



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
FACULTE DES SCIENCES
MENTION ZOOLOGIE ET BIODIVERSITE ANIMALE



Zoologie et Biodiversité Animale



Latimeria chalumnae

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE POUR L'OBTENTION DU
Diplôme de MASTER
Parcours : Biologie de la Conservation Animale

**Eco-biologie des poissons du lac Mandrozo et analyse de
l'efficacité du noyau dur, Région Melaky, Madagascar**

Présenté par :

Monsieur Niaina Nirina Mahefa ANDRIAMAVOSOLOARISOA

Devant les membres de Jury composé de :

- Président : Monsieur Achille Philippe RASELIMANANA
Professeur Titulaire
- Rapporteur: Madame Fanomezana Mihaja RATSOAVINA
Maître de Conférences
- Co-rapporteur : Monsieur Gilbert RAZAFIMANJATO
Docteur, The Peregrine Fund Madagascar
- Examineurs : Madame Jeanne RASAMY RAZANABOLANA
Maître de Conférences
Monsieur Ravomiarana Andrianaivo RANAIVOSOLO
Maître de Conférences

Soutenu publiquement le 29 juin 2018



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
FACULTE DES SCIENCES
MENTION ZOOLOGIE ET BIODIVERSITE ANIMALE



Zoologie et Biodiversité Animale



Latimeria chalumnae

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE POUR L'OBTENTION DU
Diplôme de MASTER
Parcours : Biologie de la Conservation Animale

**Eco-biologie des poissons du lac Mandrozo et analyse de
l'efficacité du noyau dur, Région Melaky, Madagascar**

Présenté par :

Monsieur Niaina Nirina Mahefa ANDRIAMAVOSOLOARISOA

Devant les membres de Jury composé de :

- Président : Monsieur Achille Philippe RASELIMANANA
Professeur Titulaire
- Rapporteur: Madame Fanomezana Mihaja RATSOAVINA
Maître de Conférences
- Co-rapporteur : Monsieur Gilbert RAZAFIMANJATO
Docteur, The Peregrine Fund Madagascar
- Examineurs : Madame Jeanne RASAMY RAZANABOLANA
Maître de Conférences
Monsieur Ravomiarana Andrianaivo RANAIVOSOLO
Maître de Conférences

Soutenu publiquement le 29 juin 2018



REMERCIEMENTS

J'exprime mes remerciements les plus sincères à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire. Je souhaite adresser particulièrement mes vifs remerciements :

- A Monsieur Marson RAHERIMANDIMBY, Professeur titulaire, Doyen de la Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo et Monsieur Zafimahery RAKOTOMALALA, Maître de Conférences, Responsable de la Mention Zoologie et Biodiversité Animale d'avoir accordé la soutenance de ce mémoire.
- A Monsieur Achille Philippe RASELIMANANA, Professeur Titulaire au sein de la Mention Zoologie et Biodiversité Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo d'avoir accepté de présider la soutenance de ce mémoire.
- A mes encadreurs, Madame Fanomezana Mihaja RATSOAVINA, Maître de Conférences, Mention Zoologie et Biodiversité Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo et Monsieur Gilbert RAZAFIMANJATO, Docteur, ornithologue, The Peregrine Fund Madagascar, pour leurs précieux conseils, remarques et critiques constructives tout au long de mon étude. Je leur témoigne ma gratitude pour leur patience, leur confiance et leur soutien.
- Aux examinateurs, Madame Jeanne RASAMY RAZANABOLANA, Maître de Conférences et Monsieur Ravomiarana Andrianaivo RANAIVOSOLO, Maître de Conférences, Mention Zoologie et Biodiversité Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, pour avoir consacré du temps à l'évaluation de ce travail malgré leurs multiples responsabilités.
- A l'organisme « The Peregrine Fund, projet Madagascar » (TPF), représenté par Messieurs Lily-Arison RENE DE ROLAND, Professeur Titulaire à l'Université de Toliara et Directeur National de TPF, Marius RAKOTONDRATSIMA, coordinateur scientifique de TPF, Juliot Carl RAMAMONJISOA, Docteur, responsable du site Mandrozo, tous les personnels et les étudiants ainsi que les techniciens sur terrain du TPF, pour leur prise en charge sur le terrain et leur aide le long de cette étude.
- A Madame Dawn ARNALL du Conservation International (U.S.A) et Conservation International Madagascar, qui sont les sources de financement pour la réalisation de ce travail.

J'exprime également mes profondes reconnaissances :

- Aux personnels enseignants et administratifs de la Mention Zoologie et Biodiversité Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo.

A Messieurs Tsilavina RAVELOMANANA, Mention Zoologie et Biodiversité Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo et Bertrand RAZAFIMAHATRA, par leur conseil respectif avant la descente sur terrain et durant l'analyse des données.

J'adresse également mes chaleureux remerciements à ma famille et à mes amis pour m'avoir soutenu moralement et matériellement tout au long de mon cursus universitaire.

Enfin, mes sincères remerciements vont aussi à mes camarades de la promotion « SAKOROKITA » pour m'avoir apporté leur aide et leur encouragement tout au long de cette étude.

RESUME

La présente étude, axée sur l'éco-biologie des poissons du lac Mandrozo et l'analyse de l'efficacité de son noyau dur, a été effectuée du 19 août au 23 septembre 2017 dans l'Aire Protégée Mandrozo, Ouest de Madagascar. Quarante-trois stations d'échantillonnage ont été établies au niveau de la berge et en eau profonde. Les paramètres abiotiques tels que la profondeur, la turbidité, la température, la conductivité, le pH et la nature du substrat ont été collectés dans chaque station. A part les observations directes et les enquêtes auprès des pêcheurs locaux, des échantillonnages à travers l'utilisation des filets maillants et senne ont été effectués pour l'inventaire des poissons. Les résultats ont montré que le lac Mandrozo est caractérisé par un pH basique ($8,3 \pm 0,59$), une température élevée (24 à 31°C) et un substrat dominé par du sable. Il est également qualifié de faible profondeur ($1,25 \pm 0,44$ m), moyennement conducteur (226 ± 10 $\mu\text{S/cm}$) et turbide ($19 \pm 1,5$ cm). Treize espèces de poissons, à dominance euryhaline, ont été inventoriées. Le noyau dur est évalué efficace, au sein duquel les poissons sont plus abondants avec une densité élevée de 166 000 individus/km². Il abrite le poisson-lait, *Chanos chanos*, une espèce considérée comme très rare au niveau du lac. Cette zone abrite également les individus de grande taille notamment *Megalops cyprinoides*, *Oreochromis niloticus* et *Glossogobius giuris*. Les menaces enregistrées au niveau du lac sont la pêche illicite, l'infraction au niveau du noyau dur et le non-respect des tabous. L'optimisation de l'effort de contrôle et de surveillance au niveau du lac est recommandée pour renforcer la gestion durable et la pérennisation des ressources piscicoles pour la génération future.

Mots clés : Ichtyofaune, Pêche, Eco-biologie, Evaluation de stock, Gestion, Noyau dur, Lac Mandrozo, Site Ramsar, Madagascar

ABSTRACT

The present study, focused on the ecology and biology of fishes in Mandrozo Lake and the analysis of its core area effectiveness, was conducted from August 19 to September 23, 2017 at the Protected Area Mandrozo, Western Madagascar. Forty-three sampling stations have been established at the shoreline and in deep water. Abiotic parameters such as depth, turbidity, temperature, conductivity, pH and nature of substrate were recorded at each station. Apart from direct observations and surveys on local fishermen, sampling by the use of gillnets and purse seines was carried out for the fishes inventory. The results reports that Mandrozo Lake is characterized by a basic pH (8.3 ± 0.59), a high temperature (24 to 31 ° C) and a substrate dominated by sand. It is also described as shallow (1.25 ± 0.44 m), moderately conductive (226 ± 10 μ S / cm) and turbid (19 ± 1.5 cm). Thirteen species of fishes, dominated by euryhaline species, have been inventoried. The core area is evaluated as effective, in which the fish are more abundant with a high density of 166 000 individuals / km². This area is home to the milkfish, *Chanos chanos*, a species considered very rare around the lake. It also shelters large individuals including *Megalops cyprinoides*, *Oreochromis niloticus* and *Glossogobius giuris*. The threats recorded at the lake level are illegal fishing, core area crime and non-respect of taboos. Optimization of control and monitoring effort at the lake Mandrozo is recommended to enhance the management and the sustainability of fishery resources for the future generation.

Key words: Ichthyofauna, Fishing, Ecology and biology, Stock assessment, Management, Core area, Mandrozo lake, Ramsar Site, Madagascar

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	1
I. GENERALITES.....	3
II. METHODOLOGIE	7
II.1. Milieu d'étude	7
II.1.1. Sol.....	7
II.1.2. Climat.....	7
II.1.3. Température et précipitation.....	7
II.1.4. Flore.....	9
II.1.5. Faune.....	9
II.2. Site d'étude et stations d'échantillonnage	11
II.2.1. Site d'étude.....	11
II.2.2. Choix des stations d'étude.....	11
II.3. Collecte de données.....	13
II.3.1. Mesure des paramètres physico-chimiques du lac.....	13
II.3.2. Pêche expérimentale	14
II.3.3. Identification et mensuration des poissons	16
II.3.4. Evaluation de stock	16
II.3.5. Enquête auprès des pêcheurs	17
II.3.6. Identification des menaces et pressions au niveau du lac.....	17
II.4. Analyse des données	17
II.4.1. Subdivision du lac en quatre zones d'échantillonnage	17
II.4.2. Evaluation de la diversité piscicole du lac Mandrozo	18
II.4.3. Analyse de la structure des populations piscicoles.....	19
II.4.4. Evaluation du stock de poissons.....	20
II.4.5. Détermination de l'influence des paramètres abiotiques sur l'abondance piscicole ..	20
II.4.6. Analyse de l'efficacité du noyau dur	22
III. RESULTATS ET INTERPRETATIONS.....	24
III.1. Caractères physico-chimiques du lac.....	24
III.1.1. Profondeur du lac.....	24
III.1.2. Turbidité du lac	24

III.1.3. Conductivité, température et pH du lac	25
III.1.4. Nature du substrat.....	26
III.2. Communauté ichtyofaunique du lac Mandrozo	27
III.2.1. Richesse spécifique.....	27
III.2.2. Abondance relative des poissons.....	28
III.2.3. Indice de diversité de Shannon (H') et équitabilité (E)	31
III.3. Structure des populations de poissons	31
III.4. Influence des paramètres abiotiques sur l'abondance piscicole.....	34
III.5. Densité, stock et biomasse des poissons du lac Mandrozo	34
III.6. Rendement de la pêche.....	36
III.7. Pressions et menaces au niveau du lac.....	38
III.8. Efficacité du noyau dur du lac.....	39
III.8.1. Richesse spécifique au niveau du noyau dur.....	39
III.8.2. Abondance de poissons en s'éloignant du noyau dur	40
III.8.3. Densité au niveau des différentes zones du lac	41
III.8.4. Répartition de la taille des individus de chaque espèce dans le noyau dur et dans la zone tampon.	42
III.8.5. Niveau de menaces et de pressions au niveau du noyau dur	43
IV. DISCUSSION	44
<i>Paramètres physico-chimiques de l'eau</i>	44
<i>Richesse spécifique des poissons</i>	46
<i>Abondance relative des espèces</i>	47
<i>Composition de la communauté ichtyque du lac Mandrozo.....</i>	47
<i>Structure des populations des espèces de poissons</i>	48
<i>Abondance des poissons et variations des paramètres abiotiques.....</i>	48
<i>Stock de poissons à Mandrozo.....</i>	49
<i>Tendance de la production annuelle des pêcheurs.....</i>	50
<i>Efficacité du noyau dur.....</i>	50

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	51
BIBLIOGRAPHIE	53
ANNEXES.....	I

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Subdivision du lac en quatre zones d'échantillonnage.....	17
Tableau 2. Classification de l'abondance relative des poissons par Jolly (1965) adoptée par la présente étude.....	18
Tableau 3. Classification du degré de corrélation de Pearson entre les paramètres physico-chimiques	21
Tableau 4. Tableau récapitulatif des valeurs des paramètres physico-chimiques prélevés sur les 43 stations à Mandrozo	25
Tableau 5. Liste des espèces inventoriées dans le lac Mandrozo	27
Tableau 6. Abondance relative des espèces de poissons au niveau de la berge.....	29
Tableau 7. Abondance relative des espèces de poissons en eau profonde.....	29
Tableau 8. Proportion des individus de chaque espèce entre les différentes zones du lac	30
Tableau 9. Répartition des individus de chaque espèce selon les classes de tailles.....	32
Tableau 10. Résultats du test de Kruskal-Wallis pour la comparaison de l'abondance de chaque espèce de poissons entre les différentes zones du lac.	34
Tableau 11. Densité de poissons au niveau de chaque station berge	34
Tableau 12. Résultats de l'évaluation de stock par espèce en nombre et en biomasse dans le lac Mandrozo	36
Tableau 13. Richesse spécifique au niveau de chaque zone du lac	40
Tableau 14. Densité moyenne des poissons au niveau des différentes zones du lac	42
Tableau 15. Répartition de la taille des individus entre le Noyau Dur et la Zone Tampon	42
Tableau 16. Liste des infractions observées et enregistrées au niveau du noyau dur	43

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Carte de localisation de l’Aire Protégée Mandrozo	8
Figure 2. Courbe ombrothermique du District de Maintirano entre les années 2012 et 2016. (Source: Service météorologique d’Ampandrianomby, Antananarivo, Madagascar, 2017).....	9
Figure 3. Répartition des différentes stations d’échantillonnage dans le lac Mandrozo (source des données : TPF)	12
Figure 4. Illustration du procédé pour la détermination de la nature du substrat et les différentes couches de matières constituant chaque prélèvement	14
Figure 5. Schéma d’un filet maillant (Source : Ifremer, 2017)	15
Figure 6. Schéma d’un filet senne avec poche (Source : Randriambololona <i>et al.</i> , 1998)	15
Figure 7. Mensuration d’un spécimen de poissons (Source : Moreau, 1982).....	16
Figure 8. Profil du lac Mandrozo suivant sa longueur du sud-ouest au nord-est.....	24
Figure 9. Proportion des couches composant le substrat au niveau du lac Mandrozo	26
Figure 10. .Echantillon de substrat au niveau du lac Mandrozo à la station B4	27
Figure 11. Structure des populations par espèce de poissons dans le lac Mandrozo	33
Figure 12. Rendement de production des pêcheurs entre 2008 et 2017 au sein du lac Mandrozo ...	37
Figure 13. Zones principales de pêches avec la localisation des campements légaux et illégaux autour du lac Mandrozo.....	38
Figure 14. Droite de régression montrant l’abondance des poissons suivant les différentes zones du lac	41

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Carte de Madagascar montrant les différentes écorégions hydrographiques.....	I
Annexe 2 : Liste de plantes recensées aux alentours et au niveau du lac Mandrozo (RENIALA, 2015)	II
Annexe 3 : Coordonnées géographiques des stations au niveau du transect T1	III
Annexe 4 : Coordonnées géographiques des stations au niveau du transect T2	III
Annexe 5 : Coordonnées géographiques des stations au niveau des berges	IV
Annexe 6 : Photos des matériels utilisés pendant les études sur le terrain	V
Annexe 7 : Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques entre les différentes zones du lac..	VI
Annexe 8 : Les valeurs du Test de Mann-Whitney pour le calcul de la variation de température (1), du pH (2) et de la conductivité (3) effectué entre les différentes zones du lac	VII
Annexe 9 : Résultats du test HSD de Tukey sur l'abondance de poissons entre les différentes zones du lac	VII
Annexe 10 : Résultats du test de corrélation de Spearman entre les paramètres physico-chimiques	VII
Annexe 11 : Photos des espèces de poissons capturées lors de la présente étude.....	VIII
Annexe 12 : Droites de régression pour l'évaluation de stock au niveau des différentes stations berges	IX
Annexe 13 : Quelques exemples d'activités entreprises par le plateforme et le gestionnaire de site dans l'AP Mandrozo.....	XI
Annexe 14 : Qualité de l'eau suivant la valeur de la conductivité (Balachandar et al., 2010).....	XII
Annexe 15 : Répartition de l'abondance des poissons suivant les groupes trophiques.....	XII

GLOSSAIRE

Amphibiotique : Se dit d'un individu qui effectue son cycle de vie dans deux milieux différents, une partie en eau marine et l'autre en eau douce.

Euryhaline : Se dit d'un individu capable de supporter une grande variation de salinité de l'eau environnante.

Espèce endémique : Se dit d'une espèce vivante dont la présence à l'état naturel est limitée à une région ou un pays donné.

Espèce exotique ou introduite : Se dit d'une espèce introduite volontairement ou par erreur dans un écosystème donné.

Espèce autochtone ou native : Se dit d'une espèce originaire de l'endroit où elle se trouve et qui n'a pas été introduite ou importée.

LISTE DES ABREVIATIONS

AP : Aire Protégée

AR : Abondance Relative

CR : Critically Endangered (En danger critique)

EN : Endangered (En danger)

FIMITOVE : Fikambanana Miaro ny Tontolo iainana Veromanga (Association locale)

FIVOMA : Fikambanana Vonjisoa Mandrozo (Association locale)

GPS : Global Positioning System

LC : Least Concern (Préoccupation mineure)

ND : Noyau Dur

POFAM : Polisin'ny Faritra Arovana Mandrozo

TPF : The Peregrine Fund

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

VOI : Vondron'Olona Ifotony (Communauté locale de base formant une unité de gestion)

VU : Vulnerable (Vulnérable)

ZAMAMI : Zanan-tany Mandrozo Miray (Association locale)

ZICOMA : Zone d'Importance pour la Conservation des Oiseaux à Madagascar

ZT : Zone Tampon

INTRODUCTION

Les zones humides sont des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres (Ramsar, 2016). Elles sont constituées d'un ensemble d'écosystèmes très hétérogènes parmi les plus productifs au monde (Blackwell et Pilgrim, 2011).

Depuis les années 1960, la perte et la dégradation croissante des zones humides sont devenues l'une des préoccupations mondiales (Ramsar, 2017). C'est dans ce contexte que la convention de Ramsar a été adoptée en 1971, afin de permettre la mise en valeur de ces zones humides et de contribuer ainsi au maintien des services écosystémiques rendus par ces derniers (Millennium Ecosystem Assessment, 2003 ; Barbier, 2007). Actuellement, les parties signataires de cette convention comptent 169 pays. A travers le monde, il existe 2200 sites Ramsar avec une superficie totale d'environ 2,1 millions de kilomètres carrés (Ramsar, 2017).

Madagascar a ratifié la Convention de Ramsar le 25 janvier 1999 (Ramsar, 2017). Cette initiative vise à arrêter la destruction de ce type d'écosystème et l'exploitation irrationnelle des ressources naturelles. Ainsi, la grande île dispose actuellement 20 sites inscrits sur la liste des zones humides d'importance internationale sur une superficie de 2 094 911 hectares (Ramsar, 2017). Parmi eux, huit se trouvent dans la partie Ouest de Madagascar dont le lac Mandrozo.

En 1999, le lac Mandrozo a déjà été catégorisé parmi les Zones d'Importance pour la Conservation des Oiseaux ou ZICOs grâce à sa faune avienne exceptionnelle (Projet ZICOMA, 1999). Puis, en 2012 il a été classé huitième sites Ramsar malgaches. Dernièrement, le lac a été récemment promu Aire Protégée de catégorie V avec les forêts environnantes par le décret n°2015-714 du 21 avril 2015. Outre ses valeurs culturelles et biologiques sans égale, ce lac abrite des ressources piscicoles d'une valeur économique considérable pour la population riveraine à travers les activités de pêche.

The Peregrine Fund, promoteur de cette Aire Protégée, a mis en place un noyau dur au sein du lac. Il se trouve dans la partie sud-ouest du lac, avec une superficie de 135 ha. Toute activité d'exploitation et d'extraction de ressources naturelles est interdite au niveau de cette zone. Cette disposition est dans l'optique de pérenniser les ressources et d'éviter l'extinction d'espèces, en particulier l'ichtyofaune, au niveau local. Ladite zone a été considérée comme une aire écologiquement sensible dans le sens où elle sert d'une zone de fraie pour les poissons, un site de ponte pour les tortues d'eau douce et un endroit de refuge pour les oiseaux (Rajaonarison *et al.*, 2009 ;

Pruvot, 2016). Elle assure également le maintien de stock piscicole par rapport à l'exploitation des pêcheurs.

Cependant, le bon fonctionnement de ce noyau dur reste encore inconnu. Ainsi, l'objectif global de la présente étude est d'évaluer la ressource ichthyologique du lac dans le but, d'une part, de proposer des mesures adéquates pour la gestion de l'Aire Protégée et d'autre part, d'améliorer le système de protection du noyau dur.

Afin d'atteindre cet objectif, quelques objectifs spécifiques ont été assignés pour cette étude :

- déterminer les paramètres physico-chimiques du lac ;
- connaître la diversité de la faune ichthyologique au sein du lac ;
- effectuer une évaluation de stock des poissons dans le lac ;
- analyser la tendance du rendement annuel de pêche ;
- identifier les menaces potentielles au niveau du lac ;
- analyser l'efficacité du noyau dur du lac.

Pour cette étude, les hypothèses suivantes seront testées :

1. les paramètres physico-chimiques seraient similaires dans l'ensemble du lac ;
2. les paramètres physico-chimiques influenceraient la répartition des espèces de poissons dans le lac ;
3. la faune ichthyologique se répartirait équitablement dans le lac, en termes d'abondance.

Cet ouvrage est subdivisé en cinq grandes parties. La première partie concernera l'introduction et les généralités. La seconde partie parlera de la méthodologie. La troisième partie sera consacrée aux résultats et aux interprétations. La quatrième partie sera vouée à la discussion des résultats. La conclusion constituera la cinquième et la dernière partie. Des recommandations et des perspectives seront également présentées à la fin de cet ouvrage.

I. GENERALITES

Biologie et écologie des poissons

Avec plus de 20 000 espèces de poissons connues, ces vertébrés forment le groupe le plus abondant au monde (Bone et Marshall, 1982). Leur diversité élevée est due à leur capacité à coloniser différents types de milieux, allant du milieu marin au milieu d'eau douce (Cohen, 1970 ; Bone et Marshall, 1982).

Etant donné que les poissons sont des organismes strictement aquatiques, se sont ces derniers qui fournissent les éléments essentiels pour leur survie et leur développement. Parmi ces éléments essentiels, il y a par exemple les ressources alimentaires (végétales ou animales) ou bien l'oxygène dissous pour la respiration (FAO, 1992 ; Royce, 1996). Toutefois, chaque espèce de poisson présente des limites de tolérance par rapport aux caractéristiques du milieu (Kiener, 1963 ; FAO, 1992). Ainsi, les paramètres physico-chimiques tels que la température, le pH, la conductivité, l'oxygène dissous, la turbidité, etc., déterminent leur distribution et leur productivité (Kiener, 1963 ; Hutchinson, 1953 ; Moses, 1983 ; Bhatnagar et Devi, 2013).

Poissons d'eau douce de Madagascar

La faune ichthyologique d'eau douce malgache a été considérée comme pauvre au niveau spécifique (De Rham, 1996). Dans le passé, 62 espèces seulement ont été identifiées au niveau de ces eaux continentales (Loiselle, 1992). Plus tard, suite aux efforts de prospections déployées dans les différentes parties de l'île, le nombre d'espèces de poissons natives d'eau douce a connu une augmentation (Sparks et Stiassny, 2003). Ainsi, 159 espèces natives d'eau douce ont été enregistrées. Ces dernières sont réparties dans 23 familles et 57 genres (Sparks et Stiassny, 2008). ANCHARIIDAE et BEDOTIIDAE restent les deux familles endémiques présentes au niveau de l'île (Sparks et Stiassny, 2003, 2008). Cependant, en ajoutant les espèces introduites dans cette liste, Madagascar, abrite jusqu'à 173 espèces de poissons au niveau des eaux continentales (Froese et Pauly, 2017). Quant aux espèces endémiques, leurs nombres ont également connu une évolution suite à la découverte de nouvelles espèces. Elles sont passées de 32 espèces en 1972, 42 espèces en 1994, puis 49 espèces en 1996, après 58 espèces en 2000, ensuite 93 espèces en 2003 et dernièrement 105 espèces en 2008, soit un taux d'endémisme avoisinant de 66 % (Kiener et Maugé, 1966 ; Stiassny et Raminosoa, 1994 ; De Rham, 1996 ; Benstead *et al.*, 2000 ; Sparks et Stiassny, 2003, 2008).

Cette ichthyofaune d'eau douce malgache est également considérée comme le groupe de Vertébrés le plus menacé (Benstead *et al.*, 2003). Ceci est notamment due à la destruction de leurs habitats par

la sédimentation causée par l'érosion des bassins versants, à leurs surexploitations et aussi à l'introduction de nombreuses espèces exotiques qui envahissent les plans d'eau et entrent en compétition avec les espèces natives (Stiassny et Raminosoa, 1994 ; Benstead *et al.*, 2000 ; CAMP, 2001 ; Benstead *et al.*, 2003 ; Glaw et Vences, 2007).

Toutefois, des études antérieures ont déjà montré que l'ichtyofaune est mal répartie pour l'ensemble de l'île. Certaines régions sont riches en espèces avec un taux d'endémisme relativement élevé tandis que d'autres sont pauvres (De Rham, 1996 ; Sparks et Stiassny, 2003, 2008). Sparks et Stiassny (2008) ont reparti Madagascar en cinq écorégions hydrographiques :

- les bassins du Nord-Ouest qui hébergent 77 espèces de poissons dont 31 sont endémiques ;
- les basses altitudes orientales et les hautes altitudes orientales, qui abritent respectivement 84 et 55 espèces de poissons dont 21 et 22 sont endémiques pour chacune d'eux ;
- les bassins occidentaux renferment 47 espèces de poissons, avec seulement neuf espèces endémiques ;
- les bassins du Sud contiennent huit espèces de poissons dont deux sont endémiques (Annexe 1).

Les trois premières écorégions refferment une richesse spécifique et un niveau d'endémisme élevé. Par contre, les deux dernières semblent être pauvres en espèces (Sparks et Stiassny, 2003, 2008).

Pour le cas des bassins occidentaux, cette écorégion comprend la majeure partie du bassin versant Ouest qui se caractérise par la longueur, sa vitesse d'écoulement faible et le niveau d'eau qui est en fonction de la saison (Kiener et Richard-Vindard, 1972). Concernant la faune ichtyologique, très peu d'études et de prospections ont été réalisées dans cette contrée (De Rham, 1996). Sparks et Stiassny en 2003 affirmaient que la partie Ouest de Madagascar est pauvre en espèces de poissons d'eau douce. Par contre, elle est colonisée par des espèces euryhalines (Kiener, 1963). La large étendue du plateau continental marin comportant des zones coralliennes riches en poissons (Kiener, 1963) et la présence de vastes estuaires ainsi que l'absence des pentes fortes au niveau des cours d'eau favorisent leur développement dans cette partie (Rakotoambinina *et al.*, 2009).

En outre, une bonne partie de la Région Melaky est mal connue concernant les poissons d'eau douce (Sparks et Stiassny 2003, 2008). A partir des quelques rares études effectuées au niveau de la région, il en ressort la composition ichtyque de cette partie de l'île. Parmi celles-ci, deux ont été effectuées dans le Complexe des Trois Lacs Tsimembo-Manambolomaty dans le district d'Antsalova et une seule dans le lac Mandrozo situé dans le district de Maintirano.

- Le mémoire de Rasamoelina en 2000 sur « l'étude de la faune ichtyologique du complexe des trois lacs dans la région d'Antsalova » a permis d'inventorier 16 espèces à dominance d'espèces euryhalines et d'espèces introduites. *Arius madagascariensis* est la seule espèce endémique présente. Il est également à noter la présence de *Channa maculata* considérée comme une espèce envahissante à Madagascar (Raminosoa, 1987 ; Sparks et Stiassny, 2003 ; Glaw et Vences, 2007 ; Sparks et Stiassny, 2008).
- Ravelomanana et Ratsoavina (2015) ont également réalisé un inventaire et une évaluation du stock des poissons du complexe des trois lacs dans la région d'Antsalova. Ils ont identifié 11 espèces à dominance d'espèces introduites et euryhalines et ils ont confirmé également la présence de la seule espèce endémique, *Arius madagascariensis*.
- Pour la seule étude effectuée au niveau du lac Mandrozo, elle a été réalisée par Ravelomanana et Ratsoavina (2016). Ils ont inventorié la composition ichtyologique du lac Mandrozo et évalué le stock des poissons. Les résultats obtenus ont dévoilé neuf espèces de poissons également à dominance d'espèces euryhalines et d'espèces introduites. Ce sont *Ambassis natalensis*, *Glossogobius giuris*, *Megalops cyprinoides*, *Scatophagus tetracanthus*, *Spratellomorpha bianalis*, *Oreochromis niloticus*, *Tilapia zillii*, *Tilapia rendalli* et *Heterotis niloticus*. Pour l'évaluation de stock, ils ont estimé une valeur de 60 038 individus/km². Ainsi, le peu de recherches effectuées sur les poissons d'eau douce dans cette partie de l'île nécessite d'être renforcé afin de mieux comprendre la biologie et l'écologie des espèces poissons rencontrées au niveau de la région.

Systeme de gestion au niveau de l'Aire Protégée Mandrozo

Malgré la richesse spécifique et le taux d'endémisme relativement faible du lac Mandrozo, il offre une valeur économique non négligeable grâce à la pêche. Cette dernière constitue un moteur de développement économique indéniable au niveau de la Région. Ainsi, les produits issus de cette activité de pêche contribuent à l'approvisionnement des grandes villes en produit piscicole.

En effet, un système de gestion a été mis en place afin de gérer convenablement l'ensemble de l'AP Mandrozo. Il s'agit d'une cogestion entre le promoteur de l'AP « The Peregrine Fund » et les communautés locales établies au niveau de trois communes rurales entourant l'AP. Au niveau de chaque commune rurale, Andranovao, Tambohorano et Veromanga, il y a les Unités de Gestions (VOI) qui sont respectivement ZAMAMI, FIVOMA et FIMITOVE (Rajaonarison *et al.*, 2009). Chaque Unité de Gestion dispose d'agents des patrouilles pour le contrôle et la surveillance de l'AP Mandrozo. Un organe nommé « Plate-forme de gestion FILONGOA Mandrozo » existe également au niveau du système de gestion. Il assure un rôle de balise de contrôle aux Unités de Gestion. Cet

organe est constitué par les représentants des trois unités de gestion, du collège des maires des trois communes et un représentant de la brigade de gendarmerie (The Peregrine Fund, 2013). La mise en place de ce système de gestion à la fois robuste et participative contribue à l'utilisation durable des ressources naturelles au niveau de l'AP. En plus, le lac Mandrozo est subdivisé en deux zones : une zone tampon et un noyau dur. Au niveau de ce dernier, la ressource piscicole devrait être abondante car les activités de pêche y sont interdites. Mais est-ce que la mise en place de cette zone et l'existence des unités de gestion pour le contrôle et la surveillance du lac contribueraient vraiment à la gestion efficace et l'utilisation durable des ressources piscicoles du lac ?

II. METHODOLOGIE

La présente étude s'est déroulée du 19 août au 23 septembre 2017. Des méthodes standards d'échantillonnages ont été appliquées afin d'avoir des informations fiables et solides sur les poissons et le lac Mandrozo.

II.1. Milieu d'étude

La présente étude a été menée dans l'Aire Protégée (AP) Mandrozo. C'est une AP de statut « Paysage Harmonieux Protégé » selon la loi code de gestion des aires protégées et appartenant à la catégorie V selon la classification de l'UICN. Il s'agit d'une AP où les interactions entre l'Homme et la Nature contribuent au maintien de la biodiversité et des valeurs esthétiques, culturelles et culturelles et au développement économique et social (UICN, 2008).

Elle s'étale sur une superficie de 15 145 ha. La zone est constituée par des mosaïques d'écosystèmes : lacs, marécages, savanes, forêts denses sèches caducifoliées et forêts de palmiers (The Peregrine Fund, 2013 ; Association RENIALA, 2015).

L'AP se situe dans la partie Ouest de Madagascar, Région Melaky, District de Maintirano (Figure 1). Elle se trouve à 60 km au nord de la ville de Maintirano. Elle est administrativement rattachée aux trois communes rurales : Tambohorano à l'Ouest, Andranovao au Sud et Veromanga à l'Est. Elle est limitée entre les coordonnées géographiques : 17°29' et 17°36' S ; 44°00' et 44°11' E (Razafimanjato *et al.*, 2012).

II.1.1. Sol

Le milieu d'étude se trouve sur des couches de sols sédimentaires constitués de sables, sols ferrugineux tropicaux et alluvions (Association RENIALA, 2015).

II.1.2. Climat

Suivant la carte bioclimatique de Madagascar, le milieu d'étude se trouve dans l'étage sec, sous étage 2b avec un déficit hydrique compris entre 400 et 700 mm et une moyenne des minimums du mois le plus froid compris entre 16 et 18°C (Cornet, 1974).

II.1.3. Température et précipitation

La température moyenne annuelle est environ 26°C. Le mois de juillet correspond au mois où la température est la plus basse (environ 23°C). Puis, elle augmente progressivement et atteint une valeur maximale au mois de décembre (environ 28°C).

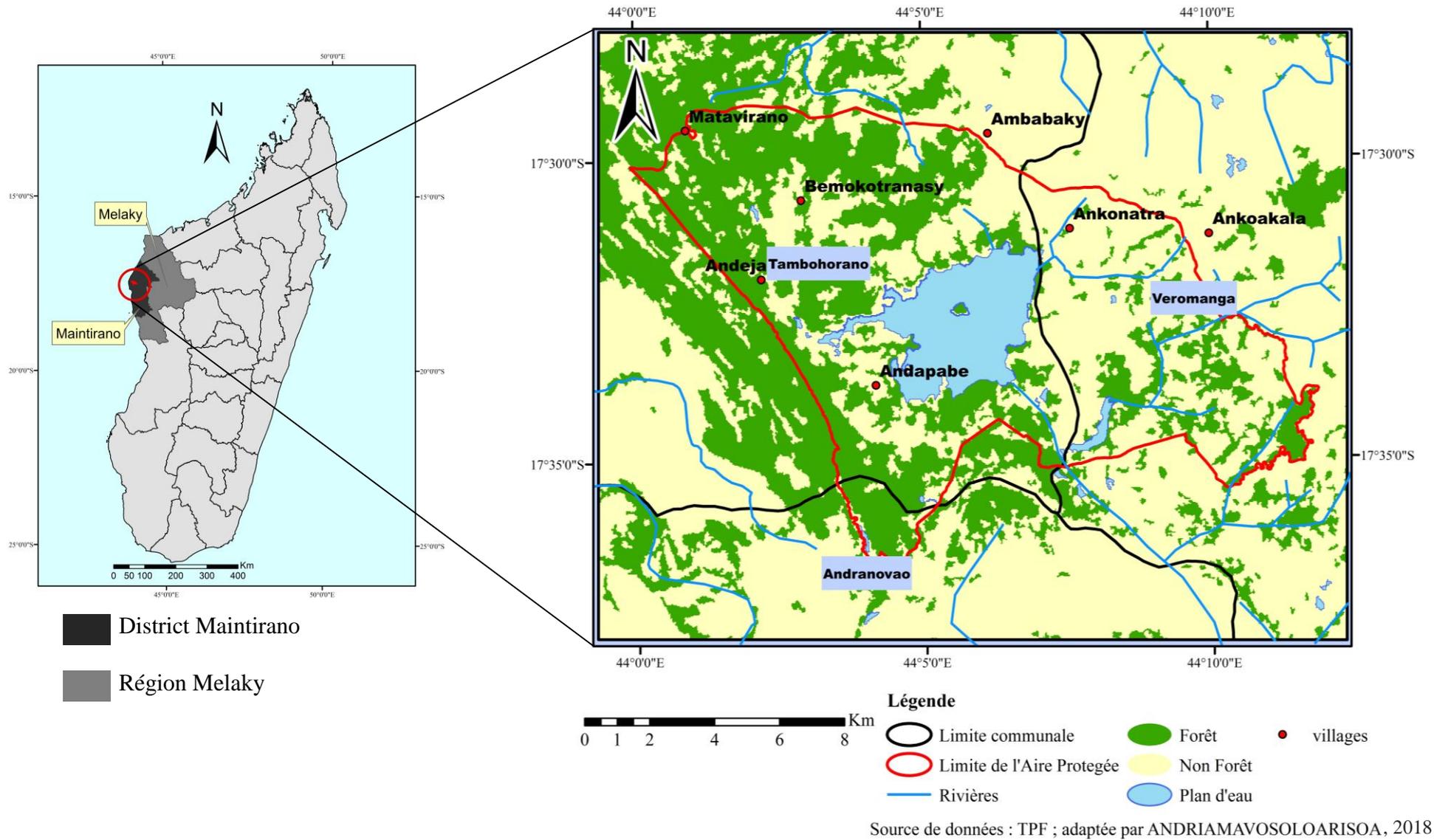


Figure 1. Carte de localisation de l'Aire Protégée Mandrozo

La précipitation moyenne annuelle est de l'ordre de 1430 mm. Le mois de janvier enregistre la valeur la plus élevée (environ 475 mm). (Source : Service météorologique d'Ampanandrianomby, 2017). La saison de pluie correspond au mois de décembre jusqu'au mois d'avril. Pour la saison sèche, elle s'étale entre le mois de mai et le mois de novembre. Ainsi, la période d'étude s'est coïncidée avec la saison sèche.

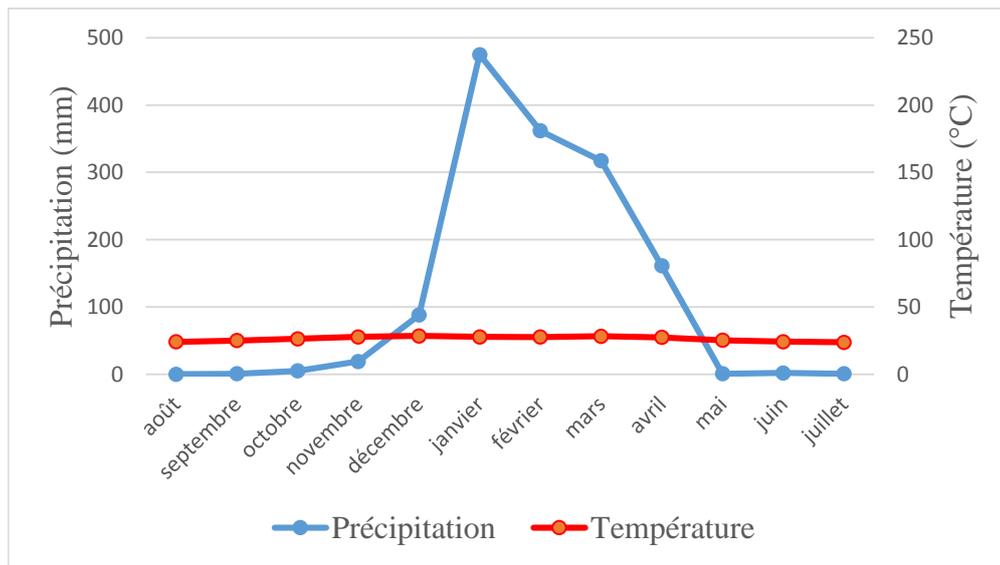


Figure 2. Courbe ombrothermique du District de Maintirano entre les années 2012 et 2016. (Source: Service météorologique d'Ampanandrianomby, Antananarivo, Madagascar, 2017)

II.1.4. Flore

Deux cent soixante espèces végétales existent au sein de l'AP. Elles sont réparties dans 195 genres et 66 familles (Association RENIALA, 2015) dont celles comportant le plus de genres sont: FABACEAE (19 genres et 23 espèces), EUPHORBIACEAE (13 genres et 14 espèces), RUBIACEAE (13 genres et 13 espèces), APOCYNACEAE (12 genres et 14 espèces), et POACEAE (9 genres et 10 espèces). Les ARECACEAE, dominées par *Bismarckia nobilis* « Mokoty », occupent les deux tiers de la superficie de l'AP (The Peregrine Fund, 2013).

Deux espèces sont inscrites dans la liste rouge de l'UICN (2016) comme espèces menacées d'extinction : *Dalbergia bathiei* (EN) et *Dalbergia purpurescens* (VU).

II.1.5. Faune

L'AP Mandrozo possède une diversité spécifique élevée du fait de l'existence des différents types d'écosystèmes qui offrent des habitats favorables pour la faune de la région.

i. *Poissons*

Neuf espèces de poissons ont été identifiées dans le lac Mandrozo. Ces espèces sont *Ambassis natalensis*, *Glossogobius giuris*, *Megalops cyprinoides*, *Scatophagus tetracanthus*, *Spratellomorpha bianalis*, *Oreochromis niloticus*, *Tilapia zillii*, *Tilapia rendalli* et *Heterotis niloticus* (Ravelomanana et Ratsavina, 2016).

ii. *Herpetofaune*

Pour l'herpetofaune, l'AP Mandrozo héberge 11 espèces d'Amphibiens et 36 espèces de Reptiles avec un taux d'endémisme élevé (Razafimahatratra, 2008). Parmi ces reptiles, deux sont inscrits dans la liste rouge de l'UICN (2016) : le Podocnemide ou tortue d'eau douce *Erymnochelys madagascariensis* (CR) « Rere », et le gecko à tête jaune *Phelsuma klemmeri* (EN). Les crocodiles du Nil *Crocodilus niloticus* sont aussi recensés dans l'AP Mandrozo (Razafimahatratra, 2008).

iii. *Oiseaux*

Quatre-vingt-onze espèces d'oiseaux dont 56 forestières et 35 aquatiques ont été recensées dans l'AP Mandrozo. Parmi eux, Trente-trois sont endémiques soit un taux d'endémisme d'environ 36 % (Razafimanjato, 2008). Selon la liste rouge de l'UICN (2016), sept espèces sont menacées d'extinction dont l'aigle pêcheur de Madagascar *Haliaeetus vociferoides* (CR), le râle d'Olivier *Amaurornis olivieri* (EN), le héron de Madagascar *Ardea humbloti* (EN), le héron crabier blanc *Ardeola idae* (EN), le grèbe *Tachybaptus pelzelni* (EN), l'ibis sacré *Threskiornis bernieri* (EN) et le flamant rose nain *Phoeniconaias minor* (VU). L'AP constitue aussi un site de reproduction pour certains oiseaux migrateurs comme *Phoenicopterus ruber*, *Phoeniconaias minor* et *Ardeola idae* (Razafimanjato *et al.*, 2015).

iv. *Mammifères*

L'AP Mandrozo renferme cinq espèces de lémuriniens représentées par *Eulemur rufus*, *Propithecus deckenii*, *Lepilemur ruficaudatus*, *Hapalemur occidentalis* et *Microcebus murinus* (The Peregrine Fund, 2013). Elle abrite aussi quatre espèces de petits mammifères qui sont : *Microgale brevicaudata*, *Setifer setosus*, *Tenrec ecaudatus* et *Rattus rattus* (Rakotomalala, 2015). Cette AP héberge également deux espèces de carnivores (The Peregrine Fund, 2013) et sept espèces de chiroptères dont *Pteropus rufus*, *Chaerephon leucogaster*, *Mops leucostigma*, *Myzopoda schliemanni*, *Pipistrellus spp.*, *Scotophilus marovaza*, et *Scotophilus robustus* (Ravelojaona, 2017).

II.2. Site d'étude et stations d'échantillonnage

II.2.1. Site d'étude

Le lac Mandrozo, cinquième grand lac à Madagascar, ayant une superficie totale de 1 800 ha (The Peregrine Fund, 2013), constitue le site d'étude. Il est localisé dans la partie centrale de l'AP et se trouve sur une altitude moyenne de 13 m. Il est subdivisé en deux zones bien distinctes : le noyau dur (ND) avec une superficie de 135 ha et la zone tampon (ZT).

Pour le régime hydrique, de nombreuses sources d'eau alimentent le lac durant les périodes sèches et pluvieuses. Ainsi, ce dernier a une profondeur moyenne variant de 2 à 3 m. Cette profondeur peut atteindre jusqu'à 5 m pendant la saison de pluie (Razafimanjato *et al.*, 2012). Selon Kiener (1963), le site d'étude se classe parmi les lacs des plaines.

Concernant la végétation, le lac est bordé presque dans toute sa totalité par des couvertures végétales aquatiques denses. Vingt-huit espèces végétales ont été identifiées (Annexe 2). Parmi ces dernières, *Phragmites communis* (POACEAE), *Typha angustifolia* (TYPHACEAE), *Nymphaea lotus* (NYMPHACEAE), *Nymphaea nouchali* (NYMPHACEAE) et *Elaeocharis plantaginea* (CYPERACEAE) constituent les espèces végétales dominantes (Association RENIALA, 2015).

II.2.2. Choix des stations d'étude

Le choix des stations d'échantillonnage repose sur une répartition assez équitable au sein du lac pour avoir une bonne représentativité de l'ensemble (Figure 3). Tous les points de stations sont disposés et repérés sur une carte en utilisant Google Earth. Ensuite, les coordonnées géographiques ont été relevées à partir de cette carte et vérifiées une fois sur terrain (Annexes 3, 4, 5). Ainsi, deux types de stations ont été établis dans l'ensemble du lac : stations au niveau des berges et stations en eau profonde. Au total, 43 stations géoreférenciées ont été mises en place au cours de cette étude. Un GPS a été aussi utilisé pour connaître l'étendue exacte du noyau dur du lac.

i. Stations en eau profonde

Deux lignes de transects parallèles (T1 et T2) de 5 500 m de long ont été établies allant du Noyau Dur (ND) vers la Zone Tampon (ZT) du lac. Les deux stations voisines sont distantes de 500 m. Ce qui fait que chaque ligne de transect possède chacune 12 points de stations. Ces derniers sont numérotés de 1 à 12 suivant chaque ligne de transect. Par exemple, pour le transect T1, les points sont numérotés de T1.1 à T1.12. Le même principe a été procédé pour le transect T2.

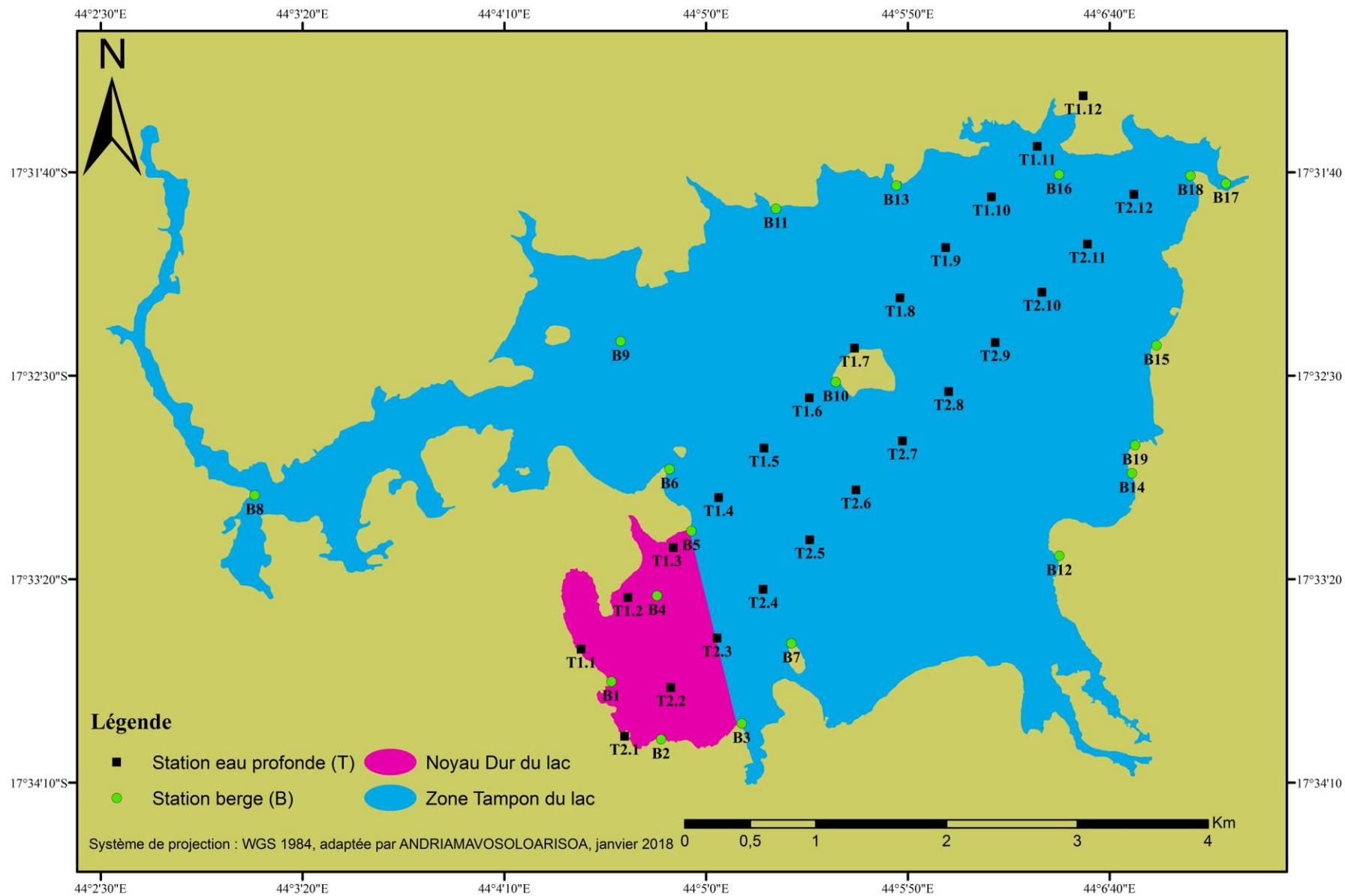


Figure 3. Répartition des différentes stations d'échantillonnage dans le lac Mandrozo (source des données : TPF)

ii. Stations au niveau des berges

Tous les points ont été repérés sur table en utilisant Google Earth et vérifiés une fois sur terrain. De ce fait, 19 stations, codées de B1 à B19, ont été mises en place au niveau des berges couvrant l'ensemble du lac. Deux stations consécutives sont distantes d'environ 1 km.

Les stations B1 à B5 se trouvent dans le ND tandis que les autres sont éparpillées dans la ZT.

II.3. Collecte de données

Différents types de données ont été collectés au cours de cette étude : les données sur les paramètres abiotiques du lac, les données biologiques sur les poissons, les données sur les produits des pêcheurs et les informations concernant les menaces et les pressions au niveau du lac.

II.3.1. Mesure des paramètres physico-chimiques du lac

Des paramètres physico-chimiques tels que profondeur, turbidité, température, conductivité, pH et nature de substrat, ont été relevés dans chaque station d'échantillonnage pendant la matinée vers 9 heures.

i. Mesure de la profondeur

La mesure de la profondeur de l'eau a été faite à l'aide d'un disque de Secchi suspendu par une longue corde graduée. La mesure prise correspond à la profondeur à laquelle le disque touche le fond.

ii. Mesure de la turbidité

La turbidité fait référence à la quantité de matières (organiques ou minérales) en suspension contenues dans l'eau. Plus la présence de ces matières est élevée, plus la transparence de l'eau diminue. Pour cette étude, le disque de Secchi a été aussi utilisé pour déterminer la turbidité de l'eau (Annexe 6). Ce disque de 20 cm de diamètre est de couleur noir et blanc, suspendu par une longue corde graduée. La profondeur à laquelle le disque n'est plus visible correspond à la valeur de la turbidité. Ce qui fait que, plus l'eau est trouble plus le disque disparaît rapidement ou inversement.

iii. Mesure de la température, de la conductivité et du pH

La température à la surface, la conductivité et le pH du milieu ont été mesurés grâce à l'appareil multifonctionnel « HI 9812-5, Hanna Instruments ». La valeur de chaque paramètre est lue suivant la valeur indiquée sur l'appareil une fois que celle-ci se stabilise, avec une précision de 1°C

près pour la température, 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour la conductivité et 0,1 près pour le pH (Hanna Instruments, 2010).

iv. Détermination de la nature de substrat

La nature du substrat a été identifiée à partir du prélèvement des échantillons d'environ 0,5 dm^3 à chaque station de la berge. Après prélèvement, les échantillons sont mis dans des bocaux en verre puis laissés se décanter pendant 24 heures. Après décantation, il y aura subdivision des particules en différentes couches. L'épaisseur de chaque couche a été également mesurée et leur composition respective a été déterminée à l'aide de la méthode visuelle décrite par Malavoi et Souchon (1989). Ainsi, les particules solides ayant une taille relativement petite, inférieure à 0,0625 mm de diamètre, correspondent au limon et à l'argile. Celles ayant une taille comprise entre 0,0625 et 2 mm sont des sables. Dernièrement, celles ayant une taille située entre 2 et 8 mm correspondent au gravier.

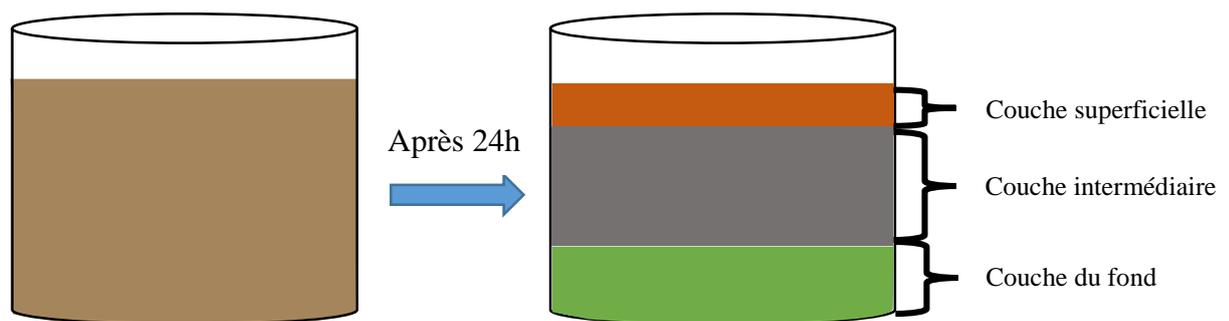


Figure 4. Illustration du procédé pour la détermination de la nature du substrat et les différentes couches de matières constituant chaque prélèvement

II.3.2. Pêche expérimentale

Pour l'échantillonnage des poissons, deux types d'engin de pêche ont été utilisés. Il s'agit de filets maillants et d'un filet senne muni d'une poche.

i. Filet maillant et installation

Pour cette étude, deux types de filets de pêche à maille respectivement 20 mm et 40 mm ont été employés. Ce sont des engins de pêche de type passif, c'est-à-dire, il ne sert qu'à piéger les poissons circulant uniquement aux environs. Chaque filet possède une longueur de 100 m et 1,5 m de hauteur. Ces derniers sont munis de flotteurs et de plombs fixés à intervalles réguliers, respectivement sur la ralingue supérieure et sur la ralingue inférieure (Figure 5). Il est à noter que les filets maillants ont été utilisés au niveau des stations en eau profonde seulement. Dix filets maillants, dont cinq sont

à maille de 20 mm et cinq autres à maille de 40 mm, ont été installés à chaque station d'échantillonnage entre 6 h du matin et 12 h, soit un effort de 6 h de temps de pêche.

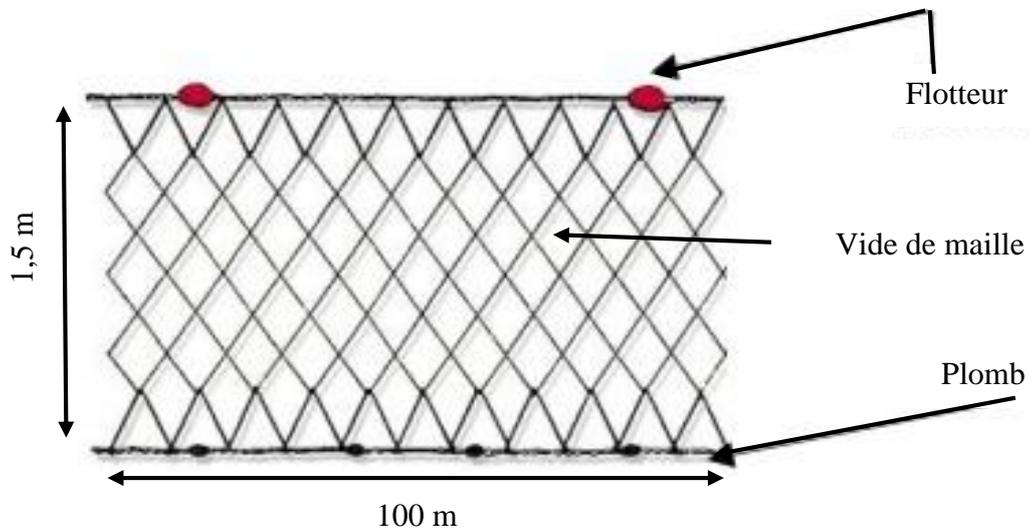


Figure 5. Schéma d'un filet maillant (Source : Ifremer, 2017)

ii. *Filet senne avec poche et mode d'utilisation*

Le filet senne est un engin de pêche de type actif, mise en place pour capturer tous les poissons présents dans son rayon d'action. C'est un engin moins sélectif par rapport au filet maillant car il permet de capturer toutes les gammes de poissons allant de la plus petite jusqu'à la plus grande taille. Dans les zones peu profondes (inférieure à 60 cm), l'échantillonnage a été fait en utilisant un filet senne muni d'une poche d'une longueur de 100 m avec une maille de 10 mm (Figure 6). Le filet a été étalé dans l'eau à l'aide d'une embarcation et tiré vers la berge par quatre personnes tenant compte de la méthode de senne de plage.

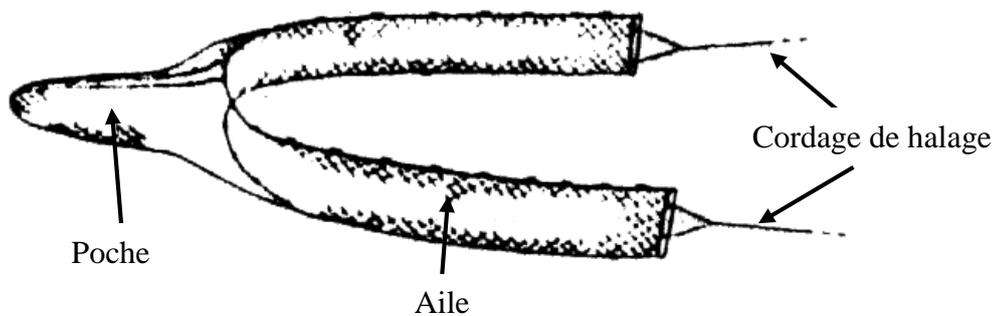


Figure 6. Schéma d'un filet senne avec poche (Source : Randriambololona *et al.*, 1998)

II.3.3. Identification et mensuration des poissons

Tous les individus capturés à l'aide des filets décrits ci-dessus ont été identifiés sur place à l'aide des ouvrages de référence sur les poissons, à savoir : Kiener (1963), Thérézien (1963), Stiassny et Raminosa (1994), De Rham (1996). De plus, ils ont été pesés à l'aide d'une balance électronique et mesurés avec un pied à coulisse et/ou d'un mètre ruban. La mesure prise correspond à la longueur totale (LT) de l'individu, c'est-à-dire, de l'extrémité de la bouche jusqu'à l'extrémité de la nageoire caudale (Figure 7). Il est à noter que la longueur totale de l'animal correspond à sa taille.

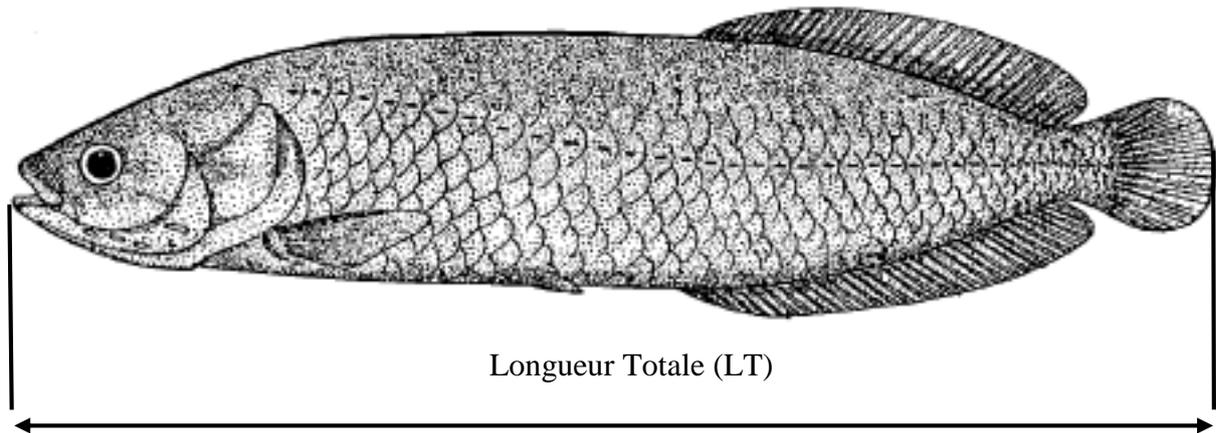


Figure 7. Mensuration d'un spécimen de poissons (Source : Moreau, 1982)

II.3.4. Evaluation de stock

Le stock des poissons est estimé suivant la méthode de De Lury (Laurent et Lamarque, 1975). C'est une méthode d'épuisement basée sur le principe suivant : (1) effort de pêche demeure constant ; (2) supposant l'absence de déplacements des poissons en dehors du secteur de capture. Afin de pouvoir comparer les données issues de cette étude avec celle déjà effectuée auparavant, la même méthode a été retenue, ainsi, pour cette étude, des pêches successives ont été effectuées au niveau de chaque station berge à l'aide d'un filet senne avec une poche sur une surface d'environ 50 m x 25 m. Chaque manœuvre constitue une prise et la prise ne s'arrête que lorsque le nombre de poissons capturés au niveau d'une station donnée soit nulle ou presque. Les poissons capturés au cours des différentes prises sont placés dans des bacs de stockage afin qu'ils ne soient plus recapturés par la suite. Le stock a été mesuré en nombre et en biomasse, par espèce.

II.3.5. Enquête auprès des pêcheurs

Des enquêtes ont été également effectuées auprès des pêcheurs. Elles ont pour but de connaître la quantité de produits capturés par jour par pêcheur et d'identifier les zones les plus fréquentées durant l'exercice de la pêche.

Pendant la saison de pêche, les pêcheurs sont regroupés au niveau des différents campements prédéfinis dans le cadre de la gestion de l'AP. Ainsi, les cahiers d'enregistrements de produits journaliers des pêcheurs auprès des chefs campements ont été également consultés.

II.3.6. Identification des menaces et pressions au niveau du lac

Les menaces et pressions ont été identifiées par observation directe et par des enquêtes menées auprès des agents responsables de la surveillance au niveau de l'AP (POFAM). Toutes formes d'irrégularités, c'est-à-dire, toutes activités qui ne figurent pas dans les cahiers de charges sont enregistrées.

II.4. Analyse des données

II.4.1. Subdivision du lac en quatre zones d'échantillonnage

Pour rendre équitable la comparaison des données issues du Noyau Dur (ND) et de la Zone Tampon (ZT) et pour révéler les variations qui pourraient exister au sein de la Zone Tampon, cette dernière est subdivisée en trois sous zones ZT1, ZT2 et ZT3 (Tableau 1). Toutefois, les conditions sur terrain n'ont pas permis d'avoir exactement le même nombre de stations par zone.

Tableau 1. Subdivision du lac en quatre zones d'échantillonnage

SOUS-ZONES	STATIONS	TOTAL
ND	T1.1 ; T1.2 ; T1.3 ; T2.1 ; T2.2. T2.3 ; B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5	11
ZT1	T1.4 ; T1.5 ; T1.6 ; T2.4 ; T2.5 ; T2.6 ; B6 ; B7 ; B9	9
ZT2	T1.7 ; T1.8 ; T1.9 ; T2.7 ; T2.8 ; T2.9 ; B10 ; B11 ; B12 ; B13	10
ZT3	T1.10 ; T1.11 ; T1.12 ; T2.10 ; T2.11 ; T2.12 ; B14 ; B15 ; B16 ; B19	10

II.4.2. Evaluation de la diversité piscicole du lac Mandrozo

i Evaluation de la richesse spécifique

Le nombre d'espèces de poissons recensées au cours de cette étude a été enregistré afin de dresser une liste exhaustive de la richesse spécifique au niveau du lac Mandrozo.

ii Calcul de l'abondance relative (AR)

Pour l'abondance relative des espèces de poissons, elle indique la proportion que représente chaque espèce au niveau de la communauté. Elle est exprimée en pourcentage et se calcule par la formule suivante.

$$AR = \frac{\text{Nombre total d'individus d'une espèce}}{\text{Nombre total d'individus recensés}} \times 100$$

La classification de Jolly (1965) permet de catégoriser chaque espèce suivant leur abondance respective.

Tableau 2. Classification de l'abondance relative des poissons par Jolly (1965) adoptée par la présente étude

Abondance relative	Classe d'abondance
$AR \geq 15\%$	Dominante
$5 \leq AR < 15\%$	Influente
$1 \leq AR < 5\%$	Rare
$AR < 1\%$	Très rare

iii Calcul de l'indice de Shannon et de l'équitabilité

L'indice de diversité de Shannon (H') permet de mesurer la diversité spécifique au niveau d'un site. La valeur de l'indice de Shannon se trouve habituellement entre 1,5 et 3,5 ; rarement elle atteint 4,5 (Margalef, 1972). Quand la valeur de l'indice est proche de 1,5, celle-ci indique que la diversité au niveau d'un site est très faible. Par contre, quand cette valeur se rapproche de la diversité maximale ($H_{\max} = \log_2 S$), la diversité est élevée. L'indice de diversité de Shannon se calcule par la formule suivante :

$$H' = -\sum \left(\frac{n_i}{N}\right) \log_2 \left(\frac{n_i}{N}\right)$$

Avec :

n_i : Nombre d'individus par espèce ; N : Nombre total d'individus pour l'ensemble des espèces ;

\log_2 : Logarithme base 2

L'indice de Shannon tient compte de la répartition en nombre d'individus par espèce appelée « équitabilité (E) ». Sa valeur se situe entre 0 à 1. Plus la valeur tend vers l'unité, plus la répartition est équitable entre les espèces. Autrement dit, il n'y aurait pas de dominance d'une ou des espèces. La formule suivante permet d'obtenir l'équitabilité (E):

$$E = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Avec :

H' : Indice de Shannon ; S : Nombre total des espèces ; $\log_2 S$: diversité maximale

II.4.3. Analyse de la structure des populations piscicoles

La mensuration effectuée au niveau de tous les individus de poissons capturés permet d'avoir la répartition de leurs tailles. De ce fait, les individus de chaque espèce de poissons sont classés selon les catégories de taille suivantes :]0 - 3 cm[, [3 - 6 cm[, [6 - 9 cm[, [9 - 12 cm[, [12 - 15 cm[, [15 - 18 cm[, [18 - 21 cm[, [21 - 24 cm[, [24 - 27 cm[, [27 - 30 cm[, [30 cm et plus. Ensuite, une comparaison entre la taille des individus mesurés de chaque espèce et la taille de première reproduction décrite par certains auteurs sur les différentes espèces (Kiener, 1963 ; Lauzanne, 1976 ; Qambrani *et al.*, 2015 ; Froese et Pauly, 2017) permet d'estimer le stade de développement des individus de chaque espèce (juvénile, sub-adulte, et adulte). L'identification des différents stades de développement pour chaque espèce permet de déterminer la structure de leur population.

II.4.4. Evaluation du stock de poissons

Le stock de poissons sera évalué par méthode graphique en présentant le nombre de poissons capturés et cumulés par prise successive. Les prises successives seront représentées sur l'axe des ordonnées et les prises cumulées respectives sur l'axe des abscisses. Ainsi au cours des différentes manœuvres : $N1$ représente l'effectif au cours de la première prise. Puis $N2$ représente l'effectif au cours de la deuxième prise. Ce qui donne $N1+N2$ la valeur de la capture cumulée correspondante, et ainsi de suite jusqu'à Ni qui est égale à zéro au cours de $i^{\text{ème}}$ prise. Ce qui fait que la dernière valeur cumulée obtenue est égale à la somme $N1+N2+\dots+Ni$ avec $Ni = 0$.

Le logiciel d'analyse statistique Past (version 3.14) permet par la suite de faire sortir une droite de régression linéaire de forme $y = a x + b$. A partir de cette équation et en utilisant la méthode des moindres carrés, la valeur de x peut être calculée pour $y = 0$. C'est cette valeur de x qui correspond à la valeur probable du stock au niveau de chaque station.

II.4.5. Détermination de l'influence des paramètres abiotiques sur l'abondance piscicole

La distribution des organismes et leurs effets sur l'environnement pouvaient être déterminées par des facteurs externes telles que les paramètres physico-chimiques du milieu (Hutchinson, 1953). Pour cette étude, afin de vérifier si les paramètres du milieu peuvent influencer la répartition de l'abondance de chaque espèce de poissons dans le lac, des tests statistiques ont été effectués pour démontrer si : (1) les paramètres physico-chimiques de l'eau montrent des variations dans les différentes zones du lac ; (2) l'abondance de chaque espèce de poissons varie dans les différentes zones du lac. Les résultats de ces tests confirmeront si les paramètres du milieu influencent ou non la répartition de l'abondance de chaque espèce de poissons dans le lac Mandrozo.

i. Association entre les différents paramètres physico-chimiques du lac

Tous les tests statistiques ont été effectués sur le logiciel R (version 3.4.1). Le test de corrélation de Spearman, qui est un test non paramétrique, a été utilisé pour vérifier le degré d'association entre les différents paramètres physico-chimiques du lac. La valeur « rho » correspond au coefficient de corrélation, varie entre -1 et 1. Une valeur positive indique une corrélation positive, alors qu'une valeur négative reflète une corrélation négative. Et une valeur égale à zéro indique l'absence d'une corrélation. Pour cette étude, le niveau de corrélation ou degré d'association entre les différents paramètres physico-chimiques a été catégorisé en cinq niveaux (Tableau 3) selon la classification établie par Schwartz (1980).

Tableau 3. Classification du degré de corrélation de Pearson entre les paramètres physico-chimiques

Valeur absolue du coefficient de corrélation « rho »	Degré d'association
1 à 0,90	Très fort
0,89 à 0,70	Fort
0,69 à 0,4	Moyen
0,39 à 0,20	Faible
0,19 à 0	Très faible

ii. Comparaison de chaque paramètre physico chimique entre les différentes zones du lac (ND, ZT1, ZT2 et ZT3)

Le test de Kruskal-Wallis, un test non paramétrique, pour les données quantitatives, permet de faire une comparaison de la médiane entre plusieurs échantillons. Pour cette étude, ce test a été employé pour la comparaison de la médiane des valeurs obtenue pour les paramètres physico-chimiques entre les différentes zones du lac.

- Si $p > 0,05$, l'hypothèse nulle (H_0) est retenue : « les paramètres physico-chimiques du lac sont homogènes » ;
- si $p < 0,05$, H_0 est rejetée « les paramètres physico-chimiques du lac ne sont pas homogènes ».

Quand H_0 est rejetée, il est nécessaire de faire le test de Mann-Whitney. Ce test permet de faire une comparaison deux à deux entre les échantillons afin de détecter les éventuelles sources de différence.

iii. Comparaison de l'abondance de chaque espèce de poissons entre les différentes zones du lac (ND, ZT1, ZT2 et ZT3)

Le test de Kruskal-Wallis a été également utilisé pour comparer l'abondance de chaque espèce de poisson entre les différentes zones du lac.

- Si $p > 0,05$, H_0 est retenue : « l'abondance de poissons est homogène dans le lac » ;
- si $p < 0,05$, H_0 est rejetée « l'abondance de poissons n'est pas homogène dans le lac ».

Lorsque l'hypothèse nulle (H_0) est rejetée, il est essentiel de réaliser le test de Mann-Whitney afin de détecter les éventuelles sources de différence.

II.4.6. Analyse de l'efficacité du noyau dur

A partir des différents types de données collectées lors de cette étude, les hypothèses suivantes sont à considérer pour mettre en évidence l'efficacité de cette zone :

- la richesse spécifique: elle devrait être élevée au niveau du noyau dur car cette zone doit constituer un endroit de refuge pour les poissons vis-à-vis de la pêche ;
- l'abondance de poissons au niveau des stations en eau profonde : elle devrait toujours être élevée dans le ND par rapport au reste du lac puisque les activités de pêche ne sont pas autorisées au niveau du ND ;
- la densité des poissons au niveau des stations berges : elle devrait aussi être élevée au niveau du noyau dur comparé au reste du lac. Ceci reflèterait la qualité de l'habitat et le niveau de menace au niveau des berges des différentes zones du lac ;
- la taille du poisson : elle devrait être importante au niveau du ND par rapport à la ZT du lac puisqu'aucune activité de pêche n'est supposée exister au niveau de ce ND. Ainsi, les individus de grande taille devraient être abondants ;
- le niveau de menace: il devrait être nul pour maintenir la fonction de cette zone.

Pour cela : (1) la richesse spécifique au niveau du ND et de la ZT sera évaluée ; (2) l'abondance de poissons dans les différentes zones du lac sera comparée ; (3) la densité de poissons dans les différentes zones du lac sera calculée ; (4) les tailles des individus de poissons entre le ND et la ZT sera comparée ; (5) les différentes formes de menaces observées au niveau du ND seront enregistrées. Les résultats de ces analyses permettront d'évaluer l'efficacité du ND du lac Mandrozo.

i. Comparaison de l'abondance de poissons au niveau des stations en eau profonde

Le test ANOVA, un test paramétrique, permet la comparaison multiple de la moyenne entre les échantillons. Le test a été utilisé pour comparer la moyenne de l'abondance de poissons (toutes espèces confondues) entre les différentes zones du lac au niveau des stations en eau profonde.

- Si $p > 0,05$, H_0 est retenue : « il n'existe pas de différence significative entre l'abondance de poissons dans les différentes zones du lac » ;
- si $p < 0,05$, H_0 est rejetée : « la différence entre l'abondance de poissons dans les différentes zones du lac est significative ».

Quand l'hypothèse nulle (H_0) est rejetée, il est nécessaire de faire le test HSD de Tukey. Ce test permet de faire une comparaison deux à deux entre les échantillons afin de détecter les éventuelles sources de différence.

ii. *Comparaison de la taille des individus entre le noyau dur et la zone tampon du lac*

Le test de Mann-Whitney, un test non paramétrique, permet de comparer la médiane entre deux échantillons. Il a été utilisé pour vérifier s'il existe une différence entre la taille des individus de chaque espèce dans le Noyau Dur et dans la Zone Tampon du lac.

- Si $p > 0,05$, H_0 est retenue : « il n'y a pas de différence significative entre la taille des individus dans le noyau dur et celle dans la zone tampon » ;
- si $p < 0,05$, H_0 est rejetée : « il existe une différence significative entre la taille des individus dans le noyau dur et celle dans la zone tampon ».

III. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

III.1. Caractères physico-chimiques du lac

III.1.1. Profondeur du lac

Après les mesures effectuées sur différentes stations, la valeur moyenne de la profondeur du lac est d'environ 1,25 m ($N = 43$; $\sigma = 0,44$). Le profil du lac, suivant sa longueur du sud-ouest au nord-est est dressé sur la figure 8.

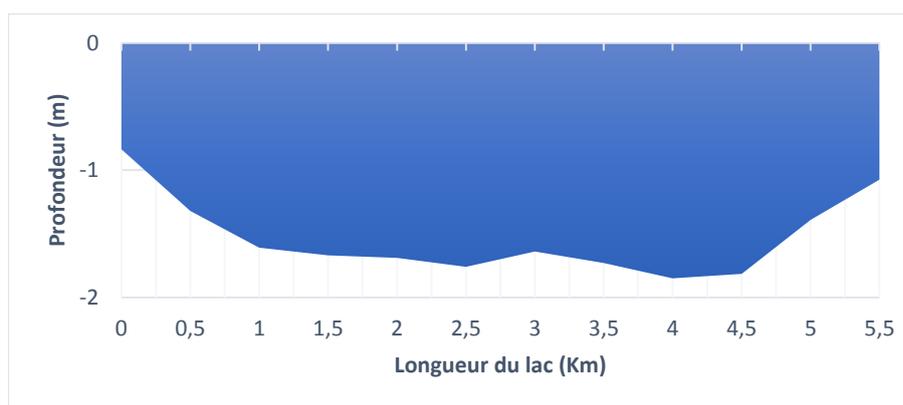


Figure 8. Profil du lac Mandrozo suivant sa longueur du sud-ouest au nord-est

Pour la superficie du lac Mandrozo soit 1800 ha, la profondeur du lac ne varie pas beaucoup, bien que le profil du lac montre qu'en s'éloignant de la berge, la profondeur augmente. Ce qui fait que la partie centrale du lac est la partie la plus profonde. Avec une profondeur maximale de 2 m, le lac est considéré comme peu profond. Le test de Kruskal-Wallis a montré que la profondeur entre les différentes zones du lac admet une différence significative ($\chi^2 = 8,496$; $ddl = 3$; $p = 0,037$). Ceci indique que les échantillonnages sont effectués dans des stations de profondeur bien variée.

III.1.2. Turbidité du lac

Le lac Mandrozo est en général turbide car il enregistre une valeur de turbidité variant de 15 à 23 cm. Cet intervalle indique que le lac possède beaucoup des particules solides en suspension contribuant à l'opacité de l'eau et aussi à l'origine de sa couleur jaune. La comparaison de la valeur de la turbidité par le test de Kruskal-Wallis n'a pas montré de différence significative au niveau des différentes zones du lac ($\chi^2 = 5,420$; $ddl = 3$; $p = 0,143 > 0,05$).

III.1.3. Conductivité, température et pH du lac

Pour la conductivité, sa valeur moyenne calculée est de 226 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ($N = 43$; $\sigma = 10$). La température du lac varie largement. Sa valeur est comprise entre 24°C et 31°C ($N = 43$; $\bar{x} = 26,2$ °C; $\sigma = 2$) au cours de la période d'étude. Les valeurs du pH relevées dans les différentes stations montrent également une grande variation allant de 7,3 à 9,5 ($N = 43$; $\bar{x} = 8,33$; $\sigma = 0,59$). Ces valeurs indiquent que l'eau du lac est basique. Le test de comparaison de la valeur de ces trois paramètres entre les différentes zones du lac a montré des variations significatives, soit :

- la température (test de Kruskal-Wallis : $\chi^2 = 11,439$, $ddl = 3$, $p = 0,009 < 0,05$) ;
- le pH (test de Kruskal-Wallis : $\chi^2 = 25,133$, $ddl = 3$, $p = 1,4 \cdot 10^{-05} < 0,05$) ;
- la conductivité (test de Kruskal-Wallis : $\chi^2 = 11,144$, $ddl = 3$, $p = 0,011 < 0,05$).

Tableau 4. Tableau récapitulatif des valeurs des paramètres physico-chimiques prélevés sur les 43 stations à Mandrozo

	Profondeur (m)	Turbidité (cm)	Température (°C)	pH	Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Minimale	0,57	15	24	7,3	210
Maximale	2	23	31	9,5	250
Moyenne	1,25	18,8	26,2	8,3	226
Ecart-type	0,44	1,5	2	0,59	10

Concernant les variations des paramètres abiotiques, seulement entre la température et le pH qu'une forte corrélation existe (test de corrélation de Spearman : $N = 36$; $r_s = 0,760$). Pour les restes des paramètres, la corrélation reste moyenne ou négligeable pour certains d'autres (Annexe 10).

III.1.4. Nature du substrat

A partir des échantillons collectés (N = 19 échantillons) au niveau des stations berges et après décantation, des photos ont été prises (figure 10). Une analyse visuelle des couches constituant le substrat a été réalisée par la suite. En moyenne, trois répartitions des particules ont été distinguées (Figure 9).

- La couche superficielle avec une proportion de 19 % est formée de petites particules d'argile et de limon. Elles ont une taille granulométrique relativement petite, inférieure à 0,06 mm ;
- la couche intermédiaire, de couleur noir, représente 13 % de l'ensemble des échantillons. Elle correspond à une couche de sable mélangée avec des débris de matières organiques mortes. Sa taille granulométrique est inférieure à 20 mm ;
- la couche du fond est constituée uniquement du sable de couleur claire. Sa taille granulométrique est la même que celle de la couche intermédiaire. C'est également la couche la plus épaisse avec 68 % pour l'ensemble du substrat du lac.

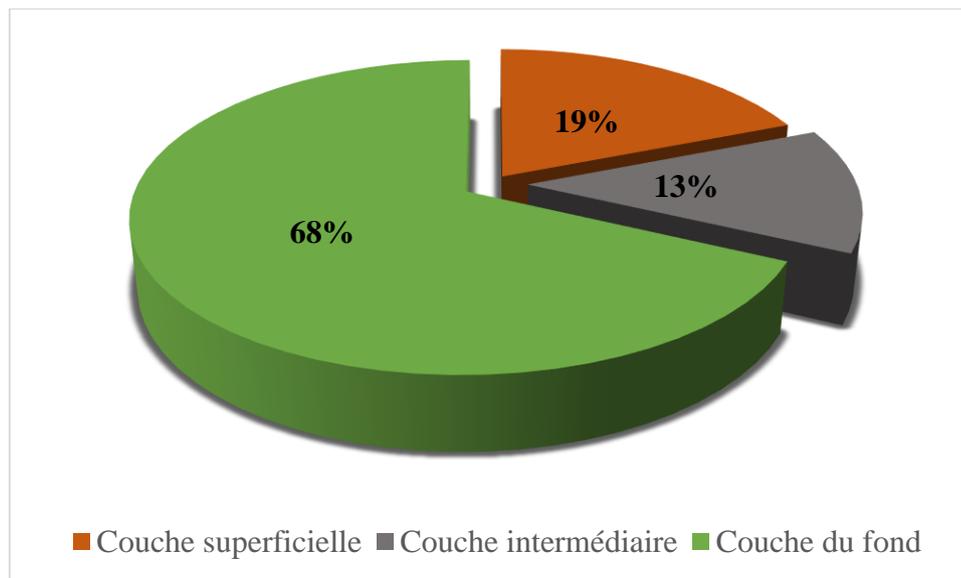


Figure 9. Proportion des couches composant le substrat au niveau du lac Mandrozo

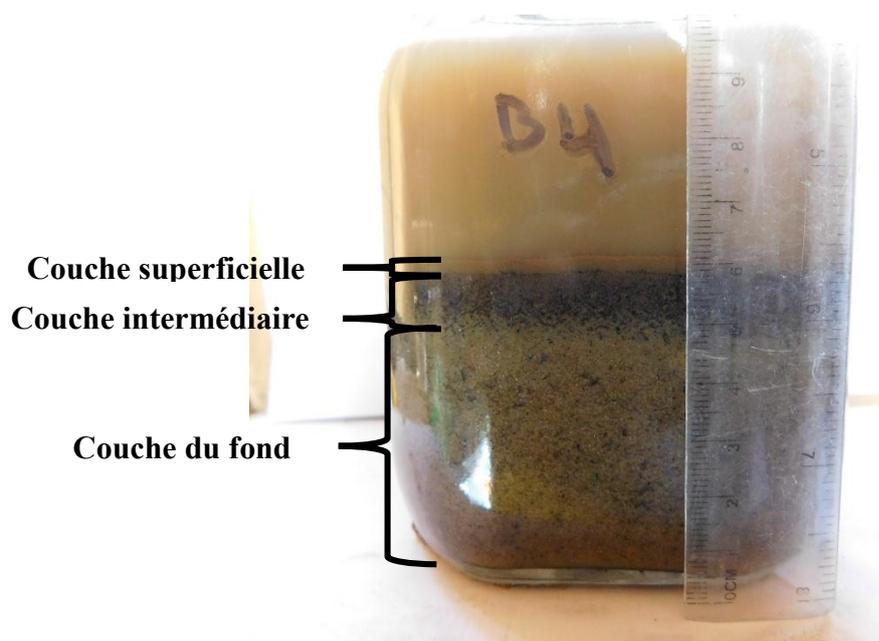


Figure 10. .Echantillon de substrat au niveau du lac Mandrozo à la station B4

III.2. Communauté ichtyofaunique du lac Mandrozo

III.2.1. Richesse spécifique

Une liste de 13 espèces de poissons appartenant à neuf familles a été dressée pendant cette étude (Annexe 11). Ces espèces sont toutes constituées que par des espèces natives euryhalines et par des espèces introduites (Tableau 5).

Tableau 5. Liste des espèces inventoriées dans le lac Mandrozo

Famille	Nom scientifique	Origine	Tolérance à la salinité	Nom vernaculaire
AMBASSIDAE	<i>Ambassis natalensis</i>	Native	Euryhalin	Karara
ANGUILLIDAE	<i>Anguilla mossambica</i>	Native	Euryhalin	Amalona maitso
ANGUILLIDAE	<i>Anguilla bicolor</i> *	Native	Euryhalin	Amalompotsy
ANGUILLIDAE	<i>Anguilla marmorata</i> *	Native	Euryhalin	Drietra
CHANIDAE	<i>Chanos chanos</i>	Native	Euryhalin	Vango
CICHLIDAE	<i>Oreochromis niloticus</i>	Introduite	Eau douce	Fia

CICHLIDAE	<i>Tilapia zillii</i>	Introduite	Eau douce	Borivava
CICHLIDAE	<i>Tilapia rendalli*</i>	Introduite	Eau douce	Menasiky
CLUPEIDAE	<i>Spratellomorpha bianalis</i>	Native	Euryhalin	Varilava
GOBIIDAE	<i>Glossogobius giuris</i>	Native	Euryhalin	Banana
MEGALOPIDAE	<i>Megalops cyprinoides</i>	Native	Euryhalin	Mokosa
OSTEOGLOSSIDAE	<i>Heterotis niloticus</i>	Introduite	Eau douce	Mapoka
SCATOPHAGIDAE	<i>Scatophagus tetracanthus*</i>	Native	Euryhalin	Hinta

(*) : Espèces capturées par les pêcheurs en dehors de la pêche expérimentale

Parmi les 13 espèces recensées au niveau du lac, neuf sont des espèces natives euryhalines et les restes sont des espèces introduites. Aucune espèce endémique n'a été recensée dans le lac Mandrozo durant notre travail.

III.2.2. Abondance relative des poissons

i. Abondance relative des poissons au niveau des berges

Au niveau des stations berges, un total de 1 766 individus a été échantillonné. Chaque espèce a été classée suivant leur abondance respective (Tableau 6). Les espèces dominantes représentent 94 % de l'abondance relative au niveau de la berge. Elles sont constituées par *Glossogobius giuris*, *Spratellomorpha bianalis* et *Oreochromis niloticus*. *Tilapia zillii* est l'espèce influente présentant 5,15 % de l'ensemble. *Megalops cyprinoides* et *Ambassis natalensis* forment les espèces rares au niveau de la berge avec 4,6 % de l'abondance totale. Dernièrement, avec seulement deux individus capturés, *Anguilla mossambica* est considérée comme une espèce très rare soit 0,06 % de l'effectif total.

Tableau 6. Abondance relative des espèces de poissons au niveau de la berge

<i>Espèces</i>	<i>Abondance relative</i>	<i>Classe d'abondance</i>
<i>Glossogobius giuris</i>	53,01 %	Dominante
<i>Spratellomorpha bianalis</i>	25,02 %	Dominante
<i>Oreochromis niloticus</i>	16,30 %	Dominante
<i>Tilapia zillii</i>	5,15 %	Influente
<i>Megalops cyprinoides</i>	0,27 %	Rare
<i>Ambassis natalensis</i>	0,19 %	Rare
<i>Anguilla mossambica</i>	0,06 %	Très rare

ii. *Abondance relative des poissons en eau profonde*

Les engins de pêche déployés au niveau des stations en eau profonde ont permis de collecter 2 670 individus. Chaque espèce a été également classée suivant leur abondance respective (Tableau 7). Ici, les espèces dominantes sont formées par *Glossogobius giuris* et *Ambassis natalensis*. La somme des abondances relatives de ces deux espèces comptent 81 % de l'abondance totale en eau profonde. Les deux espèces influentes sont *Oreochromis niloticus* et *Megalops cyprinoides* dont leurs abondances relatives sont respectivement 8,13 % et 6,56 %. *Tilapia zillii* et *Heterotis niloticus* sont considérées comme les espèces rares car elles ne forment que 2,68 % et 1,52 % de l'effectif total des individus capturés. Finalement, *Chanos chanos* est classé comme espèce très rare avec un seul individu capturé lors de l'étude.

Tableau 7. Abondance relative des espèces de poissons en eau profonde

<i>Espèces</i>	<i>Abondance relative</i>	<i>Classe d'abondance</i>
<i>Glossogobius giuris</i>	54,13 %	Dominante
<i>Ambassis natalensis</i>	26,95 %	Dominante
<i>Oreochromis niloticus</i>	8,13 %	Influente
<i>Megalops cyprinoides</i>	6,56 %	Influente
<i>Tilapia zillii</i>	2,68 %	Rare
<i>Heterotis niloticus</i>	1,52 %	Rare
<i>Chanos chanos</i>	0,03 %	Très rare

En considérant tous les individus capturés, que ce soit au niveau des berges qu'en eau profonde, les espèces introduites ne représentent que 15 % des individus collectés. Les espèces natives euryhalines représentent la majorité des espèces échantillonnées.

iii. *Proportion des individus de poissons au niveau des différentes zones du lac*

Avec 135 ha soit 7,5 % de la surface totale du lac, le noyau dur abrite une portion importante de l'abondance des poissons du lac. Le nombre total des individus capturés lors de cette étude s'élève à 4436 individus. Au niveau du noyau dur, la proportion peut varier entre 17 et 68 % de l'effectif total (Tableau 8). Quant à *Chanos chanos*, cette espèce n'a été inventoriée qu'une seule fois dans l'eau profonde avec un seul individu.

Tableau 8. Proportion des individus de chaque espèce entre les différentes zones du lac

Espèce	Effectif total	ND	ZT1	ZT2	ZT3
<i>Chanos chanos</i>	1	100 %	0 %	0 %	0 %
<i>Tilapia zillii</i>	132	68 %	9 %	10 %	13 %
<i>Heterotis niloticus</i>	35	63 %	11 %	14 %	11 %
<i>Anguilla mossambica</i>	2	50 %	0 %	50 %	0 %
<i>Oreochromis niloticus</i>	476	41 %	19 %	19 %	20 %
<i>Glossogobius giuris</i>	2305	33 %	26 %	20 %	21 %
<i>Spratellomorpha bianalis</i>	543	33 %	4 %	54 %	9 %
<i>Ambassis natalensis</i>	733	18 %	43 %	25 %	14 %
<i>Megalops cyprinoides</i>	209	17 %	14 %	23 %	46 %

Comme illustré dans le tableau 8, l'abondance des 4 espèces, notamment *Tilapia zillii*, *Heterotis niloticus*, *Oreochromis niloticus* et *Glossogobius giuris*, est presque toujours élevée au niveau du ND par rapport au reste du lac, avec des proportions entre 33 % et 68 %. Après le noyau dur, c'est la ZT2 qui suit en termes d'abondance. *Spratellomorpha bianalis* montre une abondance élevée au niveau de cette zone avec 54 % de son effectif total. Pour *Ambassis natalensis*, elle montre une abondance élevée au niveau de la ZT1 avec une proportion de 43 %. Au niveau de la ZT3, c'est *Megalops cyprinoides* qui est l'espèce la plus abondante, 46 % de son effectif total se trouve au niveau de cette zone.

III.2.3. Indice de diversité de Shannon (H') et équitabilité (E)

L'indice de Shannon (H') montre une valeur égale à 2,058. Cette valeur se trouve entre la valeur fixée par Margalef (1972), qui varie entre 1,5 et 3,5. Comparée à la valeur de H_{max} qui est de 3,17, la valeur de H' est inférieure à cette valeur. La communauté ichthyologique du lac Mandrozo est donc moins diverse.

Ce résultat est aussi soutenu par la valeur de l'équitabilité qui est de 0,65. Cette valeur est trop loin de la valeur maximale (1), ce qui indique que la communauté est mal répartie. C'est-à-dire qu'il y a une dominance de certaines espèces dans les échantillons prélevés comme le cas de *Glossogobius giuris* qui représente à elle seule près de la moitié des échantillons.

III.3. Structure des populations de poissons

La répartition de l'abondance des individus entre les différentes classes de tailles n'est pas la même (Tableau 9). La classe de taille [21 - 24 cm[renferme le plus grand nombre d'individus, soit 26,4 % de l'effectif total. Elle est suivie par les classes [6 - 9 cm[et [12 - 15 cm [, qui représentent respectivement 16,87 % et 16,78 % de l'effectif total. Les classes de taille situées au niveau des deux extrémités, c'est-à-dire,]0 - 6 cm[et [27 cm et plus, renferment des proportions relativement faibles. L'ensemble de ces classes ne représente que 5,66 % de l'effectif total.

Glossogobius giuris est toujours présent sur toutes les différentes classes de tailles. Ensuite, *Oreochromis niloticus* est seulement absent au niveau de la dernière classe, c'est-à-dire, 30 cm et plus. Pour *Tilapia zillii*, *Ambassis natalensis* et *Megalops cyprinoides*, elles sont moins réparties par rapport aux deux premières espèces. Par contre, *Spratellomorpha bianalis* et *Heterotis niloticus* n'ont qu'une seule classe de tailles. [6 et 9 cm[pour *Spratellomorpha bianalis* et 30 cm et plus pour *Heterotis niloticus*.

Tableau 9. Répartition des individus de chaque espèce selon les classes de tailles

Classe de tailles (cm)	Effectif	Proportion de chaque espèce (%)						
		<i>Glossogobius giuris</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>	<i>Tilapia zillii</i>	<i>Spratellomorpha bianalis</i>	<i>Ambassis natalensis</i>	<i>Megalops cyprinoides</i>	<i>Heterotis niloticus</i>
]0 - 3[	6	67 %	33 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
[3 - 6[	76	83 %	16 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %
[6 - 9[	748	18 %	8 %	2 %	73 %	0 %	0 %	0 %
[9 - 12[	338	36 %	39 %	20 %	0 %	5 %	0 %	0 %
[12 - 15[	744	16 %	15 %	5 %	0 %	64 %	0 %	0 %
[15 - 18[	404	33 %	5 %	2 %	0 %	60 %	0 %	0 %
[18 - 21[	343	86 %	13 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
[21 - 24[	1172	91 %	6 %	0 %	0 %	0 %	2 %	0 %
[24 - 27[	434	68 %	3 %	0 %	0 %	0 %	28 %	0 %
[27 - 30[	115	54 %	3 %	0 %	0 %	0 %	43 %	0 %
[30 et plus	54	22 %	0 %	0 %	0 %	0 %	15 %	63 %

Au niveau de chaque espèce, la structure de la population présente une différence (Figure 11). Pour *Oreochromis niloticus* et *Tilapia zillii*, leurs populations sont majoritairement constituées par des individus sub-adultes, qui forment respectivement 56 % et 88 % de leurs effectifs total. Entre ces deux espèces, *Oreochromis niloticus* est la seule espèce avec des individus adultes, qui constituent près d'un tiers de sa population. Pour *Spratellomorpha bianalis* et *Megalops cyprinoides*, leurs populations sont homogènes. Elles ne sont constituées que par des individus jeunes pour *Megalops cyprinoides* et des individus adultes pour *Spratellomorpha bianalis*. Pour *Heterotis niloticus* et *Glossogobius giuris*, leurs populations sont largement dominées par des individus adultes, avec une proportion de 94 % chez *Heterotis niloticus* et 91 % chez *Glossogobius giuris*. Pour *Ambassis natalensis*, sa population n'est formée que par des individus adultes (33 %) et sub-adultes (67 %), les formes juvéniles sont absentes. L'effectif relativement faible de *Chanos chanos* et d'*Anguilla mossambica* n'a pas permis de montrer la structure de la population de ces deux espèces.

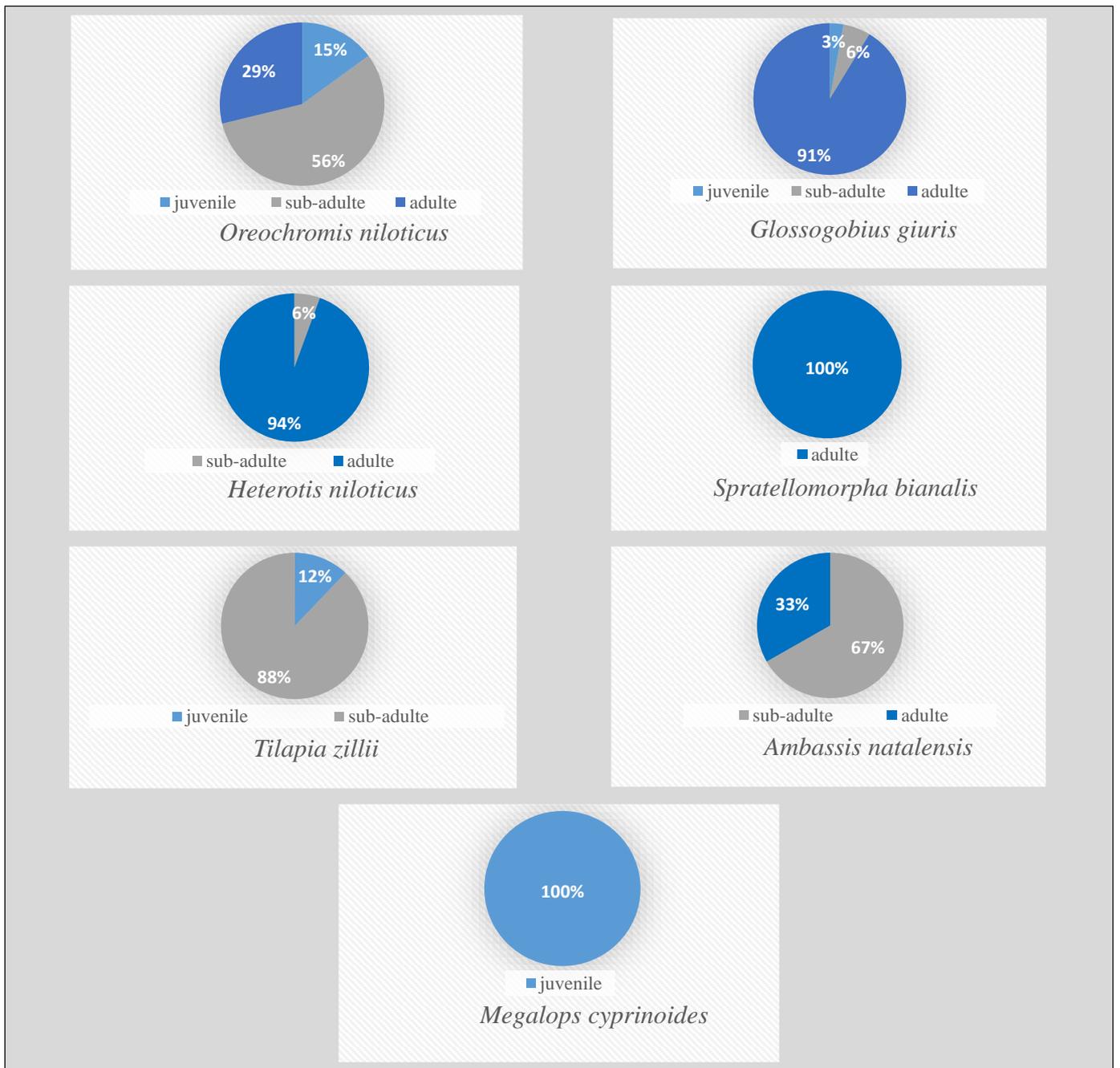


Figure 11. Structure des populations par espèce de poissons dans le lac Mandrozo

III.4. Influence des paramètres abiotiques sur l'abondance piscicole

Les paramètres physico-chimiques dans les différentes parties du lac ne sont pas homogènes (test de Kruskal-Wallis : $p < 0,05$) (Annexe 8). Malgré ces variations, la répartition de l'abondance de chaque espèce de poissons reste homogène dans les différentes zones du lac (Tableau 10).

Tableau 10. Résultats du test de Kruskal-Wallis pour la comparaison de l'abondance de chaque espèce de poissons entre les différentes zones du lac.

Espèces	χ^2	ddl	p
<i>Ambassis natalensis</i>	5,3807	3	0,1459
<i>Megalops cyprinoides</i>	5,979	3	0,1126
<i>Glossogobius giuris</i>	6,8859	3	0,0756
<i>Spratellomorpha bianalis</i>	3,3181	3	0,3451
<i>Heterotis niloticus</i>	2,5558	3	0,4653
<i>Tilapia zillii</i>	4,1703	3	0,2436
<i>Oreochromis niloticus</i>	7,2536	3	0,0642

III.5. Densité, stock et biomasse des poissons du lac Mandrozo

Les droites de régressions pour l'évaluation de stock obtenue à partir des pêches successives au niveau des différentes stations berges (Annexe 12) ont permis d'avoir la densité de poissons au niveau de ces stations (Tableau 11). Pour l'ensemble du lac, la valeur de la densité moyenne est de 0,103 individu/m² soit 102 695 individus/km².

Dans le Noyau Dur, le stock de poissons est estimé à 181 008 individus. Dans la zone tampon, il est évalué à 1 523 237 individus.

Tableau 11. Densité de poissons au niveau de chaque station berge

Station	Zone	Densité (Individus/m ²)
B1	ND	0,1600
B2	ND	0,0560
B3	ND	0,3440
B4	ND	0,1040

B5	ND	0,0064
B6	ZT	0,0032
B7	ZT	0,0640
B8	ZT	0,0560
B9	ZT	0,0696
B10	ZT	0,1704
B11	ZT	0,0696
B12	ZT	0,0360
B13	ZT	0,2920
B14	ZT	0,0448
B15	ZT	0,0336
B16	ZT	0,1072
B17	ZT	0,1568
B18	ZT	0,0672
B19	ZT	0,1104
Moyenne		0,103

Les espèces au niveau du lac peuvent être groupées selon leur densité. Il y a celles qui ont une densité élevée comme *Glossogobius giuris* avec 53 409 individus/km² (Tableau 12), et celles qui ont une densité moyenne telles que *Ambassis natalensis*, *Spratellomorpha bianalis* et *Oreochromis niloticus*, avec des valeurs situées entre 16 977 et 11 001 individus/km². Les espèces qui possèdent une densité faible sont *Tilapia zillii* et *Megalops cyprinoides*. Leur densité est respectivement de 3 057 et 4 841 individus/km². Dernièrement, les espèces de très faible densité sont composées par *Anguilla mossambica*, *Heterotis niloticus* et *Chanos chanos*. Leur densité varie entre 23 et 764 individus/km² seulement.

En termes de biomasse, ce sont *Glossogobius giuris* et *Oreochromis niloticus* qui possèdent les valeurs les plus élevées, c'est-à-dire de 1 199 à 4 219 kg/km². *Chanos chanos*, *Heterotis niloticus* et *Megalops cyprinoides* ont des biomasses faibles, des valeurs variant de 12 à 794 kg/km² notamment à cause de leurs densités relativement faibles.

Tableau 12. Résultats de l'évaluation de stock par espèce en nombre et en biomasse dans le lac Mandrozo

Espèces	Densité (individus/km ²)	Biomasse (kg/km ²)
<i>Ambassis natalensis</i>	16 977	917
<i>Anguilla mossambica</i>	46	12
<i>Chanos chanos</i>	23	35
<i>Glossogobius giuris</i>	53 409	4 219
<i>Heterotis niloticus</i>	764	452
<i>Megalops cyprinoides</i>	4 841	794
<i>Oreochromis niloticus</i>	11 001	1 199
<i>Spratellomorpha bianalis</i>	12 576	31
<i>Tilapia zillii</i>	3 057	333

III.6. Rendement de la pêche

A partir des enquêtes menées auprès des pêcheurs et des données issues des campements des pêcheurs, le nombre maximal autorisé à exercer la pêche au niveau du lac est fixé à 200 pêcheurs par saison. Cet effectif a été établi par les gestionnaires du site en imposant des quotas au niveau de chaque unité de gestion. La saison de pêche dure sept mois à partir de la cérémonie de l'ouverture de la pêche « Teabony » du lac Mandrozo. La saison de pêche est ouverte au mois d'Avril et se ferme au mois de Novembre. Généralement, les pêcheurs déposent leurs filets (filet maillant 40 mm en général) tôt le matin et ils les retirent vers la fin de l'après-midi.

En général, les espèces de poissons les plus exploitées sont constituées par les espèces introduites : *Oreochromis niloticus*, *Heterotis niloticus* et *Tilapia zillii*. *Megalops cyprinoides* et *Glossogobius giuris* restent des espèces accessoires.

Pour la productivité du lac, pour cette année d'étude, le rendement a diminué avec une valeur de 189 tonnes (figure 12). En combinant les données de plusieurs années, en moyenne la productivité du lac est estimée à 227,4 tonnes par saison (N = 10 ; $\sigma = 37$). Ceci donne une moyenne de 8 kg de poissons frais par jour par pêcheur.

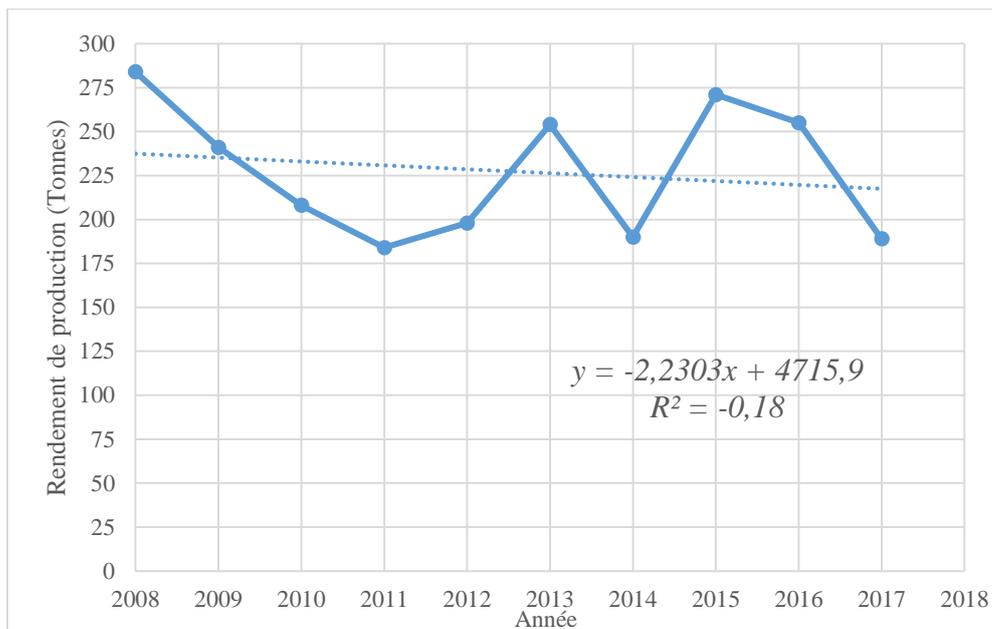


Figure 12. Rendement de production des pêcheurs entre 2008 et 2017 au sein du lac Mandrozo

D'une année à une autre, le rendement de production des pêcheurs présente toujours une variation. L'année 2011, 2014 et 2017 montrent les valeurs les plus basses en termes de production. Les années 2008, 2013, 2015 et 2016 correspondent aux pics où le rendement de production des pêcheurs est élevé. La tendance du rendement de production des pêcheurs présente une droite de très faible pente ($a = -2,2303$) avec un coefficient de corrélation négative faible $R^2 = -0,18$. Autrement dit, le stock de poissons ne semble pas diminuer significativement dans le temps.

Quelques endroits ont été trouvés comme les plus fréquentés par les pêcheurs durant la période d'étude (Figure 13). Il s'agit de :

- la zone proche du noyau dur (1) : les pêcheurs se bousculent pour déposer leurs filets au niveau de cette zone. C'est une zone très appréciée par les pêcheurs car les poissons qui tentent de sortir du noyau dur sont immédiatement capturés par leurs filets.
- La partie centrale du lac autour de l'îlot « Nosibe » (2) : les pêcheurs déposent leurs filets tout autour de l'îlot en perturbant le plan d'eau environnant à l'aide d'un bâton pour faire sortir les poissons qui s'abritent sous les couvertures végétales entourant l'îlot.
- La partie sud-est du lac (3) : c'est-à-dire, aux environs du déversoir de la source d'eau Mahiarere. Les pêcheurs sont nombreux à fréquenter cette zone car non seulement cette source alimente le lac en eau mais aussi en produits piscicoles c'est-à-dire que les poissons qui migrent

de l'amont en aval de cette source d'eau auront une probabilité élevée d'être capturés par les pêcheurs.

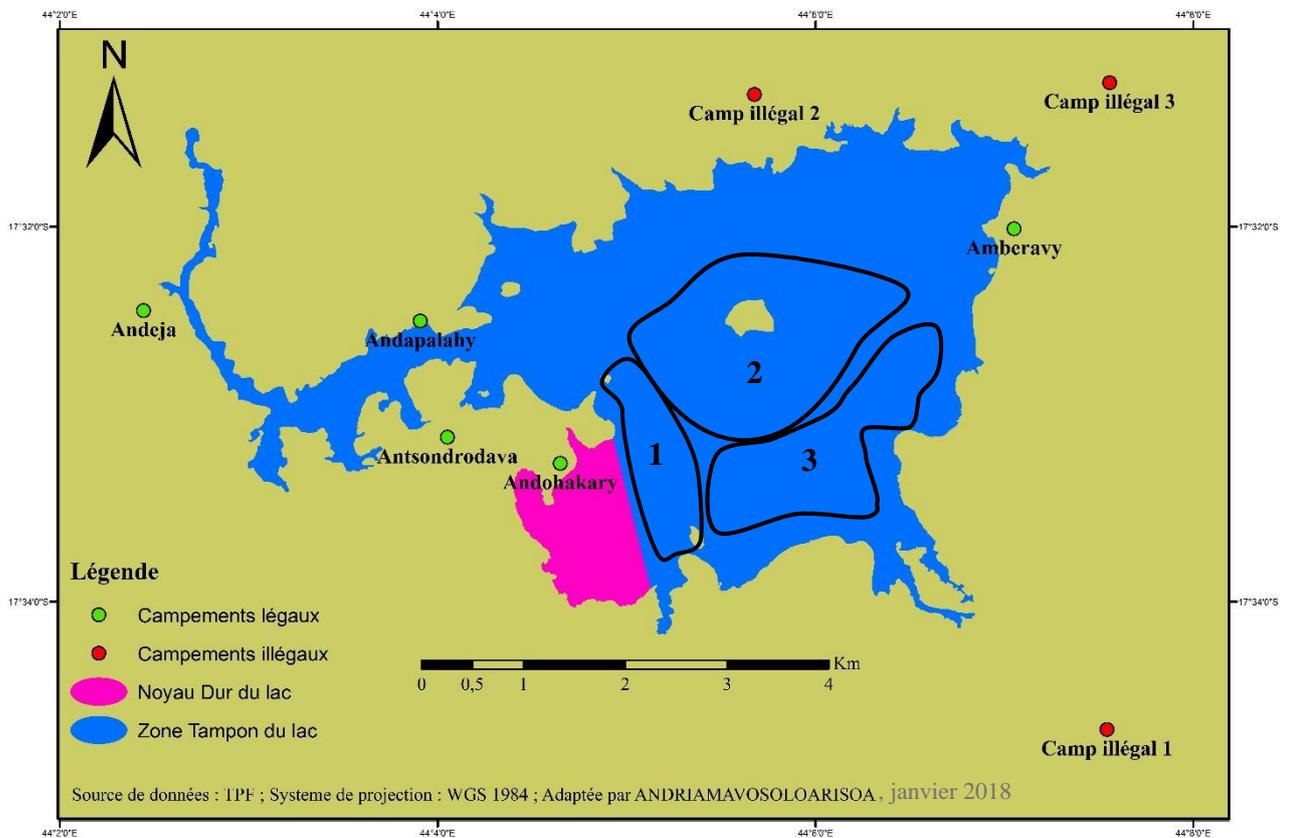


Figure 13. Zones principales de pêches avec la localisation des campements légaux et illégaux autour du lac Mandrozo

III.7. Pressions et menaces au niveau du lac

Une liste des menaces et pressions, pesant sur le lac Mandrozo, observées et enregistrées durant la période d'étude se résume ci-après :

- délit et infraction au niveau du Noyau Dur. Au total, sept infractions ont été observées et enregistrées durant la période d'étude ;
- utilisation des engins de pêche non règlementaires, c'est-à-dire, l'utilisation des filets maillants de mailles inférieures à la dimension autorisée (soit 40 mm), et l'utilisation des filets maillants de longueur hors norme (la norme se fixe à 200 m par pêcheur soit 2 filets maillants de 100 m de long), ainsi que l'emploi des engins de pêche non autorisés comme la senne de plage « Bemangôka » ;
- la pêche nocturne qui est prohibée par le cahier de charge ;

- le non-respect des tabous, comme le salage de poissons effectué par les pêcheurs au niveau des campements, la présence de pêcheurs sur les îlots sacrés, le non-paiement des amendes pour les personnes qui ont enfreint les tabous ;
- la présence des pêcheurs et des campements illégaux (Figure 13). Dans certaines parties du lac, il a été observé le vestige d'un campement clandestin indiquant dans un passé récent la présence de pêcheurs clandestins. La présence des pêcheurs non-inscrits dans la liste des pêcheurs autorisés pratiquant la pêche pour la saison a été également observée.

Il est également à noter l'existence de certaines personnes qui extraient la sève de *Bismarckia nobilis* « Mokoty » pour la fabrication d'une boisson alcoolique « Sora » aux environs du lac, au sein même de l'AP. Cette activité conduite à la dégradation de la végétation aux alentours du lac.

Les différentes sortes d'infractions observées et effectuées par certains pêcheurs risqueraient d'engendrer la non durabilité de l'activité de pêche par une tendance menant vers une surexploitation du lac. Au cours de la période d'étude, il est également constaté l'absence des agents de surveillance au niveau du lac. Aucune patrouille n'a été observée pendant la journée, or les menaces sont omniprésentes dans les différentes parties du lac. Seuls les techniciens de l'organisme The Peregrine Fund ont effectué quelques patrouilles au niveau du ND et cela a permis d'interpeller un certain nombre d'infractions. Pendant la nuit, seules quelques tentatives d'interpellations des pêcheurs effectuant des activités illégales ont été enregistrées. En effet, durant les descentes matinales pour rejoindre les stations d'études, il a été constaté fréquemment la présence des pêcheurs munis de grandes torches indiquant l'utilisation d'un filet senne de plage au niveau des berges. Ce dernier est un engin de pêche dévastateur au niveau du lac, car il capture tous les poissons que ce soit des individus de petite ou de grande taille dans son rayon d'action.

III.8. Efficacité du noyau dur du lac

III.8.1. Richesse spécifique au niveau du noyau dur

Les espèces inventoriées via la pêche expérimentale s'élèvent à neuf. Elles ont été recensées au niveau du ND. Malgré la large étendue de la ZT, la richesse spécifique enregistrée au niveau de cette dernière est inférieure à celle du noyau dur, soit huit seulement.

Tableau 13. Richesse spécifique au niveau de chaque zone du lac

Espèces	Présence/absence dans (zonage du lac) :	
	Noyau Dur	Zone Tampon
<i>Oreochromis niloticus</i>	1	1
<i>Tilapia zillii</i>	1	1
<i>Heterotis niloticus</i>	1	1
<i>Ambassis natalensis</i>	1	1
<i>Megalops cyprinoides</i>	1	1
<i>Glossogobius giuris</i>	1	1
<i>Spratellomorpha bianalis</i>	1	1
<i>Chanos chanos</i>	1	0
<i>Anguilla mossambica</i>	1	1
Total	9	8

Chanos chanos a été seulement recensé au niveau du noyau dur du lac. Cette espèce est classée comme espèce très rare lors de cette étude. Ceci indique que le noyau dur constitue un refuge pour cette espèce.

III.8.2. Abondance de poissons en s'éloignant du noyau dur

A partir des deux lignes de transect établies au niveau du lac, il en ressort une régression progressive de l'abondance de poissons dans la zone tampon, au fur et à mesure qu'on s'éloigne du noyau dur (figure 14). Autrement dit, en s'éloignant du noyau dur, l'abondance de poissons diminue (coefficient de corrélation $R^2 = 0,9019$). Cette tendance est exprimée par une droite de régression de pente forte $a = -31,313$.

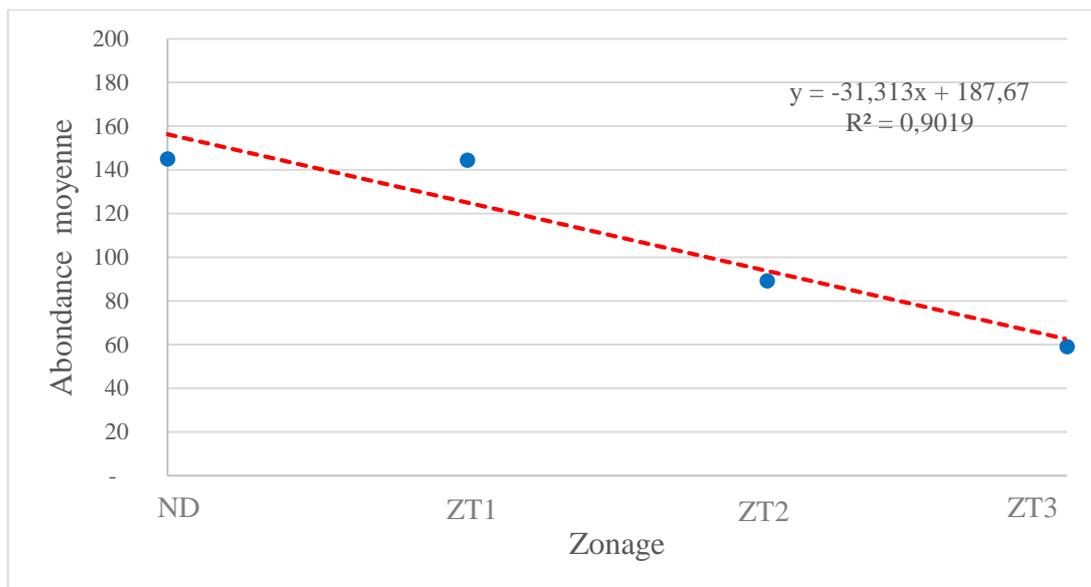


Figure 14. Droite de régression montrant l'abondance des poissons suivant les différentes zones du lac

Le noyau dur reste la zone la plus abondante en poissons, comme illustré par la figure 14. La proximité entre le ND et la ZT1 a pour conséquence une abondance de poissons presque similaire dans ces deux zones. Ceci est dû aux déplacements de poissons entre les deux zones, puisqu'il n'existe pas de barrière physique séparant le ND à la ZT. ZT2 et ZT3 restent les zones les moins abondantes en termes de poissons au niveau du lac. La comparaison de l'abondance de poissons a permis de montrer qu'il y a une différence significative entre les différentes zones du lac (test ANOVA : $F = 10,74$; $p = 3,39 \cdot 10^{-3} < 0,05$). Ensuite, le test de Tukey a permis de révéler que seule entre ZC et ZT1 et aussi entre ZT2 et ZT3 qu'il n'existe pas de différence significative pour l'abondance de poissons. Pour les restes des comparaisons, la différence est significative ($p < 0,05$) (Annexe 9).

III.8.3. Densité au niveau des différentes zones du lac

La densité au niveau des différentes zones des stations berges varie largement (Tableau 14). Le ND reste la zone la plus dense en poissons suivie de la ZT2, respectivement, elles présentent des densités de 166 000 et 142 000 individus/km². Ces deux zones sont caractérisées par des couvertures végétales intactes. Alors que pour ZT1 et ZT3, la densité (respectivement 63 200 et 74 000 individus/km²) reste relativement faible par rapport aux deux premières zones. Les différentes formes de menaces présentes au niveau du lac sont à l'origine de la faible densité de ces zones.

Tableau 14. Densité moyenne des poissons au niveau des différentes zones du lac

Zonage	Densité (individus/km ²)
ND	166 000
ZT1	63 200
ZT2	142 000
ZT3	74 000

III.8.4. Répartition de la taille des individus de chaque espèce dans le noyau dur et dans la zone tampon.

Pour un certain nombre d'espèces, la présente étude montre que la taille des individus entre le noyau dur et la zone tampon du lac est différente pour les trois espèces : *Glossogobius giuris* (test de Mann-Whitney : $W = 648480$, $p = 1,131.10^{-8} < 0,05$), *Megalops cyprinoides* (test de Mann-Whitney : $W = 3945$, $p = 0,01 < 0,05$) et *Oreochromis niloticus* (test de Mann-Whitney : $W = 28792$, $p = 0,001 < 0,05$). Leurs tailles au niveau du noyau dur sont significativement plus grandes que celles enregistrées au niveau de la zone tampon du lac.

Tableau 15. Répartition de la taille des individus entre le Noyau Dur et la Zone Tampon

espèces	Noyau Dur					Zone Tampon				
	N	\bar{x} (cm)	σ	Min	Max	N	\bar{x} (cm)	σ	Min	Max
<i>Glossogobius giuris</i>	707	20,64	4,67	1	36	1598	18,77	6,07	2	36
<i>Spratellomorpha bianalis</i>	172	6,28	0,45	6	7	371	6,29	0,54	6	8
<i>Oreochromis niloticus</i>	148	14,70	4,77	8	28	328	13,42	5,75	2	28
<i>Tilapia zillii</i>	83	11,16	1,8	7	17	49	10,69	2,94	5	16
<i>Megalops cyprinoides</i>	36	26,06	1,88	21	31	173	25,66	2,52	11	35
<i>Ambassis natalensis</i>	132	13,47	1,36	11	17	601	13,54	1,61	11	23
<i>Heterotis niloticus</i>	22	37,23	5,13	23	46	13	37,77	9,44	26	58

N = Effectif ; \bar{x} = Taille moyenne ; σ = Ecart-type ; Min = Taille minimale ; Max = Taille maximale

III.8.5. Niveau de menaces et de pressions au niveau du noyau dur

Durant l'étude sur terrain, la présence d'infractions au niveau du ND du lac a été signalée. Un total de sept infractions a été enregistré au niveau du ND (Tableau 16). Ce nombre paraît assez élevé pour la durée de l'étude qui est assez courte. En effet, le nombre d'infractions enregistrées au niveau du noyau dur varie de deux à cinq respectivement pour le mois d'août et septembre. Les types d'infractions identifiées au niveau de cette zone sont tous constitués par des pêches illégales. La longueur des engins de pêche utilisée par les pêcheurs varie de 400 m à 4000 m qui sont trop longs par rapport à la norme requise par le cahier de charge.

Tableau 16. Liste des infractions observées et enregistrées au niveau du noyau dur

Mois	Infractions (pêche non réglementaire)
Août	Pêche au niveau du noyau dur avec filet de 400 m
Août	Pêche au niveau du noyau dur avec filet de 800 m
Septembre	Pêche au niveau du noyau dur avec filet de 400 m
Septembre	Pêche au niveau du noyau dur avec filet de 600 m
Septembre	Pêche au niveau du noyau dur avec filet de 4000 m
Septembre	Pêche au niveau du noyau dur avec filet de 400 m
Septembre	Pêche au niveau du noyau dur avec filet de 400 m

IV. DISCUSSION

Paramètres physico-chimiques de l'eau

Selon Moses (1983), les facteurs abiotiques et les facteurs biotiques jouent un rôle clé dans la détermination de la qualité de l'eau qui influence généralement la répartition, la productivité des poissons et des autres animaux aquatiques.

Conductivité de l'eau

La valeur de la conductivité de l'eau dépend d'un certain nombre de facteurs, comme par exemple : la concentration en particules ioniques (Bhatnagar et Devi, 2013). En termes de qualité, les eaux ayant une valeur de conductivité inférieure à 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sont qualifiées excellentes (Balachandar *et al.*, 2010). Comme la présente étude a relevé une valeur de conductivité inférieure à ce seuil (226 $\mu\text{S}/\text{cm}$) pour le lac Mandrozo, c'est pourquoi ce dernier a été classé excellent en matière de qualité de l'eau. La plupart des lacs dans la partie Ouest possède une valeur de conductivité en dessous de seuil susmentionné car ils s'étalent tous sur une formation calcaire (Kiener, 1963). Ce cas pourrait être à l'origine de leurs fortes concentrations en particules ioniques. A titre d'exemple, le lac Kinkony montre une valeur autour de 213 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Nekena, 2017). Comme notre site d'étude se trouve dans cette contrée. Il n'est pas épargné de cette situation. Ceci justifie le résultat avancé ci-dessus.

Turbidité de l'eau

Bhatnagar *et al.* (2004) ont rapporté que le lac ayant une valeur de turbidité inférieure à 12 cm n'est pas favorable pour le développement des poissons. Le lac Mandrozo présente une turbidité supérieure cette valeur. Néanmoins, le lac est classé turbide à cause de ces particules élevées en suspension.

Dans le cas du lac Alaotra, les particules en suspension due au vent sont à l'origine de faible valeur de la turbidité du lac se situant entre 25 et 40 cm (Moreau, 1977). Ce qui pourrait être aussi le cas pour notre site d'étude, où les particules fines du fond composées de l'argile et de limon s'agitent suite au passage de vent fort et provoquent la couleur jaunâtre de l'eau.

D'après l'étude effectuée par Rasamoelina (2000) au Complexe des Trois Lacs (Befotaka, Soamalipo et Ankerika), District d'Antsalova, la période sèche pourrait être aussi à l'origine de la valeur élevée de la turbidité du lac. Cette hypothèse pourrait être également valable dans notre site d'étude car le présent travail a été fait en pleine saison sèche.

Selon également Andriamasimanana et Rabarimanana (2011), les apports de sédiments provenant de l'érosion des bassins versants contribuent à l'augmentation de la turbidité de l'eau au

niveau du lac Kinkony. Dans le cas du lac Mandrozo, la couche superficielle composée par de l'argile et de limon, pourrait être également déposée par suite de l'érosion. Sa présence semble être à l'origine de la turbidité de l'eau et de sa couleur jaunâtre.

pH de l'eau

Nisbet et Verneaux (1970) ont rapporté qu'un pH supérieur à 9 n'est que temporaire dans un milieu aquatique. De plus, un pH compris entre 5 et 9 est toujours viable pour les poissons (Primack et Ratsirarson, 2005) mais leurs productivités maximales se trouvent entre l'intervalle de 6,5 à 8,5 (FAO, 1992, Primack et Ratsirarson, 2005 ; Ekubo et Abowei, 2011).

Malgré la forte variation du pH au niveau du lac Mandrozo (entre 7,3 et 9,5), les valeurs obtenues sont toujours favorables à la survie et à la productivité des poissons. La production de pêche enregistrée dans le lac durant ces derniers temps justifie cette supposition, avec une production annuelle de 227 tonnes sur 1800 ha du lac.

Par ailleurs, de nombreux facteurs semblent influencer cette variation du pH du lac Mandrozo. Il s'agit de la température, la conductivité et la turbidité. Ces facteurs ont une corrélation positive avec le pH. Les activités photosynthétiques des plantes aquatiques pourraient également affecter la valeur du pH. Cette hypothèse est déjà vérifiée par Nisbet et Verneaux (1970). Effectivement, le lac Mandrozo est bordé dans toute sa totalité par des couvertures végétales denses.

Les pH des eaux de la partie ouest de l'île se trouvent habituellement au-dessus de 7 (Kiener, 1963), le lac Mandrozo avec un pH entre 7,3 et 9,5 ne fait pas exception à cette affirmation. Rasamoelina (2000) a trouvé une valeur de pH comprise entre 6,8 et 8 au Complexe des Trois Lacs de Manambolomaty, District d'Antsalova. Nekena (2017) a mentionné dans son étude que les lacs du Complexe Mahavavy-Kinkony possèdent un pH variant de 5,1 à 8,85. Tous ces résultats permettent de déduire que les lacs continentaux dans la partie Ouest de Madagascar auraient une valeur de pH se situant entre l'intervalle de 5,1 à 9,5.

Richesse spécifique des poissons

La richesse spécifique enregistrée lors de cette étude est nettement élevée par rapport à celle avancée par Ravelomanana et Ratsavina (2016), 13 contre 9 espèces. Cet écart pourrait être expliqué par la différence de l'effort de pêche et de la durée d'étude. La présente étude est relativement longue par rapport à celle conduite par ces auteurs. Ces derniers n'ont pas eu l'occasion d'observer *Chanos chanos*, *Anguilla marmorata*, *Anguilla bicolor* et *Anguilla mossambica* durant leur visite.

Les résultats des enquêtes menées auprès des pêcheurs ont révélé l'existence de « gogo » (*Arius madagascariensis*) dans le lac dans le passé mais jugé absente actuellement. Cette absence et la faible richesse spécifique sont dues à des pressions et menaces que subit le lac auparavant. Heureusement que la venue du The Peregrine Fund, projet de conservation et promoteur du site, a atténué l'exploitation irrationnelle du lac.

L'étude réalisée par Ravelomanana et Ratsavina (2016) au niveau du lac a indiqué la présence de *Sauvagella madagascariensis* dans le lac Mandrozo. Toutefois, l'identification sur laboratoire des spécimens capturés lors de cette étude avec l'aide de Ravelomanana a été clarifiée, les caractères morphologiques correspondaient plutôt à *Spratellomorpha bianalis*. Cette espèce est caractérisée par une nageoire anale séparée en deux alors que pour *Sauvagella madagascariensis* la nageoire anale est unique. *Sauvagella madagascariensis* ne se trouve également que dans la côte Est de l'île jusqu'à 450 m d'altitude seulement (CAMP, 2001 ; Stiassny, 2002 ; Sparks, 2003). Par contre, pour *Spratellomorpha bianalis*, elle se localise dans la partie ouest de l'île. Toutefois, sa distribution sur l'île ne se limite que dans le Parc National d'Ankarafantsika (CAMP, 2001). Ainsi, la présence de cette espèce dans le lac Mandrozo constitue une nouvelle distribution de cette espèce à Madagascar. Malgré cela, seule des études approfondies sur cette espèce permettront de confirmer exactement s'il s'agit de la même espèce trouvée dans le Parc National d'Ankarafantsika.

Les études menées par Sparks et Stiassny (2003 et 2008) ont déjà montré que la partie Ouest de Madagascar est pauvre en espèces de poissons d'eau douce. D'après Kiener (1963), la communauté ichthyique dans cette partie de l'île est dominée par les espèces euryhalines. Des études effectuées dans cette contrée par différents auteurs confirment toutes ces hypothèses (Rasamoelina, 2000 ; Ravelomanana et Ratsavina, 2015, 2016). Les résultats obtenus lors de cette étude sont similaires à ceux des auteurs mentionnés ci-dessus.

Des études antérieures ont déjà mentionné que la diversité spécifique de l'écorégion de l'Ouest est relativement faible par rapport à celle du nord-ouest. Le lac Kinkony abrite au moins 33 espèces d'ichtyofaune (Raminosoa, 2004) alors que le lac Mandrozo et le Complexe Manambolomaty n'hébergent respectivement que 13 et 16 espèces seulement (Rasamoelina, 2000).

Abondance relative des espèces

Glossogobius giuris est l'espèce la plus abondante au niveau du lac Mandrozo. Ce cas a été déjà signalé par Ravelomanana et Ratsavina (2016) lors de leur étude au sein du même lac. Quant aux espèces introduites, elles ne représentent que 15 % de l'effectif global. D'après nos observations, ces espèces sont les plus prisées par les pêcheurs durant la saison de pêche. C'est pourquoi elles sont moins abondantes dans les échantillons vu que la saison de pêche a déjà débuté quatre mois avant cette étude.

Les enquêtes menées auprès des pêcheurs ont déjà avancé que, les espèces de la famille des CICHLIDAE et *Heterotis niloticus* sont les plus exploitées par les pêcheurs à Mandrozo, grâce à leurs intérêts économiques relativement importants et leurs productivités élevées.

Le fait de n'avoir capturé que deux individus de *Anguilla mossambica* ne signifie pas que l'abondance est très faible au niveau du lac. Deux causes principales pourraient être à l'origine de ce résultat : (1) utilisation des engins de pêche non adéquats. Les techniques employées lors de l'utilisation des filets maillant et senne n'ont pas permis de capturer l'espèce en question ; (2) son mode de vie. Les anguilles sont plutôt nocturnes (Kiener, 1963) d'où leurs absences pendant le jour.

Tilapia rendalli et *Scatophagus tetracanthus* semblent être rares dans le lac à l'heure actuelle. Aucun individu de ces espèces n'a été capturé durant cette étude. Leurs présences ne sont confirmées que par les prises issues des pêcheurs. Cette rareté est probablement due à des pressions émanant des pêcheurs qui utilisent parfois des engins non règlementaires et à la période d'étude. L'étude effectuée par Ravelomanana et Ratsavina (2016) s'est déroulée au début de la campagne de pêche et a permis de capturer quelques individus de ces espèces alors que la présente n'a commencé que quatre mois après la date d'ouverture de la saison annuelle de pêche.

Composition de la communauté ichthyique du lac Mandrozo

Cansela Da Fonseca (1968) a évoqué dans son étude qu'une communauté ayant une valeur de l'équitabilité inférieure à 0,8 est non équitable. Celle-ci confirme que la communauté piscicole au niveau du lac Mandrozo est mal répartie avec une dominance de certaines espèces. Ce déséquilibre pourrait être causé par l'activité de pêche rendant certaines espèces comme *Tilapia zillii*, *Oreochromis niloticus*, *Heterotis niloticus*, *Chanos chanos* et *Megalops cyprinoides* moins abondantes. Pour les autres espèces dont *Ambassis natalensis*, *Glossogobius giuris* et *Spratellomorpha bianalis*, les engins de pêche utilisés par les pêcheurs ne permettent pas de les capturer d'où leurs abondances encore élevées.

Structure des populations des espèces de poissons

La famille des CICHLIDAE est représentée par les deux espèces introduites : *Oreochromis niloticus* et *Tilapia zillii*. Les échantillons capturés ont permis d'en déduire que la taille des individus de cette famille se trouve entre 2 et 28 cm. Ces valeurs indiquent que cette famille est capable de se reproduire plusieurs fois pendant toute l'année. Kiener (1963) a également rapporté que ces espèces peuvent se reproduire presque toute l'année dans la partie Ouest de l'île. Mais dans les résultats, il y a un déséquilibre sur la répartition de la taille des individus capturés. Les individus adultes semblent être rares à cause de l'activité de pêche. C'est pourquoi ces espèces sont moins représentées dans l'effectif global.

Pour *Glossogobius giuris*, sa taille se distribue à partir de 1 cm jusqu'à 36 cm. Ceci confirme également que cette espèce est capable de se reproduire pendant toute l'année et que la reproduction peut se faire en eau douce. Son abondance dans les échantillons reflète cette hypothèse. Kiener (1963) a déjà mentionné que cette espèce euryhaline se reproduit et se développe normalement en eau douce.

Heterotis niloticus est formé par une population homogène, c'est-à-dire formée par des individus adultes. Moreau et Moreau (1982) ont montré que cette espèce ne se reproduit qu'une seule fois par an dans la partie Est de la grande île. Ceci paraît également valable pour la partie Ouest car les individus capturés sont tous des adultes. Cette situation semble s'expliquer par la reproduction en une seule fois de l'année.

Pour *Megalops cyprinoides*, sa population est composée d'individus jeunes. Selon Pauly et Froese (2017), c'est une espèce amphibiotique. Les individus adultes ne se retrouvent que dans la mer. L'absence des formes adultes pour cette espèce au niveau du lac Mandrozo est donc tout à fait normale.

Abondance des poissons et variations des paramètres abiotiques

Les résultats de cette étude ont révélé que les paramètres physico-chimiques du lac n'affectent pas l'abondance des espèces de poissons dans le lac Mandrozo. Des études antérieures [Moreau et al (1988) ; Kiener (1963) ; Anderson et Heemstra (2003) ; Sparks et Stiassny (2003 et 2008) ; UICN (2016) ; Froese et Pauly (2017)] ont déjà montré que les espèces recensées au lac Mandrozo sont toutes à large distribution. Ce qui signifie qu'elles s'adaptent facilement quel que soit les conditions écologiques du milieu. Par contre, le facteur extrinsèque dont l'activité de pêche influence énormément l'abondance de poissons dans le lac. Ravelomanana et Ratsavina (2016) ont déjà confirmé que la faible abondance dans certaines zones au niveau du lac indique que ces zones sont les plus fréquentées et les plus exploitées par les pêcheurs.

Stock de poissons à Mandrozo

L'étude effectuée par Ravelomanana et Ratsoavina (2016) a montré que le stock de poisson au niveau du lac a été faible. Ils n'ont observé que 1 080 691 individus seulement pour l'ensemble du lac soit une densité de 60 038 individus/km². Par contre, la présente étude a trouvé une valeur largement supérieure pour le même site, 1 848 505 individus, soit 102 000 individus/km². La méthode utilisée lors de cette étude avec le nombre de stations est presque les mêmes que celles de Ravelomanana et Ratsoavina (2016). La période d'échantillonnage pourrait être la seule origine de cette différence car les auteurs mentionnés ci-dessus ont effectué leur étude au mois de juin soit deux mois avant la présente étude. Pendant cette période, le niveau de l'eau est encore assez élevé, ceci réduit l'efficacité du filet senne utilisé pour l'évaluation de stock.

Pour comparer la densité de poissons dans le lac avec les autres lacs de la partie ouest de l'île, voici quelques exemples : Au niveau du Complexe des Trois Lacs à Manambolomaty, la densité est estimée à 95 902 individus/km² (Ravelomanana et Ratsoavina, 2016). Le lac Kinkony est le seul lac qui enregistre une densité élevée par rapport au site d'étude, sa densité est évaluée à 158 600 individus/km² (Rasoloariniaina, 2010). Ces deux études ont utilisé la méthode de De Lury pour l'évaluation du stock de poissons. Par contre, l'effort de pêche, les engins de pêche utilisés et la saison d'échantillonnage diffèrent avec la présente étude.

Il a été également constaté que les différentes zones du lac présentent des variations relativement nettes en termes de stock. La qualité de l'habitat, l'utilisation des engins de pêche et les règles de gestion pourraient être les causes principales de cette variation. L'accès au noyau dur est strictement interdit selon la clause du cahier de charges. C'est pourquoi il abrite plus de poissons par rapport aux autres zones. De plus, les zones constituées par des végétations denses possèdent encore de quantités élevées de poissons par rapport à des zones plus ou moins dégradées, déjà confirmé par Ravelomanana et Ratsoavina (2016). Les collectes de roseaux et la conversion de bordure du lac en rizières sont les principales menaces de la dégradation de la végétation aquatique du site d'étude (The Peregrine Fund, 2013).

Tendance de la production annuelle des pêcheurs

La production annuelle des pêcheurs semble très variée d'une année à une autre. Entre 2008 et 2017, la production de pêche présente une fluctuation allant de 284 à 184 tonnes. L'explication de cette situation repose sur quatre points fondamentaux : (1) non enregistrement de produits de pêche journalier auprès des chefs campements ; (2) fluctuation de l'effectif des pêcheurs enregistrés ; (3) non-respect des règles de gestion ; et (4) effets de la variabilité climatique. Pourtant, la quantité de produits se trouve toujours en dessus de 220 tonnes par an en moyenne. En comparant cette valeur avec celle du Complexe des Trois Lacs à Manambolomaty, qui est de 136 tonnes (source : Base de Données TPF), le lac Mandrozo est plus productif. Mais tenant compte de l'étendue du lac, la production de pêche devrait être au-delà de la valeur enregistrée à l'heure actuelle.

Efficacité du noyau dur

Les gestionnaires de l'AP Mandrozo ont utilisé deux critères fondamentaux pour la mise en place de l'actuel noyau dur : (1) sa forme : le noyau dur est une sorte de baie au niveau du lac. Cette situation facilite sa protection ; (2) son emplacement : il est à proximité d'une zone sacrée où l'accès y est interdit. Ainsi, la fréquentation humaine est relativement rare.

La présente étude constitue le premier document concernant l'efficacité du noyau dur du lac Mandrozo. Les analyses ont montré que le noyau dur mis en place est efficace en matière de conservation et de gestion des ressources piscicoles malgré les menaces et pressions enregistrées. Cette zone joue les rôles suivants : (1) réservoir : elle contribue au maintien de stock de poissons au niveau du lac ; (2) refuge des espèces rares de poissons et des individus de grande taille. L'application des règles de gestion, l'implication de la population locale et l'engagement effectif des gestionnaires locaux sont également à l'origine de l'efficacité de cette zone (Rajaonarison *et al.*, 2009).

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La présente étude réalisée dans le lac Mandrozo pendant la saison sèche, fait partie des quelques rares études effectuées sur les poissons d'eau douce au niveau de la Région Melaky. Ainsi, les informations obtenues complètent les bases de données sur l'ichtyofaune de la partie Ouest et de la grande île. Cette étude présente également des informations préliminaires sur l'efficacité du noyau dur du lac.

De plus, elle a permis de montrer que la richesse spécifique au niveau du lac est faible avec 13 espèces de poissons seulement. Aucune espèce endémique n'est présente dans le lac. L'indice de diversité a prouvé que la communauté piscicole du lac est moins diverse et mal répartie. *Glossogobius giuris* constitue l'espèce la plus abondante. Elle représente plus de 50 % de l'effectif total des poissons capturés lors de cette étude. Tenant compte des paramètres physico-chimiques du lac et de la densité poisson, le lac Mandrozo se classe parmi les lacs productifs. Quoique, l'absence des individus adultes due à l'activité de pêche vers la fin de la saison de pêche pourrait avoir un effet négatif sur le renouvellement de stock car ce sont les géniteurs qui sont à l'origine du repeuplement des poissons au niveau du lac. Le noyau dur du lac, après analyse, est jugé efficace pour la conservation et pour le maintien du niveau de stock dans le lac. Il constitue une zone propice pour le développement des poissons.

Concernant les hypothèses de recherche émises au début de cet ouvrage, elles sont toutes rejetées, c'est-à-dire : (1) les paramètres physico-chimiques ne sont pas similaires dans l'ensemble du lac ; (2) les paramètres physico-chimiques n'influencent pas la répartition de l'abondance des espèces de poissons dans le lac. (3) En termes d'abondance, la faune ichtyologique dans le lac se répartit inégalement. Le noyau dur possède plus d'individus que les autres zones malgré les menaces et pressions enregistrées.

Le fait d'avoir plus de poissons engendre des menaces et pressions émanant des pêcheurs. Cette situation rendrait vulnérable ce noyau dur. Ainsi, quelques recommandations sont avancées afin de le conserver convenablement et d'assurer la pérennisation des populations piscicoles pour les générations futures :

- Renforcer ou optimiser l'effort de contrôle et de surveillance au niveau du lac et aux environs pour maîtriser ou atténuer toutes sortes de délits et infractions éventuels ;
- une mise à jour des règles de gestion s'avère important pour la gestion durable des ressources piscicoles. Voici quelques points à revoir :

- emplacement des campements des pêcheurs : regrouper les campements des pêcheurs dans un même secteur afin de mieux contrôler leurs activités ;
- enregistrement des produits de pêche : confier aux techniciens du projet The Peregrine Fund l'enregistrement journalier des produits de pêche afin d'avoir des données solides et fiables en terme d'effectif et de biomasse ;
- augmenter le nombre d'agents de contrôle et de surveillance, connu sous le nom de POFAM (Polisin'ny Faritra Arovana Mandrozo) au niveau de l'Aire Protégée. Actuellement, les membres constituant cette entité sont au nombre de 30 personnes seulement alors que la superficie de l'AP est relativement large, 15 145 ha. L'augmentation de l'effectif de deux fois plus apporterait des bons résultats ;
- optimiser l'effort de sensibilisation au niveau des trois Communes Rurales concernées ;
- identifier et développer des Activités Génératrices de Revenus (AGRs) afin de réduire la dépendance de la population riveraine aux ressources naturelles ;
- protéger les bassins versants pour réduire le phénomène d'érosion qui pourrait changer les caractéristiques du lac ;
- réaliser une évaluation de l'efficacité du noyau dur du lac chaque année en prenant comme référence les résultats de cette étude ;
- conduire une étude similaire avant l'ouverture et après la fermeture de la campagne de pêche. Ceci dans le but de :
 - avoir une idée sur le stock de poissons hors période de la pêche ;
 - connaître la variation saisonnière de la population restante, de la richesse spécifique, de la structure de la population et des paramètres physico-chimiques du lac Mandrozo.
- Etudier la composante ichtyologique des différents lacs satellites entourant le lac Mandrozo et celle de la rivière Mahiarere, étant la seule cours d'eau qui alimente le lac pendant toute l'année.

BIBLIOGRAPHIE

1. **Anderson, M. E. & Heemstra, P. C. 2003.** Review of the glassfishes (Perciformes: Ambassidae) of the western Indian Ocean. *Cybium*, 27 (3) : 199-209.
2. **Andriamasimanana, R. & Rabarimanana, M. 2011.** Analyses de la dégradation du lac Kinkony pour la conservation du Complexe des Zones Humides Mahavavy - Kinkony, Région Boeny, Madagascar. *Madagascar Conservation & Development*, 6 (1) : 22-28.
3. **Association RENIALA. 2015.** Mise en place des "plots botaniques" dans les forêts sèches de la NAP Mandrozo Maintirano (Région MELAKY). Rapport non publié. The Peregrine Fund, Madagascar.
4. **Balachandar, D., Sundararaj, P., Rutharvel, M. K. & Kumaraswamy, K. 2010.** An investigation of groundwater quality and its suitability to irrigated agriculture in Coimbatore District, Tamil Nadu, India – A GIS Approach. *International journal of environmental sciences*, 1 : 176-190.
5. **Barbier, E. B. 2007.** Valuing ecosystems as productive inputs. *Economic Policy*, 22, 177–229.
6. **Benstead, J. P., De Rham, P. H., Gattolliat, J. L., Gibon, F. M., Loiseau, P. V., Sartori, M., Sparks, J. S. & Stiassny, M. L. J. 2003.** Conserving Madagascar's Freshwater Biodiversity. *BioScience*, 53 (11) : 1101-1111.
7. **Benstead, J. P., Stiassny, M. L. J., Loiseau, P. V., Riseng, K. J., & Raminosoa, N. 2000.** River conservation in Madagascar. In *Global perspectives on river conservation: Science, policy, and practice*, P. J. Boon, B. R. Davies, and G. E. Petts (Eds.). Chichester, United Kingdom: Wiley.
8. **Bhatnagar, A. & Devi, P. 2013.** Water quality guidelines for the management of pond fish culture. *International Journal of Environmental Sciences*, 3 (6) : 1980-2009.
9. **Bhatnagar, A., Jana, S. N., Garg, S. K. Patra, B. C., Singh, G. & Barman, U. K. 2004.** Water quality management in aquaculture. In: *Course Manual of summerschool on development of sustainable aquaculture technology in fresh and saline waters*, CCS Haryana Agricultural, Hisar (India), pp 203-210.
10. **Blackwell, M. S. A. & Pilgrim, E. S. 2011.** Ecosystem services delivered by small-scale wetlands. *Hydrological Sciences Journal*, 56 (8) : 1467-1484.
11. **Bone, Q. & Marshall, N. B. 1982.** *Biology of fishes*. Blackie, Glasgow and London. 253p.
12. **CAMP. 2001.** Rapport version final sur l'évaluation et plans de gestion pour la conservation de la faune de Madagascar : poissons d'eau douce. 448p.

13. **Cansela, D. F. 1968.** Théorie de l'information et diversité spécifique. *Bull. Mus. Natn. Hist. Paris*, 2ème série, 38 : 961-968.
14. **Cohen, D. M. 1970.** *How many recent fishes are there ? Proc. Calif. Acad. Sci.*, 38, 341-345.
15. **Cornet, A. 1974.** *Essai de cartographie bioclimatique à Madagascar*. Notice explicative n°55. ORSTOM, Paris.
16. **De Rham, P. H. 1996.** Poissons des eaux intérieures de Madagascar. In *Biogéographie de Madagascar*, W. R. Lourenço (Ed.), pp. 423-440. Paris : ORSTOM.
17. **Ekubo, A. A. & Abowei, J. F. N. 2011.** Review of some water quality management principles in culture fisheries. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 3 : 1342-1357.
18. **FAO. 1992.** *Manuel pour le développement de la pisciculture à Madagascar*. Antsirabe, Madagascar. 226p.
19. **Glaw, F. & Vences, M. 2007.** *A field guide to the amphibians and reptiles of Madagascar*. Third edition : 22-25.
20. **Hanna Instruments. 2010.** *Instruction manual : HI 9812-5 Portable pH/EC/TDS/°C Meter*. Hanna Instruments Inc. Woonsocket, USA.
21. **Hutchinson, G. E. 1953.** The concept of pattern in ecology. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia*, 105 : 1-12.
22. **Jolly, G. M. 1965.** Explicit estimates from capture-recapture with both death and immigration. Stochastic model. *Biometric* : 52-225.
23. **Kiener, A. & Maugé M. 1966.** Contributions à l'étude systématique et écologique des poissons Cichlidae endémiques de Madagascar. In : *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle*, André, P. (Ed.). *Zoologie*, 2 : 52-97.
24. **Kiener, A. & Richard-Vindard, G. 1972.** Fishes of the continental waters of Madagascar. In : *Biogeography and ecology in Madagascar*, R. Battistini and G. Richard-Vindard (Ed.). pp. 477-499. The Hague, The Netherlands: Dr. W. Junk.
25. **Kiener, A. 1963.** *Poissons, pêche et pisciculture à Madagascar*. Publication n°24 CTFT Nogent Sur Marne France. 244p.
26. **Laurent, M. & Lamarque, P. 1975.** Utilisation de la méthode des captures successives (De Lury) pour l'évaluation de peuplements piscicoles. *Ann. Hydrobiol*, 2 : 121-132.
27. **Lauzanne, L. 1976.** Régimes alimentaires et relations trophiques des poissons du lac Tchad. *Cah. ORSTOM (Sér. Hydrobiol.)*, 10 (4) : 267-310.
28. **Loiselle, P. V. 1992.** The cichlids of Jurassic Park-part 4. *CICHLID NEWS: Do Madagascar's Cichlids have a future?* 5 (2) : 18-23.

29. **Malavoi, J. R. & Souchon, Y. 1989.** Méthodologie de description et quantification des variables morphodynamiques d'un cours d'eau à fond caillouteux. Exemple d'une station sur la Filière (Haute Savoie). *Revue de Géographie de Lyon*, 64 : 252-259.
30. **Margalef, R. 1972.** Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*, 44, 211-235.
31. **Millennium Ecosystem Assessment. 2003.** *Ecosystems and human well being : a framework for assessment*. Washington, DC: Island Press.
32. **Moreau, J. 1977.** Le lac Alaotra à Madagascar évolution géographique passée et actuelle. *Annls Limnol.* 13 (3) : 261-274.
33. **Moreau, J. 1982.** *Exposé synoptique des données biologiques sur Heterotis niloticus* (Cuvier, 1829). Synopsis FAO sur les Pêches, no 131.
34. **Moreau, J., Arrignon, J. & Jubb, R. A. 1988.** Les introductions d'espèces étrangères dans les eaux continentales africaines : Intérêts et limites. In *Biologie et écologie des poissons d'eau douce africains*, pp. 395-425. Travaux et documents de l'ORSTOM, n°216, Paris.
35. **Moreau, J., Moreau, I. 1982.** Etude du cycle annuel de la gamétogenèse chez *Heterotis niloticus* au lac Ivakoina (zone de Pangalanes) Madagascar. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 15 (3) : 271-280.
36. **Moses, B. S. 1983.** *Introduction to tropical fisheries*, Ibadan University Press, UNESCO/ICSU, Part, pp : 102-105.
37. **Nekena, M. T. P. 2017.** Suivi des espèces aquatiques cibles de conservation et étude préliminaire de l'extension de l'aire de distribution de *Paratilapia polleni* dans les lacs du Complexe Mahavavy Kinkony Région Boeny de Madagascar. Mémoire de Master. Mention Zoologie et Biodiversité Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo.
38. **Nisbet, M. & Verneaux, J. 1970.** Composantes chimiques des eaux courantes : discussion et proposition de classes en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques. *Annales de limnologie*, 6 (2) : 161-190.
39. **Primack, R. B. & Ratsirarson, J. 2005.** Principe de base de la conservation de la biodiversité. Mac Arthur. Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques de l'Université d'Antananarivo, CITE : 82-91.
40. **Projet ZICOMA. 1999.** *Les Zones d'Importance pour la Conservation des Oiseaux à Madagascar*. Projet ZICOMA, Antananarivo, Madagascar. 266p.
41. **Pruvot, Y. Z. M. 2016.** Bio-écologie et abondance du Rale d'Olivier *Amaurornis olivieri* (Grandidier & Berlioz, 1929) dans l'Aire Protégée Mandrozo, District de Maintirano, Région Melaky. Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies, Université de Toliara, Madagascar.

42. **Qambrani, G. R., Soomro, A. N., Palh, Z. A., Baloch, W. A., Tabasum, S., Lashari, K. H. & Qureshi, M. A. 2015.** Reproductive biology of *Glossogobius giuris* (Hamilton), in Manchar Lake Sindh, Pakistan. *Journal of Aquaculture Research & Development*, 6 : 392.
43. **Rajaonarison, J. L., Razanameharizaka, J. H. & Randrianirina, E. F. 2009.** *Etude d'Impact Environnemental et Social de la NAP de Mandrozo, District de Maintirano*. The Peregrine Fund, Madagascar. 202p.
44. **Rakotoambinina, S., Desprez, D., David, G., Bosc, P. & Le Roux, Y. 2009.** Caractérisation des environnements écologiques et socio-économiques de la production piscicole continentale à Madagascar. *Les Cahiers d'Outre-Mer*, 248 : 471-488.
45. **Rakotomalala, Z. 2015.** Les petits mammifères non volants de la Nouvelle Aire Protégée de Mandrozo, Nord-Ouest de Madagascar. Rapport non publié. The Peregrine Fund, Madagascar.
46. **Raminosoa, N. 1987.** Écologie et biologie d'un poisson téléostéen: *Ophiocephalus striatus* (Bloch, 1793), introduit à Madagascar. Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies, Université d'Antananarivo, Madagascar.
47. **Raminosoa, N. 2004.** Etude bioécologiques des poissons endémiques dans 4 « hot spots » de Madagascar : Rivière Nosivolo, Lac Kinkony, Lac Itasy et Lac Alaotra. Thèse de doctorat d'état sciences naturelles. Département de Biologie Animale. Université d'Antananarivo.
48. **Ramsar. 2016.** *Introduction à la Convention sur les zones humides*, Secrétariat de la Convention de Ramsar, Gland, Suisse.
49. **Randriambololona, C., Rahantalisoa, H., Da Sylva, G. & Rakotondrasoa, M. 1998.** *Guide pour l'exploitation du poisson*. Programme Sectoriel Pêche. PNUD/FAO. MAG/97/002-DT/11/98:51p.
50. **Rasamoelina, A. D. 2000.** Contribution à l'étude de la faune ichthyologique du complexe des trois lacs : Befotaka, Soamalipo et Ankerika dans la région d'Antsalova. Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies, Université d'Antananarivo, Madagascar.
51. **Rasoloariniaina, J. R. 2010.** Evaluation de stock et structure du peuplement ichthyologique des lacs Kinkony, Maliolio et Tsiambara dans la région de Boeny-Madagascar. Mémoire de DEA. Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo.
52. **Ravelojaona, R. 2017.** Contribution à l'étude bio-écologique de la communauté des chiroptères de l'Aire Protégée de Mandrozo, Ouest de Madagascar. Mémoire de Master. Mention Zoologie et Biodiversité Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo.

53. **Ravelomanana, T. & Ratsoavina, M. F. 2015.** Rapport sur les travaux d'inventaire et d'évaluation de stock des poissons du complexe Tsimembo – Manambolomaty. Rapport non publié, The Peregrine Fund, Madagascar.
54. **Ravelomanana, T. & Ratsoavina, M. F. 2016.** Inventaire et évaluation de stock de poissons dans le lac Mandrozo. Rapport non publié, The Peregrine Fund, Madagascar.
55. **Razafimahatratra, B. 2008.** Reptiles et Amphibiens des blocs forestiers d'Antsakoamalinika, d'Analalava et du lac Mandrozo. Rapport non publié. The Peregrine Fund, Madagascar.
56. **Razafimanjato, G. 2008.** Composante ornithologique du complexe de zone humide et forêts environnantes de Tambohorano lors d'une évaluation biologique rapide. Rapport non publié. The Peregrine Fund, Madagascar.
57. **Razafimanjato, G., Razafimahatratra, B., Randrianjafiniasa, D. & Andriamalala, T. 2015.** Suivi de la communauté aviaire aquatique dans la Nouvelle Aire Protégée Mandrozo, Ouest de Madagascar. *Malagasy Nature*, 9 : 49-57.
58. **Razafimanjato, G., René De Roland, L. A., Rakotondratsima, M., Andriamalala, T. R. A. & Andrianarivelo, R. M. 2012.** *Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar (FDR)-version 2009-2012. Zone humide de Mandrozo.* The Peregrine Fund, Madagascar. 21p.
59. **Royce, W. F. 1996.** Biology of Aquatic Resource Organisms. *In : Introduction to the practice of fishery science (Revised edition).* Academic Press, San Diego, California. USA. pp 134-184.
60. **Schwartz, D. 1980.** *Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes.* Flammarion Médecine Sciences, Paris. 318 p.
61. **Sparks, J. S. & Stiassny, M. L. J. 2003.** Introduction to freshwater fishes. *In: The Natural History of Madagascar.* S. M. Goodman and J. P. Benstead (Eds.), pp 849–863. The University of Chicago Press, Chicago.
62. **Sparks, J. S. & Stiassny, M. L. J. 2008.** Les poissons d'eau douce. *In: Paysages Naturels et Biodiversité de Madagascar.* S. M. Goodman (Ed.), pp 283–309. Publications Scientifiques Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN), Paris.
63. **Sparks, J. S. 2003.** Clupeidae: *Sauvagella*, *Varilava*, and *Vilimena*. *In: The Natural History of Madagascar.* S. M. Goodman and J. P. Benstead (Eds.), pp 864. The University of Chicago Press, Chicago.
64. **Stiassny, M. L. J. & Raminosoa, N. 1994.** The fishes of the inland waters of Madagascar. *Ann. Mus. RoyAfi Centr*, 275 : 133-149.

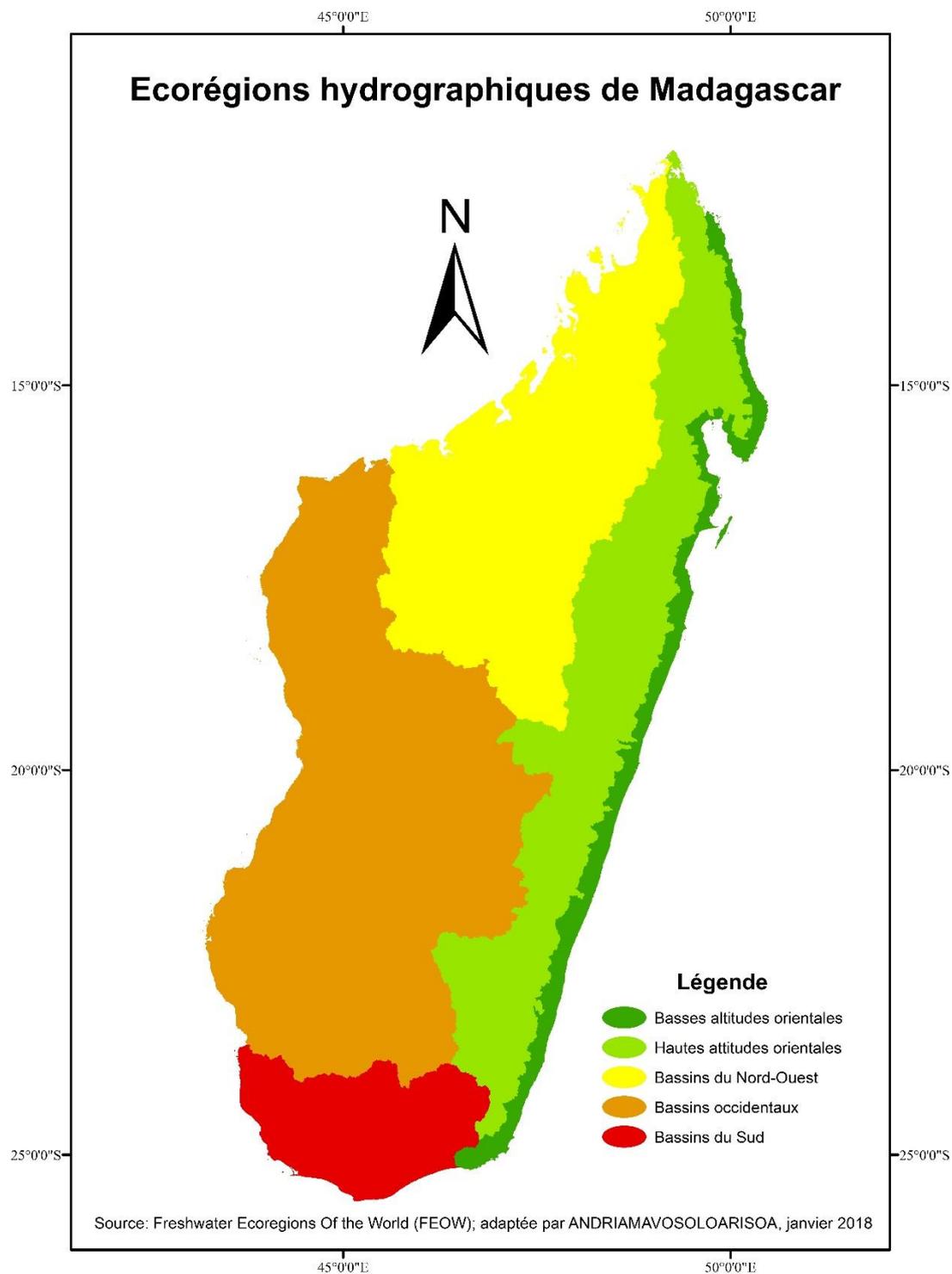
65. **Stiassny, M. L. J. 2002.** Revision of *Sauvagella* Bertin (Clupeidae; Pellonulinae; Ehiravini) with a description of a new species from the freshwaters of Madagascar and diagnosis of the Ehiravini. *Copeia*, 2002 (1) : 67-76.
66. **The Peregrine Fund. 2013.** *Plan d'Aménagement et de Gestion de la Nouvelle Aire Protégée Mandrozo*. The Peregrine Fund, Madagascar. 80p.
67. **Therezien, Y. 1963.** Régime alimentaire de plusieurs espèces de poissons des lacs Kinkony, Sahapy et autres étangs de la région nord-ouest de Madagascar. *Bull. Franç. Pise*, 211 : 37-48.
68. **UICN. 2008.** *Lignes directrices pour l'application des catégories de gestion aux aires protégées*, Dudley, N. (Ed.). Gland, Suisse.

WEBOGRAPHIE

1. **FEOW. 2018.** <http://www.feow.org>. Consulté en janvier 2018.
2. **Froese, R. & Pauly, D. 2017.** <http://www.fishbase.org>. Consulté en septembre 2017.
3. **Ifremer. 2017.** <http://www.ifremer.fr>. Consulté en octobre 2017
4. **Ramsar. 2017.** <http://www.ramsar.org/fr/zone-humide/madagascar>. Consulté en octobre 2017.
5. **UICN. 2016.** <http://www.iucnredlist.org>. Consulté en septembre 2017.

ANNEXES

Annexe 1 : Carte de Madagascar montrant les différentes écorégions hydrographiques



Annexe 2 : Liste de plantes recensées aux alentours et au niveau du lac Mandrozo (RENIALA, 2015)

famille	Genre	Espèce	Nom Vernaculaire	Forme biologique
ARACEAE	<i>Pistia</i>	<i>stratioites</i>	Ramanjaka	Herbe
ARACEAE	<i>Pistia</i>	<i>stratioites</i>	Ramanjaka	Herbe
COMMELINACEAE	<i>Commelina</i>	Sp.1	Ahibita	Herbe
COMMELINACEAE	<i>Commelina</i>	Sp. 2	Nifinankanga	Herbe
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea</i>	<i>aquatica</i>	Lalanda	Liane
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea</i>	Sp.1	Vahinamalona	Liane
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea</i>	Sp. 2	Olikolikamalo	Liane
CYPERACEAE	<i>Cyperus</i>	<i>aequalis</i>	Bondoha	Herbe
CYPERACEAE	<i>Cyperus</i>	<i>alternifolius</i>	Vinda	Herbe
CYPERACEAE	<i>Cyperus</i>	<i>compactus</i>	Tsingetsietsy	Herbe
CYPERACEAE	<i>Cyperus</i>	<i>latifolius</i>	Hera	Herbe
CYPERACEAE	<i>Cyperus</i>	sp.1		Herbe
CYPERACEAE	<i>Cyperus</i>	sp.2		Herbe
CYPERACEAE	<i>Cyperus</i>	sp.3		Herbe
CYPERACEAE	<i>Cyperus</i>	<i>madagascariensis</i>	Volodia	Herbe
CYPERACEAE	<i>Elaeocharis</i>	<i>plantaginea</i>	Reforefo	Herbe
CYPERACEAE	<i>Scirpus</i>	sp.	Moita	Herbe
CYPERACEAE	<i>Scleria</i>	<i>umbellata</i>	Vendramalonina	Herbe
FABACEAE	<i>Acacia</i>	<i>sensitiva</i>	Rohy	Liane
NYMPHACEAE	<i>Nymphaea</i>	<i>lotus</i>	Hetrevvo	Herbe
NYMPHACEAE	<i>Nymphaea</i>	<i>nouchali</i>	Jijo	Herbe
OENOTHERACEAE	<i>Ludwigia</i>	<i>repens</i>	Sarirefo	Arbrisseau
OENOTHERACEAE	<i>Ludwigia</i>	<i>stolonifera</i>	Tranonkapiky	Arbrisseau
POACEAE	<i>Panicum</i>	Sp. 1	Ahidrano	Herbe
POACEAE	<i>Panicum</i>	Sp. 2		Herbe
POACEAE	<i>Phragmites</i>	<i>communis</i>	Bararata	Herbe ligneuse
SALVINIACEAE	<i>Salvinia</i>	<i>hastata</i>	Savaimikipiky	Herbe
THELYPTERIDACEAE	<i>Thelypteris</i>	<i>palustris</i>	Faritsoky	Herbe
TYPHACEAE	<i>Typha</i>	<i>angustifolia</i>	Vondro	Herbe

Annexe 3 : Coordonnées géographiques des stations au niveau du transect T1

Station	Latitude	Longitude
T1.1	17°33'37.17"S	44° 4'29.03"E
T1.2	17°33'24.47"S	44° 4'40.65"E
T1.3	17°33'12.19"S	44° 4'51.87"E
T1.4	17°32'59.92"S	44° 5'3.12"E
T1.5	17°32'47.74"S	44° 5'14.37"E
T1.6	17°32'35.40"S	44° 5'25.61"E
T1.7	17°32'23.18"S	44° 5'36.78"E
T1.8	17°32'10.85"S	44° 5'48.07"E
T1.9	17°31'58.47"S	44° 5'59.37"E
T1.10	17°31'46.05"S	44° 6'10.71"E
T1.11	17°31'33.60"S	44° 6'22.09"E
T1.12	17°31'21.19"S	44° 6'33.45"E

Annexe 4 : Coordonnées géographiques des stations au niveau du transect T2

Station	Latitude	Longitude
T2.1	17°33'58.55"S	44° 4'39.81"E
T2.2	17°33'46.61"S	44° 4'51.28"E
T2.3	17°33'34.45"S	44° 5'2.74"E
T2.4	17°33'22.44"S	44° 5'14.15"E
T2.5	17°33'10.29"S	44° 5'25.71"E
T2.6	17°32'58.04"S	44° 5'37.15"E
T2.7	17°32'45.99"S	44° 5'48.67"E
T2.8	17°32'33.85"S	44° 6'0.13"E
T2.9	17°32'21.79"S	44° 6'11.64"E
T2.10	17°32'9.45"S	44° 6'23.24"E
T2.11	17°31'57.64"S	44° 6'34.53"E
T2.12	17°31'45.39"S	44° 6'46.05"E

Annexe 5 : Coordonnées géographiques des stations au niveau des berges

Station	Latitude	Longitude
B1	17°33'45.1"S	44°04'36.5"E
B2	17°33'59.3"S	44°04'48.8"E
B3	17°33'55.4"S	44°05'08.8"E
B4	17°33'24.0"S	44°04'47.8"E
B5	17°33'08.1"S	44°04'56.3"E
B6	17°32'52.9"S	44°04'50.9"E
B7	17°33'35.7"S	44°05'21.1"E
B8	17°32'59.3"S	44°03'08.1"E
B9	17°32'21.5"S	44°04'38.8"E
B10	17°32'31.5"S	44°05'32.1"E
B11	17°31'48.9"S	44°05'17.3"E
B12	17°33'14.2"S	44°06'27.5"E
B13	17°31'43.2"S	44°05'47.1"E
B14	17°32'53.9"S	44°06'45.5"E
B15	17°32'22.5"S	44°06'51.6"E
B16	17°31'40.5"S	44°06'27.4"E
B17	17°31'42.7"S	44°07'08.8"E
B18	17°31' 40.8"S	44°07' 00.0"E
B19	17°32'47.03"S	44° 6'46.28"E

Annexe 6 : Photos des matériels utilisés pendant les études sur le terrain



a = filet maillant ; **b** = pied à coulisse ; **c** = balance électronique ; **d** = HI 9812-5 (pH-mètre, thermomètre, conductimètre); **e** = disque de Secchi (Photo : ANDRIAMAVOSOLOARISOA, 2017)

Annexe 7 : Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques entre les différentes zones du lac

Paramètres physico-chimiques du lac	ND	ZT1	ZT2	ZT3
N	11	9	10	10
Profondeur moyenne (cm) \pm SD	109 \pm 37	145 \pm 39	139 \pm 47	118 \pm 43
Minimale (cm)	57	80	80	80
Maximale (cm)	167	180	188	200
Turbidité moyenne (cm) \pm SD	18,5 \pm 2,5	19,6 \pm 1,1	19,2 \pm 1	19 \pm 0,5
Minimale (cm)	15	18	18	18
Maximale (cm)	23	22	21	20
Température moyenne ($^{\circ}$ C) \pm SD	24,9 \pm 0,7	25,8 \pm 2,3	26,7 \pm 1,6	27,7 \pm 1,7
Minimale ($^{\circ}$ C)	24	24	24	26
Maximale ($^{\circ}$ C)	26	31	30	31
pH moyenne \pm SD	7,92 \pm 0,28	8,21 \pm 0,3	8,68 \pm 0,44	9,08 \pm 0,27
Minimale	7,3	7,9	8,1	8,6
Maximale	8,4	8,7	9,5	9,4
Conductivité moyenne (μ s/cm) \pm SD	217 \pm 8	226 \pm 7	229 \pm 11	234 \pm 10
Minimale (μ s/cm)	210	220	210	220
Maximale (μ s/cm)	230	240	240	250

Annexe 8 : Les valeurs du Test de Mann-Whitney pour le calcul de la variation de température (1), du pH (2) et de la conductivité (3) effectué entre les différentes zones du lac

(1)	ND	ZT1	ZT2
ZT1	0.7156		
ZT2	0.0294	0.4757	
ZT3	0.0013	0.0922	0.5850

(2)	ND	ZT1	ZT2
ZT1	0.08484		
ZT2	0.00186	0.02078	
ZT3	0.00074	0.00186	0.08484

(3)	ND	ZT1	ZT2
ZT1	0.1408		
ZT2	0.0966	0.7226	
ZT3	0.0097	0.1760	0.7226

Annexe 9 : Résultats du test HSD de Tukey sur l'abondance de poissons entre les différentes zones du lac

	ZC	ZT1	ZT2
ZC	1	-	-
ZT1	0,99	1	-
ZT2	0,038	0,031	1
ZT3	0,001	0,0009	0,39

Annexe 10 : Résultats du test de corrélation de Spearman entre les paramètres physico-chimiques

	Profondeur	Turbidité	Température	pH	Conductivité
Profondeur		0,002	0,118	0,56	0,019
Turbidité	0,482		0,39	0,204	0,0006
Température	-0,265	0,147		7,57E-08	0,312
pH	-0,1	0,216	0,76		0,01
Conductivité	0,4	0,541	0,173	0,422	

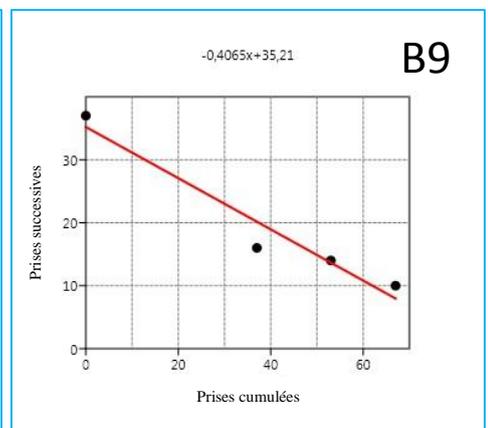
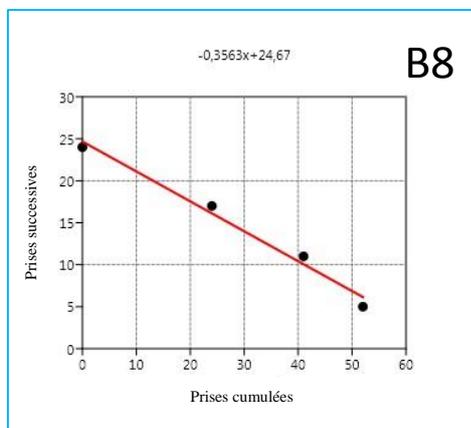
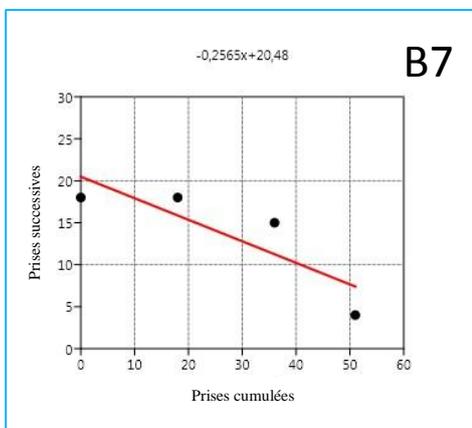
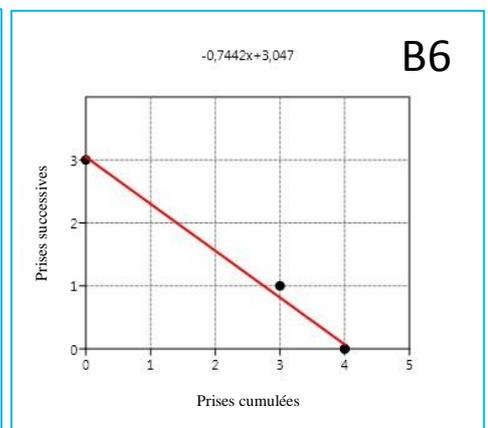
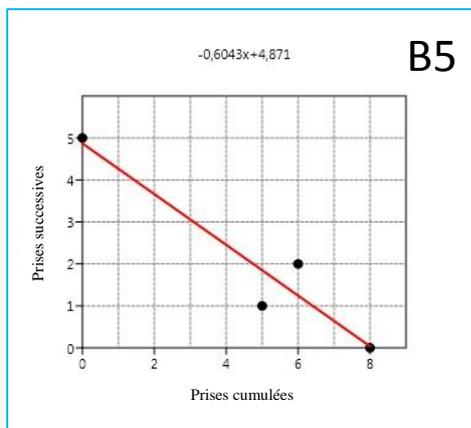
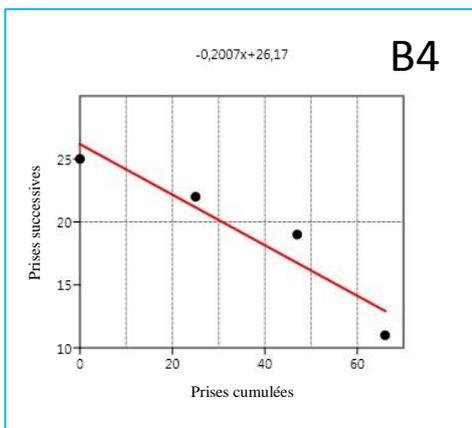
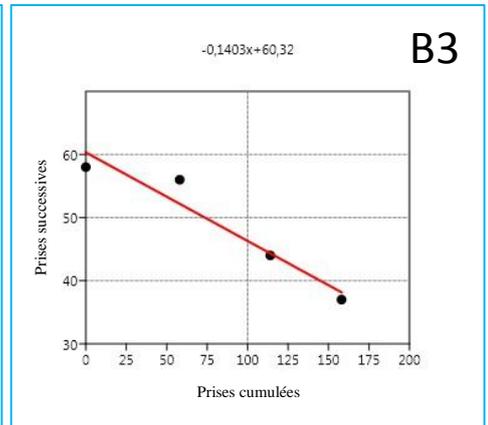
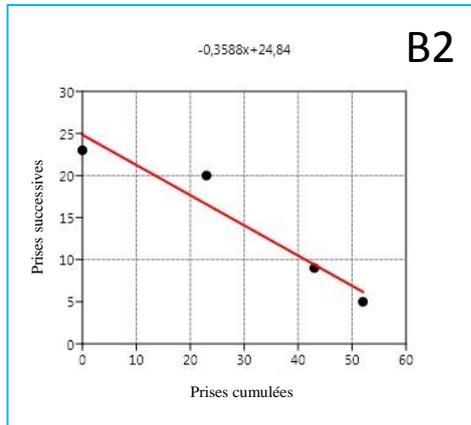
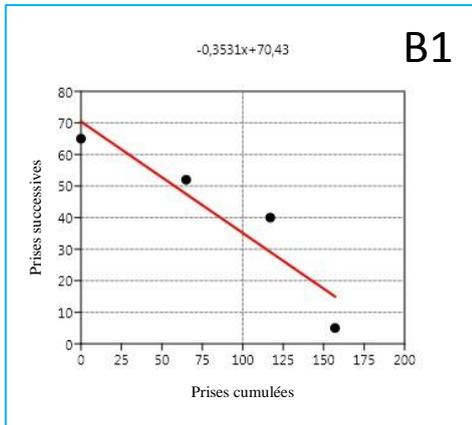
Au-dessus du diagonal les valeurs des p ; en dessous du diagonal les valeurs des coefficients de corrélation.

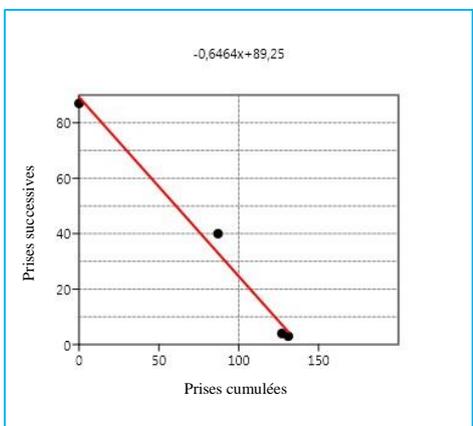
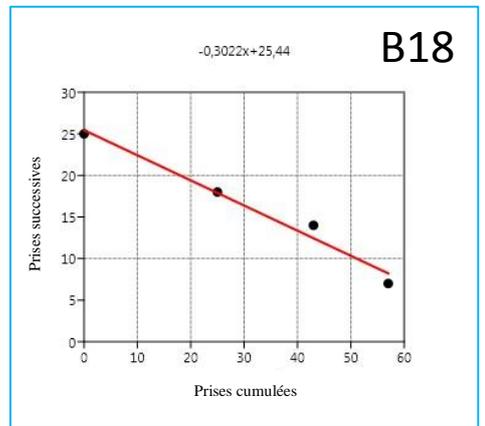
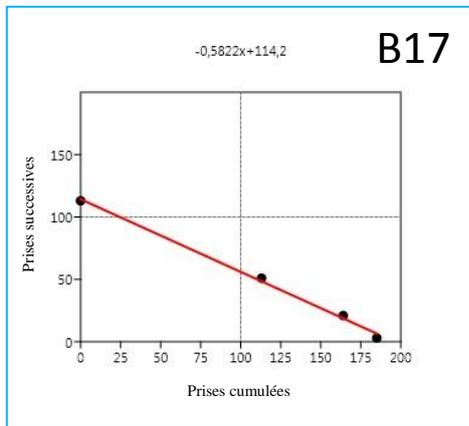
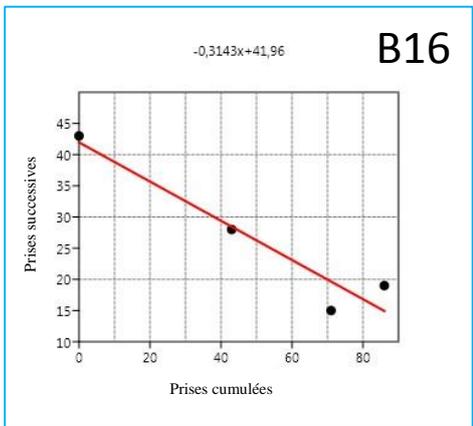
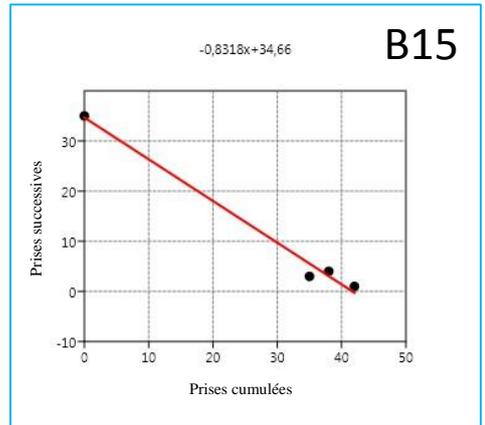
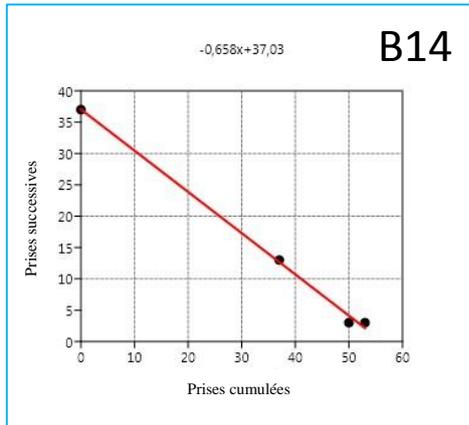
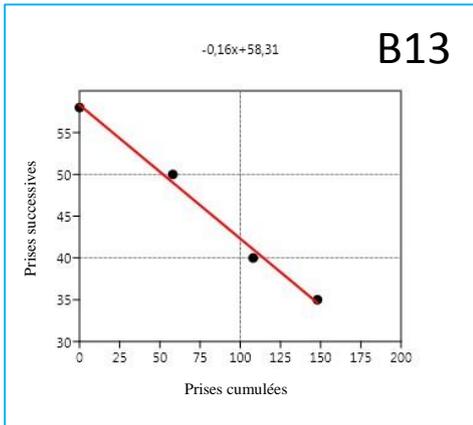
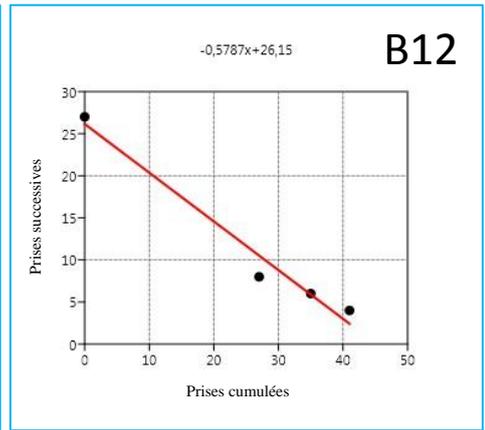
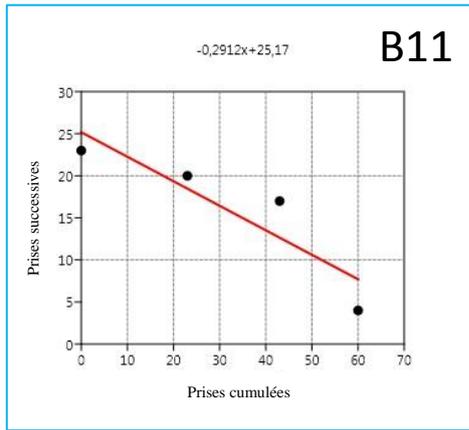
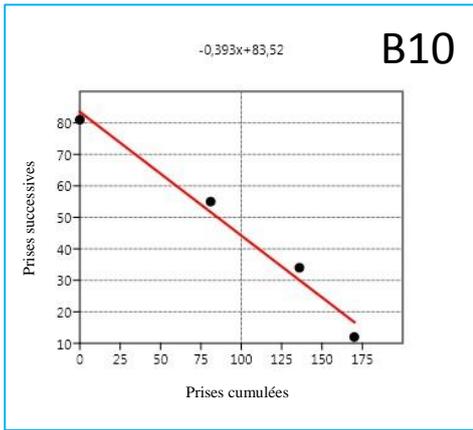
Annexe 11 : Photos des espèces de poissons capturées lors de la présente étude



a = *Oreochromis niloticus* ; **b** = *Tilapia zillii* ; **c** = *Heterotis niloticus* ; **d** = *Chanos chanos* ;
e = *Glossogobius giuris* ; **f** = *Ambassis natalensis* ; **g** = *Anguilla mossambica* ; **h** = *Spratellomorpha bianalis* ; **i** = *Megalops cyprinoides* (Photo : ANDRIAMAVOSOLOARISOA, 2017)

Annexe 12 : Droites de régression pour l'évaluation de stock au niveau des différentes stations berges





Annexe 13 : Quelques exemples d'activités entreprises par le plateforme et le gestionnaire de site dans l'AP Mandrozo



a = filets maillants non règlementaires brûlés ; **b** = Agent de surveillance au niveau de l'AP Mandrozo en train de suivre une formation ; **c** = pépinière réalisée par chaque unité de gestion ; **d** = formation des femmes au niveau des trois communes pour la valorisation des feuilles de « mokoty » pour la fabrication de divers matériels (Photo : The Peregrine Fund, 2017)

Annexe 14 : Qualité de l'eau suivant la valeur de la conductivité (Balachandar et al., 2010)

Qualité de l'eau	Conductivité ($\mu\text{S/cm}$)	Origines
Excellent	< 250	Eau faiblement saline, qui est généralement composée par des concentrations enlevées en ions calcium, magnésium et bicarbonate
Bon	250 – 750	Eau modérément saline, avec des concentrations ioniques variées
Admissible	750 – 2250	Eau avec une teneur élevée en sels, dont la plupart sont d'ion de sodium et d'ion chloridrique
Douteux	> 2250	Eau qui contient une concentration élevée en ion sodium, bicarbonate et carbonate. Dans le milieu possède un pH élevé

Annexe 15 : Répartition de l'abondance des poissons suivant les groupes trophiques

Régime alimentaire	Portion de la population piscicole	Espèces
Carnivores	73 %	<i>Ambassis natalensis, Megalops cyprinoides, Glossogobius giuris, Anguilla mossambica</i>
Autres groupes	27%	<i>Tilapia zillii, Oreochromis niloticus, Heterotis niloticus, Chanos chanos, Spratellomorpha bianalis</i>

**TITRE : Eco-biologie des poissons du lac Mandrozo et analyse de l'efficacité du noyau dur,
Région Melaky, Madagascar**

RESUME

La présente étude, axée sur l'éco-biologie des poissons du lac Mandrozo et l'analyse de l'efficacité de son noyau dur, a été effectuée du 19 août au 23 septembre 2017 dans l'Aire Protégée Mandrozo, Ouest de Madagascar. Quarante-trois stations d'échantillonnage ont été établies au niveau de la berge et en eau profonde. Les paramètres abiotiques tels que la profondeur, la turbidité, la température, la conductivité, le pH et la nature du substrat ont été collectés dans chaque station. A part les observations directes et les enquêtes auprès des pêcheurs locaux, des échantillonnages à travers l'utilisation des filets maillants et senne ont été effectués pour l'inventaire des poissons. Les résultats ont montré que le lac Mandrozo est caractérisé par un pH basique ($8,3 \pm 0,59$), une température élevée (24 à 31°C) et un substrat dominé par du sable. Il est également qualifié de faible profondeur ($1,25 \pm 0,44$ m), moyennement conducteur (226 ± 10 μ S/cm) et turbide ($19 \pm 1,5$ cm). Treize espèces de poissons, à dominance euryhaline, ont été inventoriées. Le noyau dur est évalué efficace, au sein duquel les poissons sont plus abondants avec une densité élevée de 166 000 individus/km². Il abrite le poisson-lait, *Chanos chanos*, une espèce considérée comme très rare au niveau du lac. Cette zone abrite également les individus de grande taille notamment *Megalops cyprinoides*, *Oreochromis niloticus* et *Glossogobius giuris*. Les menaces enregistrées au niveau du lac sont la pêche illicite, l'infraction au niveau du noyau dur et le non-respect des tabous. L'optimisation de l'effort de contrôle et de surveillance au niveau du lac est recommandée pour renforcer la gestion durable et la pérennisation des ressources piscicoles pour la génération future.

Mots clés : Ichthyofaune, Pêche, Eco-biologie, Evaluation de stock, Gestion, Noyau dur, Lac Mandrozo, Site Ramsar, Madagascar

ABSTRACT

The present study, focused on the ecology and biology of fishes in Mandrozo Lake and the analysis of its core area effectiveness, was conducted from August 19 to September 23, 2017 at the Protected Area Mandrozo, Western Madagascar. Forty-three sampling stations have been established at the shoreline and in deep water. Abiotic parameters such as depth, turbidity, temperature, conductivity, pH and nature of substrate were recorded at each station. Apart from direct observations and surveys on local fishermen, sampling by the use of gillnets and purse seines was carried out for the fishes inventory. The results reports that Mandrozo Lake is characterized by a basic pH (8.3 ± 0.59), a high temperature (24 to 31 ° C) and a substrate dominated by sand. It is also described as shallow (1.25 ± 0.44 m), moderately conductive (226 ± 10 μ S / cm) and turbid (19 ± 1.5 cm). Thirteen species of fishes, dominated by euryhaline species, have been inventoried. The core area is evaluated as effective, in which the fish are more abundant with a high density of 166 000 individuals / km². This area is home to the milkfish, *Chanos chanos*, a species considered very rare around the lake. It also shelters large individuals including *Megalops cyprinoides*, *Oreochromis niloticus* and *Glossogobius giuris*. The threats recorded at the lake level are illegal fishing, core area crime and non-respect of taboos. Optimization of control and monitoring effort at the lake Mandrozo is recommended to enhance the management and the sustainability of fishery resources for the future generation.

Key words: Ichthyofauna, Fishing, Ecology and biology, Stock assessment, Management, Core area, Mandrozo lake, Ramsar Site, Madagascar

Encadreurs :

Madame Fanomezana Mihaja RATSOAVINA
Maître de Conférences
Monsieur Gilbert RAZAFIMANJATO
Docteur, The Peregrine Fund, Madagascar

Impétrant :

Nom et Prénoms : ANDRIAMAVOSOLOARISOA
Niaina Nirina Mahefa
Adresse : Lot III D 70 Mahamasina, Antananarivo
Tél : +261 34 29 533 18
E-mail : abalouda@yahoo.com