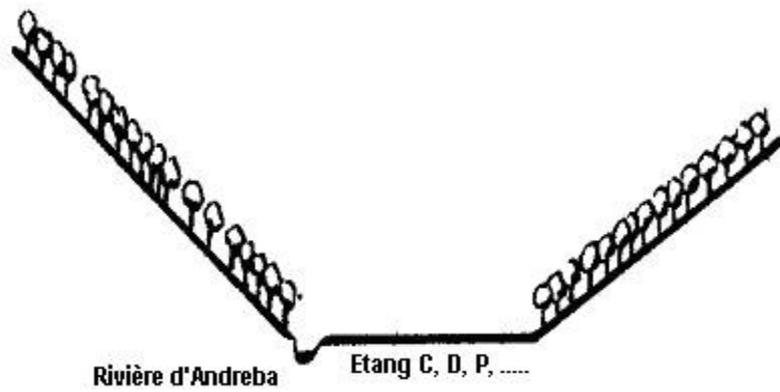


Figure 5B : *Vallée d'Andohasahabe*

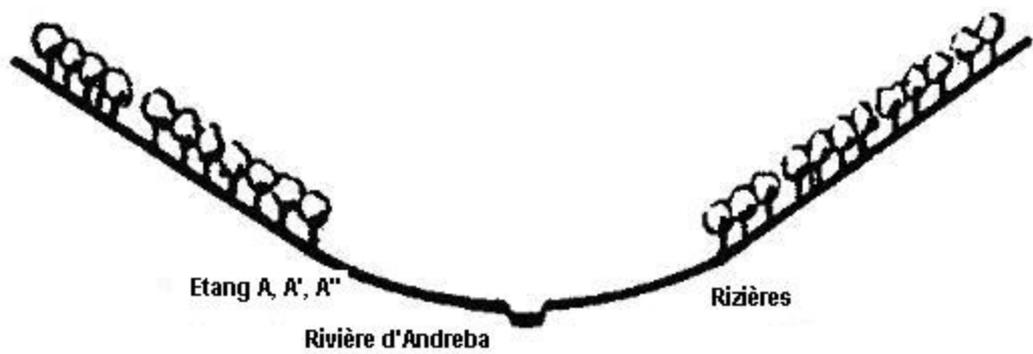
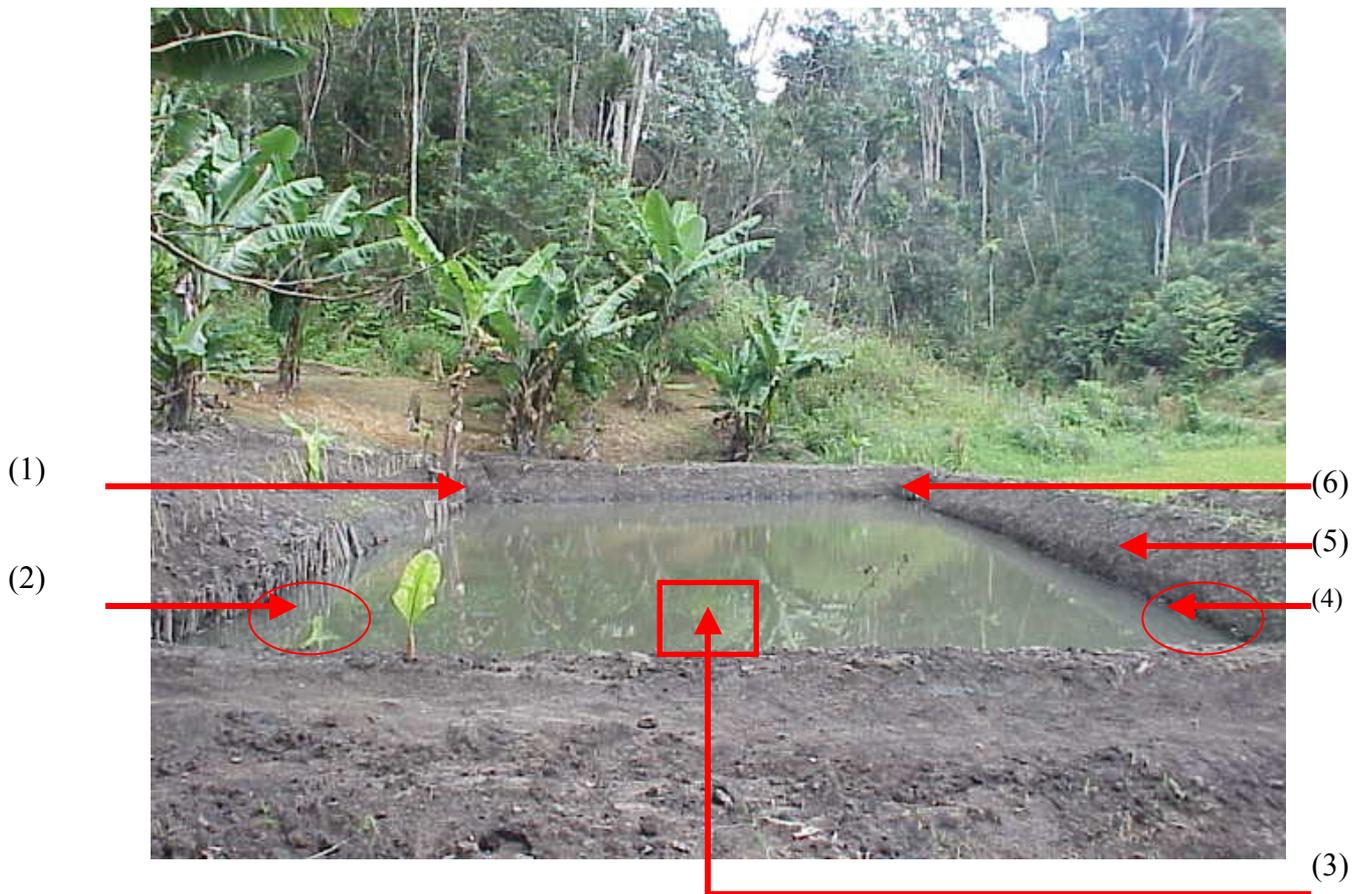


Figure 5C: *Vallée d'Andohasahakely*

(RAVEROMAMPIONONA, Z. S., 2004)

Figure n°5: Type des Vallées



(Photo RAZANAHOERA RAKOTOMALALA Marlène, 2003)

Figure n°6: Etang de Cyprin d'Andohanandreba

- (1) : entré d'eau
- (2) : plantation d'*Azolla*
- (3) : emplacement de la nourriture
- (4) : emplacement de la compostière
- (5) : digue
- (6) : sortie d'eau

II.4.1.2- Type d'étangs à construire

Deux types d'étangs peuvent être construits dans cette région selon la topographie du terrain et l'alimentation en eau:

- étang de barrage alimenté par des nappes phréatiques. Tels sont les cas des étangs d'Andohasahakely en étages et d'Andohanandreba.

- étang de barrage alimenté par les eaux de pluies et de ruissellement venant des déclivités (dévalant les flancs des collines) et aboutissant dans l'étang. C'est le cas des bassins d'Andohasahabe disposés parallèlement.

II.4.1.3- Plan d'installation

Le type de bassin étant choisi, la forme, les dimensions (longueur, largeur, profondeur), l'arrivée et le niveau de l'eau et le point de vidange sont déterminés. Pour se faire, il n'y a pas de règle générale à suivre. La plus importante est la mise en place de la digue, elle doit s'adapter au type de terrain.

- **FORME**

Deux formes d'étangs sont pratiquées lors de cette étude: le carrée et le rectangulaire. Ce dernier est le plus utilisé.

Pour l'étang en étage d'Andohasahakely, la forme est imposée par la configuration du terrain: le premier est rectangulaire, le deuxième et le troisième sont carrés.

- **DIMENSION**

La surface d'un étang dépend des dimensions du terrain, de la pente et des possibilités financières des pisciculteurs

- **PROFONDEUR**

La profondeur d'un étang est variable, elle se situe entre 0,5 à 1,5m . Elle dépend de la température locale et de l'espèce piscicole à élever.

Lorsque l'étang est trop profond, il se réchauffe difficilement et le phytoplancton ne puisse pas développer dans toute la masse d'eau. En outre, la construction des digues et des appareils de vidange devient plus compliquée et plus onéreuse.

L'étang profond se réchauffe difficilement. Il est approprié pour les espèces aimant l'eau fraîche ou froide .La construction des digues et des appareils de vidange devient plus compliquer et plus onéreuse.

L'étang peu profonde et à fond plat est rapidement envahi par la végétation. Il est adéquat pour les espèces herbivores.

En général, la limite de la profondeur d'un étang se situe entre 0,5 à 1,5m (HUET, M., 1953).

II.4.1.4- Fond ou assiette de l'étang

Les herbages sur le terrain à aménager ne sont pas enlevés sauf s'il y a surabondance. Les arbres sont débarrassés complètement.

Le fond de l'étang est installé de façon à permettre de faire la vidange complète et la collecte des poissons au point de sortie d'eau. Il doit donc être en pente douce vers l'exutoire.

La mise en place des piquets pour l'aménagement du fond se fait suivant le procédé schématisé sur la figure suivante.

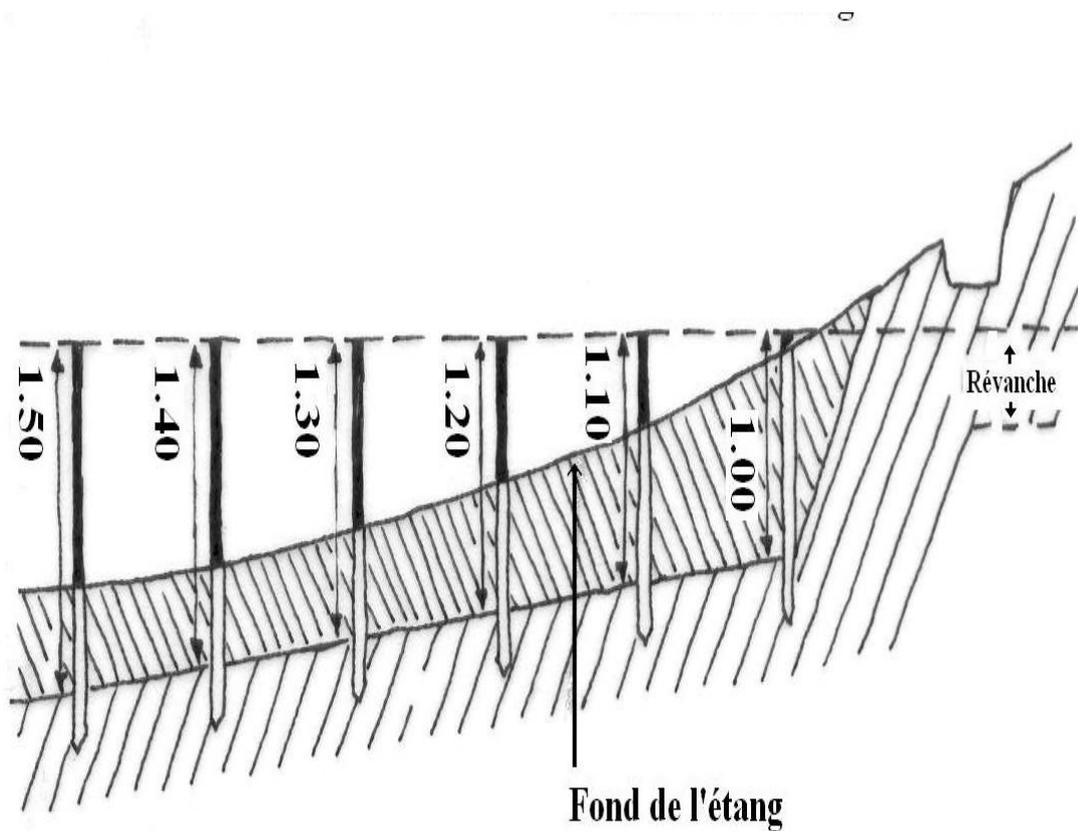


Figure n°7 : Emplacement des piquets pour l'aménagement du fond de l'étang

II.4.1.5- Digues

La digue est la partie principale d'un étang. Sa construction doit se faire avec grand soin suivant le schéma de la figure n°8.

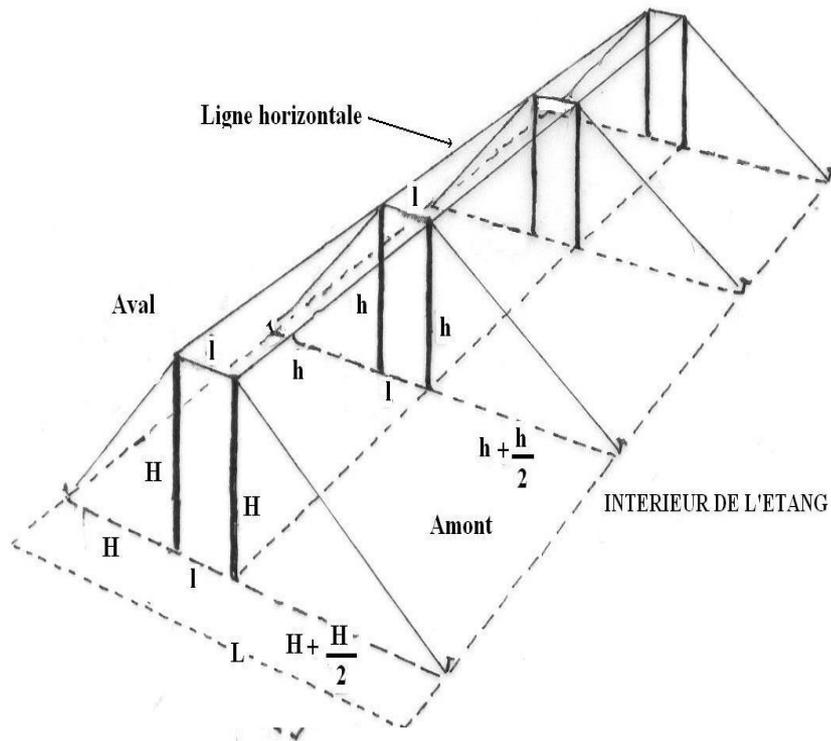


Figure n° 8 : Emplacement des piquets pour l'aménagement de digue

(RAVEROMAMPIONONA, Z. S., 2004)

H : hauteur de piquet

h : distance entre le premier piquet et le fond extérieur de la digue

L : épaisseur de la digue

I : distance entre deux piquets

II.4.1.6- Système d'alimentation en eau et la quantité d'eau nécessaire

L'origine de l'alimentation en eau, en général, est celle déjà dit dans la première partie réservée aux choix et descriptions des stations : sources, nappes, phréatiques, eaux de pluies ...

A chaque station, il y a un étang en amont du canal de dérivation permettant de stocker l'eau d'alimenter les autres étangs en aval et donner un débit constant à l'ensemble des bassins. La vitesse maximale de l'eau varie avec la nature du terrain: 0,15m / s dans la terre fine et 1m / s dans les cailloux (J. BARD et al, 1974). La conduction d'eau vers les étangs se fait par un tuyau en fer rond à Andohasahakely, un bambou à Andohasahabe, une tige en bois creuse à Andohanandreba.

La quantité d'eau nécessaire en pisciculture dépend des espèces de poissons à élever et de la capacité de charge de l'étang. Certaines espèces ont de fortes exigences en oxygène dissous et en température. Par exemple, les Salmonidés demandent de l'eau fraîche et bien oxygénée

(HUET, M., 1953). D'autres espèces sont plus résistantes au manque d'oxygène, par exemple : la Carpe.

II.4.1.7- Appareil de vidange

Le système de vidange plus utilisé est le moine en béton, mais d'autre système semble être plus économique et très pratique. Il s'agit d'un tuyau fabriqué avec du bambou, une pièce de tôle à trous et un grillage encadré par du fer plat. Cet appareil de vidange, traité à l'antirouille est placé selon les possibilités d'évacuation d'eau. Le débit de sortie d'eau doit être égal au débit d'alimentation de l'étang.

II.4.1.8- Emplacement du compostière

Le compostière c'est l'enclos pour assurer la fertilisation organique des divers débris, des déchets ménagers des feuilles, des fruits avox et des fumiers frais. Le compostière est fabriqué à l'aide des branches d'arbres ligotées. Elle s'installe en amont de l'étang et se met au coin opposé au sens du courant d'eau pour faciliter la répartition de composte sur toute la surface de l'étang. (Voir figure suivante)

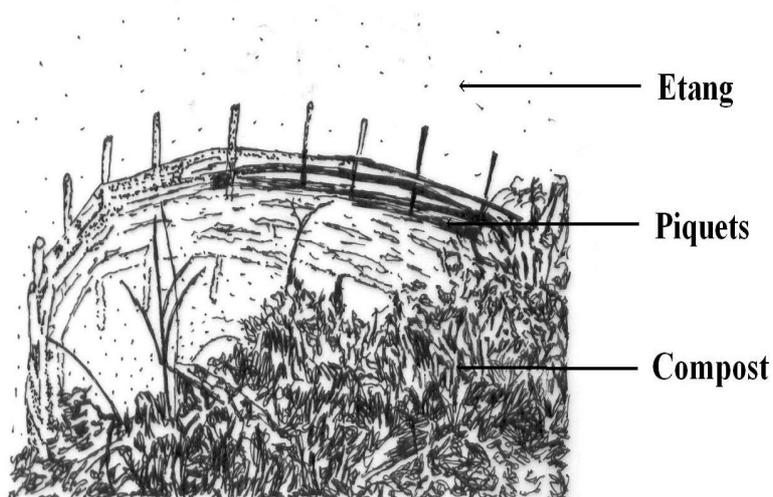


Figure n°9 : Schéma montrant l'emplacement du compostière

(RAVEROMAMPIONONA, Z. S., 2004)

II.4.2-Technique de fertilisation de l'étang

II.4.2.1- But et action de la fumure

La fumure a pour but de renforcer la production piscicole en augmentant la quantité de nourriture naturelle présente. Elle développe les algues planctoniques et les zooplanctons. Certain fumure tel que le déchet d'abattoir est aussi assimilé par les poissons. La fertilisation de l'étang réduit le risque de maladie du poisson et augmente le rendement de production.

II.4.2.2- Détermination de la fumure à appliquer

En général, deux types de fumure peuvent être utilisés pour la fertilisation de l'eau de l'étang: la fumure organique et la fumure minérale. La fumure organique semble être plus avantageuse sur le plan économique car elle est facilement disponible et accessible par les paysans pisciculteur, pouvant être fabriqué à l'aide de matière locale (fumier de ferme, déchet d'abattoir, compost, etc. ...). Elle apporte la quasi- totalité des substances nutritives indispensable au cycle biologique du poisson et agitent faveur de la structure du sol. La fumure de l'étang favorise également la multiplication des bactéries en suspensions dans l'eau qui accélèrent par la suite de développement des zooplanctons, si cette multiplication n'est pas excessive.

II.4.2.3- Règles générales de l'application de fumure

En principe, la fumure organique se distribue dans l'eau deux fois par semaine, et par petites quantités à la fois et répartie régulièrement toute la surface de l'étang.

***Fumier de volailles**

Un quart à un demi de la capacité d'une brouette par 100 m² de surface est suffisant tous les quinze jours selon la possibilité (HUET, M., 1953). La fermentation trop importante de fumure introduite provoquerait une chute brutale du taux d'oxygène et la mort des poissons.

***Fumier de bétail**

Le fumier de bétail ne doit pas être appliquer directement sur le fond de l'étang, il faut le mélanger avec du composte.

***Le déchet d'abattoir, le contenu de panse et le sang séché**

Ces produits peuvent être mélangés aux aliments avec du son de riz au frais. Pour le sang d'abattoir, 5 à 10 litres par are par semaine peut donner de bons rendements (J. BARD et al., 1974).

***Son, tourteaux et graines diverses**

Ces produits doivent être avant tout considérés comme des aliments directs, mais les quantités non consommées donnent, par leur décomposition, un apport d'engrais intéressant notamment par la teneur en azote, ils favorisent de ce fait, un développement intense de phytoplanctons

II.4.3- Technique d'empoisonnement de l'étang

II.4.3.1- Choix du poisson à élever

Plusieurs espèces sont intéressantes pour la pisciculture. En général, le choix du poisson élevé lors de cette étude est basé sur les conditions suivantes:

- (i) la qualité de la chair,
- (ii) la rusticité et la facilité à manipuler,
- (iii) la capacité de reproduction,
- (iv) la vitesse de croissance et
- (v) la disponibilité de l'alevin au moment de l'empoisonnement. (THOMAS, 2001²)

. D'après ces diverses conditions, quatre espèces différentes sont choisies pour l'élevage pendant l'essai : *Carassus auratus*, *Cyprinus carpio*, *Tilapia nilotica*, *Tilapia zillii*.

II.4.3.2- Techniques de capture des alevins

Il existe deux techniques de capture des alevins : capture par vidange et capture sans vidange. Dans les deux cas, les engins de pêche tels que filet, épuisettes et panier ont été utilisés. Dans les essais effectués sur les stations, les deux techniques ont été adoptées à la station piscicole d'Andasibe. Tandis que dans les étangs privés d'Amboasarinala, la capture sans vidange a été pratiquée. Des alevins ont été également capturés en milieu naturel sur les rivières: d'Andreba, et d'Andriakely en utilisant les nasse en paniers.

***Pour la capture par vidange:** la vidange se fait lentement et régulièrement, de façon à ce que tous les poissons et surtout les alevins puissent suivre la baisse des eaux. Si la vidange est trop rapide, certains poissons ne suivront pas la descente, s'envaseront et seront perdus, ou bien ils seront entraînés contre les grillages et blessés, ce qui pourrait provoquer leur mort. La capture des poissons se fait surtout à la fin de la vidange. Il faut prendre beaucoup de précautions dans la capture et la conservation des prises en bonne santé.

A Andasibe, la capture des alevins de *Carassus auratus* et de *Tilapia nilotica* se faisait pendant deux jours.

***Pour la capture sans vidange:** cette technique de capture est utilisée dans les étangs qui ne peuvent pas être vidés ou dans le milieu naturel, par exemple sur rivière. Dans les essais réalisés, la nasse en panier a été utilisé pour capturer les alevins de *Cyprinus carpio* à Amboasarinala et ceux de *Tilapia zillii* dans les rivières d'Andreba et d'Andriakely. A Andasibe, la prise d'alevins de *Oreochromis niloticus* sur un étang qui n'a pas pu être vidé a requis l'utilisation d'une épuisette de 4m² entourée de tissu jute où deux personnes au moins sont nécessaires pour manipuler l'engin de pêche.

II.4.3.3- Triage des alevins

Le triage des alevins permet de sélectionner les alevins par espèce et par taille. Les alevins doivent être pesés et mesurés avant de les conserver dans des endroits stables tels que dans des filets à plusieurs poches suspendus dans de l'eau propre, bien aérée et fraîche. Ils ne seront pas nourris durant deux à trois jours au maximum.

II.4.3.4- Mode de transport des alevins

Dans les essais de transport d'alevins d'Andasibe à Antsahabe, trois alevinières ont été utilisées. Il s'agissait chacune d'un bidon à fond plat et circulaire fabriqué à l'aide de tôle galvanisée dans la partie supérieure et munie d'un bouchon précédé d'un treillis grillagé et amovible. Ce système joue le rôle de trop plein permettant le renouvellement partiel et assurant le maintien de la quantité d'oxygène (fig. 10 ci- dessous). La quantité d'eau dans le bidon ne peut pas excéder les 70 à 80% de sa capacité pour laisser un espace d'air qui favorise l'aération. Chaque alevinière d'essai contenait 200 alevins.

Dans l'essai de transport par véhicule d'Andasibe à Antsahabe, la durée du trajet était de 15 heures, à la température moyenne de 8 à 12 °C et sans addition d'oxygène artificielle. L'eau a été changée chaque fois que les poissons se sentent les besoins d'oxygène (montée à la surface de l'eau). Le changement d'eau doit se faire par la vidée de la moitié du bidon et remplacée par de l'eau fraîche. Durant le trajet, l'eau a été changée 8 fois, soit environ toutes les deux heures de temps. Les cahots durant le transport ainsi que les arrêts fréquents et longs sont fatals pour la survie des alevins. Dans l'essai de transport effectué, 33% des alevins ont péri à

cause de l'arrêt prolongé à Antananarivo. Les alevins morts doivent être retirés à chaque changement de l'eau pour éviter l'asphyxie des ceux qui sont vivants.

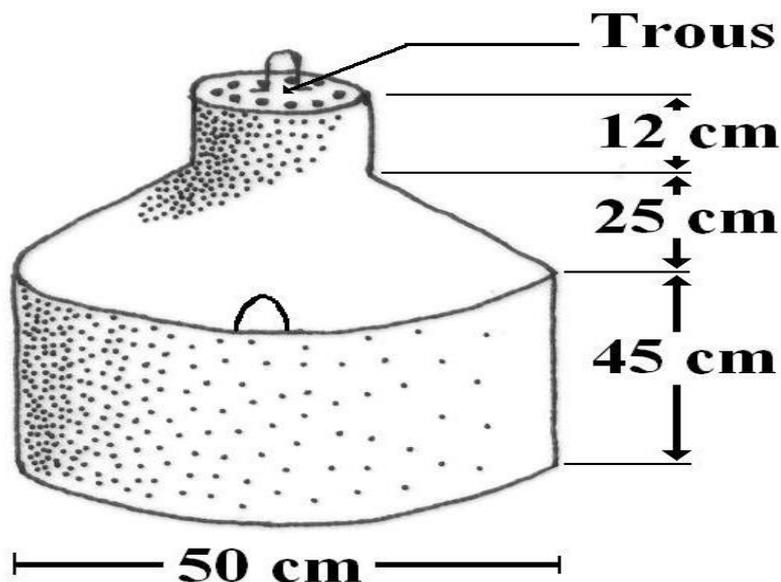


Figure10: Schéma d'un Alevinière ou bidon de transport

(RAVEROMAPIONONA, Z. S., 2004)

II.4.3.5- Conditions physico-chimiques de l'eau de l'étang d'empoissonnement

La transparence, la couleur ainsi que la température sont des caractères physiques plus intéressants. Il faut que l'eau soit transparente que possible. Les eaux de couleur claire légèrement bleutées ou vertes sont excellentes pour la pisciculture (THOMAS, E., 2001²). Avant l'empoissonnement, il faut bien nourrir et fertiliser l'étang pour que l'eau prenne une couleur verte foncée, et cette couleur doit être maintenue pendant la période d'élevage. La température de l'eau doit convenir aux caractéristiques biologiques des poissons à élever car elle agit fortement sur leur multiplication, leur respiration et leur nutrition. En général, la moyenne annuelle de la température de l'eau de tous les étangs aménagés varie entre 18 °C à 28 °C, elle est très favorable à la pisciculture.

La teneur en oxygène dissous, le pH ainsi que l'alcalinité de l'eau sont des caractères chimiques essentiels. L'oxygène dissous est nécessaire non seulement à la respiration des poissons mais aussi à la vie de tous les organismes aquatiques, à l'exception de certaines bactéries. Les doses critiques et mortelles d'oxygène nécessaire n'ont rien d'absolu, car elles

dépendent de beaucoup de facteurs notamment la température, l'abondance des matières organiques et des végétaux aquatiques submergés. Les doses minima varient selon l'espèce élevée. La teneur en oxygène de l'eau doit être étroitement surveillée. Elle peut être repérée par l'observation directe des comportements de chaque espèce de poissons sans utiliser de matériel. (Voir annexe XII₁)

II.4.3.6-Mise en charge des étangs

Les étangs se chargent ordinairement avec des petits poissons de quelques grammes. Leur nombre est déterminé en fonction de la surface de l'étang et de la possibilité de nourrissage naturel et artificiel et de l'apport d'engrais. La mise en charge doit être établie avec beaucoup de précisions, si les poissons à déverser sont destinés à être livrés au marché de consommation et si par conséquent, ils doivent atteindre une taille désirée et un poids déterminé.

En général, la formule numérique de la mise en charge des étangs est:

$$\text{Mise en charge (Nombres)} = \frac{\text{Croissance ou Production totale (kg)}}{\text{Croissance individuelle (kg)}} + \text{Déchets (Nombre)}$$

Il y a des relations entre la mise en charge des étangs et leur productivité totale: la production d'une surface déterminée s'accroît quand la mise en charge numérique augmente et inversement. Par contre, la croissance individuelle s'accroît quand la mise en charge numérique diminue et inversement.

La croissance ou production totale est déterminée par la formule suivante:

$$*\text{Productivité totale} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Productivité due à l'alimentation artificielle} + \\ \text{Productivité naturelle} + \\ \text{Productivité due à la fumure} \end{array} \right.$$

Avec: - Productivité naturelle (kg) = $K = Na/10 \times B \times k$

Na: nombre d'ares donnant la superficie de l'étang

B: capacité biogénique (I jusqu'à X)

k: coefficient variable selon les espèces, l'âge des poissons, les caractères physiques et chimiques des eaux intéressées.

La capacité biogénique est l'expression de la valeur nutritive de l'eau examinée au point de vue de l'alimentation du poisson. Cette notion a été créée par LEGER (1935); elle est désignée par le signe abrégé B et elle s'exprime sous une forme chiffrée, appelée "**échelle de capacité biogénique**" dont les degrés, correspondant chacun à une certaine valeur nutritive, vont de I (la capacité la plus faible) et X (celle la plus forte).

A ce point de vue, les eaux douces sont classées en trois catégories:

1)- les eaux pauvres qui sont démunies de couvertures biologiques et pratiquement dépourvues de végétaux phanérogamiques, ont une capacité biogénique comprise entre I et III.

2)- les eaux moyennes qui sont plus riches en une végétation phanérogamique développée le long des berges et composée d'une part, de végétaux palustres et semi- immergés et, d'autre

part, des végétaux submergés peu abondants, ont une capacité biogénique comprise entre IV et VI.

3)- les eaux riches qui ont une végétation phanérogamique abondante mais sans excès, composée d'espèces favorables et surtout submergées, développée non seulement le long des berges mais aussi au milieu du cours d'eau et des étangs, ont une capacité biogénique comprise entre VII et X. (Voir annexe XII₂)

Le coefficient k varie selon l'espèce et l'âge de poisson (valeur plus élevée pour les jeunes poissons que pour les poissons de seconde année), les caractères physiques (valeur est moindre dans les régions d'altitude, caractères physiques déterminant de température basse), les caractères chimiques (peu productive, caractère chimique, pauvreté en élément chimique) (Annexe XII₃)

-la productivité due à la fumure est comprise entre 0 à 100 % de la productivité, naturelle, chez les Cyprinidés, cette valeur est environ de 50 % pour l'étang de première année d'élevage.

-la productivité due à l'alimentation artificielle est donnée par la formule suivante:

$$\left[\begin{array}{c} \text{Quantité d'aliment à} \\ \text{distribuer à l'hectare} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Production artificielle} \\ \text{à l'hectare} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{Quotient nutritif} \\ \text{Qn} \end{array} \right]$$

telle que Qn exprime le nombre de kilos d'un aliment nécessaire pour produire un kilo de poisson (HUET, M., 1953)

$$Qn = \frac{\text{Quantités de la nourriture distribuée (kg)}}{\text{Poids total du poisson récolté (kg)}}$$

Le quotient nutritif dépend de l'espèce de poisson, de la quantité de nourriture, des conditions physiologiques, de la température, de la teneur en oxygène (inversement) et de l'état de santé de la population alimentée. Par contre, le quotient ne dépend pas de la taille du poisson. (Voir l'annexe XII₄).

*La croissance individuelle, obtenue par différence entre le poids moyen à la vidange et le poids moyen à la mise en charge, est fixée par les pisciculteurs dans les limites normales de croissance de l'espèce et de la race élevée et d'après les nécessités de son exploitation.

*Les pourcentages moyens de déchets ou les taux de mortalité sont donnés par SCHAEPERCLAUS (1933) insiste sur les poids moyens et normaux de mise en charge et la croissance individuelle moyenne pour les divers âges des principaux poissons d'élevage en étang (Annexe XII₅).

Méthode de calcul de la mise en charge d'un étang

La méthode utilisée pour calculer la mise en charge d'un étang est celle de HUET (1953) et de BARD, et *al.*, (1974)

Soit un étang d'Andohasahabe, de superficie $12\text{m} \times 9\text{m} = 108\text{m}^2 = 1,1\text{are}$, convenant à l'élevage des Cyprins et dont la capacité biogénique est égale à VII. Les eaux sont alcalines à pH égal à 7. Les Carpes sont les poissons désirables à élever dont la croissance individuelle escomptée est de 500g, les déchets prévus sont 10% car le taux de prédateur est petit. La pratique de l'alimentation artificielle est envisagée: 100kg de provende pendant 250 jours de durée d'élevage avec $Q_n = 4$. La fumure donnera un supplément de production de 75%.

La productivité due à l'alimentation artificielle est: $100\text{kg}/4 = 25\text{kg}$.

La productivité naturelle de l'étang est la suivante, le coefficient k étant égal, en l'occurrence, à 3,0.

$$K = Na/10 \times B \times k = 1,1/10 \times VII \times 3,0 = 2,31\text{kg}$$

La productivité due à la fumure est évaluée:

$$2,31\text{kg} \times 75\% = 1,7325\text{kg}$$

La productivité totale escomptée est de:

$$25\text{kg} + 2,31\text{kg} + 1,7325\text{kg} = 29,0425\text{kg}$$

La mise en charge devra être de:

$$29,0425/0,5 + 10\% = 63,8935 = 64 \text{ individus}$$

II.4.3.7- Acclimatation

Avant l'empoissonnement proprement dit d'un étang, il y a un phénomène d'acclimatation: c'est un essai d'empoissonnement pour vérifier si telle espèce de poisson pourrait s'adapter à de telles conditions climatiques, physico-chimiques et biologiques. En général, le test a duré une semaine. Au moins 10 alevins doivent être transportés et déversés dans un étang prêt à empoissonner. Le bassin est contrôlé par jours pour suivre les mouvements de ces poissons déversés. Sept jours plus tard, si les poissons sont adaptés aux conditions locales, il faut passer à l'empoissonnement, si non, il faut changer l'espèce à élever.

II.4.3.8- Empoisonnement proprement dit

Il faut habituer progressivement les alevins à la nouvelle condition dans laquelle ils vont vivre désormais et qui est souvent différente, par rapport à la composition, température et oxygénation de celles où ils se trouvaient. Cette accoutumance comporte notamment l'égalisation de la température, qui doit se faire comme suit: le quart de l'eau de bidon est vidé et remplacé par une quantité égale d'eau de l'étang. Puis, le bidon est placé dans l'étang où il y baigne jusqu'aux trois quarts de sa hauteur. Après 15 minutes, l'opération est répétée en vidant la moitié du bidon pour être remplacée par l'eau de l'étang. Il faut attendre 5 à 10 minutes avant de libérer les alevins.

Les alevins transportés en bidon doivent être régulièrement repartie par petits groupes dans les endroits peu profonds, calmes, et enherbés. Il faut utiliser des seaux de lancement. Les seaux chargés sont mis dans l'eau de l'étang et les alevins sortent volontairement et ainsi de suite jusqu'à ce que le seau soit vide.

II.4.4- Technique d'alimentation

Il y a deux type d'aliments pour les poissons: alimentation naturelle et alimentation artificielle.

II.4.4.1- Alimentation naturelle

La connaissance du cycle biologique en étang est à la base de toute exploitation piscicole où intervient la nourriture naturelle, soit de façon exclusive ou partielle. C'est le cas pour tous les étangs à Carpe et Cyprin, car la nourriture naturelle doit y représenter 50% au moins de l'alimentation totale (HUET, M., 1953).

Le cycle biologique des étangs n'est autre que le cycle général des eaux douces présentant quelques particularités. (fig. 11 ci-dessous).

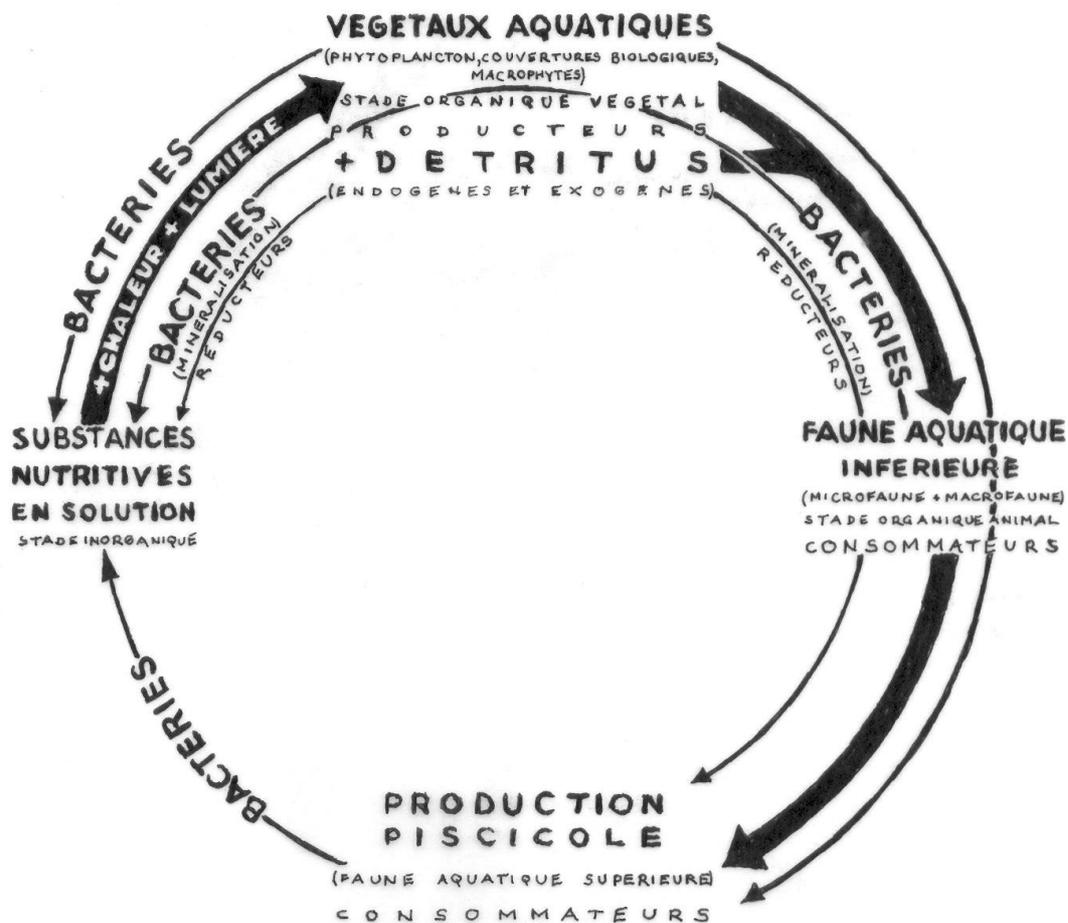


Figure n° 11 : Schéma de cycle de la production piscicole en eaux douces

(HUET, M. ,1953)

Ce cycle trouve son origine dans les matières nutritives solubilisation de substances extraites des terrains avec lesquels les eaux courantes ou stagnantes sont en contact. Ou bien, de

substances sont apportées dans ces eaux par les détritux exogènes et par les précipitations. Utilisant les radiations calorifiques et lumineuses solaires, les plantes vertes sont capables de transformer ces matières inorganiques et l'acide carbonique solution dans l'eau en matières organiques formant les substances des tissus végétaux (plantes supérieures et plantes inférieures: algues planctoniques et couvertures biologiques). Les couvertures biologiques sont composées d'êtres microscopiques, végétaux et animaux, vivant sur les supports aquatiques le plus diverses et sur les vases : pierres et végétaux supérieurs. Le plancton est formé par tous les organismes microscopiques: phytoplanctons et zooplanctons, organismes qui nagent ou demeurent en suspension dans la masse aquatique sans pouvoir contrer les courants.

A l'état vivant ou à l'état mort (sous forme des détritux plus ou moins fins), les plantes sont consommées par de multiples organismes animaux de la faune inférieure. Ceux-ci peuvent servir d'aliments à des animaux prédateurs de la faune aquatique. Finalement, ces derniers, en même temps que les plus petits avec certains végétaux, vivants ou morts, ils sont consommés par les poissons.

Le cycle ou chaîne de production piscicole comprend donc les maillons suivants: matières nutritives minérales, production végétale, consommation et production animales intermédiaires, consommation et production animales finales qui sont les poissons. Une dernière étape est la réduction qui s'opère grâce aux bactéries permettant, par le mécanisme de la minéralisation, la dissolution de tous les composés organiques morts de végétaux et d'animaux ainsi que leur réintégration dans le cycle biologique.

La production piscicole, en rapport direct avec la quantité de nourriture présente, dépend donc, en dernière analyse, de la production végétale. Or, celle-ci dépend tout d'abord de facteurs physiques: lumière et chaleur. En outre, elle est soumise à la loi du minimum, selon la quelle la production quantitative végétale est dépendante de la substance nutritive qui se trouve proportionnellement en plus faible quantité. Le calcium est l'un des éléments nutritifs le plus exposés à la variation. De même, le phosphore, l'azote et sans doute, d'autres éléments existant en quantités insuffisantes, justifient l'utilité du chaulage et de la fumure.

Dans un étang, la faune nutritive se compose:

- de zooplancton, organismes animaux vivant et nageant en pleine eau, sans relation directe avec le sol ou les plantes aquatiques fixées.
- d'organismes animaux vivant parmi les couvertures biologiques recouvrant le fond, les plantes et autres supports submergés.
- d'organismes vivant dans le fond proprement dit, vaseux ou sableux, que celui-ci soit garni ou dépourvu des plantes aquatiques (comme larves de *Chironomus pulposus*, *Tubifex*, larves d'*Ephemera sp*).

Du point de vue de l'alimentation des poissons d'étangs, les organismes les plus importants sont ceux vivent sur et dans le fond ou parmi les plantes aquatiques. Les organismes planctoniques sont surtout importants pour les jeunes poissons et les poissons planctonophages.

L'augmentation de la production piscicole est due à une disponibilité suffisante de nourriture naturelle dans le milieu où vivent les poissons. Donc, la végétation aquatique doit s'accroître pour l'alimentation directe des organismes des animaux.

L'amélioration du cycle biologique de l'étang dépend du renforcement du maillon plus faible de la chaîne. A cet effet, la fumure à l'aide de certains engrais, tels que les composés phosphatés, s'est révélée efficace. En général, l'alimentation naturelle est stimulée par la fertilisation de l'étang, la multiplication des organismes aquatiques dépend très fortement du nombre de génération annuelle sous une forte influence des conditions atmosphériques et nutritive.

La méthode à suivre pour déterminer l'évaluation qualitative et quantitative de faune aquatique nutritive en étang est d'utiliser le filet conique à très petite maille. La faune capturée est ramassée dans un récipient avec leur nom, soit sur place ou ultérieurement au laboratoire à l'aide des documents et de microscope. Dans ce cas, les principaux constituants de la faune aquatique nutritive en étang, appartiennent aux groupes zoologiques ci-après: Rotifères, Vers, Crustacés, Mollusques et Insectes.

II.4.4.2- Alimentation artificielle

L'alimentation artificielle est l'un des principaux moyens d'augmenter la production en pisciculture. Son importance varie selon les types de pisciculture pratiqués: elle peut former la base exclusive de la nourriture du poisson d'élevage en Salmoniculture et une nourriture d'appoint pour la Cypriniculture.

La pratique plus ou moins intense de l'alimentation artificielle est avant tout une question de rentabilité. Celle-ci est déterminée par les prix des aliments utilisés et par leur quotient nutritif.

****Les principaux aliments***

Les principaux aliments distribués aux poissons d'élevage sont des végétaux et des animaux. Pour les végétaux, le soja, le maïs, le manioc(racine et feuille), la peau de banane, la peau d'ananas, l'Azolla (ramilamina), le paddy, la patate douce, la pomme de terre, le son de riz, les tourteaux divers(arachide, coprah, coton) peuvent être utilisés. Pour les animaux, la farine de poisson, la crevette d'eau douce séchée, la poudre de sang séché, la farine de viande, la farine d'os calcinés, la poudre de coquille d'huître, la peau de bœuf sont pratiquées.

****Préparation des aliments***

Chacun de ces aliments peut être distribué directement, mais leurs apports en glucide, lipide, protide (aliments de base) ne sont pas les mêmes. Ainsi, il faudrait faire le mélange dont le principe suit celui de H.SERRES, concernant la préparation des aliments du bétail (H. SERRES, 1975 in concept THOMAS, E., 2001¹). A partir d'un extrait de tableau qui présente l'étude bromatologique de 100 g de chaque aliment (végétaux, animaux), SERRES prépare de provende. D'après cette étude, plusieurs valeurs nutritives sont considérées telles que matières sèches, matières azotées, matières celluloses, matières grasses, extractifs non azotés, calcium et phosphore; qui sont différentes et variées pour chaque aliment. Ce tableau récapitulatif des aliments utilisés est représenté dans l'annexe XII₆.

Les aliments à mélanger sont sélectionnés, ils sont choisis de telle façon à ce que leur valeur nutritive en matière azotée et en calcium soit élevée. Mais il faut que leur disponibilité et

leur prix de revient soit compatible avec les possibilités des pisciculteurs et la valeur marchande des poissons.

Pour 100 kg de mélange, 95 kg doit comporter 36 % des matières azotées et 5 kg reste pour les vitamines et les calciums (HUET, Marcel. 1953). A partir de ces conditions, les poids nécessaires pour chaque aliment à mélanger doivent être connus.

Méthode de calcul de provende

La méthode pratiquée pour préparer le provende est celle énumérée par THOMAS, E. (2001)

- Sang sec : 100g de sang sec contient 84g des matières azotées (M. A)

pour 10kg de sang sec contient $\frac{10000 \times 84}{100} = 8400\text{g}$ des M. A

- Crevette d'eau douce sèche: 100g de ce crevette contient 62g des M. A

pour 10kg de ce crevette contient $\frac{10000 \times 62}{100} = 6200\text{g}$ des M. A

- Farine de Tilapia: 100g de ce farine contient 56g des M. A

pour 20 kg de ce farine contient $\frac{20000 \times 56}{100} = 11200\text{g}$ des M. A

- Tourteau de coton: 100g de ce tourteau contiennent 45g des M. A

pour 20 kg de ce tourteau contient $\frac{20000 \times 45}{100} = 9000\text{g}$ des M. A

- Tourteau d'arachide: 100g de ce tourteau contient 44g des M. A

pour 10 kg de ce tourteau contient $\frac{10000 \times 44}{100} = 4400\text{g}$ des M. A

- Soja poudre: 10g de soja contient 33g des M. A

pour 20kg de ce soja contient $\frac{20000 \times 33}{100} = 6600\text{g}$ des M. A

- Azolla: 100g d'Azolla contient 22g des M. A

pour 10kg de cette Azolla contient $\frac{10000 \times 22}{100} = 2200\text{g}$ des M. A

- Sorgho: 100 g de sorgho contient 11 g des M. A

pour 20 kg de ce sorgho contient $\frac{20000 \times 11}{100} = 2200\text{g}$ des M. A

- Maïs: 100g de maïs contient 10g des M. A

pour 10 kg de ce maïs contient $\frac{10000 \times 10}{100} = 1000\text{g}$ des M. A

- Son de riz: 100 g de son de riz contient 10g des M. A

pour 30kg de ce son de riz contient $\frac{30000 \times 10}{100} = 3000\text{g}$ des M. A

- Riz paddy: 100g de riz paddy contiennent 6g des M. A

pour 5kg de ce riz contient $\frac{5000 \times 6}{100} = 300\text{g}$ des M. A

- Poudre d'os calcinés: 100g de ce poudre contiennent 2g des M. A
pour 5kg de ce poudre contient $\frac{5000 \times 2}{100} = 100\text{g}$ des M. A

- Manioc sec: 100g de ce manioc contiennent 2g des M. A
pour 30kg de ce manioc contient $\frac{30000 \times 2}{100} = 600\text{g}$ des M. A

L'annexeXII₇ présente les aliments utilisés et leur valeur en matière azotée. Plusieurs combinaisons possibles des aliments sont obtenues, mais pendant cette étude, quatre types de mélange seulement ont été faites, présentées sur le tableau suivant :

Tableau 2: Quatre types des combinaisons des aliments choisis

ALIMENTS	Type n°I (kg)	Type n°II (kg)	Type n°III (kg)	Type n°IV (kg)
Poudre de sang sec	10	0	10	10
Déchet de crevette d'eau douce	10	10	0	10
Farine de tilapia	20	20	20	0
Tourteau de coton	20	20	5	20
Tourteau d'arachide	0	10	10	0
Poudre de soja	0	0	20	20
Azolla	0	0	10	10
Sorgho	0	5	0	20
Poudre de maïs	0	0	10	0
Son de riz fin	0	30	5	0
Paddy	5	0	0	0
Manioc sec	30	0	0	0
Poudre de coquille d'huître	0	0	0	0
Chaux de plateaux	5	0	0	5
Poudre d'os	35,80	34,350	36,55	35,2
M.A. TOTAL (fmg)	203.000	23.500	212.750	228.500

II.4.4.3- Distribution des aliments

La nourriture doit être distribuée sous une forme qui permet aux poissons de la manger facilement: certaines graines doivent être broyées ou trempées dans l'eau avant la distribution pour qu'elles gonflent et flottent au lieu de tomber dans la vase du fond de l'étang. L'administration de la nourriture doit se faire à intervalles réguliers, aussi souvent que possible, deux fois par jour.

Les aliments du poisson ne doivent pas être jetés n'importe où; ils sont distribués dans des lieux fixes: places propres en des endroits peu profonds de 0,5m à 0,75m, dépourvus des végétaux, à fond dur et non vaseux.

Si ces aliments flottent, il faut les mettre dans un enclos rectangulaire fermé par des bambous ou des perches de bois qui les empêcheront de se disperser.

S'il s'agit d'aliments qui tombent au fond, il faut les jeter à des endroits marqués par des piquets, afin de vérifier quotidiennement que toute la nourriture soit bien consommée par les poissons et de savoir s'il faut l'augmenter ou la diminuer.

Pendant cette étude, les poissons de chaque étang mangent deux fois par jour. Les distributions se font de préférence le matin à 9 heures et l'après midi à 15 heures. Les aliments distribués au matin et dans l'après midi ne sont pas des mêmes qualités: dans la matinée, l'aliment est basé sur le son de riz mélangé avec des feuilles de manioc cuit ou de peau du patate douce cuite. Dans l'après midi, les poissons consomment de la provende.

Le type de provende utilisé varie selon l'espèce élevée:

- *Oreochromis niloticus*: aliment de type I et de type IV.
- *Cyprinus carpio*: aliment de type III.
- *Carassius auratus*: aliment de type II.

La ration journalière dépend de la température, de la taille des poissons et d'aliment utilisé. En général, elle est égale à la moitié du poids total des poissons déversés: sa formule numérique est:

$$\text{RJ} = \frac{\text{Poids total des poissons déversés}}{2}$$

Celle-ci ne varie qu'après 30 jours. Ainsi, les quantités mensuelles des nourritures à distribuer après le premier mois d'élevage dépendent de la taille du poisson désirée, de la taille relative au cours de mois de croissance et des époques de distribution. SCHAEPERCLAUS (1962) préconise qu'en hiver, l'administration de l'alimentation artificielle doit diminuer fortement par rapport à l'été.

II.4.5- Technique de reproduction

II.4.5.1- Choix, élevage et capture des géniteurs

Les géniteurs sont des sujets sélectionnés. Ils sont des poissons ni trop jeunes ni trop vieux. Ils peuvent provenir d'eaux naturelles sauvages (rivières, lac naturel, ...) ou d'étang d'élevage. Le choix des bons géniteurs se fait à partir des poissons pêchés.

L'âge, le poids et la taille à laquelle les poissons commencent à se reproduire varient suivant les espèces et aussi pour une espèce suivant les conditions dans lesquelles elle vit.

En Europe, la carpe commune ne commence à se reproduire qu'à trois ans mais en Indonésie où les eaux sont toujours très chaudes, la reproduction commence après un an (BARD, J. et al., 1974).

Lors du choix des géniteurs, il faut écarter tous les sujets mal conformés (déviation de la colonne vertébrale, atrophie des opercules), manifeste de maladie (aveugle).

Un à deux mois avant la période de frayères, l'alimentation artificielle des géniteurs est changé pour les Cyprinidae, réduit pour les Cichlidae. Cependant, les géniteurs continuent à s'alimenter jusqu'à la fraie. Pour les Cichlidae, il n'est pas nécessaire de séparer l'élevage des mâles et des femelles. Ils sont simultanément versés dans l'étang de reproduction, tandis que, chez les cyprinidés, les mâles et les femelles sont séparés, conservés dans des étangs différents en stabulation pendant quelques jours avant le moment de la fraie.

Les géniteurs vivant en eaux sauvages sont capturés au moment où ils remontent vers les frayères. Si les géniteurs sont élevés en étangs, il faut vider ceux-ci au moment où les poissons manifestent le désir de s'échapper vers l'amont. Lors de cette période qui est à l'approche de la complète maturité sexuelle, les géniteurs sont pêchés, soit par vidange de l'étang, ou sans vidange, mais à l'aide d'un filet maillant de vide de 3 à 5cm de maille.

II.4.5.2- Méthode de sexage

Chez les poissons, les sexes sont séparés mais extérieurement, il y a, en général peu de différences entre le mâle et la femelle rendant difficile la distinction de sexe. Dans cette étude, trois méthodes ont été utilisées pour différencier le sexe au moment de la reproduction.

****Méthode de pression ventrale***

Pour le Cyprinidae, le mâle est reconnu à la laitance produite par une faible pression ventrale. La femelle a le ventre ballonné, l'anus proéminent quand une faible pression est exercée sur le ventre. Du liquide s'écoule ou des œufs immatures se dégagent de l'orifice génitale de la femelle.

****Méthode de coloration ventrale***

Pour le Cichlidae, une poudre de peinture communément employée dans l'artisanale, de couleur rouge, est utilisée pour différencier le sexe. La peinture se fait à l'eau sur le ventre de chacun des poissons à taille sélectionnée. Après une minute, la coloration sur le ventre est effacée à l'aide de coton. Pour certains de ces poissons, la coloration se fixe chez la femelle et disparaît pour le mâle.

****Méthode d'examination des orifices génito-urinaires***

Chez le mâle, la partie des orifices génito-urinaires est allongée et l'ouverture génitale est petite. Tandis que chez la femelle, cette partie est élargie et foncée dont l'ouverture génitale est plus grande.

II.4.5.3- Epoque de la reproduction

L'époque de la reproduction varie selon les espèces, les races et les individus, le climat régional, l'agitation des eaux, l'état de santé des géniteurs.

L'âge, le poids et la taille des reproducteurs varient selon les espèces sans influence sur la précocité ou la tardiveté de l'époque de fraie.

Certaines espèces ne se reproduisent que pendant la saison de pluie, ou pendant la saison sèche. Mais il y a certaines espèces qui sont élevées dans des régions de basse altitude et à eaux plus chaudes qui ont une reproduction durant toute l'année. La Carpe se reproduit à la fin du printemps ou au début de l'été.

II.4.5.4- Conditions physico-chimiques de l'eau de l'étang de reproduction

Pour une espèce de poisson, la température et l'oxygène dissous constituent les principaux facteurs physico-chimiques de l'eau pour assurer la reproduction. Pour la Carpe, les géniteurs sont conservés dans des étangs de garde à température de 16°C car si l'eau est trop chaude, il y aurait une fraie prématurée, et si l'eau est trop froide, il y aurait par contre un retard de la maturation sexuelle. Au moment de la ponte, la température doit augmenter pour se maintenir entre 18 à 20°C. L'eau de la frayère doit être très pure et se renouvelle le moins possible pour compenser la perte de quantité due à l'infiltration et à l'évaporation.

II.4.5.5- Sex-ratio

Chez les Cichlidae, le sex-ratio est «un sur un» (1/1), c'est-à-dire, un mâle et une femelle dans la reproduction. Tandis que chez les Cyprinidae, le meilleur sex-ratio est constitué de deux mâles contre une femelle (2/1). Dans un premier temps, le sex-ratio est calculée sans considération de la classe d'âge de la population. Mais par la suite, il est calculé en fonction de l'âge pour déterminer l'équilibre de ce sex-ratio par génération.

Le sex-ratio est le rapport du nombre d'individus mâles avec celui des femelles. Il est calculé par la formule:

$$\text{SR} = \frac{\text{Nombre de mâles}}{\text{Nombre de femelles}}$$

II.4.5.6- Régime alimentaire

Après la sélection, les géniteurs sont élevés dans des étangs spéciaux. Le but est d'avoir fait une distribution, des aliments particuliers à ces géniteurs: aliments de valeur riche en matières minérales et en protéines et afin d'avoir une bonne reproduction. Leur prix de revient est

élevé. Les excellentes nourritures pour les géniteurs sont la crevette d'eau douce, la farine de poisson d'eau douce, le maïs et le paddy.

La crevette entière séchée sera trempée dans de l'eau fraîche, puis bouillie et refroidie avant de l'offrir aux poissons géniteurs.

La farine de poissons d'eau douce ne peut pas être distribuée directement aux géniteurs. Un mélange doit se faire avec 75% de maïs concassés et 25% de farine de poissons.

Le maïs peut être donné aux géniteurs directement sans mélange. Il doit être broyé, puis trempé dans l'eau pour qu'il gonfle avant la cuisson. La distribution du maïs se fait après refroidissement.

Le paddy qui est mis dans un jute est trempé dans l'eau stagnante pendant deux ou trois jours. Le produit doit être réchauffé et isolé dans un trou pendant deux jours avant la distribution.

Le support d'œufs varie selon les espèces. Chez la Carpe commune et le Carassin, les œufs pondus peuvent se coller aux herbes qui poussent dans un plateau central de l'étang de reproduction (méthode de DUBISHE); ou bien ils peuvent aussi tomber sur des pierres au fond de l'étang. Mais pour assurer une meilleure production d'alevins, d'autres méthodes de fraie sont utilisées pour la carpe. En cas d'étang dépourvu de végétation et de pierre, les herbes seront remplacées soit par une forte couche de branches de la méthode israélienne (cyprès, pin aux feuilles peu résineuses, filao, casuarina), ou par des "Kakabans" entre qui sont formées des couches de fibre végétale de Piassava, comprimées entre deux lattes de bambous et déposés en étang juste avant la pose de géniteurs (méthode indonésienne).

Chez beaucoup de Cichlidae, les poissons, avant la ponte, préparent un nid où la femelle dépose les œufs sur la partie centrale et le mâle les y féconde. Le nid est une construction circulaire complexe comprenant une partie périphérique et une partie centrale. Dans l'ensemble, son architecture ressemble à celle d'une roue de chariot couchée à plat. Mais il y a certains Cichlidae qui déposent leurs œufs sur les racines des végétaux immergés, sur les plantes de berge ou sur les plantes émergées et flottantes (Nénuphar, Eichhornia).

II.4.5.7- Incubation, éclosion et alevinage

Chez les Cichlidae, certaines espèces telles que *Oreochromis niloticus* et *Oreochromis macrochire*, la femelle fait l'incubation des œufs en bouche et les garde jusqu'à l'éclosion. Pendant cette période, la cavité buccale de la mère est distendue. Après l'éclosion des œufs, la femelle continue à s'occuper ses alevins. Ceux-ci quittent la bouche maternelle, mais restent en groupe compact à proximité, formant un véritable essaim. Au moindre danger, cet essaim est aspiré et rentre dans la bouche de la mère. Plus les alevins grandissent, ils s'éloignent de leur mère. A trois semaines, ils deviennent indépendants et se dispersent. Les géniteurs préparent une nouvelle fraie et construisent un nouveau nid.

Tandis que chez les autres Cichlidae, comme le *Tilapia zillii* et le *Tilapia melanopleura*, la femelle ne prend pas les œufs en bouche mais l'incubation se fait sur le nid. Les couples montent la garde au dessus et auprès du trou et ils chassent les prédateurs de leurs œufs. Habituellement, même si le poisson se trouve dans le nid, la tête est toujours orientée vers l'extérieur. Après l'éclosion, les alevins restent en essaim, d'abord dans le trou d'éclosion. Peu à peu, ils se déplacent en bande et visitent les autres trous, toujours sous la garde de la femelle. Deux à trois semaines après l'éclosion, les alevins deviennent indépendants. Les géniteurs se

préparent à frayer une nouvelle fois, mais au lieu de construire un nouveau nid, ils en aménagent un ancien.

Chez les Cyprinidae, la durée d'incubation varie avec la température, elle est comprise généralement entre deux à six jours. La température normale nécessaire est comprise entre 18 à 20°C. Après la ponte et avant l'éclosion des œufs de Carpe, ils sont transférés en étang d'alevinage au moment où leur vésicule vitelline est résorbée et lorsqu'ils commencent à s'alimenter. Les frayères sont mises en sec et désinfectées à la chaux vive. Elles demeurent à sec jusqu'à l'année suivante.

II.4.6- Technique d'élevage

En général, il y a deux types de méthode d'élevage des poissons en étang: méthode d'élevage par classes d'âges séparés (Méthode de DUBISHE) et méthode d'élevage par classes d'âges non séparés (Méthode MIXTE)

Lors de la première année d'élevage, par manque d'alevins dont il faut les chercher partout, l'âge de ces alevins d'empoisonnement n'est ni le même ni le connu. Forcement, seul la méthode mixte ou élevage par classes d'âges non séparés a été pratiquée pour toutes les espèces désirées. Or, un cas exceptionnel existe pour la Carpe qui ne pond qu'une seule fois par an (une seule reproduction annuelle). Alors, en premier temps pour compléter la mise en charge de l'étang, la poursuite de la méthode mixte est impérative; mais après dix mois, une récolte doit se faire pour séparer les carpillons par leur taille en choisissant celles qui serviront aux géniteurs et qui seront destinés à la consommation. Et dans ce cas, la méthode à suivre est celle de DUBISCH dans l'élevage par classe d'âges séparés.

II.4.6.1- Méthode d'élevage par classes d'âge non séparés: méthode MIXTE

La méthode mixte consiste à effectuer un élevage simultané avec les plus grandes quantités possibles de poissons de toutes tailles, depuis l'alevin jusqu'au géniteur.

L'étang est tout fumé et l'alimentation artificielle fortement intensifiée. Pour les Cichlidae, l'étang produit simultanément le poisson de consommation, des géniteurs et des alevins nécessaires à la nouvelle mise en charge qui fait suite à la vidange. Tandis que chez la Carpe et le Carassin, l'étang ne produit que des poissons de consommation et des géniteurs.

Cette méthode, adaptée aux particularités de la reproduction et de la croissance de Cichlidae, permet d'obtenir de très fortes productions. La conduite de l'élevage se fait de la manière suivante. Durant la mise sous eau, les poissons fraient plusieurs fois dans l'étang d'élevage pour se peupler progressivement d'alevins de taille décroissante. Six mois après l'empoisonnement, il faut commencer à pêcher les plus gros poissons régulièrement jusqu'à la vidange. Ces captures, qui permettent seulement l'enlèvement des plus gros sujets, sont indispensables pour empêcher le surpeuplement de l'étang (pêche de contrôle). Cette pêche partielle ou pêche de contrôle se fait à l'aide d'un filet maillant nylon à vide de 2cm de maille qui laisse passer les poissons de moins de 12cm destinés au repeuplement. Au moment de la récolte par vidange, des gros sujets qui sont de taille commerciale sont livrés à la consommation, et un nombre considérable de petits poissons serviront au rempoissonnement juste après la vidange. (Voir annexe XII_{8.1}).

II.4.6.2- Méthode d'élevage par classes d'âge séparés: méthode DUBISCH

En Amboasarinala, les pisciculteurs ne pratiquent que l'élevage de la Carpe selon une méthode très simple (Carpiculture sauvage, «Femelbetrieb»). Cette méthode consiste à laisser ensemble tous les âges y compris les géniteurs, et à pêcher de temps en temps à intervalle de deux (2) ans. Lors de la vidange, les sujets les mieux venus et marchands sont choisis pour être consommés et vendus; et les autres remis dans l'étang ou vendus aux autres pisciculteurs. Cette carpiculture sauvage ne donne qu'un rendement médiocre. C'est la raison pour laquelle, dans cette étude, la méthode d'élevage doit changer par manque d'alevins en première année de pisciculture. Des Carpes à taille et âge différents sont élevés ensemble dans un même étang. Mais après 12 mois, une récolte par vidange doit se faire pour trier les géniteurs.

Ces géniteurs sont conservés dans des étangs de garde: étangs à surface assez grande, à eau ni trop chaude pour éviter une fraie prématuré, ni trop froide pour ne pas trop retarder la maturation sexuelle. Les sexes peuvent être séparés. Pour la suite, l'élevage rationnel par classes d'âges séparés est pratiqué de façon telle façon que la croissance de poisson puisse toujours se contrôler. Cette méthode appelée «méthode de DUBISCH» (DUBISCH est un pisciculteur de Haute Silésie, l'expérience est faite au XIX siècles) utilise les catégories d'étang suivantes: étangs- frayères, étangs de première alevinage, étangs de second alevinage, étangs d'accroissement (Voir annexe XII_{8,2})

La méthode DUBISCH a contribué considérablement au développement et au progrès de la Cypriniculture. Ses principaux avantages viennent des mises en charge successives contrôlées qui évitent la surcharge des étangs, favorisent la croissance rapide des alevins et les mettent à l'abri des maladies épidémiques.

II.4.7- Technique de récolte de poisson

II.4.7.1- Période de récolte et durée d'élevage

La période de récolte des poissons varie selon les pisciculteurs; elle dépend surtout de la disponibilité de la nourriture des poissons. Si toutes les conditions sont poursuivies (facteurs physico-chimiques de l'eau correspondant à la vie des poissons, aliments suffisants...), la durée d'élevage est environ 6 mois. Des pêches de contrôle sont faites à l'aide du filet maillant et des lignes tout au long de l'année, mais généralement, les captures sont meilleures pendant les périodes chaudes et la meilleure récolte se fait surtout avant la période de ponte.

II.4.7.2- Destination des poissons

En général, les poissons élevés sont destinés soit à l'autoconsommation ou vendus. Mais, la sélection des géniteurs doit toujours se faire pour assurer la continuation de l'élevage.

II.4.7.3- Méthode et matériels de capture

Le matériel de pêche utilisé dans la capture est le filet de 3,5cm à 6cm de maille.

II.4.7.4- Sélection des géniteurs

Les poissons capturés sont mis dans un cuvette ou seau avec eau fraîche qui doit être chaque fois renouvelée pour assurer le maintien de la température et le renouvellement de l'oxygène nécessaire pour la survie des poissons.

La sélection des géniteurs se fait après la capture et la méthode à suivre est déjà mentionnée au paragraphe précédent concernant la technique de la reproduction.

II.4.8- Technique d'entretien de l'étang

L'entretien des étangs constitue avec la recherche d'une mise en charge adéquate et la, l'un des principaux moyens d'augmenter la productivité et la pratique de l'alimentation artificielle. Il poursuit trois objectifs principaux, étroitement liés:

1)- Conservation et amélioration de l'installation par entretien des digues et autres constructions, par élimination ou réduction des végétaux envahissants et des atterrissements.

2)- Obtention des conditions hygiéniques les plus favorables par enrichissement de la teneur en oxygène dissous et par destruction des parasites et des germes de maladies.

3)- Augmentation de la productivité, par pratique de soins divers améliorant le cycle biologique de l'étang.

Parmi les mesures générales et courantes d'entretien des étangs il faut citer:

II.4.8.1- Remplissage et maintien de niveau

Lorsque un étang est rempli pour la première fois, il faut y faire arriver l'eau doucement de façon à ce que les digues qui sont sèches s'imbibent lentement et progressivement et puissent se tasser régulièrement. C'est grâce à ce tassement que les digues deviendront étanches. Il faut laisser monter l'eau dans l'étang de 5 à 10cm par jour; quand celui ci est déjà en partie rempli. Ensuite, il faut arrêter l'alimentation en eau pendant deux ou trois jours pour que le niveau baisse et ce travail doit se faire pour trois ou quatre fois de suite.

Il faut surveiller la présence des suintements à la base des digues. Lorsque le suintement devient de véritables fuites, il faut baisser le niveau de l'eau jusqu'à l'orifice de ces fuites à l'intérieur de l'étang pour les réparations par entassement d'argile.

Le niveau de l'eau dans l'étang ne doit pas atteindre le sommet des digues. Il faut se donner une certaine revanche, entre le niveau de l'eau et le sommet des digues d'une longueur allant de 20 à 50cm selon la dimension des étangs.

Chaque jour, il faut nettoyer les grillages au système d'arrivée d'eau et de vidange, vérifier le niveau de l'eau dans l'étang et son bon écoulement dans le système d'arrivée et au déversoir.

II.4.8.2- Entretien du fond

Le sol du fond de l'étang ou la vase qui se forme au-dessus a une grande importance pour un bon rendement de la production. Il ne faut pas que la vase soit trop épaisse. Sinon, la quantité trop importante de vase déposée sur le fond de l'étang diminue sa profondeur.

Quand l'étang est vidé pour la récolte des poissons, il faut profiter d'enlever la vase en excès. Cette vase est fertile et peut être utilisée comme engrais pour les champs ou les jardins après avoir été séchés. Les herbes aquatiques qui poussent sur le fond ou accumulés en surface sont également enlevés. La mise à sec de l'étang est nécessaire pour assurer l'entretien de l'assiette.

II.4.8.3- Entretien des autres parties de l'étang

A chaque vidange de l'étang, il faut inspecter minutieusement les parties des digues qui sont sous l'eau quand l'étang est plein, et boucher avec de l'argile les trous et les crevasses. Il faut aussi enlever les herbes qui recouvrent les digues pour éviter un ombrage trop marqué de l'étang. Les plantes indésirables seront enlevées et déracinées.

II.4.8.4- Contrôle de la végétation

En principe, les herbes qui poussent dans l'étang nuisent à la production piscicole car, d'une part, elles fixent à leur profit des éléments fertilisants sans pour autant être comestibles pour les poissons, et d'autre part, elle ombrage l'eau freinant ainsi le développement du phytoplancton. En outre, elles peuvent servir de support à des animaux (insectes et mollusques) qui peuvent être dangereux pour la santé publique. Il faut veiller à ce que la profondeur minimale de l'étang est de 0,5m. Dans les étangs de barrage. Les herbes qui poussent sur les rives sont coupées. Toutes les plantes flottantes ou submergées, tant que se peut, sont arrachées.

Un autre moyen de lutte contre la végétation aquatique se développant dans le fond des étangs, est de provoquer, par fertilisation de l'eau, un développement important du phytoplancton qui réduit considérablement la transparence de l'eau et réduit l'activité de photosynthèse en profondeur.

II.5- METHODE D'ANALYSES STATISTIQUES DES DONNEES

II.5.1- Traitement des données

Pendant cette recherche, le traitement des données se fait avec le logiciel Excel. L'analyse statistique est effectuée avec les logiciels SPSS version 10.0 et SYSTAT sous Windows version 6.01.

A partir des données obtenues, les compositions piscicoles, les abondances spécifiques et la structure du peuplement des différentes stations sont déterminées.

Toutes les analyses sont donc basées sur ces valeurs.

II.5.2- Méthodes statistiques utilisées

II.5.2.1- Comparaison entre les moyennes annuelles des paramètres physico-chimiques de deux stations d'étude: rivières Andreba et Mananara.

Le test t de STUDENT FISCHER est utilisé pour comparer les facteurs physico-chimiques de l'eau. L'hypothèse nulle H_0 dit que : pour chaque paramètre, il n'y a pas de différence significative entre les deux milieux pendant la période d'étude. Si la différence est non significative, l'hypothèse nulle est acceptée. Par contre, si la différence est significative, l'hypothèse nulle est rejetée.

II.5.2.2- Comparaison des nombres d'espèces et de leurs abondances

Il s'agit de déterminer la station ayant la richesse spécifique la plus élevée et le plus grand nombre d'individus.

II.5.2.3- Etude de la structure du peuplement piscicole

Les pourcentages des différentes espèces formant la population ichthyologique sont calculés et traduits sous forme de secteurs, afin de déterminer les groupes de poissons dominant et dominé. L'espèce caractéristique du milieu d'étude sera ainsi dégagée.

II.5.2.4 - Diversité spécifique

Les différentes espèces de chaque station d'étude sont recensées et répertoriées, afin de pouvoir calculer l'indice de diversité du milieu.

Le modèle de SHANNON (IS) est utilisé dans la présente étude. Il s'exprime en bits (binarydigit ou système binaire, c'est-à-dire le cas de deux espèces dont la capture est également probable, mesurée en logarithme de base 2).

$$IS = - \sum (p_i) (\log_2 p_i) \quad \text{ou bien} \quad \frac{IS}{Q} = - \sum \frac{(Q_i)}{Q} \log_2 \frac{Q_i}{Q}$$

$$IS = - \sum \frac{(Q_i)}{Q} \log_2 \frac{Q_i}{Q} \times 3,322$$

IS: indice de diversité spécifique de SHANNON

Qi: abondance de l'espèce i

Q: abondance totale

S: nombre d'espèces dans un échantillon

Pi: proportion de l'espèce i par rapport à l'effectif total du peuplement (fréquence relative).

L'hypothèse nulle I_{So} dit que : il n'y a pas de différence entre les diversités des peuplements. Si I_{So} = 0, Q_i = Q = 1, c'est à dire qu'il n'y a qu'une seule espèce dans le milieu.

La diversité maximale dépend du nombre d'espèces présentes.

Pour comparer les diversités, il est nécessaire de tenir compte de la diversité maximale et de rapporter la diversité observée à cette diversité maximale

L'équitabilité :

$$E = \frac{\text{Diversité observée}}{\text{Diversité maximum}}$$
$$E = \frac{IS}{I_{\max}}$$

$$E = \frac{-\sum(Q_i \log Q_i)}{\log S}$$

II.5.2.5- Similarité des stations d'inventaire

Les différences de diversité spécifique entre les stations d'inventaire sont calculées par le coefficient de corrélation de Pearson, qui est valable pour toutes les tailles d'échantillons et donne l'indice de similarité sous forme de dendrogramme entre deux stations étudiées. Ce modèle mathématique est basé sur le critère de « présence » ou d' « absence » d'un facteur donné. Il s'agit dans la présente étude de l' « espèce » (SOKAL et ROHLF, 1969, 1981).

L'interprétation des résultats est basée sur la conception de FOLWER et al, (1998): allant de la plus faible à la très forte corrélation.

II.5.2.6- Evaluation de stock des poissons communs aux deux stations d'étude

La méthode de DE LURY consiste à chercher l'équation de la droite de régression pour chaque station d'étude. (LAURENT, M. et P. LAMARQUE, 1974).

Si: *N est l'effectif total initial

*X1, X2, ...Xn sont les prises cumulées avant la première, la seconde, la n.ième pêche

*K est la fraction du peuplement capturé à chaque pêche

Alors, les captures successives Y1, Y2, ...Yn seront calculées comme suit :

$$Y1 = K (N-0) \quad X1 = 0$$

$$Y2 = K (N-X1) \quad X2 = Y1$$

$$Yn = K (N-Xn) \text{ ou encore } Yn = KN-KXn$$

La relation liant les prises par capture Y aux prises cumulées X est une relation linéaire, la pente de la droite représentative étant égale à (-K). Les captures cumulées sont portées en abscisse et les captures instantanées en ordonnée. Les points représentatifs de chaque pêche sont alignés sur une droite de pente K qui coupe l'axe des X au point d'abscisse N. La droite qui représente l'ensemble de ces points s'appelle "droite d'ajustement" ou droite de régression de Y en X.

II.5.2.7- Corrélation entre les variables étudiées de l'étang de pisciculture

La vérification de l'existence et la mesure de l'intensité de la relation entre deux variables étudiées: l'oxygène dissous et la température de l'eau, le nombre des poissons élevés et la surface occupée est effectuée à l'aide d'un test de corrélation de PEARSON Product Moment. L'expression quantitative de l'étendue de la relation entre ces deux variables est donnée par la valeur du coefficient de corrélation « r ».

Les corrélations sont mesurées par intervalles ou par échelles ordinaires:

- Si l'augmentation d'une variable est accompagnée par celle d'une autre, la corrélation est dite positive ou directe ($r > 0$) ;
- Si l'augmentation d'une variable est accompagnée par une décroissance de l'autre, la corrélation est dite négative ou inverse ($r < 0$)

La valeur de $r = 0$ désigne l'absence de relation linéaire entre les deux variables. Une valeur nulle de r n'indique pas forcément l'absence de relation entre les deux variables étudiées. Elles peuvent être liées par un modèle non linéaire. (SCHERRER, B., 1984).

Le coefficient de corrélation de PEARSON « r » est donné par la formule suivante:

$$r = \frac{\text{COV}(x, y)}{S_x S_y}$$

r : coefficient de corrélation

S_x, S_y : déviations standard des deux variables

$\text{Cov}(x, y)$: covariance. Elle est calculée comme suit:

$$\text{Cov}(x, y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

x, y : mesures effectuées respectivement sur la première et la deuxième variable

n : nombre de paire de mesures sur un même sujet

\bar{x} et \bar{y} : moyennes

La valeur de r calculée est ensuite comparée à la valeur de r lue sur table. La valeur du degré de liberté à prendre est de $n-2$, où n est la paire de mesures (x_i, y_i). Plus la valeur absolue de r est grande, plus la dépendance entre les deux caractères est élevée. L'hypothèse nulle sera acceptée si la valeur absolue de r calculée est inférieure à celle lue dans la table ($P=0,05$).

L'hypothèse nulle considérée correspond au coefficient de corrélation r d'une population égale à zéro. Le logiciel SPSS Version 10.0 a été utilisé pour l'exécution de toutes ces analyses.

Le tableau suivant donne la valeur de coefficient " r " et sa signification

Tableau 3: Corrélations et leurs significations (valeur positive ou négative)

Valeurs du coefficient "r"	Signification de la corrélation
0,00 - 0,19	Très faible
0,20 - 0,39	Faible
0,40 - 0,69	Moyenne
0,70 - 0,89	Forte
0,90 - 1,00	Très forte

La droite de régression obtenue indique une idée de la façon dont varie y en fonction de x. La variable dépendante est y et la variable explicative, x. Elle entérine l'existence de la relation entre les deux variables étudiées. La valeur du coefficient de détermination « R^2 » est donnée directement avec de l'équation de la droite. Elle est comprise entre 0 et 1 et indique le degré de correspondance entre les valeurs estimées et les valeurs réelles des paires de variables étudiées. Plus R^2 se rapproche de 1, plus l'équation trouvée est fiable. (SCHERRER, B., 1984).

Troisième partie:

**RESULTATS ET
INTERPRETATIONS**

III.1- ETUDE DES FACTEURS ABIOTIQUES

Les tableaux 4 et 5 de la page 54 montrent les moyennes mensuelles des paramètres physico-chimiques de l'eau des deux stations d'étude : rivières Andreba et Mananara. Le tableau n°7 donne les moyennes annuelles des trois principaux facteurs physico-chimiques : pH, oxygène dissous, température en surface et en profondeur de l'eau de toutes les stations d'inventaire.

L'interprétation des tous les paramètres est basée sur la valeur moyenne.

III.1.1-Paramètres physiques

III.1.1.1- Température de l'eau

Pour le mois de Juillet, la température est constante et se stabilise à 18,5°C dans les deux stations d'étude. Pour le mois d'Octobre au mois de Février, correspondant à la saison chaude, la température de l'eau remonte entre 23°C et 26°C. Elle augmente encore et atteint en moyenne de 26,3°C au cours du mois de Février. La différence entre la température des deux stations n'est pas significative. L'écart thermique entre la surface et le fond de l'eau varie de 0 à 2,7°C. La température de l'eau en surface est élevée par rapport à celle du fond et constante toute l'année.

L'eau de la rivière plus proche de la source ou chute d'eau dans la forêt (Andohanandreba, Andrefanitaolanomby, Moronimianavaratra, Antelomita, Ampanalamoty) est plus froide par rapport à celle de la rivière plus loin de la forêt (Andreba, Ankafotra, Ambatobe, Ambodipaiso, Ambohimiadana, Mananara).

L'eau des cours d'eau (Andreba, Ankafotra, Ambatobe....) est plus froide par rapport à celle des plans d'eau (lacs naturels: Amboarabe, Tsiandrorana, Ankazomaintso, Andobolava)

III.1.1.2- Turbidité de l'eau

Les valeurs de la turbidité de la rivière Andreba fluctuent entre 5,35 à 26,8NTU. Celles du cours d'eau Mananara varient de 11,7 à 26,5NTU. Leur différence n'est pas significative. Leurs eaux sont troubles pendant la saison de pluie et limpides pendant la saison sèche.

III.1.1.3- Profondeur de l'eau

Statistiquement, il n'y a pas de différence significative entre les profondeurs des deux stations d'étude. La figure n°16 de la page 58 représente la variation de ces valeurs pendant toute l'année. Celle de la rivière Andreba varie suivant la saison, sa valeur moyenne annuelle est de 110cm. Elle atteint son maximum de 150cm pendant la période de crue. Celle de Mananara est de 335cm. Elle est de 580cm en temps de pluies.

Tableau n°4: Moyennes mensuelles des facteurs physico-chimiques de l'eau de la rivière Andreba.

MOIS	Température °C		Turbidité NTU	Conductivité µS/cm	pH	Oxygène dissous mg/l	Minéralisation mg/l	Calcium mg/l	Chlorure mg/l	Nitrite mg/l	Ammonium mg/l	Magnesium mg/l
	Surface	Profondeur										
Oct	23,1	21,6	18,15	23	5,85	6,66	22	1,3	3,52	0,025	0	0,26
Nov	23	21,5	26,5	26	6,4	6,9	23	1,6	3,55	0,003	0	0,24
Dec	25,3	23,5	26,8	25	7,2	5,85	10	1,2	5,35	0,004	0	0,75
Jan	25,5	23,8	27,5	25	7,2	2,62	10	1,35	5,32	0,004	0	1,03
Fev	26,3	25	11,9	25	7,1	3,76	25	1,4	5,32	0,01	0	1,21
Avr	20,7	19,9	13	14	5,8	4,79	15	1,3	3,53	0,004	0	1,2
Mai	19,5	19,1	5,35	22	6,8	5,95	24	1,6	3,55	0,004	0	2,43
Jul	19,3	18,5	6,65	23	6,9	7,05	23	0,9	3,65	0,014	0	0,95
Aot	18,2	18,8	24,6	25	6,4	6,95	20	0,8	3,55	0,013	0	0,73
Sep	24,2	23,1	14,15	26	5,85	5,16	21	1,8	3,55	0,021	0	0,24

Tableau n°5: Moyennes mensuelles des facteurs physico-chimiques de l'eau de la rivière Mananara

MOIS	Température °C		Turbidité NTU	Conductivité µS/cm	pH	Oxygène dissous mg/l	Mineralisation mg/l	Calcium mg/l	Chloriure mg/l	Nitrite mg/l	Ammonium mg/l	Magnesium mg/l
	Surface	Profondeur										
Oct	25,7	24,2	12,8	20	7,5	5,03	22,5	1,52	5,32	0,06	0	0,38
Nov	24,3	24	26,5	19,5	7,4	7,43	13,5	1,2	3,35	0,03	0	0,38
Dec	24,14	22,98	25,9	16,8	7,22	5,65	13,9	0,7	3,55	0,03	0	0,62
Jan	25,1	24,2	24,6	15,2	7,6	2,33	13,8	0,6	3,55	0,03	0	0,85
Fev	26,2	23,5	23,5	14,1	6,8	2,34	14	0,85	3,55	0,03	0	0,97
Avr	22,1	20,8	12	13,8	5,6	3,78	15	1,2	3,55	0,06	0	1,7
Mai	22,6	21,2	12,1	13,5	6,3	4,02	17	1,34	3,55	0,06	0	1,6
Jul	18,5	18,3	11,89	23,5	6,35	6,86	19,2	1,58	5,32	0,06	0	1,6
Aot	21	20,2	11,75	25,6	6,46	6,42	20,8	1,62	5,32	0,06	0	1,2
Sep	23,2	21,1	11,7	26,1	6,29	5,59	23	1,6	5,32	0,05	0	0,36

Tableau n°6: Profondeur de l'eau de la rivière Andreba et Mananara

	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév.	Avr	Mai	Jul	Aot	Sep
Andreba	75	100	138	145	150	120	99	98	95	80
Mananara	220	260	265	480	580	456	398	396	385	310

Tableau n°7: Moyenne annuelle de la température, pH et l'oxygène dissous de l'eau de toutes les stations d'inventaires

SITE	Température annuelle (°C)		pH	Oxygène dissous (mg/l)
	Surface	Profondeur		
andhrb	19,99	19,5	7,1	6,12
andtlb	20,75	19,98	6,96	5,2
mrnmvtr	20,2	20,1	7,2	5,12
andrkl	20,9	20,25	6,82	6,08
antlmt	18,98	17,8	7,1	5,92
amplmt	18,6	18,1	7,2	6,14
andrb	22,5	21,48	6,5	5,86
ankft	21,5	19,95	6,65	5,2
ambdps	21,8	19,95	6,92	4,89
ambtb	21,9	20,2	6,95	4,97
ambhmd	21,7	20,1	7,1	4,91
mnr	23,4	22,16	6,75	4,95
tsndrn	24,6	22,85	6,8	3,1
amrb	23,1	22,1	6,9	3,25
ankzmt	23,8	22,4	6,7	3,95
andblv	23,6	22,2	6,86	3,28

D'après le test t de STUDENT FISCHER, le tableau ci-dessus présente le résultat des différences de valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques de l'eau de deux stations d'étude.

Si la valeur de t calculée est supérieur à celle de la table, la différence est significative et inversement.

Tableau n°8 : Résultat de la comparaison des facteurs physico-chimiques de l'eau entre les deux stations d'étude

Paramètres	Différence des moyennes entre les 2 stations	T calculé	T de la table	P calculé	P erreur	DF	Signification
Température_surf	-0,709	-0,709	2,101	0,5490	0,05	18	Non significative
Température_prof	-0,568	-0,568	2,101	0,5871	0,05	18	Non significative
Oxygène dissous	0,624	0,847	2,101	0,4079	0,05	18	Non significative
pH	-0,202	-0,733	2,101	0,4729	0,05	18	Non significative
Turbidité	0,186	0,054	2,101	0,9574	0,05	18	Non significative
Conductivité	4,690	2,434	2,101	0,0256	0,05	18	significative
Minéralisation	2,030	0,946	2,101	0,3564	0,05	18	Non significative
Calcium	0,104	0,104	2,101	0,5131	0,05	18	Non significative
chlorure	-0,049	-0,091	2,101	0,9289	0,05	18	Non significative
Nitrite	-0,032	-6,544	2,101	0,0001	0,05	18	Significative
Ammonium	0,000	0	2,101	0	0,05	18	
magnésium	-0,109	-0,433	2,101	0,6702	0,05	18	Non significative
Profondeur	-265,000	-7,237	2,101	0,0001	0,05	18	significative
débit	-28,896	-5,688	2,101	0,0001	0,05	18	Significative
vitesse	0,086	2,092	2,101	0,0418	0,05	18	Non significative

III.1.1.4- Couleur de l'eau

Les couleurs de l'eau des deux milieux étudiés changent selon la saison. Pendant l'étiage, la rivière Andreba est limpide et celle de Mananara est jaune claire. Au moment pluvieux, elles sont de couleur jaune foncée. Ce changement est dû aux eaux de ruissellement déversées dans ces rivières.

III.1.1.5- Débit et vitesse de l'eau

Le débit et la vitesse de l'eau des deux stations d'étude sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 9: Variation de débit et de vitesse de l'eau de la rivière d'Andreba et de Mananara.

Mois		Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Avl	Mai	Jul	Aot	Sep
Andreba	Débit	0,225	1,07	2,07	1,74	1,35	0,306	0,204	0,251	0,232	0,20
	Vitesse	0,3	0,42	0,6	0,42	0,33	0,30	0,27	0,28	0,27	0,26
Mananara	Débit	10,3	25,1	32,7	50,4	62,9	32,4	25,37	21,63	20,31	15,5
	Vitesse	0,18	0,33	0,37	0,3	0,28	0,27	0,25	0,21	0,20	0,20

Le courant d'eau est fort en période de pluie. Sa vitesse est optimale au mois de Décembre. Elle atteint 0,6m/s à Andreba et 0,37m/s à Mananara. Cette différence est non significative.

Le débit de l'eau s'élève au mois de Novembre et atteint son maximum (2,07m³/s) au mois de Décembre à Andreba et au mois de Février (62,9m³/s) à Mananara. Il y a une différence significative entre ces valeurs. Le débit dépend de la profondeur et de la largeur du cours d'eau: plus la rivière est profonde, plus le débit augmente.

III.1.2- Paramètres chimiques

III.1.2.1- pH

Il n'y a pas de différence significative de la valeur de pH entre les stations d'étude. Elle varie entre 5,6 à 7,6. Une diminution est vue lors de la période sèche.

Pour les autres stations d'inventaire, outre Andreba et Mananara, la valeur moyenne annuelle du pH fluctue entre 6,5 à 7,2. Elle est élevée pour les cours d'eaux plus proches de la forêt. Sa variation se représente par les figures n°14 et 18.

III.1.2.2- Oxygène dissous

La teneur moyenne en oxygène dissous varie de 2,62mg/l à 7,05mg/l pour la rivière Andreba, de 2,33mg/l à 7,43mg/l pour celle de Mananara. Le taux enregistré à partir du mois de Juillet au mois de Novembre est élevé.

III.1.2.3- Ions minéraux

Les ions minéraux existant dans les milieux d'étude ne sont pas tous étudiés, seuls ceux qui sont très importants sont analysés.

a)- **Ion nitrite**

Les valeurs en ion nitrite sont faibles. Elles restent au dessous de 0,06mg/l. En effet, les cours d'eaux étudiés ne sont pas pollués en ion nitrite.

b)- Chlorure

Pour la rivière Andreba, la teneur en chlorure varie de 3,52mg/l à 5,35mg/l et pour celle de Mananara, elle va de 3,55mg/l à 5,32mg/l. La différence observée n'est pas significative. Cet ion indique la salinité de l'eau. Elle augmente pendant la saison sèche

d)- Ions nitrate et ammonium

La teneur en nitrate et ammonium enregistrée est 0,00mg/l pour les deux stations d'étude. Ceci indique que l'eau n'est pas polluée en ions azotés.

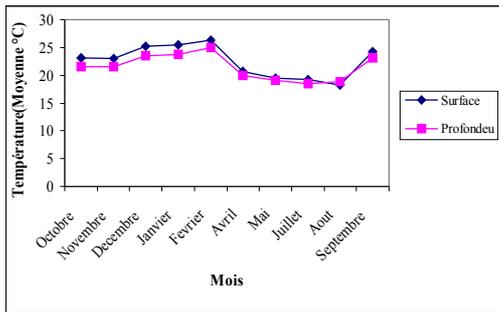


Figure n°12 : Températures moyennes mensuelles de l'eau à Andreba rivière d'Andreba

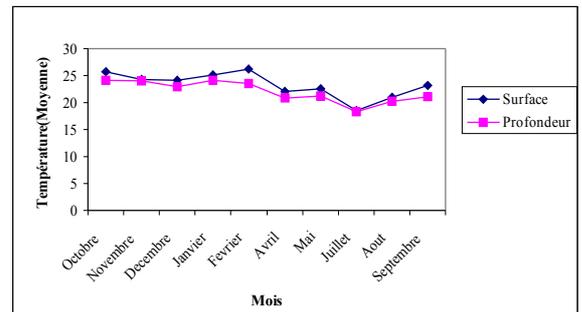


Figure n°13 : Températures moyennes mensuelles de l'eau à Mananara fleuve de Mananara

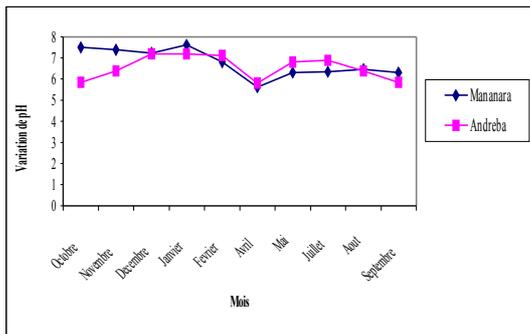


Figure n°14 : Variation annuelle de la pH dans les deux sites d'étude

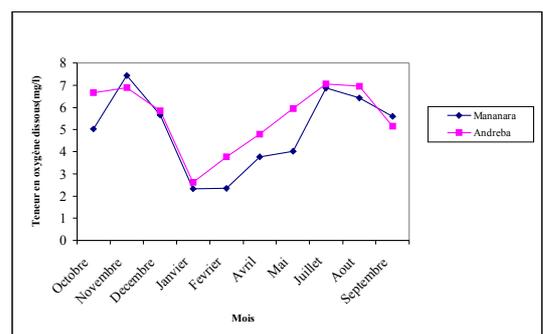


Figure n°15: Variation annuelle de la teneur en oxygène dissous dans les deux sites d'étude

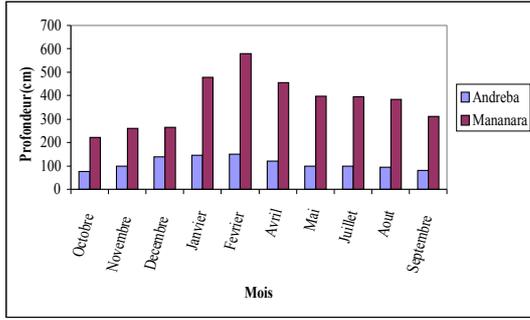


Figure n°16 : Variation mensuelle de la profondeur maximale de l'eau dans les deux stations d'étude

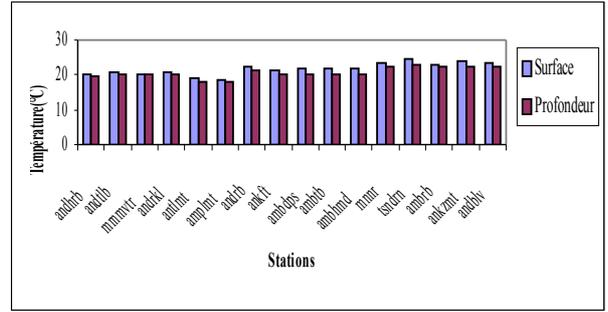


Figure n°17 : Température moyenne annuelle de l'eau de toutes les stations

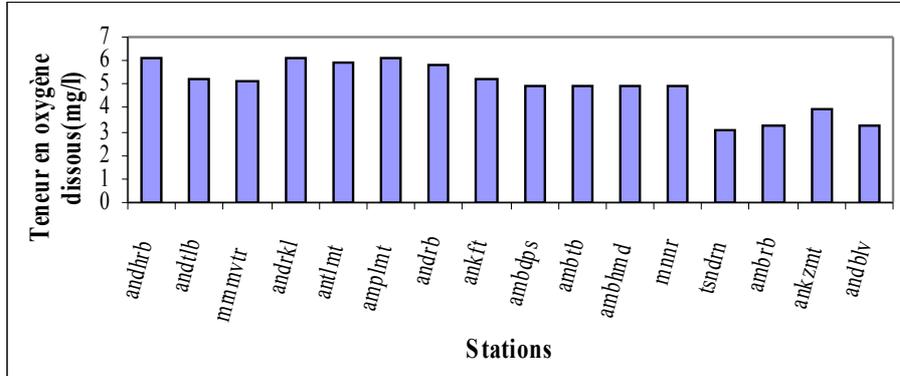


Figure n°18: Variation du pH de toutes les stations

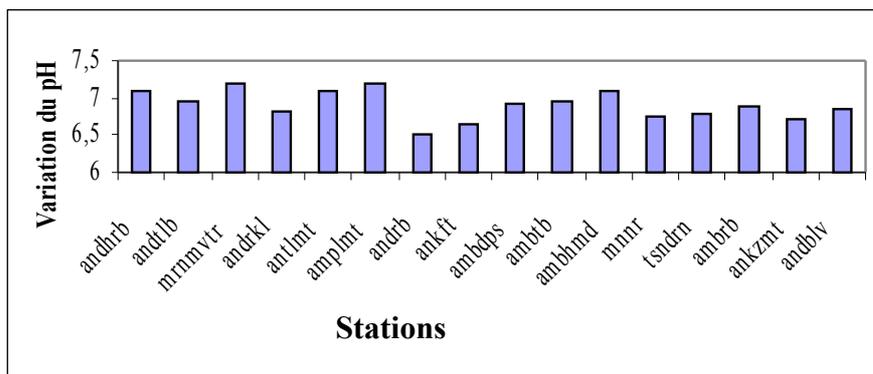


Figure n°19: Variation de la teneur en oxygène de toutes les stations

III.2- FACTEURS BIOTIQUES

III.2.1- Plantes aquatiques

La synthèse de recensement des plantes aquatiques dans toutes les stations donne 39 espèces végétales. Elles sont réparties en 13 familles. Celles des CYPERACEAE et POACEAE sont dominantes. La liste est présentée dans l'annexe VI.

III.2.2- Faune

III.2.2.1- Oiseaux d'eau

La liste des oiseaux à mœurs aquatique rencontrés dans les stations d'étude et d'inventaire est établie dans l'annexe VII. 33 espèces sont recensées, elles appartiennent à 12 familles, dont l'ARDEIDAE est la plus répandue (RATSARALASY, 2004)..

III.2.2.2- Herpétofaune

Les Batraciens sont nombreux dans les différentes stations, surtout dans la rivière Andreba (ANJERINAINA, 2004). D'après les enquêtes menées auprès des villageois, il y a la présence de crocodile (*Crocodylus niloticus*) à Mananara.

III.2.2.3- Invertébrés aquatiques benthiques

Les Invertébrés inventoriés sont surtout les Insectes représentant 6 familles, dont la plupart sont des larves, 2 familles de Crustacés et une famille de Mollusques. Le résultat du recensement est donné dans l'annexe VIII.

III.2.2.4- Ichtyofaune

11 espèces différentes sont recensées dans toutes les stations. Elles sont groupées en 7 familles.

La liste des espèces recensées dans les différents sites est présentée sur le tableau suivant

Tableau n°10: Caractéristiques de la famille de chaque espèce.

PAECILIDAE	C'est la famille caractéristique de cette région. Ce sont des poissons de petite taille, poissons d'ornement et d'aquarium. Trois espèces sont recensées: <i>Gambusia holbrooki</i> , <i>Xyphophorus helleri</i> et <i>Platypoecilus maculatus</i> .
CYPRINIDAE	Cette famille a une importance notable à Madagascar. Ce sont des espèces employées fréquemment en pisciculture grâce à la bonne qualité de leur chair. Deux genres sont recensés lors de cette étude: <i>Carassius auratus</i> et <i>Cyprinus</i>

	<i>carpio</i> .
OPHICEPHALIDAE	<i>Ophicephalus striatus</i> est la seule espèce représentante de cette famille dans toute la grande île; c'est un poisson des eaux tropicales originaire d'Asie, elle est introduite à Madagascar vers l'année 1978. Elle pourrait être à l'origine de la disparition progressive des autres espèces piscicoles. Cette famille se trouve seulement dans les rivières d'Andreba et de Mananara.
CICHLIDAE	Cette famille est aussi importante à Madagascar sur le plan socio-économique. Elle comporte jusqu'à 13 espèces autochtones. 2 genres seulement sont recensés : <i>Oreochromis macrochir</i> et <i>Tilapia zillii</i> . La Sous-Famille des TILAPINAE est introduite à Madagascar vers l'année 1951 (ARNOULT, J., 1953°)
ANABANTIDAE	Une seule espèce est rencontrée lors de cette étude: <i>Microctenopoma ansorgei</i> , petit poisson introduit EN 1952 , provient de Congo Brazzaville(ARNOULT,J., 1953°), il se trouve surtout sur l'eau riche en fer dans cette région.
BEDOTIIDAE	Une seule espèce a recensée lors de cette recherche: petit poisson. Elle n'est pas encore déterminée..
ELEOTIDAE	Par sa morphologie externe, cette espèce est parmi des poissons endémiques à Madagascar, et endémique à cette région, elle est très menacée, c'est pour cela que cette espèce ne se trouve que dans deux stations: Ankafotra et Ambohimiadana.

Carassius auratus



Microctenopoma ansorgei



Tilapia zillii



Oreochromis macrochir



Xyphophorus helleri



Gambusia affinis holbrooki



Platypoecilus maculatus



III.3- INVENTAIRE DES POISSONS

III.3.1- Résultats qualitatifs

La liste des 7 familles auxquelles appartiennent les 11 espèces de poissons inventoriées se trouve dans le tableau suivant :

Tableau n°11: Liste des poissons recensés pendant cette étude

ESPECES	Noms vernaculaires	FAMILLES	Mnnr	Andrb	Andrkl	Ankft	Andhrb	Andtlb	Mrnmvtr	Ambtb	Ambdps	Ambhmd	Tsdrn	Ambrb	Ankzmt	Andblv	Antlmt	Amplmt
<i>Gambusia affinis holbrooki</i>	Pirina be kibo	POECILIDAE	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Xyphophorus helleri</i>	Pirina lava rambo, Piripitika	POECILIDAE	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+
<i>Platypoecilus maculatus</i>	Pirina bota kely	POECILIDAE	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microctenopoma ansorgei</i>	Trondron-tseranana	ANABANTIDAE	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-
<i>Carassius auratus</i>	Trondro gasy	CYPRINIDAE	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Inconnu**</i>	Toho	ELEOTRIDAE	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Ophicephalus striatus</i>	Fibata	OPHICEPHALIDAE	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyprinus carpio</i>	Karpa	CYPRINIDAE	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Inconnu*</i>	Pirina milon	BEDOTIIDAE	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-
<i>Tilapia zilli</i>	Tolapia	CICHLIDAE	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Oreochromis machrochir</i>	Mahay miteraka	CICHLIDAE	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-

+: présent

-: absent

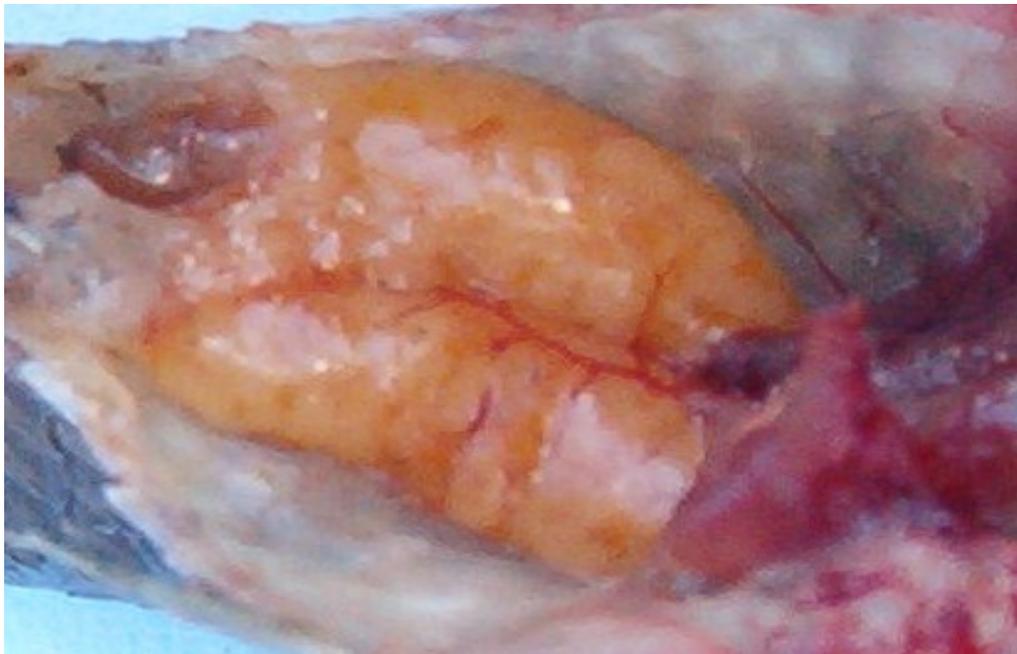
Le tableau n°12 suivant renferme quelques aspects biologiques des espèces rencontrées:

Tableau n°12: Aspects biologiques de chaque espèce

Espèces	Coloration du corps	Régime alimentaire	Mode de reproduction
<i>Gambusia holbrooki</i> (GIRARD, 1859)	Gris olivâtre avec quelques petites ponctuations brunes sur la nageoire dorsale et caudale, une barre foncée coupe verticalement la région de l'œil.	Insectivore plus exactement larvivoire	Ovovivipare
<i>Xyphophorus helleri</i> (HECKEL, 1852)	Vert en général, mais corps à couleur bleuâtre avec des stries latérales brunes ; épée jaune entourée de noir.	Insectivore	Ovovivipare
<i>Platyopocilus maculatus</i> (GUNTHER, 1857)	Corps gris clair brillant, quelquefois rouge clair	Insectivore	Ovovivipare
<i>Microctenopoma ansorgei</i> (REGAN, 1909)	Brun foncé avec stries verticales bien marquées rougeâtre, les nageoires sont grisâtres	Microphage, Insectivore	Ovipare
<i>Carassius auratus</i> (LINNE, 1758)	En général rouge vermillon, quelquefois rosé ou jaune, parfois verdâtre ou avec tache noire	Macrophage, Omnivore	Ovipare
Inconnu**	Corps gris noirâtre, les nageoires pectorales ont une strie brune jaunâtre	Herbivore	Ovipare
<i>Ophicephalus striatus</i> (BLOCH, 1793)	Corps gris noirâtre en général	Carnivore	Ovipare
<i>Cyprinus carpio</i> (LINNE, 1758)	Corps jaune verdâtre avec reflets dorés sur les cotés	Macrophage, Omnivore	Ovipare
Inconnu*	Corps vert brillant alterné de couleur bleue, avec rayure horizontale brun-foncée.	Insectivore	Ovovivipare
<i>Tilapia zillii</i> (GERVAIS, 1848)	Couleur très vive olivâtre assez foncée, corps avec bandes verticales sur les flancs et une tache operculaire bien marquée et œil de paon sur la base de la dorsale	Herbivore	Ovipare
<i>Oreochromis macrochir</i> (BOULENGER, 1912)	Corps rougeâtre bleuâtre assez foncé avec bandes verticales sombres sur les flancs, tache operculaire bien marquée, nageoires dorsale et anale grises avec des petites taches claires	Herbivore	Ovipare



Mode de reproduction Ovovivipare



Mode de reproduction Ovipare

II.3.2- Résultats quantitatifs

Le tableau suivant montre le nombre d'espèces et son abondance par chaque station.

Les chiffres sont obtenus par abondance/espèce/station

Tableau 13: Nombre d'espèces et l'abondance par station

STATIONS	ESPECES	ABONDANCE
Andrb	10	738
Mnnr	9	162
Andrkl	6	207
Andhrb	6	98
Ambhmd	6	22
Ankzmt	6	55
Andblv	5	55
Ambdps	4	44
Antlmt	3	7
Ambtb	3	40
Tsndrn	3	6
Ankft	2	8
Andtlb	2	27
Mrnmvtr	2	33
Ambrb	2	23
Amplmt	2	20

a)- Richesse spécifique ou nombre d'espèces par localité

La figure n°20 ci- dessous illustre les nombres d'espèces des poissons par station.

Cette figure montre que Andreba et Mananara présentent le plus grand nombre d'espèces que les autres. C'est aussi l'une des raisons pour choisir ces deux milieux comme station d'étude.

b)- Abondance par espèce par localité

La figure n°21 ci-après illustre les abondances de poissons par station.

La répartition de l'effectif de l'ichtyofaune n'est pas la même dans tous les milieux. Sachant que le nombre d'espèces dans les stations d'Andriakely, Andohanandreba,

Ambohimiadana et Ankazomaintso est le même (6 espèces chacun), Andriakely et Andohanandreba ont un effectif des poissons grand par rapport à celui d'Ambohimiadana et Ankazomaintso. Moronimianavaratra présente moins d'espèces (2 espèces) qu'à Ambohimiadana (6 espèces), mais il a une abondance plus grande (N0=33) que celle d'Ambohimiadana (N0=22). La station d'Andreba qui est la plus spécifique a une taille plus grande d'abondance parmi les stations. Cette analyse permet de dire que le nombre d'espèces présenté dans la station étudiée ne dépend pas de la taille d'échantillonnage.

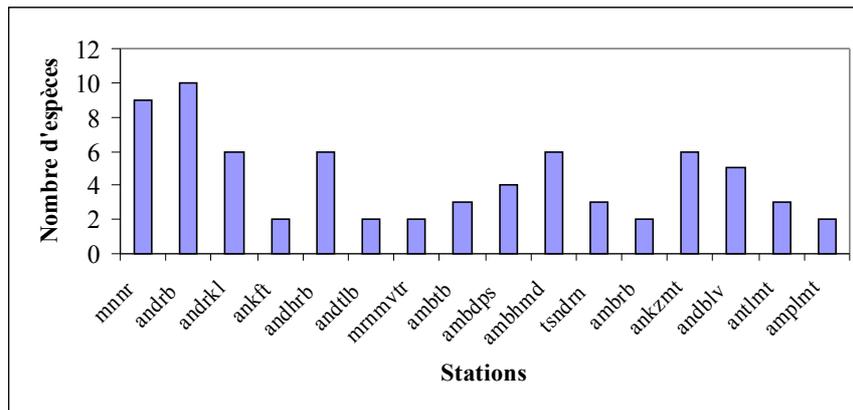


Figure n°20: Histogramme de la richesse spécifique en poissons par station

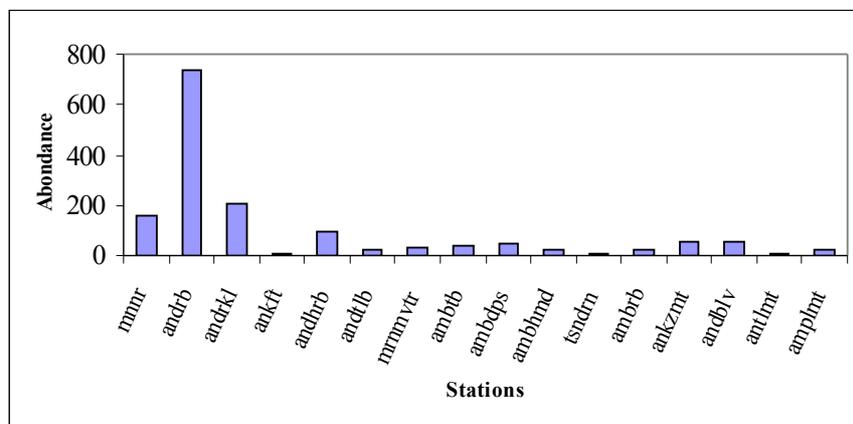


Figure n°21 : Histogramme de l'abondance des poissons par station d'inventaire

c)- La diversité spécifique

Pour décrire la répartition des individus dans les espèces, il faut calculer l'indice de diversité de Shannon (IS) sont présentées sur le tableau suivant :

Tableau n°14: Valeurs de l'indice de diversité spécifique par station.

Stations	Diversité spécifique (IS)
Mnnr	2,694142
Andrb	2,8216994
Andrkl	1,803846
Ankft	0,807246
Andhrb	1,672966
Andtlb	0,205964
Mrnmvtr	0,205964
Ambtb	0,568062
Ambdps	0,8082293
Ambhmd	0,790636
Tsndrn	1,44504
Ambrb	0,827178
Ankzmt	2,205808
Andblv	2,19252
Antlmt	1,371986
Amplmt	0,717552

L'emplacement des stations suivant les indices de diversités spécifique (IS) ne se rapproche vraiment du classement de leur richesses en espèces. Les valeurs de diversités spécifiques observées dans différents peuplements sont divisées avec la diversité maximale pour avoir l'équitabilité. Le résultat est présenté sur le tableau suivant:

Tableau n°15: Equitabilité

Stations	Σ ilogpi	IS	E
Andrb	-0,84939205	2,8216994	0,8156309
Mnnr	-0,81529794	2,694142	0,7828919
Andrkl	-0,54545079	1,80346	0,5237704
Andhrb	-0,50685922	1,6729	0,4867128
Mrnmvtr	-0,06270598	0,205964	0,0602135
Andtlb	-0,06270598	0,205964	0,0602135
Ambhmd	-0,60530604	0,790636	0,5798356
Ambps	-0,28004695	0,8082293	0,2693215
Ambtb	-0,17128474	0,568062	0,1644765
Amplmt	-0,21732201	0,717552	0,208684
Antlmt	-0,41432214	1,371986	0,3978538
Ankft	-0,24421905	0,807246	0,2345119
Tsndrn	-0,4367462	1,44504	0,4193866
Ambrb	-0,24917869	0,827178	0,2392744
Andblv	-0,66362977	2,19252	0,6372521
Ankzmt	-0,66653702	2,205808	0,6400439

D'après les résultats, les valeurs de l'équitabilité sont rapprochées aux classements de la richesse spécifique, Andreba et Mananara sont donc les plus diversifiées spécifiquement et ces stations contiennent plus d'espèces abondantes que d'espèces rares. Andrefanitaolanomby et Moronimianavaratra sont les lieux moins diversifiés par rapport aux autres stations.

d)- Etude de la structure du peuplement piscicole

Cette étude permet de connaître les caractéristiques de certaines espèces dominantes et certaines espèces mal représentées. La composition et la proportionnalité générique sont présentées par les figures suivantes: 11 genres différents des poissons sont inventoriés dont tous ces genres figurent dans le site d'Andreba à part l'inconnu**. Ce dernier ne se trouve seulement qu'à Ankafotra et à Ambohimadana. Ce sont des milieux non perturbés.

Le *Gambusia holbrooki* et le *Xyphophorus helleri* sont les petits poissons cosmopolites. Ils repartissent sur toutes les stations sauf à Tsiandrorana (pas de *Xyphophorus*) et Ankafotra, Ambatobe (pas de *Gambusia*).

L'absence d'une espèce dans un échantillonnage ne signifie pas nécessairement qu'elle n'existe pas vraiment dans la station d'étude. Il y a diverses raisons, par exemple, la profondeur de l'eau et le moyen de capture.

Ophicephalus qui est l'un de poissons carnassières, ne se trouve qu'à Mananara et à Andreba. Sa quantité est petite par rapport aux autres espèces. *Ophicephalus* est difficile à capturer d'une part et d'autre part il fait une migration. Il cherche toujours de lieux où il peut assurer son régime alimentaire.

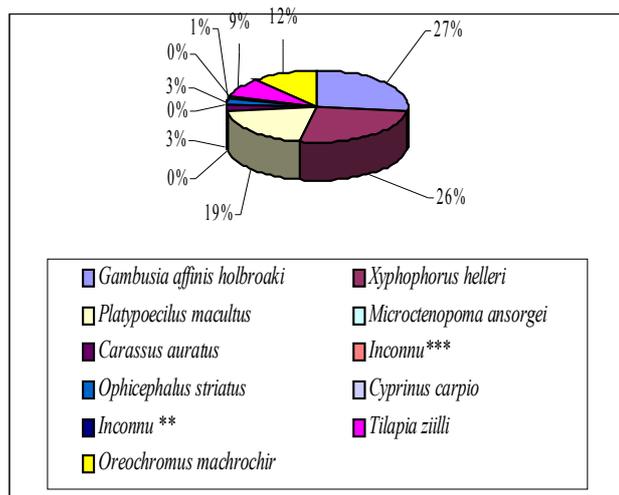


Figure n°22 : Pourcentages des poissons à Mananara

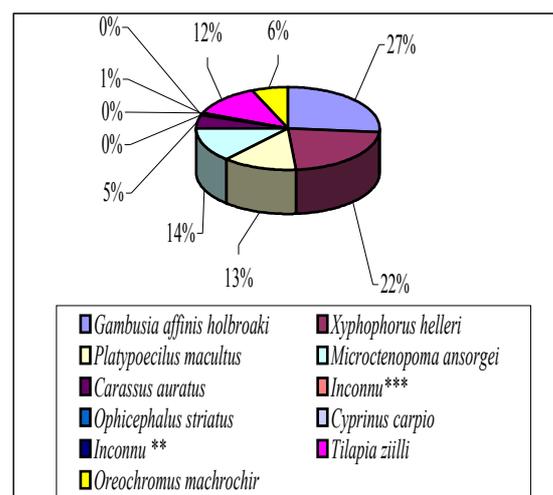


Figure n°23 : Pourcentages des poissons à Andreba

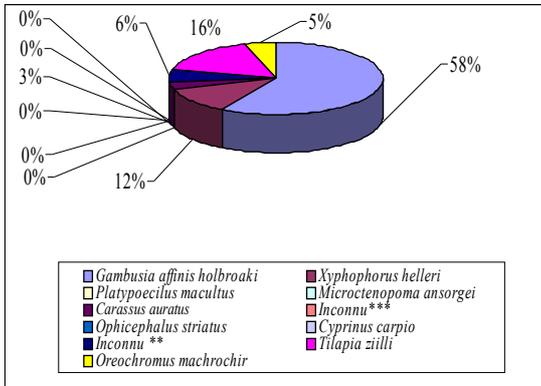


Figure n°24 : Pourcentages des poissons à Andrianankely

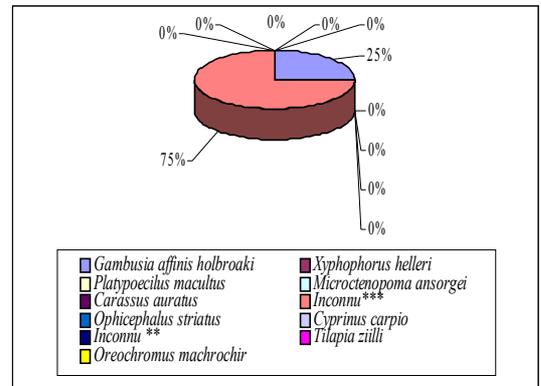


Figure n°25 : Pourcentages des poissons à Ankafotra

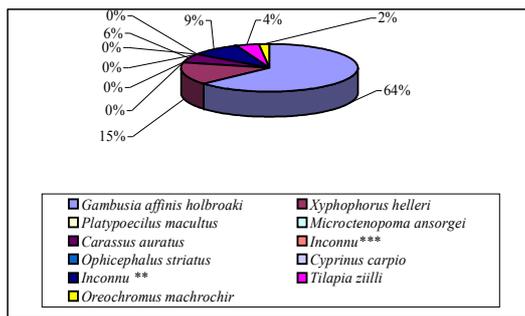


Figure n°26 : Pourcentages des poissons à Andohanandriba

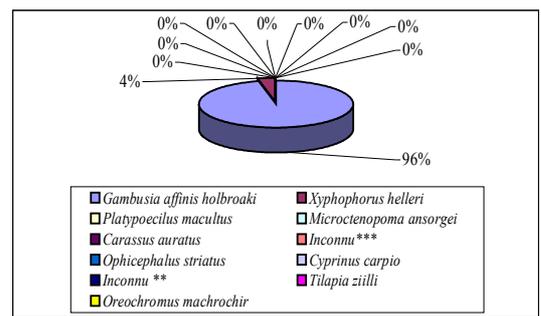


Figure n°27 : Pourcentages des poissons à Andrefanitaolanomby

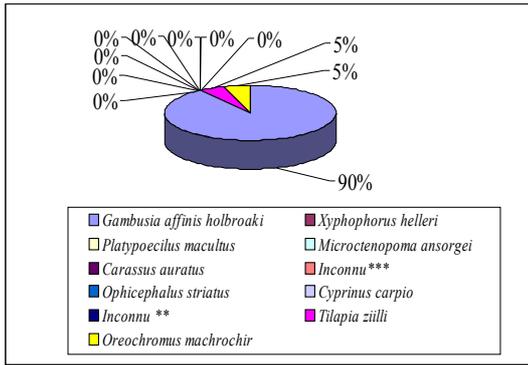


Figure n°28 : Pourcentages des poissons à Ambatobe

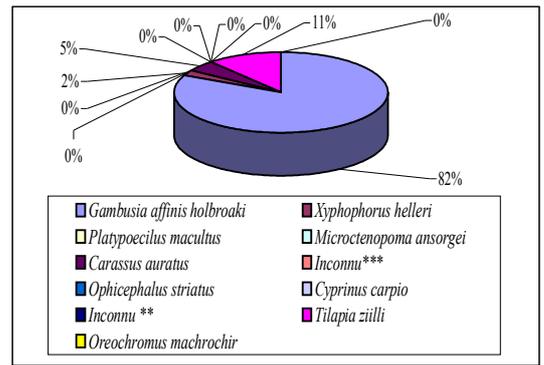


Figure n°29 : Pourcentages des poissons à Ambodipaiso

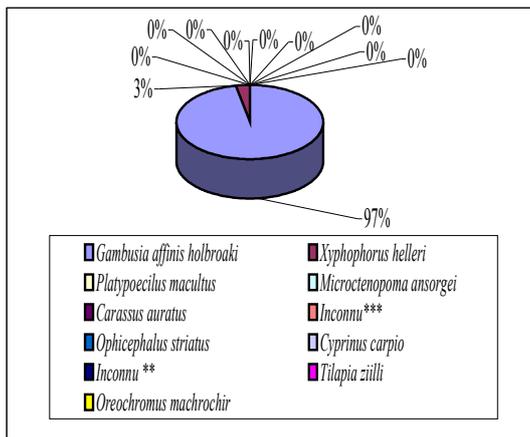


Figure n°30: Pourcentages des poissons à Moronimianavaratra

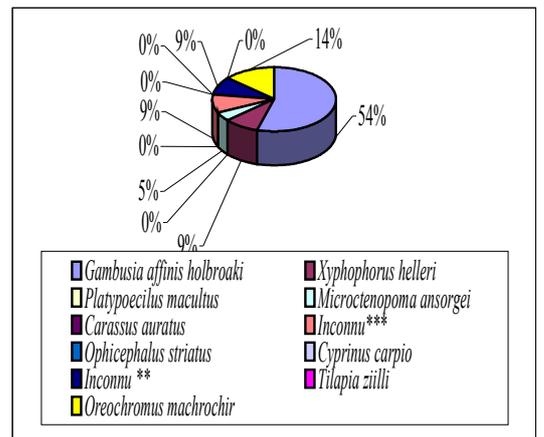


Figure n°31: Pourcentages des poissons à Ambohimiadana

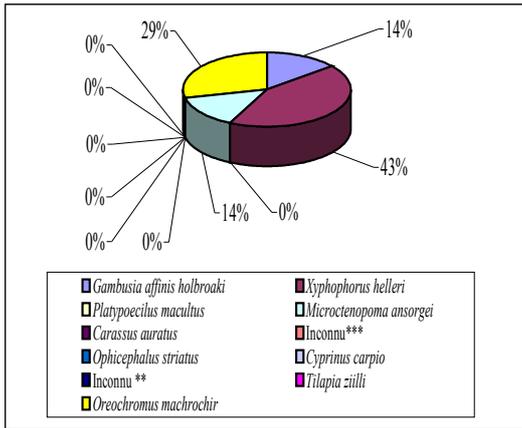


Figure n°32: Pourcentages des poissons à Tsiandrorana

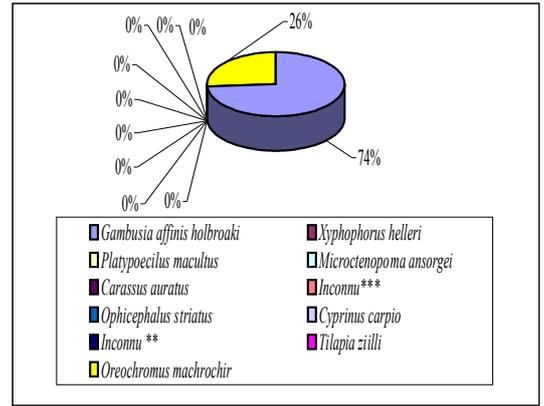


Figure n°33: Pourcentages des poissons à Amboarabe

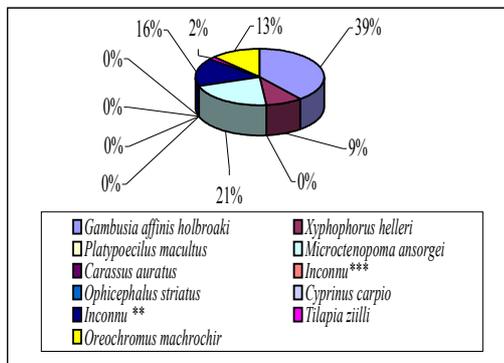


Figure n°34: Pourcentages des poissons à Ankazomaitso

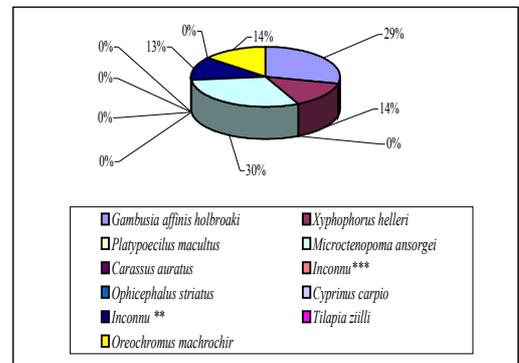


Figure n°35: Pourcentages des poissons à Andobolava

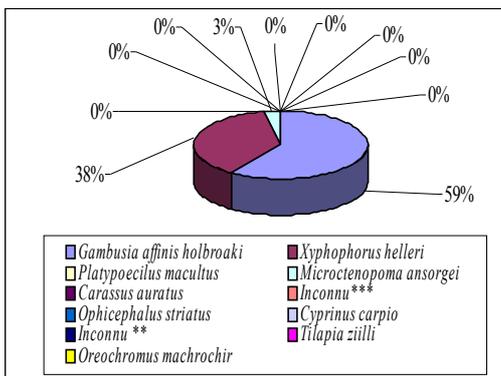


Figure n°36: Pourcentages des poissons à Antelomita

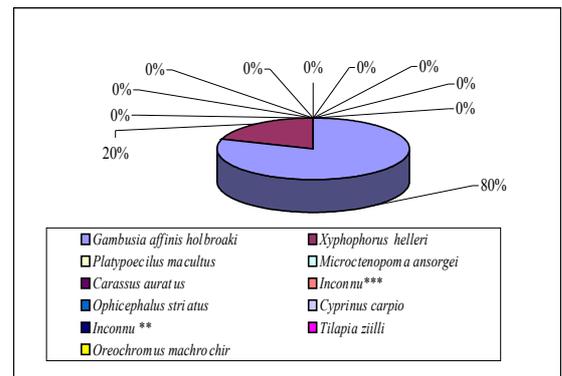


Figure n°37: Pourcentages des poissons à Ampanalamoty

e)- Similarité des stations

L'analyse précédente a marqué que les stations sont différentes les unes des autres en matière de diversité spécifique. L'étude de la similarité des milieux étudiés est faite à partir de ces différences de diversité.

Les tableaux 16 et 17 présentent les valeurs des dissimilarités des lieux d'inventaire. Cette analyse utilise le coefficient de corrélation de Person « r » comme indice de similarité des deux stations, $(1 - \text{Person } r)$. Il désigne la distance entre les stations (dissimilarités) notamment en matière de diversité spécifique. Plus cette valeur est faible, plus les deux stations sont similaires et réciproquement.

Le dendrogramme de la figure n° 38 ci-dessous révèle qu'il y a une forte corrélation entre les stations d'Andreba et Mananara ($r=0,889 : 0,70 < r < 0,89$). Une faible corrélation existe entre les stations suivants : Tsiandrorana et Ankafotra, Andohanandreba et Ankafotra, Ankazomaitso et Ankafotra, Amboarabe et Ankafotra, Tsiandrorana et Ambohimiadana (la distance est de 0,1)

Tableau 16 : Les valeurs des distances entre les stations (1- Pearson r)

Stations	Stations	Valeur de la distance
Andhrb	Andrkl	0,0
Mrnmvtr	Andtlb	0,0
Amplmt	Mrnmvtr	0,0
Andrb	Mnnr	0,302
Ambrb	Ambtb	0,302
Andblv	Ambhmd	0,302
Amplmt	Antlmt	0,302
Ankzmt	Andblv	0,426
Ankft	Ambrb	0,522
Ankzmt	Tsndrn	0,522
Amplmt	Ankft	0,603
Ambdps	Andrb	0,674
Amplmt	Ankzmt	0,739
Ambdps	Amplmt	0,905

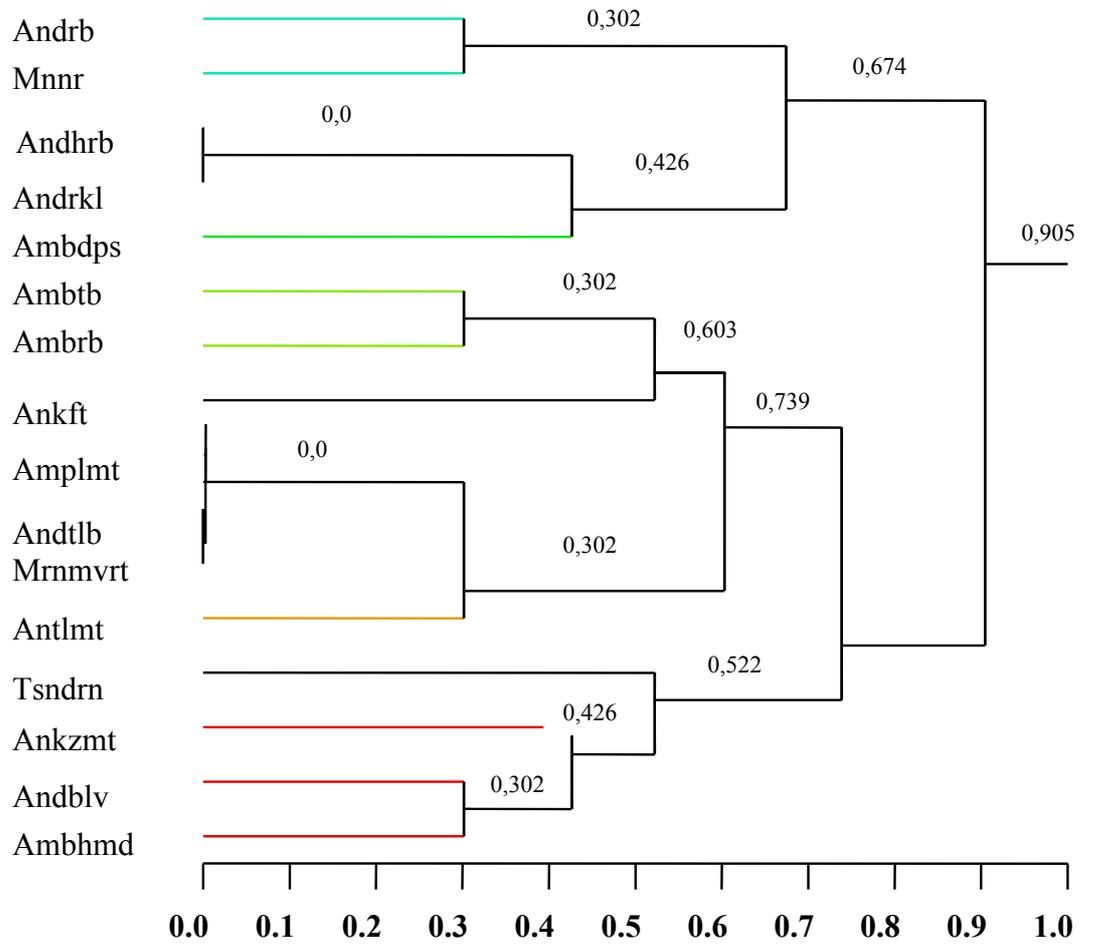


Figure n°38: Dendrogramme de similarité des stations

Tableau n°17 : Coefficient de similarité des stations

	Mnnr	Andrb	Andrkl	Ankft	Andhrb	Andtlb	Mrnmvtr	Ambtb	Ambdps	Ambhmd	Tsndrn	Amrb	Ankzmt	Andblv	Antlmt	Amplmt
Mnnr	1,00															
Andrb	0,889	1,00														
Andrkl	0,556	0,500	1,00													
Ankft	0,111	0,100	0,143	1,00												
Andhrb	0,556	0,500	1,000	0,143	1,00											
Andtlb	0,250	0,222	0,333	0,333	0,333	1,00										
Mrnmvtr	0,250	0,222	0,333	0,333	0,333	1,00	1,00									
Ambtb	0,375	0,333	0,500	0,250	0,500	0,250	0,250	1,00								
Ambdps	0,500	0,444	0,667	0,200	0,667	0,500	0,500	0,400	1,00							
Ambhmd	0,273	0,364	0,500	0,333	0,500	0,333	0,333	0,286	1,00	1,00						
Tsndrn	0,222	0,333	0,286	0,000	0,286	0,250	0,250	0,200	0,250	0,500	1,00					
Amrb	0,250	0,222	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,667	0,167	0,333	0,250	1,00				
Ankzmt	0,400	0,500	0,714	0,143	0,714	0,333	0,33	0,500	0,429	0,714	0,500	0,333	1,00			
Andblv	0,300	0,400	0,571	0,167	0,571	0,400	0,400	0,333	0,286	0,833	0,600	0,400	0,833	1,00		
Antlmt	0,222	0,333	0,286	0,250	0,286	0,667	0,667	0,200	0,400	0,500	0,500	0,250	0,500	0,600	1,00	
Amplmt	0,250	0,222	0,333	0,333	0,333	1,00	1,00	0,250	0,500	0,333	0,250	0,333	0,333	0,400	0,667	1,00

III.3.3- Evaluation de stock des poissons dans les deux stations d'étude: Andreba et Mananara

Cette méthode est utilisée pendant l'étude pour évaluer la population des poissons communs dans ces deux stations: il y a neuf espèces

a)- *Gambusia holbrooki*

Tableau 18 : Evaluation de la population

de *Gambusia holbrooki* dans la rivière d'Andreba

Jours	1	2	3	4		Totau x
Captures successive s	60	56	25	34		175
Captures cumulées	0	60	116	141	175	317

b)- *Xyphophorus helleri*

Tableau 20: Evaluation de la population de

Xyphophorus helleri dans la rivière d'Andreba

Jours	1	2	3	4		Totau x
Captures successives	60	30	35	24		149
Captures cumulées	0	60	90	125	149	275

c)- *Platyopocilus maculatus*

Tableau 22: Evaluation de la population de

Platyopocilus maculatus dans la rivière d'Andreba

Jours	1	2	3	4		Totau x
Captures successives	33	28	15	10		86
Captures cumulées	0	33	61	76	86	170

Tableau 19: Evaluation de la population de

Gambusia holbrooki dans la rivière de Mananara

Jours	1	2	3	4		Totau x
Captures successive s	21	13	7	3		44
Captures cumulées	0	21	34	41	44	96

Tableau 21: Evaluation de la population de

Xyphophorus helleri dans la rivière de Mananara

Jours	1	2	3	4		Totau x
-------	---	---	---	---	--	------------

Captures successives	20	13	5	3		41
Captures cumulées	0	20	33	38	41	91

Tableau 23: Evaluation de la population de

Platyoeilus maculatus dans la rivière de Mananara

Jours	1	2	3	4		Totaux
Captures successives	10	6	8	7		31
Captures cumulées	0	10	16	24	31	50

d)- *Carassius auratus*

Tableau 24: Evaluation de la population de *Carassius auratus* dans la rivière d'Andreba

Jours	1	2	3	4		Totaux
Captures successives	23	4	3	5		35
Captures cumulées	0	23	27	30	35	80

e)- *Ophicephalus striatus*

Tableau 26: Evaluation de la population de *Ophicephalus striatus* dans la rivière d'Andreba

Jours	1	2	3	4		Totaux
Captures successives	1	0	1	0		2
Captures cumulées	0	1	1	2	2	4

f)- *Cyprinus carpio*

Tableau 28: Evaluation de la population de *Cyprinus carpio* dans la rivière d'Andreba

Jours	1	2	3	4		Totaux
Captures successives	0	1	2	1		4
Captures cumulées	0	0	1	3	4	4

g)- Inconnu*

Tableau 30: Evaluation de la population de poisson Inconnu* dans la rivière d'Andreba

Jours	1	2	3	4		Totaux
Captures successives	26	22	13	11		72
Captures cumulées	0	26	48	61	72	131

Tableau 25: Evaluation de la population de *Carassius auratus* dans la rivière de Mananara

Jours	1	2	3	4		Totaux
Captures successives	2	1	0	2		5
Captures cumulées	0	2	3	3	5	8

Tableau 27: Evaluation de la population de *Ophicephalus striatus* dans la rivière de Mananara

Jours	1	2	3	4		Totaux
Captures successives	2	0	1	2		5
Captures cumulées	0	2	2	3	5	7

Tableau 29: Evaluation de la population de *Cyprinus carpio* dans la rivière de Mananara

Jours	1	2	3	4		Totaux
Captures successives	0	1	0	0		1
Captures cumulées	0	0	1	1	1	2

Tableau 31: Evaluation de la population de poisson Inconnu* dans la rivière de Mananara

Jours	1	2	3	4		Totaux
Captures successives	10	4	6	2		22
Captures cumulées	0	10	14	20	22	44

h)- *Tilapia zillii*

Tableau 32: Evaluation de la population de *Tilapia zilli* dans la rivière d'Andreba

Jours	1	2	3	4		Totaux
Captures successives	30	23	17	13		83
Captures cumulées	0	30	53	70	83	153

i)- *Oreochromis macrochir*

Tableau 34: Evaluation de la population de *Oreochromis macrochir* dans la rivière d'Andreba

Jours	1	2	3	4		Totaux
Captures successives	16	8	10	8		42
Captures cumulées	0	16	24	34	42	74

Tableau 33: Evaluation de la population de *Tilapia zillii* dans la rivière de Mananara

Jours	1	2	3	4		Totaux
Captures successives	6	5	2	1		14
Captures cumulées	0	6	11	13	14	30

Tableau 35: Evaluation de la population de *Oreochromis macrochir* dans la rivière de Mananara

Jours	1	2	3	4		Totaux
Captures successives	8	5	4	2		19
Captures cumulées	0	8	13	17	19	38

La meilleure estimation de l'effectif initial cherché de chaque espèce dans chacun des deux stations est la valeur de x au cas où y=0 d'après l'équation $y = ax+b$. Le tableau suivant présente cette valeur de x pour chaque espèce

Tableau n°36: Valeurs de x (capture cumulée) pour que y=0

Espèces	Andreba	Mananara
<i>Gambusia holbrooki</i>	263	50
<i>Xyphophorus helleri</i>	205	45
<i>Platyopocilus maculatus</i>	104	88
<i>Carassius auratus</i>	33	6
<i>Ophicephalus striatus</i>	2	10
<i>Cyprinus carpio</i>	-5	1
Inconnu*	102	33
<i>Tilapia zillii</i>	123	16
<i>Oreochromis macrochir</i>	66	23

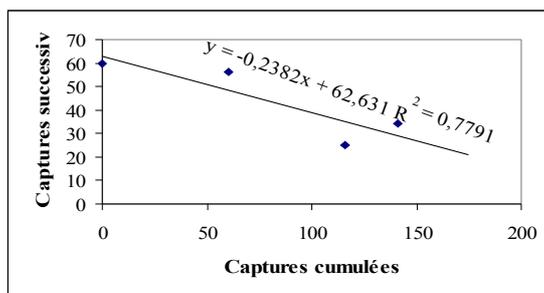


Figure n°39: Droite de DE LURY correspondant à l'évaluation du stock de *Gambusia holbrooki* à la rivière Andreba

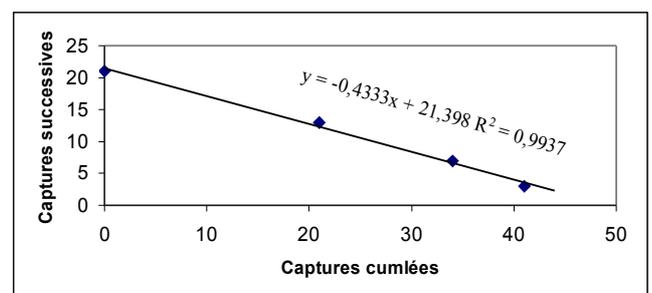


Figure n°40: Droite de DE LURY correspondant à l'évaluation du stock de *Gambusia holbrooki* à la rivière Mananara

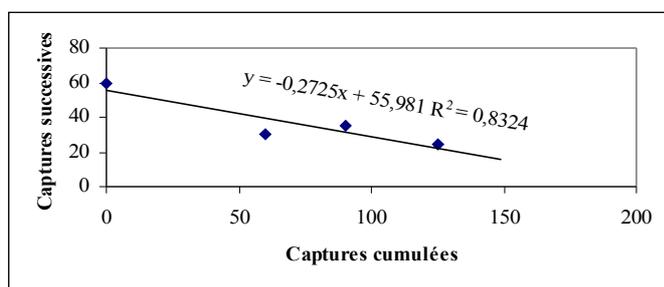


Figure n°41: Droite de DE LURY correspondant à l'évaluation du stock de *Xyphophorus helleri* à la rivière Andreba

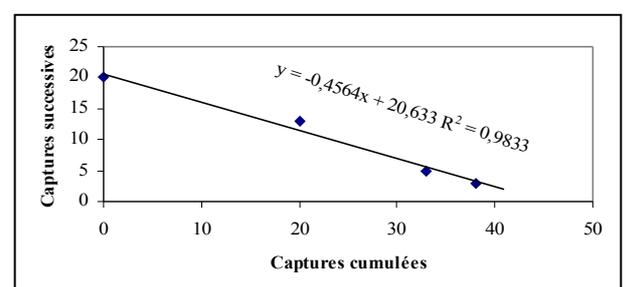


Figure n°42: Droite de DE LURY correspondant à l'évaluation du stock de *Xyphophorus helleri* à la rivière Mananara

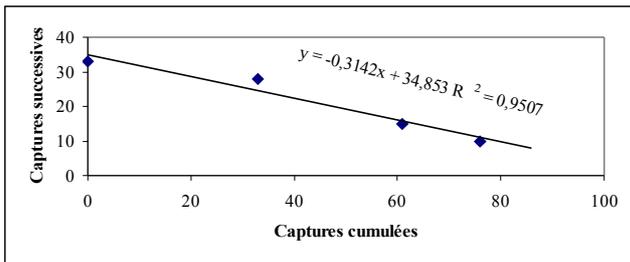


Figure n°43: Droite de DE LURY correspondant à l'évaluation du stock de *Platypoecilus maculatus* à la rivière Andreba

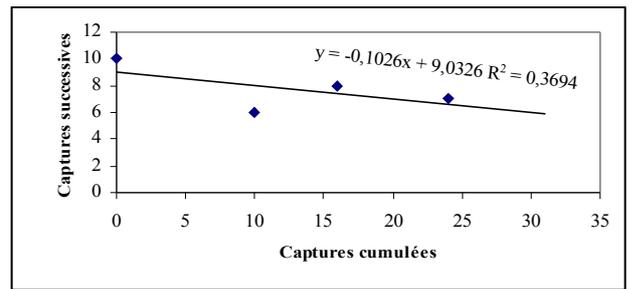


Figure n°44: Droite de DE LURY correspondant à l'évaluation du stock de *Platypoecilus maculatus* à la rivière Mananara

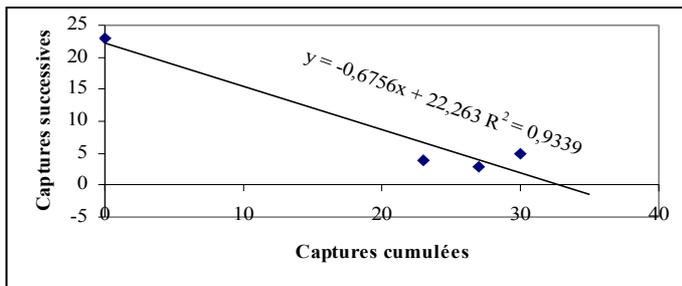


Figure n°45: Droite de DE LURY correspondant à l'évaluation du stock de *Carassius auratus* à la rivière Andreba

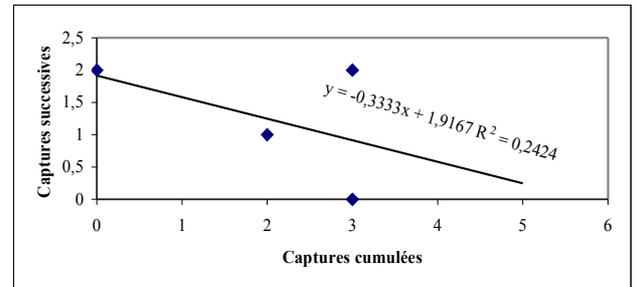


Figure n°46: Droite de DE LURY correspondant à l'évaluation du stock de *Carassius auratus* à la rivière Mananara

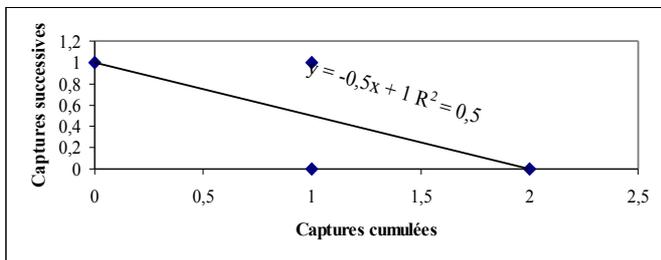


Figure n°47: Droite de DE LURY correspondant à l'évaluation du stock de *Ophicephalus striatus* à la rivière Andreba

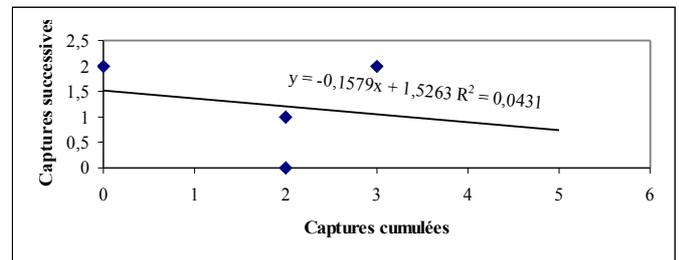


Figure n°48: Droite de DE LURY correspondant à l'évaluation du stock de *Ophicephalus striatus* à la rivière Mananara

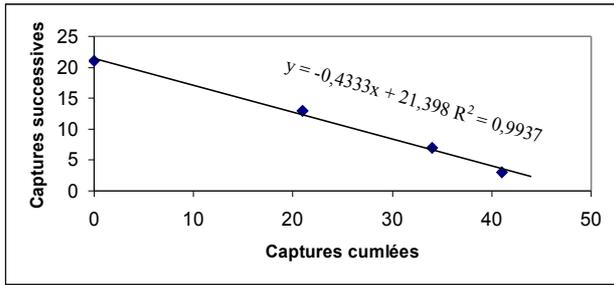


Figure n°49: Droite de DE LURY à l'évaluation du stock de *Cyprinus carpio* à la rivière Andreba

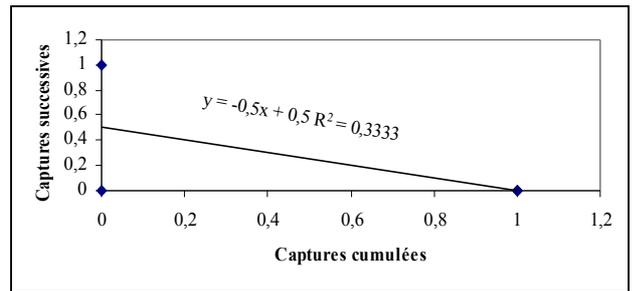


Figure n°50: Droite de DE LURY à l'évaluation du stock de *Cyprinus carpio* à la rivière Mananara

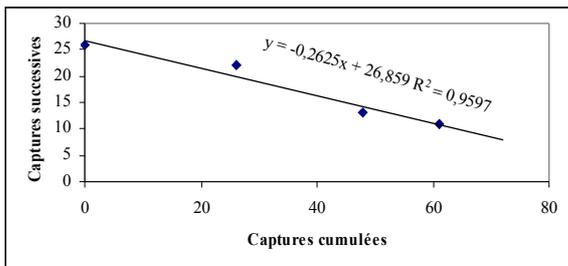


Figure n°51: Droite de DE LURY à l'évaluation du stock de *Inconnu** à la rivière Andreba

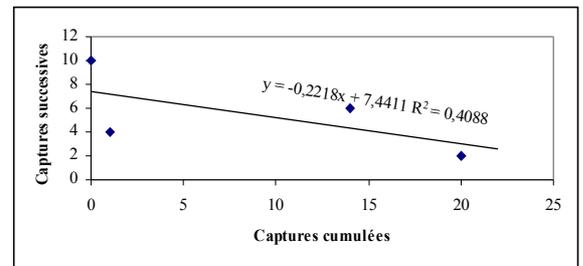


Figure n°52: Droite de DE LURY à l'évaluation du stock de *Inconnu** à la rivière Mananara

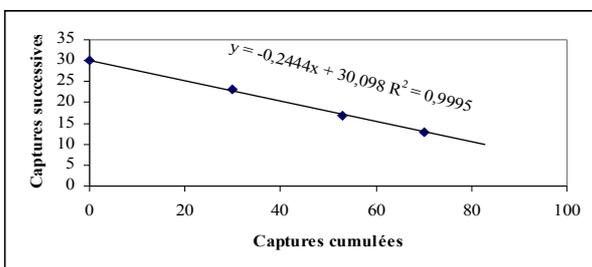


Figure n°53: Droite de DE LURY à l'évaluation du stock de *Tilapia zillii* à la rivière Andreba

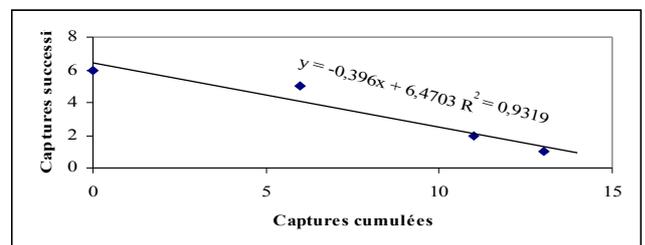


Figure n°54: Droite de DE LURY à l'évaluation du stock de *Tilapia zillii* à la rivière Mananara

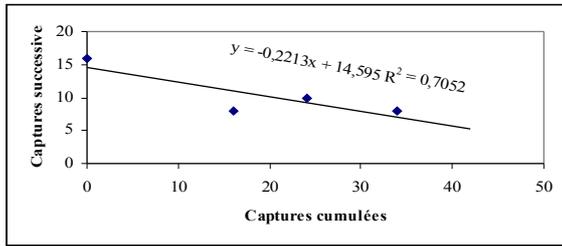


Figure n°55: Droite de DE LURY à l'évaluation du stock de *Oreochromis macrochir* à la rivière Andreba

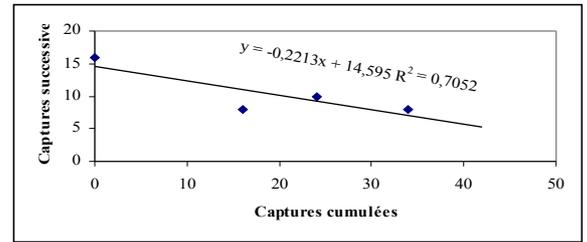


Figure n°56: Droite de DE LURY à l'évaluation du stock de *Oreochromis macrochir* à la rivière Mananara

III.4-- PISCICULTURE

III.4.1- Relation entre les variables étudiés

La température et l'oxygène dissous sont les paramètres les plus importants de la vie des poissons. Le tableau suivant présente (i) la surface de chaque étang construit avec des alevins déversés, (ii) les moyennes annuelles de la teneur en oxygène dissous et (iii) celles de la température de l'eau correspondant

Tableau 37: Caractéristiques des étangs déjà empoissonnés

Etang	Lieu	Surface (m ²)	Nombre d'alevins	Oxygène dissous	Température
A	Andhkl	60	20	4,20	23,5
A'	Andhkl	289	182	7,60	22,6
A''	Andhkl	160	50	6,50	23
B	Andhrb	124	70	7,05	20,2
C	Andhb	124	50	5,95	21,9
C'	Andhb	108	21	7,15	19,95
C''	Andhb	20	24	8,75	19,2
E	AmbtsAthb	160	80	6,67	22,5
K	AmbvrAthb	104	80	5,38	22,96
L	AmbvrMhtj	80	90	5,75	22,86
M	AdrfnAmbps	80	50	9,7	19,95
N	AmbdrAthb	800	1000	5,8	22,46
O	Ambvr Ambps	80	60	5,2	22,35

D'après l'analyse de données du tableau 37 par le test de corrélation, la valeur de $r^2 = 0,6143$ avec $r_1 = -0,7837$ pour la température et l'oxygène dissous et $r^2 = 0,9546$ avec $r_2 = 0,9770$ pour le nombre des alevins déversés et la surface occupée.

La valeur de r_1 (négative) est comprise dans $r \in [0,7 - 0,89]$, donc il y a une forte relation entre l'oxygène dissous et la température de l'eau. D'après la figure n°55, la corrélation est inverse, c'est-à-dire, plus la température de l'eau augmente, plus la teneur en oxygène dissous diminue et inversement.

La valeur de r_2 (positive) est comprise dans $r \in [0,9 - 1,00]$, donc il y a une très forte relation entre le nombre de poissons déversés et la surface occupée. D'après la figure n°56, la corrélation est directe, c'est-à-dire, plus la surface augmente, plus le nombre de poissons déversés se multiplie, et plus le nombre de poissons déversés augmente, plus la surface occupée s'élargit.

La surface de chaque étang varie selon la possibilité de construire et les conditions à suivre pour l'aménagement. Les alevins déversés dans chaque étang est différent selon la surface de l'étang et la possibilité de trouver des alevins.

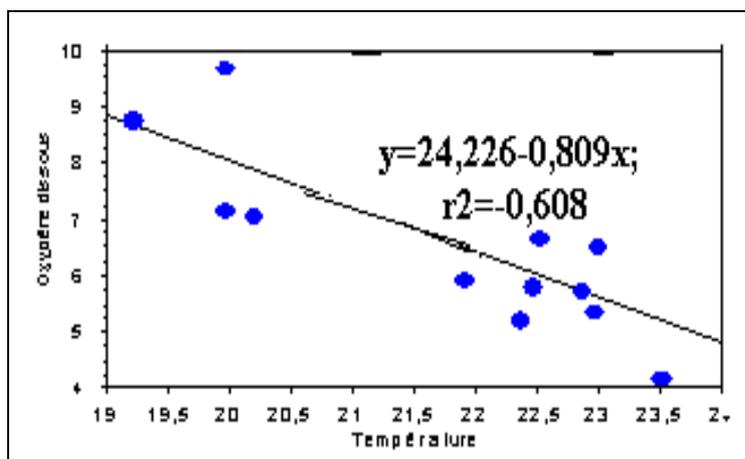


Figure n°57: Relation entre la moyenne annuelle de la teneur en oxygène dissous et la température de l'eau des étangs déjà empoisonnés

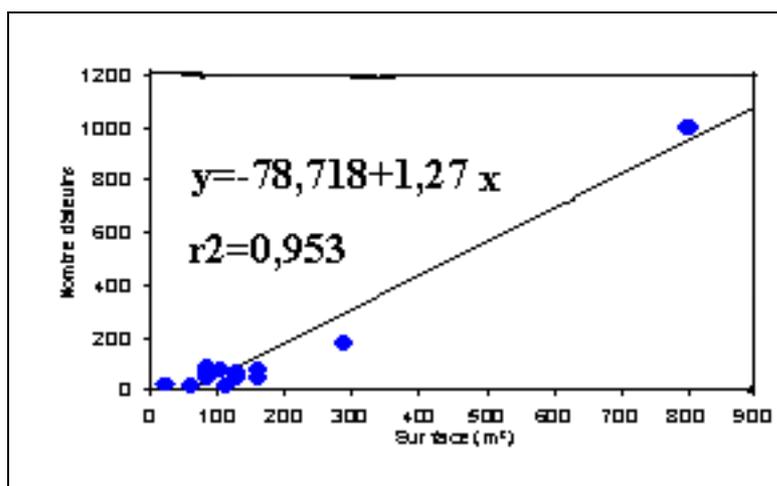


Figure n°58: Relation entre les nombres d'alevins déversés et la surface occupée

III.4.2- Résultat de la mise en charge normale de chaque étang

D'après la méthode de calcul de la mise en charge annoncée dans la partie de la méthodologie (Fiche technique de pisciculture), le tableau suivant montre les nombres des alevins qui pourraient empoissonner chaque étang

Tableau n°38: Valeurs nécessaires pour calculer la mise en charge normale

Etangs	Poids escompté (g)	Na surface à l'are	B capacité biogénique	K coefficient variable	Qn quotient nutritif	Provende utilisée (kg)	Production totale calculée (kg)	Mise en charge normale calculée	Mise en charge réelle
A	350	1,06	VI	3	3	50	18,49	59	20
A'	350	2,89	VIII	4,5	5	150	38,207	152	182
A''	500	1,6	VI	3	4	100	30,04	66	50
B	500	1,24	VIII	4,5	5	100	27,812	62	70
C	500	1,24	VI	3	4	20	8,906	20	50
C'	500	1,08	VIII	3	5	100	24,535	54	21
C''	500	0,2	III	3	2	10	5,315	12	24
E	500	1,6	VIII	4,5	5	100	30,08	67	80
K	350	1,04	VI	4,5	4	100	29,914	94	80
L	350	0,8	VIII	3	5	30	8,08	26	90
M	350	0,8	VI	4,5	4	30	11,26	36	50
N	350	8	VI	4,5	4	50	50,3	158	1000
O	500	0,8	VI	4,5	4	50	16,28	36	60

Le détail du calcul est présenté sous forme de tableau dans l'annexe XVII.

D'après ce tableau, il y a cependant une limite à la mise en charge, limite variable selon l'âge et les dimensions des individus.

*L'adoption d'une mise en charge exagérée en nombre donne une production plus élevée qu'avec une mise en charge normale, mais la croissance individuelle est faible, en dessous de la normale.

*Si la mise en charge normale est dépassée, comme dans les étangs A, B, C, C", E, L, M, N, O et surtout N, il en résulte le nanisme par défaut d'espace, qui amoindrit la croissance et provoque le gaspillage de la nourriture d'engraissement.

*Plus la productivité naturelle est élevée, la rapidité de croissance est élevée avec des conditions plus favorables.

La production est plus élevée dans les étangs empoissonnés à l'aide des sujets de plus petite taille que dans les étangs empoissonnés des individus de grande taille. Dans des surfaces identiques, les sujets de petite taille sont plus nombreux que les sujets de grande taille, ce qui provoque une meilleure utilisation de la nourriture naturelle. En outre, la ration d'entretien des sujets de petite taille est moins importante que celle des poissons de plus grande taille.

Dans la pratique, il y a donc intérêt à adopter une densité de population assez élevée et une taille moyenne faible, plutôt qu'une faible densité et un poids moyen élevé. Pour obtenir une meilleure utilisation de la nourriture naturelle dans toutes les catégories d'étangs, le nombre de poissons déversés ainsi que la croissance désirée est à réduire simultanément. Si la même croissance est maintenue, il faudrait proportionnellement réduire la densité, ce qui réduirait l'utilisation de la nourriture.

III.4.3- Estimation de la productivité totale de chaque étang

D'après la formule de la mise en charge énumérée dans la partie de la méthodologie (Fiche technique de pisciculture), la valeur de la productivité totale de chaque étang se calcule ainsi:

Production totale = (Mise en charge - Déchets) x croissance individuelle

Au mois de janvier, après sept mois d'élevage, une pêche de contrôle était faite sur tous les étangs pour estimer la production totale. Les tailles de poissons dans le même étang ne sont pas identiques. Pour calculer la croissance individuelle, il faut passer au calcul du poids moyen (Pm).

$$Pm = \frac{\text{Poids maximum} - \text{Poids minimum}}{2}$$

Tableau n°39: Calcul de la productivité totale réelle

Etang	Mise en charge réelle	Déchets (%) Ou taux de la mortalité	Moyenne de la croissance individuelle (g)	Productivité totale escomptée (kg)
A	20	10	325	5,85
A'	182	10	312	51,10
A''	50	10	420	18,9
B	70	10	350	22,05
C	50	10	325	14,625
C'	21	10	360	6,8
C''	24	10	225	4,86
E	80	10	265,8	19,08
K	80	10	185,5	13,32
L	90	10	215,5	17,415
M	50	10	180,2	8,1
N	1000	10	96	86,4
O	60	10	190	10,26

La productivité dépend non seulement de la mise en charge mais aussi de la durée d'élevage et de la quantité des nourritures distribuées, notamment des nourritures naturelles. Plus la mise en charge d'un étang est élevée, la quantité de nourriture naturelle consommée est grande. En effet, plus la population piscicole d'une pièce d'eau est dense, les chances de découverte et de consommation d'un organisme déterminé sont élevées. Cependant, même avec une mise en charge plus dense que la normale, toute la nourriture naturelle est loin d'être consommée. Mais avec une semblable mise en charge, une population de faible croissance peut être obtenue. Il y a plus de nourriture produite dans un étang plus peuplé en poisson que dans un étang de même productivité, mais moins peuplée.

La valeur de la production totale annoncée de chaque étang est minimale. La vraie valeur de cette production totale ne s'obtient qu'au moment de la récolte finale de chaque étang.

III.4 4- Mise en place de l'association des pisciculteurs

Les pisciculteurs sont sensibilisés et motivés de se regrouper dans une association appelée TARATRA, reconnue juridiquement le 24 février 2004 suivant l'ordonnance n° 60-133 du 3 octobre 1960. Actuellement, cette association compte 18 familles membres. L'objectif de ce groupement est de transformer la pisciculture d'autoconsommation en pisciculture commerciale.

Lors de cette étude, la vulgarisation de la pisciculture a commencé par celle de type familial et d'autoconsommation et s'est élargie à la pisciculture commerciale. Des difficultés d'encadrement ont été rencontrées faute de capacité technique et pédagogique des leaders de l'association, de la tendance à une dépendance financière, dues à des conditions sociales et culturels précaires et à des contraintes économiques et politiques.

Quatrième partie:

DISCUSSIONS

IV.1- FACTEURS ABIOTIQUES

IV.1.1- Paramètres physiques

IV.1.1.1- Température de l'eau

La température agit directement sur la survie et la répartition géographique des poissons. Lors de cette étude, les résultats obtenus dans toutes les stations ont des valeurs de température d'eau tiède

A Madagascar, d'après KIENER, A., (1963), il y a quatre classes d'eaux douces suivant la température de l'eau:

- entre 30°C et 20°C c'est la classe des eaux côtières chaudes ;
- entre 27°C et 17°C c'est la classe des eaux tièdes ;
- entre 25°C et 15°C c'est la classe des eaux fraîches ;
- entre 23°C et 13°C c'est la classe des eaux fraîches de montagnes.

L'existence d'écart thermique entre la surface et le fond de l'eau est due à la présence des brassages de l'eau et des ombres des arbres autour des lacs et au bord des rivières. Ceux-ci peuvent rendre impossible l'existence de stratification thermique.

IV.1.1.2- Turbidité

La turbidité est due à la présence de grande quantité d'éléments en suspension par le vent ou venant de l'érosion excessive des collines environnantes durant la saison des pluies (argile, matières organiques). Elle peut expliquer la richesse de l'eau en plancton. La turbidité subit les mêmes variations cycliques annuelles que les précipitations: les eaux sont plus troubles pendant la saison humide et plus limpide pendant la saison sèche. Cette hypothèse est valable pour des lacs naturels et certaines rivières qui sont juste en dessous de la source. En saison sèche, au mois de Juillet jusqu'au Septembre, l'eau des rivières Mananara et Andreba, deviennent trouble, pendant le labour et le repiquage. En outre, la vitesse de vent à l'automne est plus élevée que pendant l'été, le brassage de l'eau est plus intense pendant la saison sèche et cela provoque l'augmentation de la turbidité

IV.1.1.3- Couleur de l'eau

Pendant la saison des pluies, le phénomène d'érosion joue un rôle très important dans la couleur de l'eau de chaque station dû aux boues et aux matières en suspension apportées par l'érosion. L'existence des arbres sur la bordure des lacs naturels et sur le long de toutes rivières, réduit le risque de menace d'érosion dans toutes les stations d'étude, à l'exception la rivière d'Andreba et de Mananara. La couleur de l'eau est alors en relation avec la présence ou l'absence des plantes qui couvrent les rives des lacs et des rivières.

IV.1.1.4- Profondeur de l'eau

Mananara et d'Andreba sont alimentées par des ruisseaux et des rizières en période pluvieuse surtout pendant les mois de Janvier au Février. Dans ce cas, il y a une augmentation de niveau de l'eau.

IV.1.2- Paramètres chimiques

IV.1.2.1- pH

Le pH est un facteur représentatif de l'acidité et de la basicité de l'eau. D'après les valeurs de moyenne annuelle du pH obtenues, les eaux sont plus ou moins basiques (entre 6,5 et 7,2).

Ces valeurs sont comprises l'intervalle de pH compatible à la vie des poissons: 5 à 9 (SCHAPERCLAUS, W., 1962; RABENANDRASANA, N. L., 1998).

IV.1.2.2- Oxygène dissous

L'oxygène dissous est le facteur principal assurant la vie des poissons. Les valeurs obtenues varient tout au long de l'année: au début de la saison sèche, les valeurs sont élevées et en saison des pluies, les valeurs sont basses. Mais elles sont compatibles et propices à la vie des poissons.

La diminution de la teneur en oxygène dissous est due à l'augmentation de la température et de la turbidité de l'eau. La solubilité de l'oxygène dans l'eau est en relation avec plusieurs facteurs dont le plus important est la température. En effet, au moment où la température s'élève, la teneur en oxygène dissous diminue en raison de sa faible solubilité.

IV.1.2.3- Ions minéraux

a)- Ions nitrites et ammoniums

La quantité des ions peut indiquer le degré de pollution de l'eau. D'après les valeurs obtenues, ils sont en faible teneur pour toutes les stations. A Andreba et à Mananara, la teneur en ion Nitrite diminue à la saison sèche et augmente à la saison des pluies. L'augmentation de cette teneur est due à l'utilisation des produits phytosanitaires comme l'insecticide à la riziculture, l'utilisation de fumure pour la culture sèche de plateau. Ces produits sont apportés par l'érosion vers les rivières Andreba et Mananara.

b)- Chlorures

Le chlorure indique la salinité de l'eau, d'une part, et indique son degré de pollution, d'autre part. La teneur varie tout au long de l'année pour toutes les stations: elle est élevée pendant la saison sèche et diminue pendant la saison des pluies. La diminution est due à l'apport de l'eau du ruissellement. En contact avec le sol, l'eau des pluies dissout les sels et s'enrichit en teneur. Par comparaison avec les normes données par l'O.M.S. pour la teneur en chlorure: 200mg/l est le maximum souhaitable et 600mg/l le maximum admissible (CHARBONNEAU et *al*, 1977). Les valeurs de chlorure observées dans les deux milieux d'étude sont extrêmement faibles, la qualité de l'eau est suffisamment acceptable à la vie des poissons.

D'après l'analyse des résultats obtenus, les facteurs physiques subissent une fluctuation de façon périodique en fonction du climat. Par contre, les facteurs chimiques ne semblent pas subir des variations cycliques annuelles liées à celles du climat. Les valeurs enregistrées de chaque paramètre permettent de dire que toutes les stations sont accessibles à la vie des poissons. Même s'il y a quelques modifications de ces valeurs pour certains facteurs, à cause de non utilisation de réactifs de stabilisation lors du transport des échantillons d'eau à analyser au Laboratoire de la JIRAMA. RODIER propose que seules les mesures sur terrain constituent la meilleure méthode pour avoir des valeurs réelles. (RODIER, J. et *al*, 1976)

IV.2- FACTEURS BIOTIQUES

IV.2.1- Végétation

Pour toutes les stations étudiées, la couverture végétale a une importance capitale du point de vue de la réduction de la menace d'érosion. En outre, les lacs naturels constituent un

avantage en matière nutritive pour les poissons. Ils trouvent des nourritures abondantes grâce aux éléments décomposés en favorisant le développement des planctons.

IV.2.2- Faune

Cette région a une richesse faunistique aquatique importante et particulière. Mais certaines espèces sont en train de disparaître comme les anguilles, les poissons de petite taille non déterminés, les *Dendrocygna bicolor*, et *Ardea cinera*. La cause de cette disparition est la dégradation et la perturbation de leurs habitats.

Les plantes et les faunes aquatiques sont classés comme facteurs biotiques chez les poissons. Pour les espèces herbivores (Cichlidae), les végétaux aquatiques servent à la fois des aliments et de lieu de frayère. Chez les insectivores et les larvivores, les faunes aquatiques font partir de leur régime alimentaire.

IV.3- INVENTAIRE DE POISSONS

IV.3.1- Détermination qualitative

IV.3.1.1- Problèmes d'échantillonnages

En étudiant les courbes cumulatives des espèces, le fait de ne pas avoir atteint un plateau signifie que plusieurs espèces présentes dans la station n'auraient pas été recensées. Les explications possibles seraient la richesse des sites en biodiversité, d'où la durée insuffisante de quatre jours par mois d'échantillonnage pour trouver la majorité des espèces présentes. Ou bien, les méthodes pratiquées et les matérielles utilisées n'étaient pas suffisantes pour capturer le plus d'espèces possibles. Il faudrait alors plus de quatre jours pour échantillonner les poissons ou bien l'effort d'échantillonnage serait à augmenter si la durée était maintenue.

IV.3.1.2- Richesse et diversité spécifiques

Au cours de cette étude, 11 espèces au total sont inventoriées sur toutes les stations d'étude et d'inventaire. Ce résultat correspond au caractère de l'ichtyofaune malgache qui a une diversité spécifique faible, comparée à celle de l'Afrique (DE RHAM, P.H., 1996). Les résultats enregistrés au niveau des 16 stations ne sont certainement pas exhaustifs en dépit du grand nombre de jours et de mois d'échantillonnage. En effet, la richesse et la diversité spécifiques sont fonction de nombreux facteurs, parmi lesquels la longueur des rivières, la superficie de leurs bassins versants, leurs débits moyens, leurs vitesses, leurs qualités en facteurs physico-chimiques (Oxygène, pH, température), la nature des engins de pêche utilisés, les méthodes de pêche, la richesse en habitats, le profil écologique propre aux rivières à la hauteur de chaque station. La richesse spécifique est positivement corrélée à la surface du bassin versant. Cette corrélation étroite ainsi que celle entre la longueur du bassin et le nombre d'espèces a été vu lors de cette recherche. La rivière la plus longue et large comme Mananara n'est pas le plus riche en espèces par rapport à Andreba. Il faudrait considérer ici l'importance des affluents reçus tout au long du cours d'eau, donc du plus grand nombre de niches écologiques. La source de ces cours d'eaux est dans la forêt, la non - préservation de cette dernière pourra entraîner la disparition des certains ruisseaux, et favorisera une grave menace aux espèces aquatiques et surtout ichtyofaune.

La présence de végétation aquatique dans la rivière d'Andreba et certaines stations d'étude donne un ombrage trop marqué réduisant considérablement la transparence de l'eau et l'activité de photosynthèse en profondeur. Ainsi, elle freine le développement du phytoplancton. Par ailleurs, elle enrichie l'eau de surface en oxygène dissous. En outre, elles

peuvent servir de support à des faunes aquatiques surtout les oiseaux, les Insectes et les Mollusques. Les poissons herbivores, omnivores macrophages, insectivores et carnivore peuvent s'adapter dans ces milieux.

Or, pour assurer l'irrigation des rizières, les villageois enlèvent les végétaux aquatiques de ces ruisseaux en réduisant leur largeur, d'où la disparition de certains cours d'eaux favorisant la disparition de certaines espèces.

Deux espèces seulement sont considérées comme endémiques : Inconnu* - BEDOTIIDAE (Insectivores), et Inconnu** - ELEOTRIDAE (Herbivores). Malheureusement elles sont menacées. Cette dernière ne se trouve que dans deux stations : en rivière Ankafotra et Ambohimiadana. Ce sont des habitats ombrés et non perturbés. Ce résultat confirme que la région centrale est pauvre en espèce endémique (DE RHAM, P. H., 1996). D'où la nécessité d'une sensibilisation de la population pour assurer la conservation de ces deux espèces en les laissant à se développer.

En général, toutes les eaux douces malgaches sont dominées par les Cichlidae introduites (RABENANDRASANA, N. L., 1998), ceci est confirmé, car, les Cichlidae inventoriés dans toutes les stations sont introduites.

IV.3.2- Détermination quantitative

IV.3.2.1- Abondance relative

D'après l'analyse de l'abondance relative, certains poissons sont fréquemment capturés en grande quantité sur tous les milieux d'études. Ce sont les espèces dominantes: *Gambusia holbrooki*, *Xyphophorus helleri*. La quantité des poissons capturés varie selon la saison. Globalement, elle est plus élevée en période d'étiage qu'en période de crues. En effet, pendant l'étiage, les poissons sont concentrés dans le lit mineur des rivières, créant des conditions favorables et pour la compétition et pour la prédation entre les différentes espèces. Il en résulte une grande activité des poissons qui accroît suffisamment les chances de leur capture par les filets maillants, engin des pêches, nasses, épervier. Par contre, en période de crues, le milieu est soumis à une certaine dilution avec un courant puissant, de grandes profondeurs, de vastes zones inondées par le débordement des eaux. Les biotopes échantillonnés ne sont plus les mêmes. Il s'ensuit une inadaptation des engins de pêche aux nouvelles conditions du milieu entraînant une baisse évidente des captures aussi bien qualitativement que quantitativement. Un grand nombre d'espèces envahit les zones inondées par migration latérale.

IV.3.2.2- Estimation du stock des poissons

En considérant la superficie et la longueur des deux stations d'étude: rivière Andreba et Mananara, les valeurs de N observées par la méthode de DE LURY ne donnent pas suffisamment une estimation très précise du stock de poisson en place. En effet, même si la méthode de DE LURY est simple et les opérations de pêche qu'elles nécessitent peuvent, en général, être facilement et rapidement exécutés. Elle exige une bonne efficacité de pêche. Si chaque pêche ne prend qu'une faible fraction du stock, les droites de DE LURY seront

horizontales et l'estimation de stock sera impossible. Dans le cas de la présente étude, les récoltes obtenues avec les filets maillants, les nasses et l'épervier sont relativement faibles, ne permettant donc pas pour autant, une évaluation de stock très précise pour chaque espèce.

IV.4- LA PISCICULTURE

IV.4.1- Mise en charge de chaque étang

La pisciculture occupe une place très importante tant dans la conservation des ressources piscicoles que dans l'économie agricole. En général, les objectifs sont plus ou moins atteints mais il arrive très souvent que le pisciculteur, faute de revenus monétaires suffisants, n'ait pas le moyen d'acheter les nourritures et les engrais. Or, l'eau tropicale, par elle – même, ne peut fournir une production substantielle de poisson si elle n'est pas fertilisée ou si le poisson n'est pas alimenté. Même si les gens sont motivés à la pisciculture, faute d'alevins insuffisants, la mise en charge de certains étangs sont incomplets et plusieurs étangs ne sont pas fonctionnels tels que les étangs F, G, H, J. Pour éviter le risque de voir partout des étangs abandonnés qui, d'une part, ne rapporte rien et, d'autre part, contribuent activement à la propagation du paludisme et d'autres maladies, la vulgarisation doit être renforcée du point de vue reproduction pour assurer la diffusion des alevins à tous les pisciculteurs motivés. Ce qui demande beaucoup de temps. Mais la période d'étude est limitée en douze mois. Seule la reproduction chez *Oreochromis niloticus* est efficace. Chez le carpe et le carassin, l'individu ne sert pas de géniteur qu'après 1 an et demi.

IV.4.2- Facteurs physico-chimiques de l'eau de l'étang

D'après le résultat et l'analyse des facteurs physico-chimiques de l'eau, surtout l'oxygène et la température, il y a une forte corrélation inverse entre les deux variables. En général, les valeurs de ces deux paramètres sont favorables à la vie des poissons. Cette détermination de la qualité physico-chimique de l'eau est une des préoccupations importantes de l'activité piscicole. Le choix des stations d'élevage est conditionné par cette détermination (ARRIGNON, J., 1991). Pour maintenir le taux d'oxygène nécessaire, il faut atténuer l'inconvénient, surtout en période chaude, en provoquant un renouvellement d'eau abondant et continu.

IV.4.3- Production totale escomptée

D'après le résultat obtenu pour la production totale escomptée de chaque étang, une productivité supérieure a été constatée dans les bassins nouvellement mis sous eau par rapport à celle de vieux étangs.

La productivité d'une eau dépend non seulement de l'espèce, mais aussi de la race, de l'état de santé, du nombre et de la grosseur des poissons élevés. En effet, la productivité dépend de l'utilisation de la nourriture naturelle. Cette utilisation est meilleure si les âges et les espèces sont variés, si la densité des individus est élevée et leur taille petite.

Dans l'étang d'Andohasahakely, par exemple, étang bien entretien, la productivité totale escomptée dans une surface de 2,89 are est au moins $60\text{kg} \times 2 = 120\text{kg}$. Dans ce cas, le rendement est de $4,15 \text{ t} / \text{ha} / \text{an}$. Ce résultat est très faible par rapport au rendement connu en Afrique. Il produit plus de $10 \text{ t} / \text{ha} / \text{an}$. (THOMAS, E., 2001²). Au prochain élevage, la production pourra augmenter, car les pisciculteurs sont maîtrisés les techniques de pisciculture.

IV.4 4- La place de la pisciculture dans l'économie agricole de cette région

D'après l'analyse faite lors de cette étude, il y a trois intérêts obtenus par les pisciculteurs pour l'élevage des poissons en étang:

****La pisciculture est la meilleure source des protéines***

Beaucoup des gens dans cette région n'ont pas des produits de l'élevage. Pour procurer des protéines à la population, la seule solution possible et facile à faire est alors la pisciculture, les rendements sont élevés par rapport aux autres élevages (atteint jusqu'à 10t / ha / an).

****La pisciculture est la source de revenu pour les paysans.***

Il est difficile de donner des chiffres de revenu en argent, mais en pisciculture intensive, une production de 4 tonnes de poissons de consommation par hectare et par an doit être considérée comme convenable, même s'il est faible. D'une manière, si l'on doit payer de la main d'œuvre salariée, l'équipement d'une pisciculture est assez coûteux, pour cette raison, il y a intérêt à associer autant que possible la pisciculture avec une autre activité exigeant une installation similaire, par exemple, une même canal peut servir à l'irrigation et à la pisciculture. La pisciculture de type familiale utilisant de sous produits de l'agriculture est pratiquement toujours bénéficiaire et peut apporter au pisciculteur un revenu monétaire important s'il se trouve à proximité d'un marché où il pourra vendre son poisson.

****La pisciculture est un moyen de regrouper les gens pour leur besoin commun et fortifie le "fihavanana" au sein de cette région, la relation sociale est réanimée et la solidarité paysanne est renforcée.***

La pisciculture de type commercial ou coopératif comportant des installations importantes ne doit être entreprise qu'avec prudence. L'amortissement des investissements et le coût de l'exploitation peuvent être trop élevés pour que l'on puisse vendre le poisson à un prix acceptable pour les consommateurs, surtout s'il y a concurrence de poisson provenant de la pêche.

Les pisciculteurs sont sensibilisés et motivés de se regrouper dans une association appelée TARATRA pour arriver à l'objectif de transformer la pisciculture de type familiale en type commerciale.

Lors de cette étude, le technique de vulgarisation de la pisciculture est commencé par la pisciculture de type familiale et s'élargit à la pisciculture de type commerciale. L'encadrement est très difficile à cause de l'insuffisance de la capacité technique et pédagogique des membres de l'association, la tendance à une dépendance financière, des conditions sociales et culturelles, des contraintes économiques et politique.

La pisciculture peut assurer le développement rural mais faute des moyens matériels et financiers et la courte durée de la recherche, cet objectif n'était pas atteint. Pour être en mesure de se développer, les paysans doivent avoir la maîtrise de leurs propres activités au niveau de communautés villageoises. Et il faut aussi qu'ils puissent exercer une pression efficace au niveau national. Les populations doivent participer non seulement aux efforts matériels qu'implique le développement économique mais aussi à la planification de ce développement et à la détermination des priorités.

Cinquième partie:

**CONCLUSION ET
RECOMMANDATIONS**

V.1- CONCLUSION

La présente étude est basée sur la conservation des ressources piscicoles en faisant l'inventaire et la pisciculture.

Lors de l'échantillonnage, 11 espèces sont inventoriées dans 16 stations d'étude et d'inventaire. Les espèces dominantes dans tous les milieux sont les poissons de petits taille: *Gambusia holbrooki* et *Xyphophorus helleri*. L'espèce caractéristique est l'inconnu **. Elle est menacée par le fait anthropique (transformation des bas fonds en riziculture, forte perturbation des rivières par l'irrigation de bas fonds).

Il existe une relation entre la longueur totale des bassins, la superficie de lac et leur richesse spécifique. Elle s'explique pratiquement par le fait que le nombre d'espèces augmente graduellement de la source vers l'embouchure des rivières. Il va sans dire que l'inventaire du nombre d'espèces d'une rivière, pour être exhaustif, devrait mettre en œuvre des engins et des méthodes de pêche aussi variés que possible. La distance des biefs échantillonnés à la source du cours d'eau, les périodes et les rythmes des échantillonnages, la qualité des eaux, la richesse en microbiotopes, etc. sont autant de facteurs qui interfèrent dans l'évaluation de la richesse spécifique des rivières. L'existence des affluents sur la rivière d'Andreba semble contribuer à augmenter la diversité spécifique des poissons dans cette station.

La pêche, à part l'apiculture, est l'activité qui occupe une place importante dans la vie économique de la population. Dans ce cas, il y a une surexploitation des ressources piscicoles, car les méthodes et matériels de la pêche utilisés ainsi que les techniques de conservation ont des impacts aussi bien sur la ressource piscicole que sur la ressource forestière. Face à ces problèmes, des mesures ont été prises en vue de gérer l'utilisation de ces ressources et de sauvegarder la biodiversité de la zone d'Antsahabe. Le projet FADES sous projet SPO1v1_05 a déjà essayé de sensibiliser les populations de cette région à prendre en main la conservation de la biodiversité. Le même sous-projet a animé les paysans sur la nécessité de mettre en place des groupements villageois en vue d'une gestion durable des ressources naturelles. Nul n'ignore que la gestion de la forêt d'Antsahabe à Anjozorobe constitue une préoccupation à la fois écologique, économique et sociale.

La vulgarisation de techniques de la pisciculture doit faire partie de la recherche. La filière piscicole occupe une place importante, d'une part, dans la conservation des ressources naturelles, et d'autre part, dans l'économie agricole. Plusieurs familles sont motivées pour s'engager dans cette filière, plusieurs étangs sont déjà installés et empoissonnés par des alevins introduits : *Carassius auratus*, *Cyprinus carpio*, *Oreochromis niloticus*. Ces alevins proviennent des stations piscicoles d'Andasibe et d'Amboasarinala. La technique pratiquée est simple, scientifique et rentable. Au moment de la récolte, les pisciculteurs trouvent beaucoup

d'avantages attirant de nombreuses familles à s'intégrer dans cette filière. Dans la région, l'activité piscicole est en général mal connue, c'est pour cela que les services d'encadrement, lors de cette recherche ont une double tâche: l'établissement des structures de base et la vulgarisation des techniques

En somme, la politique environnementale est de responsabiliser le monde paysan et de le réconcilier avec son environnement. C'est la raison pour laquelle que l'implantation de transfert de gestion de la forêt à la population serait à envisager par le sous projet SPO1VI_05/ FADES Anjozorobe. Les organisations paysannes en partenariat avec l'Etat seront amenées à élaborer ensemble un programme de protection de l'environnement. Les O.N.G, pour leur part, auront à intervenir dans l'appui technique et financier de la réalisation du programme conçu.

Pour renforcer l'objectif stratégique du Gouvernement malgache: «de sensibiliser les paysans à se regrouper dans une association ou coopérative», les pisciculteurs se sont regroupés dans une association nommée TARATRA reconnue juridiquement le 24 février 2004 suivant l'ordonnance n° 60-133 du 3 octobre 1960. Actuellement, cette association compte 18 familles membres. Il faut favoriser l'accès de l'association au circuit commercial. Elle s'est affiliée au "Tranoben'ny tantsaha" communal pour que le débouché de sa production soit assuré. Elle doit aussi se donner des moyens d'action et de contrôle par une stratégie de capitalisation financière et institutionnelle. Cette association a également soumis une demande d'appui auprès du PSDR (Projet de Soutien pour le Développement Rural).

V.2- RECOMMANDATION

Il est recommandé au responsable du Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche (MAEP) et des Organisations Non Gouvernementales (O.N.G) d'effectuer une campagne de vulgariser dans cette région concernant le système des relations combinées entre l'élevage domestique et la pisciculture comme association de «canards poissons», la rizipisciculture, etc....

Il est suggéré aux pisciculteurs regroupés dans cette association de devenir le fournisseur d'alevins pour toute la région d'Anjozorobe. Cette activité peut offrir à tous les membres trois opportunités essentielles : participation à la conservation des ressources piscicoles, un complément alimentaire important et une ressource financière non négligeable.

Dans une certaine mesure, les objectifs de cette étude sont donc atteints. Néanmoins, les connaissances acquises sur terrain et sur les bibliographies sont encore insuffisantes pour pouvoir définir d'autres méthodes de conservation des petits poissons d'ornements et d'aquarium à part l'aquaculture. Or, cette aquaculture coûte très chère et nécessite beaucoup d'occupation de temps et la maîtrise des techniques.

En effet, les résultats trouvés pendant cette étude supposent qu'il serait préférable de renforcer et d'améliorer la gestion des ressources piscicoles surtout les plans d'eau naturels tels que les ruisseaux, et rivières.

Il est important de sensibiliser la population riveraine, sur la nécessité de laisser accroître la taille de la population des poissons dans toutes les stations, et sur l'exploitation durable du stock existant pour que les prédateurs (oiseaux à mœurs aquatiques) et les pêcheurs puissent vivre en harmonie sur ces milieux.

Il faut sensibiliser les populations à respecter la réglementation de pêche sur les rivières et surtout à Mananara, concernant la fermeture et ouverture de pêche.

Il faut recommander de limiter l'effectif des pêcheurs dans cette rivière faisant en sorte seule la population locale sera autorisée à pêcher: l'ampleur du «fady» c'est-à-dire, l'interdiction d'effectuer la pêche au filet maillant prend une dimension sociale et politique. Ce tabou a joué pleinement son rôle de régulation sociale et a mis un frein au déploiement des pêcheurs migrants (venant d' Antananarivo pour faire la pêche nocturne).

Il est aussi important de sensibiliser les villageois à améliorer l'état des ces lacs naturels pour développer l'écotourisme et augmenter leurs ressources piscicoles.

Les résultats ici présentés n'ont aucunement la prétention d'être complets. Ils ont cependant le mérite de jeter les bases d'une étude à approfondir ultérieurement par d'autres chercheurs. Une activité de suivi écologique serait intéressante en essayant d'utiliser les espèces mentionnées comme indicatrices de l'évolution de l'état de la zone forestière par leur présence et abondance sur les niches écologiques.

Pour conclure cette étude, la région d'Antsahabe est géographiquement parmi la zone humide importante. Elle a des richesses spécifiques endémiques: Primates, Oiseaux d'eaux, Poissons, Micromammifères, Reptiles et Amphibiens, Insectes. La gestion rationnelle de ces ressources peut être assurée et contrôlée à l'aide d'une coopération tripartite entre l'Etat, l'O.N.G et les villageois.

Ce corridor forestier d'Anjozorobe est classé actuellement parmi les forêts de «très haute priorité» et ce travail d'Ichtyologie apportera tous les arguments nécessaires pour le classement en question.

BIBLIOGRAPHIE

- ALBERT, G., J. TACON**, 1995. Les techniques de fertilisation et d'alimentation: méthode d'alimentation semi- intensive pour le poisson d'eau douce; concept et voie de recherche. Séminaire «aménagement des écosystèmes agro-piscicoles d'eau douce en milieu tropical» (16-19Mai 1994); C.T.A. ; Académie royale des sciences d'outre mer. Bruxelles; pp.525-552.
- ANJERINAINA, M.**, 2004. Etude écologique de la faune herpétologique de la forêt d'Antsahabe-Est, Anjzorobe. *Mémoire de DEA*. Département de Biologie Animale. Option : Ecologie-Environnement, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo ; 65p.
- ARENES, J.**, 1959. Flore de Madagascar et des Comores 131 Famille STERCULIACEAE Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris; 540p.
- ARNOULT, J.**, 1959. Poissons des eaux douces. Faune de Madagascar Institut de Recherche Scientifique, Tananarive; 162p.
- ARRIGNON, J.**, 1976. Aménagement écologique et piscicole des eaux douces. Edition Gauthier-Villars, coll. Ecol. Fond. Appl. , Paris; 320p.
- BACHASSON, B.**, 1997. Mise en valeur des étangs. Technique et documentation, Edition Lavoisier, Paris; 166p.
- BALVAY, G., LN. R. BILLARD**, 1980. Fonctionnement et contrôle du réseau trophique en étang, INRA, publicité, Paris; pp.47-79
- BARD, J., P. de KIMPE, J. LEMASSON, P. LESSENT**, 1974. Manuel de la pisciculture tropicale, Centre Technique Forestier Tropical, France; 209p.
- BATTISTINI, R., J. M. HOERNER**, 1996. Géographie de Madagascar, E.M.C.E.F.S.E.D.E.S., cinquième édition, Paris; 107p.
- BENSTEAD, J. P., M.L.J.STIASSNY, P. V. LOISELLE, K.J. RISENG, N. RAMINOSOA**, 2000. River conservation in Madagascar. In global perspectives on river conservation pp 206-231
- BERKELMAN, J.**, 1997. Foraging Ecology of the Madagascar Fish-Beagle pp.385-402 in Watson. R. T. (Ed) Madagascar Wetlands Conservation Project. Progress Report III, 1995-1996. The Peregrine Fund, BOISE, ID, U.S.A.; 415p.
- BERKELMAN, J.**, 1997. Habitat Requirements and Foraging Ecology of the Madagascar Fish-Eagle Doctorate of Philosophy in Fisheries and Wildlife Sciences Virginia Polytechnic and State University, Blacksburg, Virginia. U.S.A. ; 137p.
- BERNARD BACHASSON**, 1997. Mise en valeur des étangs:"Les dangers qui guettent l'étang", deuxième édition, Paris; pp.32-35.
- BESIAIRE, H.**, 1972. Géologie de Madagascar. Terrains Sédimentaires T.B. n°14; 82p.
- BILLARD, R.**, 1995. Les carpes: Biologie et Elevage. I.N.R.A.; 387p.

- BILLARD, R., C. THIBAUT,** 1969. Influence des facteurs externes sur le cycle sexuel des poissons, Doc. Multigr. C.N.R.Z., Jouy-en-Josas; 33p.
- CAMP,** 2001. Rapport version finale sur les Poissons d'eau douce pour l'évaluation et plans de gestion pour la conservation de la faune de Madagascar: (Juillet 2002) ; 448p.
- CHARBONNEAU, J.,** 1977. Encyclopédie de l'Ecologie. Le présent en question Edition Larousse, Paris; 487p.
- CORNET, A.,** 1974. Essai de cartographie bioclimatique à Madagascar. Notice explicative, n°55, O.R.S.T.O.M.; 34p.
- CUNNINGHAM, A. B.,** 1996. Recommandation pour les zones à usage multiples et alternatives de développement autour du parc national de Bwindi Ouganda. D.T.P.P. n°4, U.N.E.S.C.O., Paris; 64p.
- DE RHAM, P. H.,** 1996 Poissons des eaux intérieures de Madagascar. Biogéographie de Madagascar; pp.423-440.
- DE. BONT, A. F.,** 1954. La construction d'étangs de pisciculture au Corigo-Belge. Ministère des Colonies Bruxelles.
- DERVIN C.,** 1992. Analyse des Correspondances: Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle des correspondances? , Paris; 75p.
- DIGBY, P. G. N. & R. A. KEMPTON,** 1987. Multivariate Analysis of Ecological Communities Population and Biology Series. Chapman and Hall; 206p.
- DONQUE, G.,** 1971. Contribution géographique à l'étude du climat de Madagascar. *Thèse de Doctorat*, Paris; 468p.
- FANAMBY,** 1998. Rapport de Diagnostic Orgasys: Création d'une réserve Forestière Régionale pour la préservation de la Biodiversité à Anjozorobe. (Février) 78p.
- FANAMBY,** 1999. Inventaire Biologique et étude des pressions anthropiques dans la forêt d'Anjozorobe (Sandrangala).Projet FANAMBY, Antananarivo; 75p.
- FANAMBY,** 2000¹. Le corridor forestier d'Anjozorobe et ses régions périphériques: Caractérisations des milieux écologiques et du contexte socio-économique, W.W.F. I.U.C.N. M.E.F., Antananarivo; 72p.
- FANAMBY,** 2000². Etude de faisabilité de l'aménagement écotouristique de domaine de la Croix Vallon Amboasarinala– Anjozorobe. (Août) ; 70p.
- FARAMALALA, M. H.,** 1988. Etude de la végétation de Madagascar à l'aide de données spatiales. *Thèse de Doctorat d'Etat*. Université Paul Sabatier, Toulouse; 167p.
- FARANIRINA, L., B. RASOLONJATOVO, E. R. RAHARIJAONA,** 2003. Etude phytosociologique de la forêt d'Antsahabe-Anjozorobe, Projet FADES, Rapport non publié, Antananarivo; 30p.
- FOWLER, J., L. COHEN,** 1990. Practical Statistics for Field Biology. J. WILEY & Sons Ltd, west Sussex, England; 277p.
- GAUTIER, L.,** 1974. Etude de la végétation d'Andranomay Anjozorobe. Recherche pour le Développement n° 13. Ministère de la Recherche Scientifique; pp.8-29.

- GLAW, F. & M. VENCES**, 1994. A Fieldguide to the Amphibians and Reptiles of Madagascar, second edition including mammals and freshwater fish. Moos Druck, Leverkusen and Farbo Cologne, Germany; 488p.
- GOODMAN, M. S. , D. RAKOTONDRAVONY**, 1998. Inventaire Biologique de la forêt d'Andranomay Anjozorobe. Recherche pour le développement série n°13. Centre d'information et de documentation scientifique et technique, Antananarivo
- GRASSE, P.**, 1976. Précis de Zoologie: Vertébrés, Reproduction, Biologie, Evolution et Systématique, Agnathes, Poissons, Amphibiens et Reptiles. Edition Masson Tome II, deuxième édition; 464p.
- GRENN, G. M. & R. W. SUSSMAN**, 1990. Deforestation History of Eastern Rain Forests of Madagascar Satellite Images Sciences 248: pp.212-215.
- HUET, M.**, 1948. Construction et aménagement piscicole des étangs. Ministère des Colonies, Bruxelles.
- HUET, M.**, 1953. Traité de pisciculture. Edition LA VIE RUSTIQUE, Avenue Georges Henri, Bruxelles; 299p.
- HUET, M.**, 1970. Traité de pisciculture Edition Ch. Wingaert, quatrième édition, Bruxelles; 718p.
- HUMBERT, H.**, 1955. Les territoires phyto-géographiques de Madagascar. Colloque internationale de C.N.R.S. LIX: les divisions écologiques du monde, moyens d'expressions, nomenclature, cartographie, 3è série, Paris; 448p.
- HUMBERT, H.**, 1955. Une merveille de la nature à Madagascar. Première exploration du massif de Marojejy et ses satellites. Mem. Inst. Sci. de Madagascar, Série B, VI; 271p.
- HUMBERT, H.**, 1965. Carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques. Trois coupures au 1/1000000 de Madagascar, Volume 6 of. Travaux de la section scientifique et technique de l'institut français de Pondichéry, hors série
- KIENER, A. et M. THEREZIEN**, 1960. Notion sur la pisciculture, stage de formation des agents du paysan (Juillet au Septembre)
- KIENER, A.**, 1956. Elevage du Tilapia à Madagascar. Bulletin de Madagascar, Août n°124; pp.762-784.
- KIENER, A.**, 1960. Elevage de la carpe à Madagascar. Bulletin de Madagascar, Février n°165; pp.125-148.
- KIENER, A.**, 1961. Poissons malgaches. Bulletin de Madagascar, n°179-180-181; 115p.
- KIENER, A.**, 1963. Poissons, pêche et pisciculture à Madagascar Publication n°24 du centre technique forestier Tropical
- KREBS, C. J.**, 1985. Ecology: The experimental Analysis of Distribution and Abundance. Third Edition, Harper Collins; 800p.
- LAMOTTE, M. & F. BOURLIERE**, 1971. Problème d'écologie: l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux aquatiques, Edition Masson et Cie, Paris.
- LAURENT, M. et P. LAMARQUE**, 1974. Utilisation de la méthode des captures successives «DE LURY» pour l'évaluation de peuplements piscicoles Ann. Hydrobiol. Cinquième édition, Volume 2; pp.121-132.
- LAUTEL, R.**, 1952. L'évolution du relief dans la faille d'Ankazobe-Anjozorobe, Contribution à l'étude des sols à Madagascar, *Document du Bureau Géologique, Antananarivo*, pp.35-38.

- LAZARD, J.**, 1990. L'élevage du Tilapia en Afrique: données techniques sur sa pisciculture en étang. In Méthodes artisanales d'aquaculture du Tilapia en Afrique C.T.F.T./C.I.R.A.D.
- LAZARD, J., B. JALABERT, T. DOUDET**, 1990. L'aquaculture des Tilapias en Afrique: du développement à la recherche, C.T.F.T. ; 122p.
- LEGENDRE, J.**, 1924. Rôle alimentaire et sanitaire du cyprin doré à Madagascar Rev. Hist. Nat. Appliqué, première partie, Mai, Paris; 156p.
- LEGENDRE, J.**, 1934. Introduction à Madagascar du *Gambusia holbrooki*, Bulletin Soc. Pathol. Exot. , Paris; pp.291-294
- LEGER, L.**, 1935. Petite salmoniculture fermière. Trav. Labor. Hydr. et Pisc. Univ. , deuxième édition; 39p.
- LEVÊQUE, C., M. N. BRUTON**, 1988. Biologie et écologie des poissons d'eau douce Africains. G. O.R.S.T.O.M., Sentongo; 508 p.
- LOISELLE, P. V.**, 1995. The Cichlids of Jurassic Parc Part1.Cichlid News; 4(3):pp.18-2.
- LOUVEL, M.**, 1939. La Pisciculture à Madagascar, R. M., Avril; pp.133-141.
- LYMAN, OTT.** , 1988. An Introduction to Statistical Méthodes and Deta Analysys by PWS-KENT, Publising Company, Third edition.
- MINISTERE DU BUDGET DES FINANCES ET DU PLAN**, 2000. Inventaire des Fivondronana de Madagascar. Service de la politique générale et de méthodologie de planification O.R.S.T.M., Paris; 234p.
- MITTERMEIER, R. , A. , N. MYERS, P. R. GIL, C. G. MITTERMEIER**, 1997. Megadiversity: Earth's Biologically Wealthiest Nations. C.E.M.E.X.; 501p.
- MITTERMEIER, R. , A. , N. MYERS, P. R. GIL, C. G. MITTERMEIER**, 1999. Hotspots Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions C.E.M.E.X. ; 430p.
- MITTERMEIER, R., I. TATTERSALL, W. R. KONSTANT, D. M. MEYERS, R. B. MAST**, 1994. Lemurs of Madagascar; 335p.
- NICOLL, M. E., O. LANGRAND**, 1989. Madagascar : Revue de la Conservation des aires protégées : World. Wide. Fund for Nature Gland Switzerland; 321p.
- OBERLE, P.**, 1981. Madagascar, un sanctuaire de la nature. Librairie de Madagascar; 115p.
- OLIVIER SCHLUMBERGER**, 1997. Génie piscicole, in Mémento de pisciculture d'étang, Cemagref chapitre 1; pp.15.
- OSWALD Marc (APDRA-F), Frédéric. GLASSER (AFVP), F. SANCHEZ. (AFVP), BAMBA Vakaramoko (APDRACI)**, 1997. Reconsidering Rural Fish-Farming Development in Africa *in Tilapia Aquaculture*, proceeding from the fourth international symposium on Tilapia in aquaculture, Edition Fitzsimmons K. Nraes, Volume II, New York U.S.A; pp. 499-511.
- PELLEGRIN, J.**, 1933. Les Poissons d'eaux douces de Madagascar et des Iles voisines (Comores, Seychelles, Mascareignes).
- PERRIER DE LA BATHIE, H.**, 1921. La végétation malgache, Ann. Inst. Bot. Geo. Colon., Troisième Série n°9, Marseille; pp.1-226.

- PESSON, P.**, 1980. La pollution des eaux continentales: incidence sur les biocénoses aquatiques, Edition Gauthieres-Villars, Paris; 347p.
- PETIT, G.**, 1927. La Pisciculture à Madagascar; Revue Scientifique, n°18 du 24 Septembre, Paris; pp.545-553.
- PHILIPPE LAVIGNE DELVILLE**, 2001 Itinéraires techniques, aménagement et stratégies économiques, quelques repères, à partir des analyses de systèmes agraires. GRET Congres Bordeaux aquaculture (21 Mars).
- PIHAN, J. C.**, 1977. Je reconnais les Insectes. Edition Leson A. Coll. Agir et Connaître, Tome I, 127p. Tome II; 158p.
- POISSON, H.**, 1922. La Pisciculture et son avenir. Tananarive, La Tribune Malgache du 10 Octobre
- POLL, M.**, 1973. Nombre et distribution géographique des Poissons d'eau douce Africains. Bull. Mus. Nat. Hist. Nat. Troisième série n°150; pp.113-128.
- PROJET ZICOMA**, 1999. Les zones d'importance pour la conservation des oiseaux à Madagascar. Antananarivo, Madagascar; 266p.
- RABENANDRASANA, N. L.**, 1998. Essai de détermination qualitative de la faune ichtyologique de la réserve naturelle intégrale n°3 "ZAHAMENA". *Mémoire de C.A.P.E.N.* Ecole Normale Supérieure Université d'Antananarivo.78p.
- RAMADE, F.**, 1993. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et de science de l'environnement.
- RAMINOSO, R. N.**, 1987. Ecologie et Biologie d'un poisson téléostéens *Ophicephalus striatus*. *Thèse de Doctorat de troisième cycle.* Faculté des Sciences Département de Biologie Animale Université d'Antananarivo; 225p.
- RAMINOSO, R. N.**, 2004. Etudes bio-écologiques des poissons endémiques dans quatre « hots Spots » de Madagascar : rivière Nosivolo, lac Kinkony, lac Itasy et lac Alaotra. *Thèse de Doctorat d'Etat és-Sciences* Naturelles, option : Ecologie Environnement. Spécialité : ICHTYOLOGIE ; Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo. 180p.
- RATSARALASY, A.**, 2004. Contribution à l'étude de la faune ornithologique de la forêt d'Antsahabe-Est, Anjozorobe. *Mémoire de DEA.* Département de Biologie Animale. Option : Ecologie-Environnement, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo ; 64p.
- RODIER, J.**, 1966. L'analyse chimique et physico-chimique de l'eau: eaux naturelles et eaux usées. Edition Dunod, Troisième édition, Paris; 412p.
- RODIER, J., C. GEOFFRAY, G. KOVACSIK, J. LAPORTE, J. V. VERNEAUX**, 1976. L'analyse de l'eau: eau naturelle, eau résiduaire et eau de mer. Tome II, Cinquième édition; Edition Dunod, Paris; 364pp.
- SCHÄPERCLAUS W.**, 1962. Traité de pisciculture en étang, traduite de l'Allemand, Deuxième édition, Edition Vigot, Paris; 620p.
- SCHERRER, B.**, 1984. Biostatistique. Edition Gaëtan Morin, Québec Canada; 850p.
- SCHWARTZ, D.**, 1963. Méthodes statistiques à l'usage des medecines et des Biologistes, Troisième édition, Edition Flammarion, Med. Sci., Paris; 318p.
- SOKAL, R. R., F. J. ROHLF**, 1981. Biometry, Second Edition, W. Freeman and Company, New York; 859p.

- SOLOHAJANIRINA, A.**, 1996. Contribution à l'étude des ressources piscicoles marines du littoral Ouest de la presqu'île Masoala, Mémoire de DEA Université d'Antananarivo, Madagascar; 92p.
- STIASSNY, M. L. J., R. N. RAMINOSOA**, 1994. The Fishes of the Inland Waters of Madagascar. Biological Diversity in African Fresh and Brackish Water Fish. Proceedings of the International Symposium PARADI. Teugel and Guegan (Eds) Ann. Kon. Mus. Mid. Affr. - Ann. Mus. AFR. Centr., 257p: 133-149
- TACHET, H., M. BOURNAUD, P. RICHOUX**, 1984. Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces. Systématique élémentaire et aperçu écologique, Deuxième édition. Université de Lyon ; 151p.
- TEUGELS, G., Guy. GUEGAN, J. FRANCOIS, J. Jacques ALBARET**, 1994. Diversité biologique des Poissons des eaux douces et saumâtres d'Afrique.
- THERESA, A. REDDING, ALEX, B. MIDLEN**, 1993. Production piscicole dans les canaux d'irrigation. Document technique sur les pêches F.A.O. Institut d'Aquaculture, Université de Stirling.
- THOMAS, E.**, 2001¹. Pisciculture en étang : Techniques et pratiques en zone tropicale exemple de l'Asie et de l'Afrique, Dossier documentaire Agridoc, Tome I, GRET (novembre 2001) ; 122p.
- THOMAS, E.**, 2001². Pisciculture en étang : Projet de développement en Afrique. Dossier documentaire Agridoc, Tome II, GRET (novembre 2001) ; 88p.
- TOM LAUGHLIN**, 1990. La pisciculture en eau douce: L'élevage des poissons dans des enclos et des cages, Série F.A.O. Apprentissage agricole pour le développement économique et social.
- TOWNEND, J.**, 2001. Practical Statistics for Environmental and Biological Scientists; 271p.
- UICN**, 1990. L'alliance mondiale pour la nature P.N.U.E. (Programme des Nations Unies pour l'environnement), W.W.F. (Fond Mondial pour la nature), Madagascar profil de l'environnement, Suisse, Gland, Cambridge, Royaume Uni; pp.70-79.
- VOLOLONIRAINY, R., F. A. SIKINERA**, 2003. Carte d'occupation de sol de la forêt d'Antsahabe- Est (non publiée)
- WATT, T. A.**, 1993. Introductory Statistics for Biology Students. Chapman and Hall; 185p.
- ZAR, H. J.**, 1984. Biostatistical Analysis. Second Edition. Prentice- Hall International Edition; 718p.

ANNEXE

ANNEXE I: COORDONNES GEOGRAPHIQUES DES CAMPEMENTS

Campement	Mois d'installation	Longitude (E)	Latitude (S)	Altitude (m)
Andohanandreba	Octobre, Novembre, Décembre	18° 24' 50	47° 56' 30	1.266
Andriankely	Janvier, Février	18° 25' 06	47° 56' 13	1.265
Andreba	Avril, Mai, Juillet, Août, Septembre, Novembre	18° 24' 44	47° 56' 09	1.270

ANNEXE II: DONNEES CLIMATIQUES DE LA REGION D'ANJOZOROBE

(Source : Direction Météorologique d'Ampandrianomby, 1961 à 1990)

1)- Tableau 1 : Moyennes mensuelles des pluviométries de station d'Anjozorobe

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Pluie</i>	226,2	237,7	179,5	56,3	21,7	22,9	33,9	27,2	9,3	47	133,5	237,7
Nombre de jours	16	14	15	6	6	8	10	8	4	5	12	1515
Maximum de 24h	84	91,2	132,2	72,8	34,5	17,2	34,7	27,4	34,5	65,4	57,5	97,9
Date	24/62	12/67	13/75	01/79	5/66	04/64	14/65	18/65	27/78	13/62	14/75	27/85

2)- Tableau 2 : Moyennes mensuelles des températures de station d'Anjozorobe

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T°Min	15,4	15,9	15,5	14,1	11,9	10,2	9,3	9,6	10,3	11,6	13,6	15,3
T°Max	26,2	25,9	25,5	24,6	22,4	20,5	18,8	2,5	22,7	25,1	26,8	26,5
Moyen.	20,8	20,8	20,5	19,4	17,2	15,4	14,1	15,1	16,5	18,4	20,2	2,9
T°Min absolue	11,8	11	11,3	8,6	6,5	4	08	5,7	4,8	6	8,8	9
T°Max absolue	31,8	30,8	30,8	29,1	27,2	25,8	22,8	26,7	30,7	30,2	31,7	30,7

ANNEXE III : CARACTERISTIQUES DES STATIONS D'INVENTAIRE ET D'ETUDE

Stations	Type	pH	Oxy. diss. mg/l	Température surface (°C)	Température profondeur (°C)	Latitude (S)	Longitude (E)	Altitude (m)
Andrb	rivière	6,5	5,86	22,5	21,48	47°56'11	18°24'41	1.263
Mnr	rivière	6,7	4,95	23,4	22,16	47°54'11	18°26'36	1.244
Andrkl	rivière	6,8	6,08	20,9	20,25	47°56'13	18°25'06	1.265
Ambtb	rivière	6,9	4,97	21,9	20,7	47°55'25	18°24'35	1.264
Ambdps	rivière	6,9	4,89	21,8	19,95	47°54'57	18°24'23	1.254
Ambhmd	rivière	7,1	4,91	21,7	20,1	47°55'42	18°25'20	1.287
Ankft	rivière	6,6	5,2	21,5	19,95	47°55'36	18°24'03	1.286
Andhrd	ruisseau	7,1	6,12	19,99	19,5	47°56'30	18°24'50	1.266
Andtlb	ruisseau	6,9	5,2	20,75	19,98	47°56'25	18°24'47	1.265
Mrnmvrt	ruisseau	7,2	5,12	20,2	20,1	47°56'28	18°24'49	1.262
Antlmt	ruisseau	7,1	5,92	18,98	17,8	47°56'35	18°24'52	1.278
Amplmt	ruisseau	7,2	6,14	18,6	18,1	47°55'39	18°24'03	1.289
Tsdrn	Lac naturel	6,8	3,1	24,6	22,85	47°55'33	18°25'44	1.279
Amrb	Lac naturel	6,9	3,25	23,1	22,1	47°54'58	18°25'19	1.275
Ankzmt	Lac naturel	6,7	3,95	23,8	22,4	47°55'19	18°23'41	1.295
Andblv	Lac naturel	6,8	3,28	23,6	22,2	47°55'19	18°23'50	1.290

ANNEXE IV : CARACTERISTIQUES DES STATIONS D'AMENAGEMENT DES ETANGS

Etang	Lieu d'installation	Type de vallées	Pente
A	Andohasahakely	En V arrondie	30%
A'	Andohasahakely	En V arrondie	20%
A''	Andohasahakely	En V arrondie	19%
B	Andohanandreba	En V légèrement et obliquement tronqué	12%
C	Andohasahabe	En V faiblement et horizontalement tronqué	5%
C'	Andohasahabe	En V faiblement et horizontalement tronqué	5%
C''	Andohasahabe	En V faiblement et horizontalement tronqué	5%
D	Andohasahabe	En V faiblement et horizontalement tronqué	5%
D'	Andohasahabe	En V faiblement et horizontalement tronqué	5%
D''	Andohasahabe	En V faiblement et horizontalement tronqué	5%
D'''	Andohasahabe	En V faiblement et horizontalement tronqué	5%
D''''	Andohasahabe	En V faiblement et horizontalement tronqué	5%
E	Ambaniatsimon'Antsahabe	En V arrondie	45%
F	Ambaniatsimon'Antsahabe	En V arrondie	45%
G	Andrefatranon'i Paoly	En V faiblement et horizontalement tronqué	6%
H	Andrefatranon'i Paoly	En V faiblement et horizontalement tronqué	6%
I	Atsinanan'Amboarafy	En V arrondie	32%
J	Atsinanan'Amboarafy	En V arrondie	32%
K	Atsinanan'Amboarafy	En V arrondie	20%
L	Ambaniavaratr'Antsahabe	En V légèrement et obliquement tronqué	15%
M	Ambaniavaratr'Antsahabe	En V légèrement et obliquement tronqué	15%
N	Andrefan'Ambodipaiso	En V faiblement et horizontalement tronqué	6%
O	Andrefan'Antsahabe	En V arrondie	18%
P	Ambaniavaratr'Antsahabe	En V légèrement et obliquement tronqué	15%

ANNEXE V : TECHNIQUES UTILISEES POUR L'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DE L'EAU

Paramètres mesurés	Technique utilisées	Observation
Ammonium	Spectrophotométrie	NFT 90-015
Nitrates	Spectrophotométrie	NM 03-7-014
Nitrites	Spectrophotométrie	ISO-G777 1984
Chlorures	Titrimétrie	NFT 90-014
Calcium	Titrimétrie	NFT 90-016
Magnesium	Titrimétrie	NFT 90-003
Matière en suspension	Filtration sur membrane	NFT 90-105
pH	Electrométrie	NFT 90-008
Turbidité	Néphélométrie	NFT 90-033
Conductivité	Conductimétrie	NFT 90-031

ANNEXE VI : Liste des plantes aquatiques et des espèces végétales sur les bordures des lacs et des rivières enregistrées dans la région d'Antsahabe

FAMILLES	GENRES
ARACEAE	<i>Typhonodorum lindleyanum</i>
ASTERACEAE	<i>Ageratum conyzoides</i>
ASTERACEAE	<i>Melanthera madagascariensis</i>
CARYOPHYLLACEAE	<i>Drymaria cordata</i>
COMMELINACEAE	<i>Commelina sp</i>
COMMELINACEAE	<i>Commelina madagascariensis</i>
COMMELINACEAE	<i>Flogospa glomerata</i>
CYPERACEAE	<i>Ascolepis braziliensis</i>
CYPERACEAE	<i>Cyperus aequalis</i>
CYPERACEAE	<i>Cyperus articulatus</i>
CYPERACEAE	<i>Cyperus aurifer</i>
CYPERACEAE	<i>Cyperus colymbetes</i>
CYPERACEAE	<i>Cyperus latifolius</i>
CYPERACEAE	<i>Cyperus madagascariensis</i>
CYPERACEAE	<i>Cyperus nudicaulis</i>
CYPERACEAE	<i>Cyperus radiatus</i>
CYPERACEAE	<i>Cyperus tremulus</i>
CYPERACEAE	<i>Eleocharis plantaginea</i>
CYPERACEAE	<i>Fimbristylis diphylla</i>
FABACEAE	<i>Aeschynomene alaphroxylon</i>
FABACEAE	<i>Aeschynomene laxiflora</i>
FABACEAE	<i>Mimosa pigra</i>
FABACEAE	<i>Neptunia sp</i>
LENTIBULARIACEAE	<i>Utricularia perpusilla</i>
NYMPHEACEAE	<i>Nymphaea lotus</i>
NYMPHEACEAE	<i>Nymphaea stellata</i>
ORCHIDACEAE	<i>Cynorkis flexuosa</i>
ORCHIDACEAE	<i>Cynorkis purpurea</i>
POACEAE	<i>Digitaria sp</i>
POACEAE	<i>Echinochloa colonum</i>
POACEAE	<i>Echinochloa stagnina</i>
POACEAE	<i>Oryza sp</i>
POACEAE	<i>Panicum subalbidum</i>
POACEAE	<i>Panicum parvifolium</i>
POACEAE	<i>Phragmites mauritianus</i>
POACEAE	<i>Phragmites communis</i>
SALVINIACEAE	<i>Salvinia molesta</i>
THELYPTERIDACEAE	<i>Cyclosorus gongyloides</i>
TYPHACEAE	<i>Typha angustifolia</i>

ANNEXE VII: LISTE DES OISEAUX A MŒURS AQUATIQUES DANS LA REGION D'ANTSAHABE

FAMILLES	GENRES	NOMS VERNACULAIRES
ALCEDINIDAE	<i>Corythornis vintsioides</i>	Vintsy
ANATIDAE	<i>Anas melleri</i>	Angaka
ANATIDAE	<i>Egrette ardesiaca</i>	Salobokomana
ANATIDAE	<i>Dendrocygna bicolor</i>	Tahia
ANATIDAE	<i>Dendrocygna viduata</i>	Tsiriry
ANATIDAE	<i>Sarkidiornis melanotos</i>	Arosy
ANHINGIDAE	<i>Anhinga melanogaster</i>	Vano
ARDEIDAE	<i>Ardeola ralloides</i>	-
ARDEIDAE	<i>Ardeola idae</i>	-
ARDEIDAE	<i>Ixobrychus minutus</i>	-
ARDEIDAE	<i>Ardeola ralloides</i>	Mpiadivoditatra
ARDEIDAE	<i>Bubulcus ibis</i>	Vorompotsy
ARDEIDAE	<i>Ardea purpurea</i>	Vonomena
ARDEIDAE	<i>Ardea cinera</i>	Vano
ARDEIDAE	<i>Ardea humboldti</i>	Vorompasika
ARDEIDAE	<i>Butorides striatus</i>	Vorompatsika
ARDEIDAE	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Goaka
ARDEIDAE	<i>Egretta dimorpha</i>	Vanofotsy
CICONIIDAE	<i>Mycteria ibis</i>	Voronomby
CICONIIDAE	<i>Plegadis falcinellus</i>	Famakisifotra
CICONIIDAE	<i>Platalea alba</i>	Sotrobevava
GLAREOLIDAE	<i>Glareola ocularis</i>	Vorombato
LARIDAE	<i>Larus cirrocephalus</i>	Goakarano
PHALACROCORACIDAE	<i>Phalacrocorax africanus</i>	Razamboay
PODICIPEDIDAE	<i>Tachybaptus rufalovatus</i>	Vivy
PODICIPEDIDAE	<i>Tachybaptus pelzelni</i>	Vivy
PODICIPEDIDAE	<i>Tachybaptus rufolavotis</i>	Vivy
RALLIDAE	<i>Rallus madagascariensis</i>	Kitsiakely
RALLIDAE	<i>Dryolimnas cuvieri</i>	Kitsiabe
RALLIDAE	<i>Porzana pusilla</i>	Birindrano
RALLIDAE	<i>Gallinula chloropus</i>	Akohondrano
RECURVIROSTRIDAE	<i>Himantopus himantopus</i>	Tsakaranta
SCOLOPACIDAE	<i>Numenius phaeopus</i>	Mantazazana

ANNEXE VIII: LISTE DES FAUNES AQUATIQUES RENCONTREES DANS LA REGION D'ANJOZOROBE

1)- Insectes

Embranchement	Classe	Ordre	Famille	genres
ARTHROPODES	INSECTES	Coléoptères	Dytiscidés, Gyridés, Hydrophilidés	<i>Cyrinus natator</i> , larve de <i>Dytiscus marginalus</i> , <i>Hydrobius fuscipes</i> ,
		Diptères	Chironomiidae, Tanypodinae, Orthoclaadiinae, Ceratopogoniidae	<i>Chironomus tentans</i> , <i>Pantaneura monilis</i> , <i>Metriocnemus knabi</i> ,
		Ephéméroptères	Caenidae, Leptophlebiidae	Larve de <i>Ephemerella ignita</i> , <i>Caenis macrura</i>
		Plécoptères		Larve de <i>Nemura marginata</i>
		Hémiptères		<i>Notonecta glauca</i>
		Mégaloptères		Larve de <i>Sialis lutaria</i>
		Odonatoptères		Larve de <i>Calopteryx splendens</i> , larve d' <i>Aeschnidae</i>

2)- Mollusques et Crustacés

Embranchement	Famille	Espèce
MOLLUSQUES	Planorpidae	<i>Anisus sp</i>
	Thiaridae	<i>Melanoides</i> , <i>Cleopatra sp</i>
	Pilidae	<i>Pila sp</i>
CRUSTACES	Palaemonidae	<i>Macrobrachium sp</i> <i>Eurycercus lamellatus</i> <i>Gammarus pulex</i>
		Crabes, écrevisses

3)- Vers et Rotifères

ROTIFERES	<i>Asplanchna priodonta</i>
VERS	<i>Herpobdella octoculata</i> , <i>Tubifex tubifex</i> , Oligochètes

ANNEXE IX: ABONDANCE ABSOLUE DES ESPECES PAR STATION

ESPECES	FAMILLES	mnr	andrb	andrkl	ankft	andhrb	andtlb	mrnmvtr	ambtb	ambdps	ambhmd	tsndrn	ambrb	ankzmt	andblv	antlmt	amplmt
<i>Gambusia affinis holbrooki</i>	POECILIDAE	44	175	121	2	62	26	32	36	36	12	1	17	22	16	19	16
<i>Xyphophorus helleri</i>	POECILIDAE	41	149	24	0	15	1	1	0	1	2	3	0	5	8	12	4
<i>Platypoecilus macultus</i>	POECILIDAE	31	86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Microctenopoma ansorgei</i>	ANABANTIDAE	0	90	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	12	17	1	0
<i>Carassus auratus</i>	CYPRINIDAE	5	35	7	0	6	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Inconnu***</i>	ELEOTRIDAE	0	0	0	6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Ophicephalus striatus</i>	OPHICEPHALIDAE	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyprinus carpio</i>	CYPRINIDAE	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Inconnu**</i>	BEDOTIDAE	0	0	12	0	9	0	0	0	0	2	0	0	9	7	0	0
<i>Tilapia zilli</i>	CICHLIDAE	14	83	33	0	4	0	0	2	5	0	0	0	1	0	0	0
<i>Oreochromus machrochir</i>	CICHLIDAE	19	42	10	0	2	0	0	2	0	3	2	6	7	8	0	0

ANNEXE X: LISTE DES ESPECES COMMUNES ENTRE LES STATIONS

Stations	mnr	andrb	andrkl	ankft	andhrb	andtlb	mrnmvtr	ambtb	ambdps	ambhmd	tsndrn	ambrb	ankzmt	andblv	antlmt	amplmt
mnr	9															
andrb	9	10														
andrkl	6	6	6													
ankft	1	1	1	2												
andhrb	6	6	6	1	6											
andtlb	2	2	2	1	2	2										
mrnmvtr	2	2	2	1	2	2	2									
ambtb	3	3	3	1	3	1	1	3								
ambdps	4	4	4	1	4	2	2	2	4							
ambhmd	4	5	4	2	4	2	2	2	2	6						
tsndrn	2	3	2	2	2	1	1	1	1	3	3					
ambrb	2	2	2	1	2	1	1	2	1	2	1	2				
ankzmt	5	6	5	1	4	2	2	3	3	5	3	2	6			
andblv	4	5	4	1	3	2	2	2	2	5	3	2	5	5		
antlmt	2	3	2	1	2	2	2	1	2	3	2	1	3	3	3	
amplmt	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	2	2

ANNEXE XI: CALCUL DE DEBIT ET DE VITESSE DE L'EAU DES DEUX STATIONS D'ETUDE

1)- Moyennes des profondeurs (en m)

MOIS	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Avr	Mai	Jui	Aoû	Sep
Andreba	0,75	1	1,38	1,45	1,50	1,20	0,99	0,98	0,95	0,80
Mananara	2,20	2,60	2,65	4,80	5,80	4,58	3,98	3,96	3,85	3,10

2)- Moyennes des largeurs des deux extrémités de la section d'étude (en m)

MOIS	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Avr	Mai	Jui	Aoû	Sep
Andreba	1	2,5	2,5	2,8	2,8	0,85	0,85	0,9	0,9	1
Mananara	25	29	33	35	38	26	25,5	25,5	25,5	25

3)- Valeurs moyennes de t (temps) sur 3 mesures en second

MOIS	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Avr	Mai	Jui	Aoû	Sep
Andreba	10	7	5	7	9	10	11	10,5	11	11,5
Mananara	16	9	8	10	10,5	11	12	14	14,5	15

ANNEXE XII: LA PISCICULTURE

1)- **Tableau 1:** Appréciation de risque d'asphyxie

PERIODE	ENDROIT DE L'ETANG	ACTIVITE DU POISSON	RISQUE D'ASPHYXIE
Aube	Centre	Nage en surface des poissons sauvages (Brèmes)	Léger
Avant et après l'aube	Centre	Les Argentées, Grosses têtes et les Brèmes sont en surface mais s'enfoncent lorsqu'elles sont effrayées	Modéré
2 heures-3 heures	Centre	Les poissons détritviores et herbivores sont en surface, mais s'enfoncent lorsqu'elles sont effrayées	Sérieux
A minuit	Du centre vers les rives	La plupart des espèces viennent en surface lors qu'elles sont effrayées, ne montrent aucune reprise	Plus sérieux
A minuit ou avant	Rives	Tous les poissons sont en surface, respiration rapide, la couleur des herbivores devient jaunâtre et celle des noirs devient blanchâtre.	Très sérieux

2)- **Tableau 2:** Type des eaux et capacité biogénique correspondante

TYPE DES EAUX	CAPACITE BIOGENIQUE
Eaux pauvres	Comprise entre I et III
Eaux moyennes	Comprise entre IV et VI
Eaux riches	Comprise entre VII et X

3)- **Tableau 3:** Valeurs de coefficient k pour l'étang à Cyprinidés (Europe Occidentale Tempérée)

TYPE D'ETANG	EAUX ACIDES	EAUX ALCALINES
Etangs d'alevinage	3,0	4,5
Etangs d'engraissement	2,0	3,0

4)- **Tableau 4 :** Quelques valeurs de Qn (quotient nutritive) pour les aliments concernés

ALIMENT	VALEUR DE Qn	VALEUR MOYENNE DE Qn
Farine de poisson	1,5	3
Poisson frais d'eau douce	2,9	2,5
Tourteaux d'oléagineux	3	3
Lupin	3-5	4
Déchets de qualité d'abattoir	3-8	6
Crevette	4-6	5
Maïs	4-6	5
Céréales (Orge, Avoine, Seigle)	4-6	5
Soja	4-6	5
Son de riz	5	5
Viande fraîche	5-10	7,5
Farine de poisson de mer	6	6
Poisson frais de mer	6-9	7,5
Fromage blanc	10-15	13
Pomme de terre	20-30	25

5)- **Tableau 5:** Taux de mortalité ou bien pourcentage normal de déchets

Espèces de poisson et son âge	Pois individuel moyen à la mise en charge (g)	Croissance individuelle moyenne (g)	Poids moyen à la vidange	Déchet normal (%)
Carpe première année	35	315	350	10 %
Carpe deuxième année	350	900	1250	2-5 %
Tanche première année	6	44-64	50-70	20 %
Tanche deuxième année	50-70	150-200	200-270	2-5 %

6)- **Tableau 6:** Aliments et matières azotées avec le prix du kilogramme

(Source : RAVEROMAMPIONONA,Z.S.,2003)

ALIMENTS	M.A. dans 100 g (g)	Possibilité et disponibilité (kg)	M.A. Totalité (g)	Prix unitaire (fmg)	Prix total (fmg)
Poudre de sang sec	84	10	8400	2000	20000
Déchet de crevette d'eau douce	62	10	6200	5000	50000
Farine de tilapia	56	20	11200	3000	60000
Tourteau de coton	45	20	9000	2000	40000
Tourteau d'arachide	44	10	4400	2000	20000
Poudre de soja	33	20	6600	4000	80000
Azolla	22	10	2200	200	2000
Sorgho	11	20	2200	1200	24000
Poudre de maïs	10	10	2000	1300	13000
Son de riz fin	10	30	3000	500	15000
Paddy	6	5	300	1200	6000
Manioc sec	2	30	600	400	12000
Poudre d'os calciné	2	5	100	1200	6000

7)- **Tableau 7:** Certains aliments et leurs apports en calcium

(Source : RAVEROMAMPIONONA,Z.S.,2003)

ALIMENTS	Calcium dans 100g (g)	Possibilité et disponibilité (g)	Prix unitaire (fmg)	Prix total (fmg)
Poudre de coquille d'huître	42	5	1200	6000
Chaux de plateaux	40	5	1300	6500
Poudre d'os calcaire	35	5	1200	6000
Farine d'os verte	20	5	2000	10000

8)- **Technique d'élevage**

En général, il y a deux types de méthodes d'élevage des poissons en étang: méthode d'élevage par classes d'âges séparés et méthode d'élevage par classes d'âges non séparés (Méthode mixte).

8.1- Méthode d'élevage par classes d'âge non séparés : méthode mixte

**Mise en route de la méthode*

Les alevins à l'âge différent sont déversés directement dans un étang à la fois de grossissement, de reproduction et d'alevinage. L'élevage est laissé se dérouler normalement jusqu'à ce que les premiers alevins mesurent 20 à 25 cm de long. Au moment de la vidange, il y a de mélange d'alevins de classes d'âge successives, car les Tilapia fraient plusieurs fois en une saison, mais ne donnent chaque fois qu'un nombre plutôt restreint d'alevins. Il faut les trier puis les remettre en charge avec tous les sujets de moins de 12 cm, auxquels s'ajoutent quelques géniteurs. Néanmoins, à partir de ce stade, l'élevage se conduit comme dans la méthode normale. Après 6 mois, la capture des gros poissons commence et la seconde vidange aura lieu normalement un an après la première pour donner un nombre suffisant de poissons de repeuplement.

**Appréciation de la méthode*

La méthode mixte ne demande pas de production préalable d'alevins ni de stockage de poissons au moment de vidange. L'exploitation d'une pisciculture par cette méthode demande peu d'étangs, en comparaison du nombre et de la diversité nécessaires à une mise en charge avec les alevins de même âge. La méthode mixte permet d'obtenir une production très élevée, du fait du mélange des âges et des espèces.

8.2- Méthode d'élevage par classes d'âge séparés: méthode DUBISCH

**Etangs frayères ou étang de ponte*

Les étangs frayères sont des étangs de faible superficie bien ensoleillés et abrités du vent, ne dépassant pas 1 are. Leur forme est soit carrée ou rectangulaire. Leur profondeur en eau est faible (20 à 30cm). Lors de cette étude, 6 étangs de frayère sont installés avec les dimensions de 3 x 2 m = 6m². La température de l'eau doit être maintenue au dessus de 18°C. L'installation doit être un étang sans poisson, sans parasite, sans prédateur et très plat en amont. L'eau de la frayère doit être très pure et demeurer suffisamment chaude ; cette double condition peut être obtenue par diverses mesures: l'eau se renouvelle le moins possible, à une quantité juste pour compenser les pertes dues à l'infiltration et à l'évaporation. Le sol de la frayère doit être imperméable et le déversoir empêchera toute fuite d'eau par l'entassement d'argile entre deux rangées de planchettes. Les étangs de frayères doivent se regrouper sur une même exploitation pour assurer le suivi et contrôle de la température et des prédateurs.. Depuis leur sortie des étangs d'hivernage et jusqu'à la fraie, les géniteurs sont conservés dans d'autres étangs appelées "étangs de garde". La température ambiante dans les étangs de garde est de 15°C-16°C. Les sexes peuvent être séparés.

Les géniteurs sont placés dans les étangs de frayères après leur mise sous eau.

Une "pose" qui comprend deux mâles et une femelle se place dans chaque étang de frayère. En température favorable (18 à 20°C), la fraie s'effectue habituellement dans les 24 heures et peut aller jusqu'à 48 heures après la mise en charge des frayères suivant la

température. Les Cyprinidae fraient à fleur d'eau, en faisant beaucoup de bruit, provoqué par les mouvements brusques que font les poissons pour se débarrasser des œufs. Selon l'expérience de DUBUSCH, une femelle donne 100000 à 150000 oeufs par kilogramme de son poids. Ils sont transparents et ont 1mm à 1,5mm de diamètre. Les œufs sont accolés aux végétaux immergés ou sur le kakaban. Le taux d'éclosion le plus élevé est de 50%. Après la ponte et avant l'éclosion, les géniteurs sont enlevés à l'aide d'une épuisette pour éviter qu'ils détruisent une partie des alevins ou leur transmettent des parasites ou pour éviter qu'ils soient braconnés. L'éclosion se produit après 2 ou 3 jours, et les alevins doivent se pêcher après une semaine. Les étangs des frayères sont ensuite mis à sec et désinfectés à la chaux vive jusqu'à l'année suivante.

****Etangs de premier alevinage***

Ce sont des étangs peu profonds: en moyenne 50cm, d'étendue relativement faible, dans lesquels les alevins de carpe sont placés au plus tard une semaine après leur naissance. La mise en charge sera proportionnelle à la productivité de l'étang, à la durée du séjour et à la taille désirée. Ces étangs sont mis sous eau à une date comprise entre la mise en charge des frayères et l'éclosion des alevins. Les quelques 8 jours qui séparent la mise sous eau des étangs de premier alevinage et de leur mise en charge suffisent pour assurer le développement des Infusoires et Crustacés, dont se nourrissent les alevins de carpe. Par contre, les ennemis des alevins n'ont pas le temps de se développer. Il faut renforcer l'augmentation des nourritures naturelles par la méthode décrite au paragraphe II.2.4.4 concernant le cycle biologique de l'eau douce. L'introduction de nourriture artificielle n'est pas conseillée. Les alevins sont récoltés lorsqu'ils atteignent la taille de 8 à 9cm.

****Etangs de second alevinage ou étangs à carpillons***

Ce sont des étangs étendus mais pas trop grands pour ne pas compliquer la vidange au moment de la récolte. En général, ce sont les étangs d'hivernage. La mise en charge dépend de la productivité naturelle de la fumure et de l'alimentation artificielle distribuée; elle dépend aussi de la taille désirée pour les carpillons. Par l'existence des étangs de second alevinage, la mise en charge est bien contrôlée, l'opération peut se faire à l'aide d'une pêche de contrôle pendant l'été

La méthode DUBISCH a contribué considérablement au développement et au progrès de la Cypriniculture. Ses principaux avantages viennent des mises en charge successives contrôlées qui évitent la surcharge des étangs, favorisent la croissance rapide des alevins et les mettent à l'abri des maladies épidémiques.

ANNEXE XIII: COMPOSITIONS CHIMIQUES DES ALIMENTS DES POISSONS (pour
100g d'aliments) **Source** : THOMAS, E., 2001²

Aliments	MS	MA	MG	ENA	MC	Ca	P	UF/kg
Paille de riz	88	3,5	1	45	24	0,22	0,12	0,26
Foins de prairie naturelle	90	3,5	1,5	51,5	26,5	0,2	0,09	0,3
Maïs grains pâteux	28	2	1	16	7	0,1	0,05	0,2
Pois du cap	89	19	2	60	4	0,26	0,28	0,76
Soja	89	33	17	29	4,5	0,2	0,6	1,11
Voanemba	88	23	1	51	3	0,10	0,4	0,98
Voanjobory	88	17	6	57	4	0,07	0,24	0,80
Maïs	87	10	4,5	69	2	0,03	0,23	1,12
Riz paddy	87	6	2	65	7	0,11	0,24	0,86
Riz décortiqué	87	6	1	79	0,2	0,08	0,06	1,20
Sorgho	87	11	3	70	2	0,05	0,24	0,99
Manioc vert	43	1	0,4	39	1	0,05	0,03	0,44
Manioc sec	87	2	0,8	78	4	0,11	0,1	0,93
Patates fraîches	32	1	0,5	27	2	0,02	0,04	0,22
Patates sèches	96	2	1	86	3	0,05	0,1	1,06
Pomme de terre	25	2	1	21	7	0,01	,05	0,26
Fécule C(manioc)	90	3	4	79	1	0,23	0,06	-
Pousses de tapioca	89	0,2	0,1	88	-	-	-	1,00
Levure de brasserie	89	40	6	33	6	1,25	1,2	0,9
Mélasse de canne	74	3	0	62	0	0,75	0,08	0,60
Son de riz fin	89	10	13,5	51	4,50	0,15	1,33	0,99
Son de riz fort	89	5	5	43	21	0,11	0,36	0,60
Tourteau d'arachide	90	44	9	27	5	0,28	0,55	1,06
Tourteau de coton	93	45	10	26	5	0,10	1,30	-
Tourteau de baobab	90	20	8	40	15	0,30	0,70	-
Tourteau de coprah	91	20	13,5	42	10	0,21	0,43	1,11
Lait écrémé sec	94	35	1,2	50	0	1,30	1	1,06
Farine des poissons	93	64	7	4	0,5	4	2,5	0,9
Crevettes d'eau douce sèche	85	62	4	0	6	4,5	0,92	-
Farine de tilapia	86	56	13	0	1,44	1,70	2,20	-
Farine de viande	93	64	11	-	-	1,19	0,91	-
Farine d'os verts	93	23	-	-	-	20	8,5	-
Poudre d'os calcinés	94	2	-	-	-	35	16	-
Sang sec	92	84	1,3	4	-	0,20	0,04	0,6
Coquilles d'huîtres	-	-	-	-	-	42	-	-
Chaux des plateaux	-	-	-	-	-	40	-	-
Ramilamina	5-7	15-30	2-6	-	-	400-1900	170-4900	-

MS : Matières sèches

MA: Matières azotées

MG: Matières grasses

ENA: Extractif non azoté

MC: Matières cellulosiques

Ca: Calcium

P: Phosphore

VF UF/kg: Valeur fourragère (unités fourragères par kg de produit)

ANNEXE XIV: CARACTERISTIQUES DES ETANGS

ETANGS	LIEUX	Surface occupée (m2)	Type de Poisson mise en élevage	Date de l'empoissonnement	Provenance des alevins	Regime alimentaire	Destination des poissons
A	Andohasahakely	60	<i>Tilapia ziilli</i>	17 mai 2003	Ancien étang A'	Herbivores macrophages	Consommation
A'	Andohasahakely	289	<i>Oreochromis niloticus</i>	17 mai 2003	Station de pisciculture d'Andasibe	Herbivores macrophages	Source des geniteurs et commerce
A''	Andohasahakely	160	<i>Cyprinus carpio</i>	26 mai 2003	Rizières d'Amboasarinala	Omnivores macrophages	Source des geniteurs et commerce
B	Andohanandrea	124	<i>Carassus auratus</i>	17 mai 2003	Station de pisciculture d'Andasibe	Omnivores macrophages	Source des geniteurs et commerce
C	Andohasahabe	124	<i>Carassus auratus</i>	26 mai 2003	Station de pisciculture d'Andasibe	Omnivores macrophages	Source des geniteurs
C'	Andohasahabe	104	<i>Cyprinus carpio</i>	17 mai 2003	Rizières d'Amboasarinala	Omnivores macrophages	Commerce
C''	Andohasahabe	20	<i>Carassus auratus</i>	15 juin 2003	Ruisseaux d'Andreba	Omnivores macrophages	Consommation
E	Ambaniatsimon'Antsahabe	160	<i>Cyprinus carpio</i>	17 mai 2003	Rizières d'Amboasarinala	Omnivores macrophages	Commerce
K	Ambaniavaratr'Antsahabe	104	<i>Oreochromis niloticus</i>	15 octobre 2003	Dans l'étang A'	Herbivores macrophages	Consommation
L	Ambaniavaratr'i Mahatsinjo	80	<i>Tilapia ziilli</i>	23 août 2003	Ruisseaux d'Andreba	Herbivores macrophages	Consommation
M	Andrefan'Ambodipaiso	80	<i>Tilapia ziilli</i>	Octobre 2002	Ruisseaux d'Andreba	Herbivores macrophages	Commerce
N	Ambaniandrefan'Antsahabe	800	<i>Tilapia ziilli</i>	Decembre 2002	Ruisseaux d'Andreba	Herbivores macrophages	Consommation
O	Ambaniavaratr'Ambodipaiso	80	<i>Cyprinus carpio</i>	15 juin 2003	Ruisseaux d'Andreba	Herbivores macrophages	Commerce

ANNEXE XV : ETANGS D'EXPERIENCES

NOM DE L'ETANG	SURFACE (m²)	TYPE DE POISSON	Oxygène dissous(mg/l)	Température(°C)	pH	REGIME ALIMENTAIRE
D	1,5	<i>Cyprinus carpio</i>	5,90	22	7	Omnivores
D'	1,5	<i>Carassus auratus</i>	5,10	22	6,95	Omnivores
D''	1,5	<i>Microctenopoma ansorgei</i>	4,98	22,5	6,92	Insectes, faunes aquatiques
D'''	1,5	<i>Xyphophorus helleri</i>	4,15	22,8	7	Insectes
D''''	1,5	<i>Tilapia ziilli</i>	3,95	22,9	6,89	Herbivores

ANNEXE XVI : POSITIONS GEOGRAPHIQUES DES ETANGS

TYPE D'ETANGS	LATITUDES	LONGITUDES	ALTITUDES	ETAT DE L'ETANGS
A	18°24'46 S	47°56'09 E	13268	Déjà empoissonné
A'	18°24'46 S	47°56'09 E	1268	Déjà empoissonné
A''	18°24'46 S	47°56'09 E	1268	Déjà empoissonné
B	18°24'51 S	47°56'30 E	1260	Déjà empoissonné
C	18°24'39 S	47°56'07 E	1272	Déjà empoissonné
C'	18°24'39 S	47°56'07 E	1272	Déjà empoissonné
C''	18°24'38 S	47°56'07 E	1277	Déjà empoissonné
D	18°24'39 S	47°56'09 E	1265	Déjà empoissonné
D'	18°24'39 S	47°56'09 E	1265	Déjà empoissonné
D''	18°24'39 S	47°56'09 E	1265	Déjà empoissonné
D'''	18°24'39 S	47°56'09 E	1265	Déjà empoissonné
D''''	18°24'39 S	47°56'09 E	1265	Déjà empoissonné
E	18°24'49 S	47°54'25 E	1309	Déjà empoissonné
F	18°24'48 S	47°54'09 E	1302	En état d'édification

G	18°24'54 S	47°56'09 E	1260	En état d'édification
H	18°24'54 S	47°56'09 E	1260	En état d'édification
I	18°25'02 S	47°58'10 E	1255	En état d'édification
J	18°25'02 S	47°56'10 E	1255	En état d'édification
K	18°24'12 S	47°54'32 E	1253	Déjà empoissonné
L	18°24'40 S	47°55'27 E	1263	Déjà empoissonné
M	18°24'02 S	47°54'56 E	1256	Déjà empoissonné
N	18°24'14 S	47°54'36 E	1320	Déjà empoissonné
O	18°24'21 S	47°55'02 E	1257	Déjà empoissonné
P	18°24'39 S	47°56'09 E	1275	Déjà empoissonné
R	18°24'39 S	47°56'09 E	1280	Déjà empoissonné

ANNEXE XVII : CALCUL DE LA PRODUCTIVITE TOTALE

Etang	Surface (are)	Na/10	K: P due à l'alimentation naturelle (kg)	P. alimentation artificielle (kg)	P. due à la fumure (kg)	Poids individuel escompté (g)	P. Totale escomptée (kg)
A	0,6	0,06	1,08	16,6	0,81	350	18,49
A'	2,89	0,289	10,404	30	7,803	350	48,207
A''	1,6	0,16	2,88	25	2,16	500	30,04
B	1,24	0,124	4,464	20	3,348	500	27,812
C	1,24	0,124	2,232	5	1,674	500	8,906
C'	1,08	0,108	2,592	20	1,944	500	24,536
C''	0,2	0,02	0,18	5	0,135	500	5,315
E	1,6	0,16	5,76	20	4,32	500	30,08
K	0,1,04	0,104	2,808	25	2,106	350	29,914
L	0,8	0,08	1,198	6	0,89	350	8,08
M	0,8	0,08	2,16	7,5	1,62	350	11,26
N	8	0,8	21,6	12,5	16,2	350	50,3
O	0,8	0,08	2,16	12,5	1,62	500	16,28

Etang d'Andohasahakely avant l'aménagement





(Photo de RAVEROMAMPIONONA Zanarivony Solomon, 2004)

Amenagement de l'étang d'Andohasahakely fait avec la famille de RAKOTONANDRASANA





(Photo de RAVEROMAMPIONONA Zanarivony Solomon, 2004)

Nom : RAVEROMAMPIONONA

Prénoms : Zanarivony Solomon

Titre : Développement et conservation des ressources piscicoles d'eau douce dans le site d'Antsahabe-Est à Anjozorobe

Nombre de pages : 100

Nombre des tableaux: 39

Nombre des figures : 58

Résumé

La forêt d'Antsahabe-Est, se trouvant dans la région d'Anjozorobe, constitue l'un des vestiges forestiers du Plateau Central de Madagascar. Elle subit sans cesse des pressions anthropiques. Ainsi, elle devrait être classée parmi les zones prioritaires pour la conservation et la recherche. Sa gestion constitue une préoccupation à la fois écologique, économique et sociale. L'étude s'est déroulée à partir du mois d'Octobre 2002 jusqu'au mois d'Octobre 2003. Ses principaux objectifs consistent à faire l'inventaire de l'ichtyofaune et à créer le développement de la population: la pisciculture. Cette dernière contribuerait à la conservation des ressources piscicoles, à assurer la survie des espèces ichtyologiques et à augmenter les sources de revenu familial. La méthode utilisée pour le recensement est les captures successives journalières et mensuelles. Les matériels de pêche employés sont : le filet maillant, l'épervier et les nasses (« tandroho »). Les poissons récoltés sont mesurés et pesés avant d'être fixés dans un mélange d'alcool-formol à 10%. Dans les étangs d'élevage et d'expérimentation, des poissons commercialisables ont été relâchés. Seize (16) stations ont été choisies. Les onze (11) espèces de poissons inventoriées sont réparties en sept (7) familles. Deux (2) espèces sont en voie de détermination et supposées endémiques, car elles appartiennent à deux (2) familles : ELEOTRIDAE et BEDOTIIDAE, comprenant de nombreuses formes autochtones. Elles ne se trouvent que dans deux stations non perturbées : Ankafotra et Ambohimadana. Les autres poissons inventoriés sont des espèces introduites. Les poissons d'aquarium de petite taille sont dominants dans cette région. Le taux d'endémisme est faible. Les stations d'Andreba et de Mananara paraissent les plus riches et les plus diversifiées en espèces. La dominance de *Gambusia holbrooki* presque dans toutes les stations gêne la répartition d'*Ophicephalus striatus*, due à son régime alimentaire (larves d'insectes et de poissons sans exception). Cette dernière est assez rare et ne se trouve qu'à Andreba et à Mananara. L'élevage de *Xyphophorus helleri* et de *Platyopocilus maculatus* a été essayé dans 6 étangs d'expérimentation, mais sans succès. Des alevins de *Carassius auratus* et d'*Oreochromis niloticus* provenant de la station piscicole d'Andasibe et de *Cyprinus carpio* venant d'Amboasarinala ont été introduits dans cette région à titre de pisciculture. Le développement et la croissance de ces poissons sont actuellement en bonne voie. Dix huit (18) familles riveraines ont été motivées. Elles se sont groupées dans une association nommée TARATRA, agréée par l'Etat suivant l'ordonnance 60.133. Cette opération intervient indirectement dans la préservation des ressources forestières, renforce le développement de l'économie agricole et permet à l'Homme de disposer d'une alimentation équilibrée en protéine.

Mots clés: Anjozorobe, Forêt d'Antsahabe, conservation, ichtyologie, développement piscicole, inventaire, endémisme, menace, diversité, pisciculture.

Directeur de ce mémoire: Professeur RAMINOSOA RASOAMAMPIONONA

Noromalala

Adresse: Lot III B 21 Tsimialonjafy Mahamasina; TEL 033 12.451 71 ou 033 14 704 61