

## SOMMAIRE

INTRODUCTION .....	1
I. ETAT GENERAL DES RECHERCHES SUR LA FAUNE ICTHYOLOGIQUE ET SUR LES TORTUES D'EAU DOUCE CIBLES DU CMK.....	2
II. MATERIELS ET METHODES .....	6
II-1. MILIEU D'ETUDE.....	6
II-1-1. Localisation et description des stations .....	6
II-1-2. Evolution du climat durant les années 2015 et 2016.....	9
II-2. Collecte de données.....	9
II-2-1. Paramètres physico-chimiques de l'eau .....	9
II-2-2. Capture, identification et mensuration des poissons .....	10
II-2-3. Collecte des données sur les tortues d'eau douce .....	10
II-3. Traitement et Analyse des données .....	12
II-3-1. Analyse des paramètres physico-chimiques.....	13
II-3-2. Richesse spécifique .....	13
II-3-3. Fréquence de capture.....	13
II-3-4. Abondance relative (AR) .....	14
II-3-5. Diversité spécifique et équitabilité .....	14
II-3-6. Similarité des stations.....	15
II-3-7. Structure du peuplement ichthyologique.....	16
II-3-8. Capture par unité d'effort (CPUE) .....	16
II-3-9. Evaluation du stock de poissons.....	16
II-3-10. Analyse en Composant Principal .....	17
II-3-11. Analyse de proximité des stations .....	17
II-3-12. Evaluation des menaces sur les stations choisies .....	17
III. RESULTATS ET INTERPRETATIONS .....	19
III-1. Paramètres physico-chimiques de l'eau.....	19
III-2. La faune ichthyologique .....	21

III-2-1. Richesse spécifique .....	21
III-2-2. Fréquence de capture des espèces .....	24
III-2-3. Abondance relative .....	25
III-2-4. Diversité spécifique et équitabilité des stations. ....	26
III-2-5. Similarité des stations .....	27
III-2-6. Structure du peuplement ichthyologique des sept stations.....	28
III-2-7. Capture par unité d'effort (CPUE).....	29
III-2-8. Stock de poissons .....	30
III-3. Suivi des tortues d'eau douce .....	31
III-3-1. Richesse spécifique .....	31
III-3-2. Structure de la population de <i>Pelusios castanoides</i> .....	32
III-4. Etude préliminaire de l'introduction de <i>Paratilapia polleni</i> .....	33
III-4-1. Corrélation entre les espèces et les paramètres physico-chimiques de l'eau .....	33
III-4-2. Affinité des stations par rapport aux espèces de poissons et les paramètres physico-chimiques de l'eau .....	34
III-4-3. Menaces et pressions enregistrées au niveau des stations.....	35
IV. DISCUSSIONS.....	38
IV-1. Paramètres physico-chimiques de l'eau.....	38
IV-2. Faune ichthyologique.....	39
IV-2-1. Richesse spécifique.....	39
IV-2-2. Abondance relative et fréquences de capture des espèces de poissons .....	40
IV-2-3. Evaluation du stock.....	40
IV-2-4. Structure du peuplement .....	41
IV-3. Tortue d'eau douce .....	41
IV-4. Etude préliminaire de l'introduction de <i>Paratilapia polleni</i> dans les autres stations ..	42
IV-4-1. Analyse en Composantes Principales .....	42
IV-4-2. Faisabilité de l'introduction de <i>Paratilapia polleni</i> dans les autres stations .....	43
IV-4-3. Pressions et menaces.....	44

IV-5. Limites de la méthode de suivi .....	44
V. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS .....	45
BIBLIOGRAPHIE .....	47
ANNEXES .....	I

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Classement de l'abondance relative des espèces .....	14
Tableau 2: Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques de l'eau.....	19
Tableau 3: Présence et absence des espèces ichtyologiques dans le lac Kinkony.....	22
Tableau 4 : Présence et absence des espèces de la faune ichtyologique dans les lacs satellites .....	23
Tableau 5: Fréquence de capture des espèces de poissons. ....	24
Tableau 6 : Diversité spécifique (H') et équitabilité (E) .....	27
Tableau 7: Evaluation de la production de poissons dans les trois stations du lac Kinkony...	29
Tableau 8: Evaluation de la production de poissons dans les lacs satellites.....	30
Tableau 9: Evaluation en nombre du stock de poissons par station. ....	30
Tableau 10: Présence et absence des tortues aquatiques dans chaque station. ....	31
Tableau 11: Répartition de tortue d'eau douce <i>Pelusios castanoides</i> selon le sexe, l'âge et le poids. ....	32
Tableau 12: Représentation des degrés des pressions sur chaque station.....	36

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Photo d'un jeune <i>Paratilapia polleni</i> (Cliché de Nekena, 2016) .....	4
Figure 2 : Carte représentant la localité des stations d'études (source BD 500 FTM adaptée par Nekena, Août 2017) .....	8
Figure 3: Courbe ombrothermique de la province de Mahajanga durant l'année 2015-2016. (Source: Service météorologique d'Ampanandrianomby, Antananarivo, Madagascar) .....	9
Figure 4: <i>Pelusios castanoides</i> marquée avec du vernis blanc (Photo prise par Nekena, 2016) .....	11
Figure 5: Mensuration des tortues .....	12
Figure 6: Structure de l'abondance relative de la faune ichthyque dans les sept stations.....	26
Figure 7: Dendrogramme montrant l'affinité en composition spécifique entre les stations d'étude. ....	28
Figure 8: Classification par taille des poissons dans les sept stations d'étude. ....	29
Figure 9: Cercle de corrélation entre les espèces capturées et les paramètres physico- chimiques de l'eau. ....	33
Figure 10: Affinités des stations par rapport aux espèces et aux paramètres physico-chimiques de l'eau. ....	34
Figure 11: Diagramme représentant les différentes pressions agissant sur les quatre stations favorables à l'empoissonnement de <i>Paratilapia polleni</i> . ....	35

## **LISTE DES ANNEXES**

Annexe I: Variation de la pluviométrie durant les années 2015 et 2016 de la province de Mahajanga (Source : service météorologique d’Ampandrianomby Antananarivo, Madagascar).....	I
Annexe II: Variation de la température durant les années 2015 et 2016 de la province de Mahajanga (Source : service météorologique d’Ampandrianomby Antananarivo, Madagascar).....	I
Annexe III: Variation de l'état des poissons selon le pH (Primack & Ratsirarson, 2005).....	I
Annexe IV: Taux d'oxygène en fonction de la température selon Dajoz en 2000.....	II
Annexe V : Valeur moyenne des paramètres physico-chimiques prélevés à 7, 13 et 17h. ....	II
Annexe VI : Effectif et poids total de poissons capturés par station d'étude. ....	III
Annexe VII : Abondance relative des espèces par station.....	III
Annexe VIII : Indice de similarité de Jaccard entre les stations.....	IV
Annexe IX : Evaluation de stock de poissons des trois stations du lac Kinkony. ....	IV
Annexe X : Evaluation de stock de poissons des lacs satellites. ....	V
Annexe XI : Evolution du nombre d'espèce du lac Kinkony.....	V
Annexe XII: Résumé du suivi de la faune ichthyologique du lac Kinkony durant cinq années. ....	VI
Annexe XIII : Tableau de corrélation des paramètres physico-chimiques et des espèces capturées. ....	VII
Annexe XIV : Matrice des Composantes Principales avec rotation. ....	X
Annexe XV : Fiches de collecte de données.....	XI
Annexe XVI: Liste de tortue observée.....	XII
Annexe XVII : Calendrier des activités.....	XII
Annexe XVIII : Photos des stations.....	XIV
Annexe XIX : Autres photos d'illustration .....	XV

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

**CDB** : Convention sur la Diversité Biologique

**CMK** : Complexe Mahavavy-Kinkony.

**FAPBM** : Fondation pour les Aires Protégées et de la Biodiversité de Madagascar.

**GPS** : Global Positioning System.

**Ind** : Individu

**UICN** : Union International pour la Conservation de la Nature.

**NAP** : Nouvelle Aire Protégée.

**NPUE** : Nombre Par Unité d'Effort.

**ONG** : Organisation Non Gouvernementale.

**VOI** : Vondron'Olona Ifotony.

**WPUE** : Poids Par Unité d'Effort.

## INTRODUCTION

Le Complexe Mahavavy Kinkony (CMK) se trouve dans la partie Ouest de Madagascar. Faisant partie des quatre stations d'actions de l'association Asity Madagascar et récemment classée Nouvelle Aire Protégée (NAP) de Madagascar (2006), le CMK avec sa superficie de 302 000ha, est subdivisé en mangrove, en forêt sèche et en écosystème aquatique. Notamment les lacs qui abritent une richesse biologique remarquable. Parmi cette richesse biologique, la faune ichthyologique y est diversifiée et mérite d'être sauvegardée surtout les espèces endémiques. L'association Asity Madagascar et la Mention de Zoologie et Biodiversité Animale de la Faculté des Sciences (Université d'Antananarivo) interviennent ensemble pour les collectes des données sur la biodiversité de cette NAP, avec l'appui financier de la Fondation des Aires Protégées et de la Biodiversité de Madagascar. Il s'agit d'évaluer la situation de la biodiversité aquatique et l'évolution dans le temps et dans l'espace, des populations des espèces cibles: ichthyologique et celle des tortues d'eau douce. Vu leur statut vulnérable (UICN, 2017), cette année *Paratilapia polleni* (poisson endémique) et *Erymnochelys madagascariensis* (tortue d'eau douce, endémique) appelé localement « rere » ont été étudiées de plus près.

Toujours dans le cadre du suivi annuel mené par Asity Madagascar depuis 2005 sur la faune ichthyologique, la présente étude a gardé les mêmes stations que celles de l'année 2015. Les objectifs principaux du présent travail sont les suivants:

- effectuer le suivi des espèces de poissons et des tortues d'eau douce de la NAP CMK afin de procurer des informations sur l'état de leur population dans la zone;
- identifier des stations favorables pour la mise en œuvre de l'extension de l'aire de distribution de *Paratilapia polleni*.

Afin d'atteindre ces objectifs principaux, les objectifs spécifiques consistent à :

- rechercher les espèces de poissons et de tortue d'eau douce à statut menacé, calculer l'abondance de ces espèces et évaluer le stock de poissons;
- confirmer la méthodologie de suivi des espèces cibles (poissons et tortues) suggérée par l'étude précédente et apporter éventuellement des amendements pour améliorer le suivi;
- prélever les différents facteurs (biotiques et abiotiques) de chaque station pour repérer ceux qui seront favorables au futur empoissonnement en *Paratilapia polleni*;
- identifier et évaluer les pressions et menaces qui agissent sur les espèces;



- fournir des recommandations pour le renforcement de la gestion des stations.

Ainsi, les hypothèses suivantes sont émises :

- La faune aquatique du CMK est généralement en bonne état.
- D'autres stations au sein du CMK à part Tsiambara et Beloha, présentent des conditions biologiques et écologiques favorables à *Paratilapia polleni*.

Cette année, l'étude a été menée du 16 Octobre au 28 Novembre 2016. Sept stations ont fait l'objet d'échantillonnage à savoir Marofandroboka, Mamahana et Antobimafana qui se trouvent dans le lac Kinkony et les autres stations, Maliolio, Katondra, Tsiambara et Beloha qui forment les lacs satellites. Chaque station a été visitée et échantillonnée pendant quatre jours.

## **I. ETAT GENERAL DES RECHERCHES SUR LA FAUNE ICTHYOLOGIQUE ET SUR LES TORTUES D'EAU DOUCE CIBLES DU CMK.**

Reconnu parmi les pays ayant une grande biodiversité et face aux pressions et menaces qui pèsent sur l'environnement, Madagascar a renforcé son engagement pour le sauvegarde de l'environnement depuis 2003. La protection des zones humides fait partie de cet engagement. Renfermant aussi un système aquatique lentique (marais et lacs) et lotique (fleuves et rivières), ces zones abritent également une richesse en faune aquatique comme les poissons et les tortues.

Concernant la faune ichthyologique, 173 espèces d'eau douce dont 71 endémiques sont répertoriées à Madagascar (Froese & Pauly, 2017). La faune ichthyologique malagasy est considérée comme pauvre en espèce, riche en endémicité et généralement d'origine marine (Kiener, 1963).

Pour le cas du CMK, il comporte le lac Kinkony qui est le deuxième plus grand lac après Alaotra. Il abrite des espèces euryhalines comme le requin (Kiener, 1963) et dulçaquicoles qui renferment des espèces endémiques. C'est le cas de notre espèce cible *Paratilapia polleni* décrite premièrement par Bleeker en 1868. Depuis 2005, des études ont été menées sur la faune aquatique dans le CMK et a permis de constater qu'à lui seul, le lac Kinkony contenait 33 espèces de poissons (Raminosoa, 2004).

En ce qui concerne le genre *Paratilapia*, des études et des projets ont déjà été effectués. En particulier:

- l'étude De Rham & Nourissat en 2002 sur les Cichlidés endémiques de Madagascar : il s'agit de la distribution du *Paratilapia* et d'autres espèces de poissons sur la grande île.

- le Mémoire de Tsilavina Ravelomanana en 2006 sur l'essai de réintroduction d'une espèce de CICHLIDAE endémique de Madagascar *Paratilapia* sp. ou Fony dans les étangs du Parc Zoologique d'Ivoloïna, Toamasina. C'est une étude sur l'essai de réintroduction de juvéniles de *Paratilapia* sp. Fony importés des Etats-Unis d'Amérique. Les objectifs étaient de faire l'importation des poissons, suivre l'évolution de leur population et approfondir l'étude de leur biologie et écologie.

- le Mémoire de Raffaëlla Andriantsoaharinanahary en 2015 sur l'étude des éléments fondamentaux écosystémiques du grand lac du Parc Botanique et Zoologique de Tsimbazaza, Antananarivo, en vue de la conservation de *Paratilapia* sp. endémique de Madagascar. A la suite de ces projets, il est constaté que la description et les comportements des espèces de *Paratilapia* à gros points et à petits points ne sont pas encore bien définis, tandis que leur distribution est devenue restreinte. Les gros et les petits points sont de couleur claire (blanche ou bleu en générale) qui recouvrent leur corps et qui permettent la distinction entre les deux espèces de *Paratilapia*. Par la suite, ces lacunes d'information nous ont menés à l'initiation de cette étude préliminaire d'extension de l'aire de distribution de *Paratilapia* à petits points vulnérable selon le statut de l'UICN 2017.

### **Classification :**

*Paratilapia polleni* (Marakely) appartient à la classification suivante :

- Super-classe des POISSONS
- Classe des OSTEICHTHYENS
- Sous-classe des ACTINOPTERYGIENS
- Super-ordre des TELEOSTEENS
- Ordre des PERCIFORMES
- Sous-ordre des PERCOIDEA
- Super-famille des PERCOIDAE
- Famille des CICHLIDAE
- Genre : *Paratilapia*
- Espèce : *polleni* (Bleeker, 1868)



**Figure 1 :** Photo d'un jeune *Paratilapia polleni* (Cliché de Nekena, 2016)

En ce qui concerne le nom des espèces, il est à noter que jusqu'à l'heure actuelle les chercheurs sont encore confus sur la nomination faite par Bleeker en 1868 qui a classé que les individus à petits points sont nommés *Paratilapia polleni*. Le problème qui se pose est que Bleeker décrit cette espèce comme originaire de Sambirano (Nord de Madagascar) où les individus présents ont de gros points, or la planche montrant une figure de cette espèce faite par Bleeker lui-même présente un individu à petits points. Après plusieurs descentes sur terrain et des enquêtes menées par des chercheurs sur la même localité et ses alentours, uniquement des espèces à gros points ont été capturées. Il se peut donc, que Bleeker s'est trompé sur le nom du lieu où il a pris l'individu qui lui a servi de modèle pour faire une planche de l'espèce. L'individu qui a servi de modèle de la planche proviendrait d'une localité située plus au Sud, dans la région de Mahajanga (De Rham & Nourissat 2002).

Pour l'écologie et la biologie de l'espèce, *Paratilapia polleni* est une espèce endémique de Madagascar. Son corps est de couleur noir ou bleu très sombre et recouvert par des points blanc ou bleu. La distinction des deux espèces est basée sur la taille des points qui se trouvent sur son corps : les espèces à gros points (4-5 mm) et à petits points (environ 1 mm). La taille de ces points augmente avec l'âge pour les individus à gros points et elle diminue pour ceux à petits points (De Rham & Nourissat 2002). Il est à noter que ces deux espèces semblent ne pas se localiser dans une même station et que depuis quelques années, *Paratilapia* à gros points se raréfie (De Rham & Nourissat 2002).

En ce qui concerne le milieu de vie, *Paratilapia polleni* préfère généralement des milieux calmes et présentant des végétaux aquatiques qui leur servent d'abris et de dépôt des

œufs. *Paratilapia polleni* est aussi un poisson omnivore qui peut se reproduire à partir de 12 cm de long (Glaw & Vences, 1994).

Il est à noter que pour notre cas, les individus capturés présentent des petits points.

Quatre espèces de tortues d'eau douce de la famille des Pelomedusidae sont connues à Madagascar : *Erymnochelys madagascariensis* ou Rere, espèce endémique ; *Pelomedusa subrufa* (Kapika) ; *Pelusios subniger* et *Pelusios castanoides*. Toutes ces espèces, sauf *Pelomedusa*, sont régulièrement consommées par les populations locales. La modification de l'habitat en rizières, la destruction de l'habitat, la chasse et l'exportation sont les principales causes de la régression de taille de leur population (CDB, 2009).

C'est le cas d'*Erymnochelys madagascariensis* (Grandidier, 1867) qui est en danger critique d'après l'UICN (2017) et qui mérite d'être suivi de près pour la sauvegarder dans son milieu naturel. Le déclin de la population est dû à la récolte des adultes et des nids (Kuchling et al, 2006). Les tortues sont actives entre le mois d'Octobre et le mois de Mai. Les juvéniles se nourrissent d'invertébrés et les adultes sont omnivores (Pedrono, 2008).

De ces faits, c'est pour contribuer à l'évolution des études sur ces faunes et à la sauvegarde des espèces dans le CMK que nous avons effectué ce travail.

## II. MATERIELS ET METHODES

### II-1. MILIEU D'ETUDE

#### II-1-1. Localisation et description des stations

Le Complexe Mahavavy-Kinkony est localisé à l'Ouest de Madagascar, dans l'ex-province de Mahajanga, région Boeny et s'étendant sur une superficie de 302 000 ha. Sept stations ont été visitées. Il est à noter qu'on a visité les mêmes stations de la dernière descente (2015) pour bien voir l'évolution du suivi.

##### II-1-1-1. Lac Kinkony

Le lac Kinkony est le deuxième lac le plus grand de la grande île après le lac Alaotra. On y a exploré trois stations.

a) **Antobimafana** (S: 16°10'23,3" E: 045°50'59,7" Alt: 10 m):

L'eau est profonde (d'environ 5m), de couleur rougeâtre. La rive est généralement bordée de *Bismarckia nobilis*. Le fond est constitué de sable et d'argile. Utilisée comme zone de pêche et d'usage domestique pour l'Homme. Il est utilisé comme zone d'abreuvement des animaux.

b) **Mamahana** (S: 16°12'55,0" E: 45°54'57,7" Alt: 6 m):

L'eau est peu profonde (1,5 m), de couleur rougeâtre. Présentant quelques *Phragmites* sp. Le substrat est formé de sable et beaucoup de vase. Utilisée comme zone de pêche et d'usage domestique pour l'homme, zone d'abreuvement des animaux et source d'eau pour l'irrigation des champs de culture.

c) **Marofandroboka** (S: 16°06'21,3 E: 45°51'49,9" Alt: 11 m):

L'eau est peu profonde (3m), de couleur verdâtre. Le substrat est formé par de l'argile avec peu de sable. Quelques pieds de *Phragmites* sp. sont présents dans l'eau. Utilisée comme zone de pêche et de quelques activités domestiques. Lieu d'abreuvement des animaux.

### ***II-1-1-2. Lacs satellites***

a) **Beloha (S: 15°55'00,7" E: 45°59'41,8" Alt: 24 m):**

L'eau est peu profonde (1,5 m) et de couleur jaunâtre. La rive est constituée de la végétation suivante : *Bismarckia nobilis*, *Cyperaceae* et *Nymphaea stellata*. Encore utilisée comme zone d'abreuvement des animaux, de pêche pour certaines personnes malgré son statut de noyau dur.

b) **Katondra (S: 16°13'36,4" E: 046°02'26,8" Alt: 12 m):**

L'eau est profonde (d'environ 7m) et claire. La rive est bordée de la plante aquatique *Phragmites* sp. et de forêt secondaire. Utilisée comme zone de pêche et d'usage domestique pour l'homme. Il est utilisé comme zone d'abreuvement des animaux.

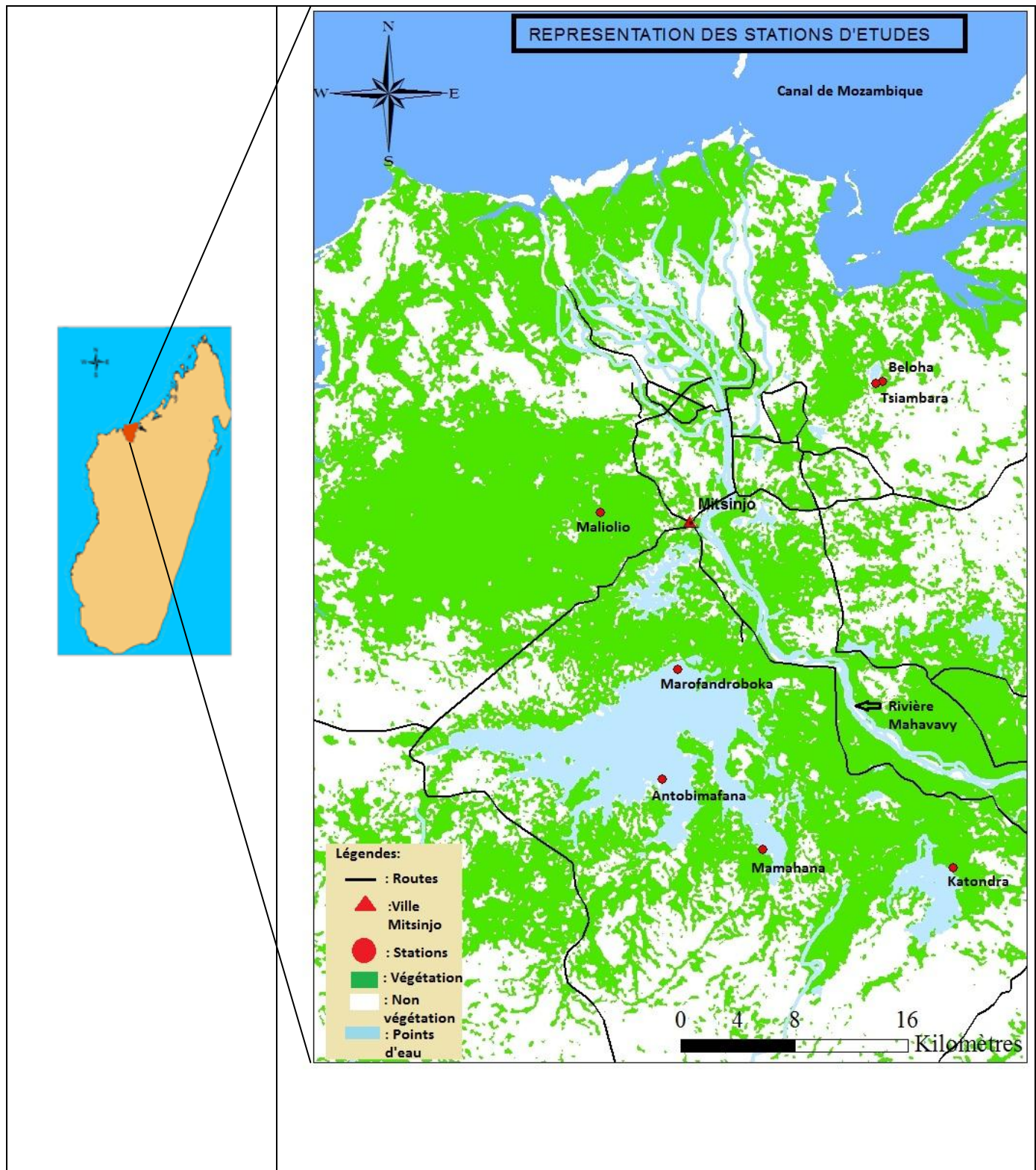
c) **Maliolio (S: 16°00'34,5" E: 45°48'21,6" Alt: 33 m):**

L'eau est profonde (d'environ 3m), de couleur verdâtre. La rive est bordée de *Bismarckia nobilis* et de végétation herbeuse. Le substrat est formé d'argile et de peu de sable. Utilisée comme zone de pêche de temps en temps, et une zone d'abreuvement des animaux.

d) **Tsiambara (S: 15°55'05,3" E: 45°59'26,2" Alt: 21 m):**

L'eau est profonde (d'environ 6 m) et transparente. Le substrat est formé par du sable et des limons. La rive est bordée de *Cyperaceae* et de *Nymphaea stellata*. Utilisée comme zone de pêche, d'usage domestique, d'abreuvement des animaux et source d'eau pour l'irrigation des champs de culture.

Les photos illustrant ces stations se trouvent dans l'annexe XVIII et la carte ci-dessous (Figure 2) représente leur localisation.



**Figure 2 :** Carte représentant la localité des stations d'études (source BD 500 FTM adaptée par Nekena, Août 2017)

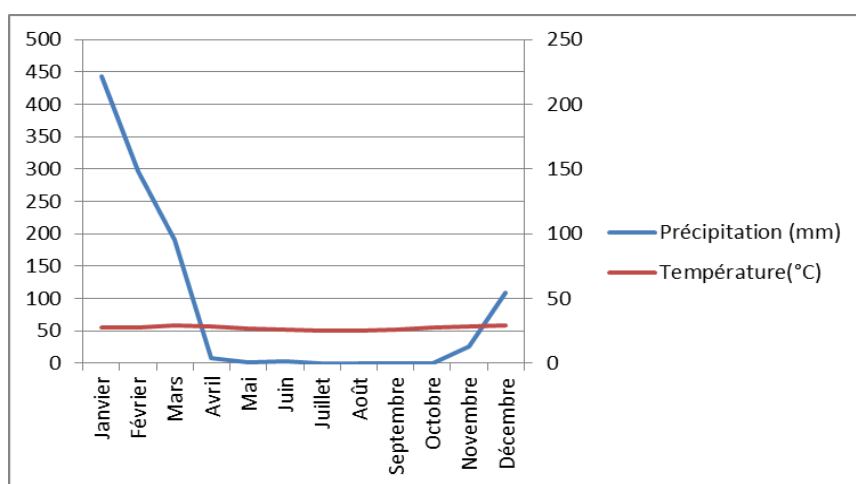
### ***II-1-2. Evolution du climat durant les années 2015 et 2016***

Pour avoir plus d'explications sur les variations des espèces observées et les paramètres physico-chimiques de l'eau, analyser l'évolution du climat est nécessaire.

Entre les années 2015 et 2016, en ce qui concerne la précipitation, elle ne présentait pas une grande différence même si en 2016, elle était légèrement supérieure (ANNEXE I). Ces chiffres peuvent déjà expliquer la diminution des profondeurs de l'eau dans les stations durant notre descente.

Il en va de même, concernant la variation annuelle de la température atmosphérique, peu de différence a été constatée entre 2015 et 2016. Mais il faut noter que c'est en 2015 que la température la plus élevée a été enregistrée (34,5°C contre 33,9 °C en 2016) (ANNEXE II).

En gros, la température est en moyenne chaude toute l'année et il pleut durant 7 mois sur 12 environ comme le montre la figure ci-dessous (Figure 3).



**Figure 3:** Courbe ombrothermique de la province de Mahajanga durant l'année 2015-2016. (Source: Service météorologique d'Ampanjirany, Antananarivo, Madagascar)

## ***II-2. Collecte de données***

### ***II-2-1. Paramètres physico-chimiques de l'eau***

Deux kits ont été utilisés pour collecter les données sur les paramètres physico-chimiques de l'eau: un «Multi-paramètres SX736» et un «turbimètre WGZ-1». Les paramètres considérés dans cette étude sont: la température, le pH, la turbidité, la



conductivité, le potentiel redox et le taux d'oxygène dissous. Les relevés ont été réalisés trois fois par jour (à 7h, 13h et à 17h).

## ***II-2-2. Capture, identification et mensuration des poissons***

### ***II-2-2-1. Pêche expérimentale***

En ce qui concerne la faune ichthyologique y compris *Paratilapia polleni*, la pêche expérimentale est la méthode adoptée en utilisant le « filet maillant ». La durée et les matériels de pêche ont été maintenues identiques pour toutes les stations.

La pêche se déroule au cours de la journée avec une durée de cinq heures par filet. Pour maximiser les chances de capturer différentes tailles de poissons, deux de filets maillant de 100 m de long et de 1,5 m de large ont été utilisés. Les vides de mailles sont respectivement de 20 mm et de 40 mm. Les deux filets sont placés chacun sur un point donné et sont permutés le jour d'après.

### ***II-2-2-2. Identification et mensuration des individus capturés***

Les poissons capturés ont été identifiés sur place à partir des ouvrages de descriptions scientifiques (Arnoult, 1959 ; Kiener, 1963; Kiener & Maugé, 1966; Loiselle, 1993; De Rham & Nourissat, 2002). La longueur totale de chaque individu, c'est-à-dire la longueur comprise entre la bouche et l'extrémité de la nageoire caudale, a été mesurée à l'aide d'un pied à coulisse, tandis que le poids a été déterminé à l'aide d'une balance électronique de précision de 0,1 g. Pour les espèces de petite taille (<9 cm), tous les individus capturés ont été pesés ensemble pour une espèce donnée car elles avaient presque la même taille donc elles étaient classées dans la même catégorie d'âge.

## ***II-2-3. Collecte des données sur les tortues d'eau douce***

Les habitats potentiels qui présentent des végétations pouvant servir de refuge et des rochers pour se sécher au soleil ont été fouillés. Les espèces ont été inventoriées par la méthode capture-recapture.

### ***II-2-3-1. Méthode de capture-recapture***

Le piège utilisé a été la nasse appelée localement « treko » appâtée par un morceau de peau de zébu. C'est un piège de forme conique à une entrée en forme d'entonnoir. Les pièges ont été placés dans les endroits jugés fréquentés par les tortues notamment le lieu de refuge,

et le lieu de nourrissage. Les individus capturés ont été mesurés à l'aide d'un pied à coulisse et pesés à l'aide d'un pesola (Andriantsoa, 2012), puis relâchés. Le marquage par une entaille de l'écaille marginale (Stubbs & Swingland, 1985) a été réalisé afin de les identifier lors de la recapture. Ce qui a été renforcé par un marquage à l'aide de vernis blanc à l'arrière de la carapace (Figure 4). Trois pièges ont été installés pendant quatre nuits successives dans chaque station d'intervention afin d'obtenir l'abondance relative et la taille de la population de l'espèce étudiée.



**Figure 4:** *Pelusios castanoides* marquée avec du vernis blanc (Photo prise par Nekena, 2016)

#### ***II-2-3-1. Observation directe diurne***

Il s'agissait d'une observation le long de la berge où les tortues sont susceptibles de prendre un bain de soleil au cours de la journée. En allant d'un piège à un autre, le bord du lac a été fouillé à main nue. Les individus observés ont été capturés, marqués et puis relâchés.

#### ***II-2-3-2. Identification et mensuration***

L'identification des espèces a été effectuée selon les critères établis par Bour (1983), Garcia (1999), Velosoa et *al.* (2013). Le sexe est déterminé à partir de la forme du plastron ainsi que celle de l'écaille supra-caudale (El Mouden et *al.*, 2002; Gerlach, 2008). Le mâle présente dans sa partie postérieure un plastron concave et une écaille supra-caudale fortement convexe alors que pour la femelle, le plastron et l'écaille supra-caudale sont plats. De plus, la queue du mâle est plus longue et plus large à la base tandis que chez la femelle, elle est courte. L'âge est évalué par le nombre d'anneaux présents sur la carapace, chaque anneau correspond à une année de croissance (Stubbs & Swingland, 1985 ; Germano & Bury, 1988). La classe d'âge (1année: juvénile, plus d'une année: adulte) est évaluée selon la méthode préconisée par Gerlach & Canning (2001). Pour compléter les informations sur les pressions et les

menaces, l'observation directe et des enquêtes ont été réalisées auprès des pêcheurs locaux, des guides et de quelques habitants de la population locale.

La figure ci-dessous (Figure 5) illustre la mensuration des tortues.



Légende: LC: longueur carapace.      lc: largeur carapace.      HC: hauteur carapace  
LP: longueur plastron.      lp: largeur plastron.      FA: Fente anale  
OA: orifice anal.

**Figure 5:** Mensuration des tortues .

### *II-3. Traitement et Analyse des données*

Les données collectées sur terrain ont été numérisés dans une base de données Excel à fin d'être analysé par la suit.

### ***II-3-1. Analyse des paramètres physico-chimiques***

Six paramètres ont été considérés: le pH, la conductivité, le potentiel redox, l'oxygène dissous, la turbidité et la température de l'eau.

L'eau douce est classifiée « oligotrophe » s'il est pauvre en substances dissoutes et le pH se situe entre 4 et 6. L'eau plus riche en substances dissoutes avec le pH compris entre 6 et 7 est dite « mésotrophe ». Si le pH est supérieur à 7, l'eau est « eutrophe », elle est favorable aux plantes aquatiques notamment les nénuphars (Dajoz, 2000).

Selon le pH de l'eau, l'état des poissons peut varier (Primack & Ratsirarson, 2005). Il est résumé dans l'annexe III.

L'oxygène est fortement corrélée avec la variation de la température de l'eau (Perreault et *al.*, 2006). Pour l'évaluer, un tableau d'évaluation a été donné par Dajoz en 2000 (Annexe IV).

Dans la présente étude, l'oxygène dissous est mesuré en mg/L. Il faut mentionner que le potentiel redox indique l'existence d'échange d'électrons se trouvant dans le milieu, il traduit aussi la capacité du milieu à fixer l'oxygène. Si ce dernier est en manque, le milieu est réducteur. Dans le cas contraire, le milieu est oxydant. L'eau riche en oxygène est le plus favorable à la vie aquatique car la diminution de l'oxygène réduit la production piscicole (Ravelomanana, 2006).

### ***II-3-2. Richesse spécifique***

La présence d'une espèce est indiquée par le chiffre 1, tandis que son absence par le chiffre 0. Cette méthode donne une aperçue générale de la richesse spécifique en comptant l'ensemble d'espèce présente. Le terme richesse spécifique est utilisé car le nombre exact d'espèces dans une communauté est parfois méconnu (Pohle & Thomas, 2001).

### ***II-3-3. Fréquence de capture***

Le calcul du rapport entre le nombre de relevé où l'espèce a été recensée ( $r$ ) et le nombre total de relevés ( $R$ ) effectués, permet d'exprimer en pourcentage la fréquence de capture ( $F$ ). La formule est la suivante:

$$F = \frac{r}{R} \times 100$$

Suivant les valeurs de F calculées, les espèces peuvent être classées en cinq catégories :

- si  $F > 80$ : la famille ou l'espèce est constante
- si  $50 \leq F < 80$ : la famille ou l'espèce est fréquente
- si  $25 \leq F < 50$ : la famille ou l'espèce est accessoire
- si  $10 \leq F < 25$ : la famille ou l'espèce est sporadique
- si  $F < 10$ : la famille ou l'espèce est accidentelle

La valeur de R est exprimée par le nombre de stations inventoriées, donc égale à 7.

#### ***II-3-4. Abondance relative (AR)***

L'abondance relative est le nombre d'individus d'une espèce donnée par rapport au nombre total d'individus capturés. Elle est exprimée en pourcentage.

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

L'abondance relative (AR) des espèces dans chaque station est catégorisée comme suit d'après la classification de Jolly (1965) (Tableau 1):

**Tableau 1:** Classement de l'abondance relative des espèces

<b>Abondance relative (AR)</b>	<b>Catégorie de l'espèce</b>
$AR \geq 15\%$	Dominante
$5 \leq AR \leq 15\%$	Influente
$1 \leq AR \leq 5\%$	Rare
$AR \leq 1\%$	Très rare

#### ***II-3-5. Diversité spécifique et équitabilité***

L'indice de Shannon noté  $H'$  est utilisé pour déterminer la diversité spécifique d'une station. Plus la valeur de  $H'$  est élevée, plus la station est diversifiée en termes d'espèces. Elle est minimale ( $= 0$ ) si tous les individus capturés dans la station appartiennent à une seule et même espèce. L'indice est maximal quand tous les individus sont répartis d'une façon égale sur toutes les espèces (Frontier, 1983).

L'indice de Shannon  $H'$  est calculé à partir de la formule suivante :

$$H' = - \sum p_i \log p_i \text{ ou } H' = - \sum (n_i / N) \log (n_i / N)$$

$H'$  : indice de diversité spécifique de Shannon

$n_i$  : nombre d'individus par espèce

$N$  : nombre total d'individus recensés

Log : logarithme décimal (Log10).

L'indice de Shannon tient compte de la distribution du nombre d'individus appelée l'équitabilité  $E$  (Pielou, 1966). C'est le rapport entre la diversité réelle et la diversité maximale où les espèces sont représentées par le même nombre d'individus. Une station est considérée comme équitable lorsque la valeur de  $E$  est supérieure à 0,8. A cette valeur, la répartition des espèces entre elles est homogène. La formule pour calculer l'équitabilité est la suivante :

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

$S$  : nombre total des espèces.

$\log S$  : diversité maximale.

### ***II-3-6. Similarité des stations***

Le coefficient de similarité de JACCARD tient compte de la présence ou de l'absence des espèces dans les stations. Il est donc calculé à partir de la formule ci-après :

$$J = \frac{c}{a + b + c}$$

$a$  : nombre d'espèces dans la station 1.

$b$  : nombre d'espèces dans la station 2.

$c$  : nombre d'espèces communes dans les deux stations.

Le coefficient de similarité de JACCARD est ici utilisé pour déterminer le taux de similarité entre les stations du lac Kinkony et des lacs satellites. L'indice de distance métrique est représenté par un dendrogramme. Le taux de similarité est jugé faible en cas de valeur calculée du coefficient de JACCARD proche de zéro (0) (Clifford & Stephenson, 1975). En réalité, deux stations sont analogues si leur coefficient de similarité est proche de 1 et la distance est de 0.

### ***II-3-7. Structure du peuplement ichthyologique***

Il s'agit de voir la structure d'âge et la taille des poissons qui constituent le peuplement des stations. Ainsi, les poissons capturés sont classés par catégories de taille: ] 6 - 9cm], ] 9 - 12cm], ] 12 - 15cm], ] 15 - 18cm], ] 18 - 21cm],  $\geq 21$  cm. Les données sur la longueur des individus capturés sont reliées à l'âge qui peut y correspondre. En effet, la maturité des poissons est fonction de leur taille respective (Kiener, 1963). Cette méthode permet de déterminer le stade de développement de chaque individu, c'est-à-dire: jeune, sub-adulte ou adulte.

### ***II-3-8. Capture par unité d'effort (CPUE)***

La méthode de capture par unité d'effort, notée par CPUE, est utilisée pour évaluer la production en poissons dans chaque station d'étude, relatif à l'abondance du stock exploité (King, 1995). Il s'agit de calculer le nombre d'individus capturés par heure (NPUE) et le poids total de poissons capturés par heure (WPUE). Elle permet d'analyser la disponibilité de poissons dans les stations par rapport à un certain type d'engins de pêche et de déterminer le nombre d'exploitation qu'une pêcherie peut supporter en fonction du matériel utilisé (Ferraris, 1993).

$$\bullet \quad \text{NPUE} = \frac{\text{Nombre total d'individu capturé}}{\text{Nombre totale d'heure de capture}(=20 \text{ h})}$$

$$\bullet \quad \text{WPUE} = \frac{\text{Poids total d'individu capturé}}{\text{Nombre totale d'heure de capture}(=20 \text{ h})}$$

### ***II-3-9. Evaluation du stock de poissons***

Pour avoir une évaluation du stock des poissons dans un milieu donné, il faut adopter des pêches successives et sans remises dans une même superficie. Cette évaluation est basée sur la méthode de De Lury (Arrignon, 1977) dont le principe est le suivant: réaliser une pêche successive sans remise dans un système fermé (pas de migration des individus) dont l'effort de pêche est constant.

La taille de la population serait estimée et déterminée par une représentation graphique.

Il s'agit de porter les captures cumulées sur l'axe des abscisses et les captures instantanées sur l'axe des ordonnées. Les points représentatifs de chaque pêche sont alignés sur une droite de pente  $K$  qui sectionne l'axe des  $x$  à un point  $N$ . La droite qui représente l'ensemble des points s'appelle « droite de régression » de  $y$  en  $x$ , d'équation  $y = ax + b$ .

Pour estimer l'effectif initial des individus, il suffit de trouver la valeur de  $x$  dans le cas où  $y = 0$  et qui sera noté  $N$ .

Pour la présente étude, l'échantillonnage de chaque station a été effectué durant quatre jours successifs, à raison de cinq heures de pêches quotidiennes pour une superficie d'un demi-hectare.

#### ***II-3-10. Analyse en Composant Principal***

Elle consiste à trouver les valeurs des liens existants entre les paramètres physico-chimiques de l'eau et les espèces capturées. Dix-huit variables ont été analysés dont 12 espèces et quatre paramètres physico-chimiques de l'eau. On peut par la suite avoir plus d'idées sur l'exigence des espèces surtout pour *Paratilapia polleni* vis-à-vis des paramètres physico-chimiques de l'eau.

#### ***II-3-11. Analyse de proximité des stations***

Pour pouvoir choisir les stations qui pourront être favorables à l'introduction de *Paratilapia polleni*, en plus de l'indice de similarité de Jaccard, une analyse de proximité entre les stations selon les paramètres physico-chimiques de l'eau et les espèces capturées a été faite. Il s'agit de représenter graphiquement (Cluster tree) les relations entre les différentes stations selon les valeurs des paramètres physico-chimiques de l'eau et des espèces observées par l'intermédiaire du logiciel « Systat ».

#### ***II-3-12. Evaluation des menaces sur les stations choisies***

Il s'agit ici de regrouper les différentes menaces susceptibles de dégrader l'état du lac et les bonnes conditions de vie des poissons. Le logiciel « MIRADI » a été utilisé pour évaluer l'ampleur des menaces. Pour ce faire, l'étendue, la sévérité, et l'irréversibilité des pressions sont analysées: selon le pourcentage estimé pour les deux premiers paramètres et le nombre d'années estimé pour rétablir le dégât infligé par la menace pour le troisième. Il est à noter que l'estimation des menaces et pressions est obtenue par enquêtes et observations. C'est-à-dire: en évaluant la superficie dégradée de la végétation aux alentours des stations et en enquêtant sur les efforts de pêche de la population durant toute l'année.



Le degré de menace sera représenté en quatre classes par le logiciel:

- Bas: Etendue et sévérité 1 à 10%, temps de rétablissement 0 à 5 années.
- Moyen: Etendue et sévérité 11 à 20%, temps de rétablissement 6 à 20 années.
- Elevé: Etendue et sévérité 21 à 70%, temps de rétablissement 21 à 100 années.
- Très élevé: Etendue et sévérité 70 à 100%, temps de rétablissement plus de 100 années.

A part le degré de chaque menace, cette étude permet aussi de déduire l'état des lacs face aux menaces.

### III. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

#### III-1. Paramètres physico-chimiques de l'eau

D'une manière générale, le lac Kinkony et les lacs satellites ne sont pas oligotrophes, ce qui veut dire que l'eau y est riche en substances dissoutes. Pour le pH : les stations du lac Kinkony présentent un pH basique. Il est de l'ordre de 8. Pour les lacs satellites, le pH varie de 5,65 à 8,75. Beloha est un lac mésotrophe et acide. Katondra est un lac eutrophe, et l'eau est basique (8,75).

La conductivité: la station Beloha présente une conductivité faible (environ 32  $\mu\text{S}$ ) et Mamahana possède la valeur maximale (environ 279  $\mu\text{S}$ ).

La turbidité: puisque la turbidité est reliée à l'importance de particules présentes dans l'eau, les valeurs enregistrées dans les lacs satellites ou dans le lac Kinkony sont faibles sauf dans la station Mamahana (107,23 NTU)

Quant à la température et l'oxygène dissous: L'eau dans toutes les stations est chaude variant de 29,5 – 32°C. La valeur obtenue par la mesure du taux de l'oxygène dissous s'élève à 16,5 mg/L. Cette unique valeur observée dans toutes les stations nous semble erronée vu que ce paramètre est inversement proportionnel à la température. Pour y remédier, nous avons déduit sa valeur par la méthode de Dajoz (2000). Bien qu'une légère variation soit constatée, le taux de l'oxygène dissous dans tous les stations est environ 6 mg/L.

Pour le potentiel redox : Les eaux des stations du lac Kinkony sont toutes réducteurs. La valeur minimale a été enregistrée à Katondra (-104,83 Mv). Parmi les lacs satellites, les eaux du lac Beloha et Tsiambara sont oxydantes (Tableau 2).

**Tableau 2:** Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques de l'eau.

(Nombre de relevé par station n= 12)

Stations d'étude	pH	Conductivité ( $\mu\text{S}$ )	O <sub>2</sub> dissous selon Dajoz (mg/L)	Turbidité (NTU)	Température (°C)	Potentiel redox (mV)
Antobimafana	Min: 8,20 Max: 8,85	Min: 154,80 Max: 271	5,60	Min: 08 Max: 11,50	Min: 28,5 Max: 33	Min: -116 Max: -93

	Moyenne: 8,45 ±0,20	Moyenne: 200,58 ±51,30		Moyenne: 9,36 ±1,32	Moyenne: 30,50 ±2,10	- Moyenne: 98,60 ±6,37
<b>Beloha</b>	Min: 5,1 Max: 6,1 Moyenne: 5,63 ±0,38	Min: 30,50 Max: 35,70 Moyenne: 31,97 ±1,74	5,60	Min: 60 Max: 80 Moyenne: 67,39 ±6,50	Min: 27,80 Max: 33,30 Moyenne: 30,08 ±2,34	Min: 65 Max: 184 Moyenne: 92,33 ±19,46
<b>Katondra</b>	Min: 8,69 Max: 8,90 Moyenne: 8,76 ±0,06	Min: 138,30 Max: 340 Moyenne: 265,35 ±44,97	5,60	Min: 06 Max: 15,10 Moyenne: 10,58 ±2,48	Min: 25 Max: 33,90 Moyenne: 30,10 ±3,03	Min: -112 Max: -100 Moyenne: -104,83 ±3,79
<b>Maliolio</b>	Min: 07 Max: 7,62 Moyenne: 7,25 ±0,20	Min: 119,20 Max: 160,90 Moyenne: 132,97 ±12,29	5,60	Min: 3,50 Max: 07 Moyenne: 5,12 ±1,31	Min: 28 Max: 36,4 Moyenne: 31,72 ±2,27	Min: -36 Max: -4 - Moyenne: 19,33 ±8,36
<b>Mamahana</b>	Min: 8,25 Max: 8,84 Moyenne: 8,55 ±0,20	Min: 202 Max: 309 Moyenne: 278,58 ±36,99	6,50	Min: 40 Max: 180 Moyenne: 107,23 ±51,69	Min: 24 Max: 33,70 Moyenne: 29,46 ±2,96	Min: -109 Max: -75 Moyenne: -93,75 ±9,88
<b>Marofandroboka</b>	Min: 7,80 Max: 8,50 Moyenne: 8,26 ±0,23	Min: 152 Max: 183,50 Moyenne: 161,43 ±10,07	5,60	Min: 5,70 Max: 16,30 Moyenne: 12,16 ±3,95	Min: 27,50 Max: 34,40 Moyenne: 31,12 ±2,16	Min: -105 Max: -63 Moyenne: -91,44 ±14,08
<b>Tsiambara</b>	Min: 5,95 Max: 8,02 Moyenne: 6,73 ±0,75	Min: 45,60 Max: 49,70 Moyenne: 47,50 ±1,41	5,60	Min: 1,40 Max: 7,40 Moyenne: 2,63 ±1,85	Min: 26,70 Max: 33 Moyenne: 30,12 ±1,94	Min: -72 Max: 62 Moyenne: 10,91 ±50,10

### ***III-2. La faune ichtyologique***

#### ***III-2-1. Richesse spécifique***

Pour l'ensemble des stations, 18 espèces de poissons réparties dans 10 familles ont été répertoriées. La faune ichtyologique est dominée par la sous famille des Tilapiinae avec 5 espèces introduites : *Oreochromis mossambicus*, *Oreochromis macrochir*, *Oreochromis niloticus*, *Tilapia rendalli*, et *Tilapia zilli*.

#### **❖ *Lac Kinkony***

Le tableau ci-dessous (Tableau 3) représente la présence et absence des espèces ichtyologiques dans les stations du lac Kinkony.

**Tableau 3:** Présence et absence des espèces ichthyologiques dans le lac Kinkony.

Famille	Espèces	Endémicité	Station Antobimafan a	Station Mamahana	Station Marofandroboka
<b>Ambassidae</b>	<i>Ambassis</i> sp.		1	0	1
<b>Anguillidae</b>	<i>Anguilla bicolor</i> *		0	0	1
	<i>Anguilla marmorata</i> *		0	0	1
<b>Carangidae</b>	<i>Caranx</i> sp. *		0	0	1
<b>Cichlidae</b>	<i>O. mossambicus</i>		1	1	1
	<i>O. macrochir</i>		0	0	1
	<i>O. niloticus</i>		1	1	1
	<i>Pt. dambabe</i>	EN	0	0	1
	<i>T. rendalli</i>		1	1	0
	<i>T. zilli</i>		1	1	1
<b>Clupeidae</b>	<i>Pellonulops madagascariensis</i> *	EN	1	1	1
<b>Cyprinidae</b>	<i>C. carpio</i>		1	0	1
<b>Eleotridae</b>	<i>Eleotris fusca</i> *		0	1	0
<b>Gobiidae</b>	<i>G. giuris</i>		0	1	0
<b>Mugilidae</b>	<i>Mugil robustus</i>		0	0	1
<b>Osteoglossidae</b>	<i>Heterotis niloticus</i> *		1	1	1
	<b>Richesses spécifique</b>		8	8	13
	<b>Taux d'endémisme</b>		12,50%	12,50%	15,38%

EN : Endémique. *C* : *Cyprinus* *G* : *Glossogobius* *O* : *Oreochromis*

*Pt* : *Paretroplus* *T* : *Tilapia* 0 : présent 1 : absent \* : espèces capturées par d'autres pêcheurs

Sur les 16 espèces de poissons recensées dans le lac Kinkony, la station Marofandroboka présente une richesse spécifique la plus élevée (13 espèces), alors qu'à Mamahana et à Antobimafana, la richesse spécifique est faible (8 espèces). *Paretroplus kieneri* et *Paratilapia polleni* sont les espèces non observées dans les stations du lac Kinkony

❖ *Lacs satellites*

Dans le tableau ci-dessous (Tableau 4) on retrouvera la présence et absence des espèces ichthyologique des lacs satellites.

**Tableau 4 :** Présence et absence des espèces de la faune ichthyologique dans les lacs satellites.

Famille	Espèces	Endémicité	Lac Beloha	Lac Katondra	Lac Maliolio	Lac Tsiambara
<b>Ambassidae</b>	<i>Ambassis</i> sp.		0	1	0	0
<b>Anguillidae</b>	<i>Anguilla marmorata</i> *		0	1	0	0
<b>Cichlidae</b>	<i>O. mossambicus</i>		1	1	0	1
	<i>O. macrochir</i>		0	1	0	0
	<i>Pt. dambabe</i>		0	1	0	0
	<i>Pt. kieneri</i>	EN	0	1	0	0
	<i>Pa. polleni</i>	EN	1	0	0	1
	<i>T. rendalli</i>		1	1	0	1
	<i>T. zilli</i>		0	0	1	0
<b>Clupeidae</b>	<i>Pellonulops madagascariensis</i> *	EN	0	1	0	0
<b>Cyprinidae</b>	<i>C. carpio</i>		0	1	0	0
<b>Gobiidae</b>	<i>G. giuris</i>		1	1	0	1
<b>Osteoglossidae</b>	<i>Heterotis niloticus</i> *		0	1	0	0
	<b>Richesse spécifique</b>		4	11	1	4
	<b>Taux d'endémisme</b>		25%	27,27%	0%	25%

EN : Endémique. C : *Cyprinus* G : *Glossogobius* O : *Oreochromis* Pa : *Paratilapia*

Pt : *Paretroplus* T : *Tilapia* 0 : absence 1 : présence \* : espèces capturées par d'autres pêcheurs

Pour une totale de 13 espèces observées au niveau des lacs satellites, le lac Katondra possède la richesse spécifique la plus importante (11 espèces) avec un taux d'endémisme de 27,27%. Ce qui peut être dû à sa grande superficie et à la bonne qualité de l'eau (Turbidité, température). Maliolio n'abrite qu'une seule espèce de Tilapiinae. Il faut signaler que ce lac est isolé dans la forêt de Tsiombikibo. La présence de cette espèce pourrait être due à une introduction humaine et à sa forte résilience. *Anguilla bicolor*, *Caranx* sp. et *Oreochromis niloticus* sont les trois espèces introduites non inventoriées dans les lacs satellites.

### III-2-2. Fréquence de capture des espèces

Le nombre de relevés où l'espèce est présente (r) est variable selon l'espèce. La fréquence de capture de chacune des espèces est présentée dans le tableau suivant (Tableau 5).

**Tableau 5:** Fréquence de capture des espèces de poissons.

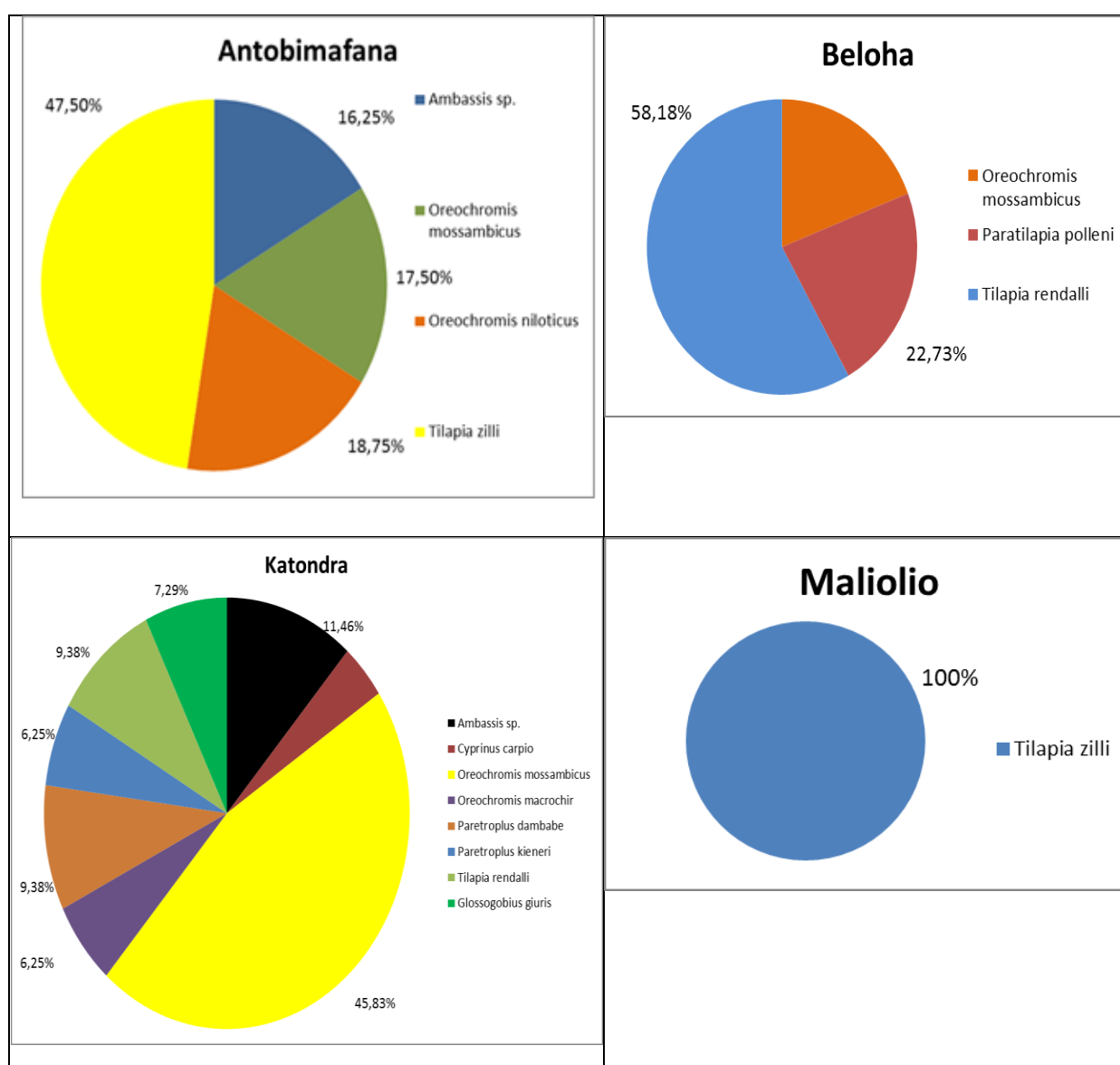
Famille	Espèces	r	F (%)	Catégorie
<b>Ambassidae</b>	<i>Ambassis</i> sp.	3	42,86	accessoire
<b>Anguillidae</b>	<i>Anguilla bicolor</i>	1	14,29	sporadique
	<i>Anguilla marmorata</i>	2	28,57	accessoire
<b>Carangidae</b>	<i>Caranx</i> sp.	1	14,29	sporadique
<b>Cichlidae</b>	<i>Oreochromis macrochir</i>	2	28,57	accessoire
	<i>Oreochromis mossambicus</i>	6	85,71	constante
	<i>Oreochromis niloticus</i>	3	42,86	accessoire
	<i>Paratilapia polleni</i>	2	28,57	accessoire
	<i>Paretroplus dambabe</i>	2	28,57	accessoire
	<i>Paretroplus kieneri</i>	1	14,29	sporadique
	<i>Tilapia rendalli</i>	5	71,43	fréquente
	<i>Tilapia zilli</i>	4	57,14	fréquente
<b>Clupeidae</b>	<i>Pellonulops madagascariensis</i>	4	57,14	fréquente
<b>Cyprinidae</b>	<i>Cyprinus carpio</i>	3	42,86	accessoire
<b>Gobiidae</b>	<i>Glossogobius giuris</i>	4	57,14	fréquente
<b>Eleotridae</b>	<i>Eleotris fusca</i>	1	14,29	sporadique
<b>Mugilidae</b>	<i>Mugil robustus</i>	1	14,29	sporadique
<b>Osteoglossidae</b>	<i>Heterotis niloticus</i>	4	57,14	fréquente

Parmi les poissons présents dans le lac Kinkony et dans les lacs environnants, *Oreochromis mossambicus* est la plus constante ( $r= 6$ ,  $F= 85,71\%$ ). Elle a été recensée dans toutes les stations exceptée à Maliolio, vient ensuite *Tilapia rendalli* qui est observée dans cinq stations.

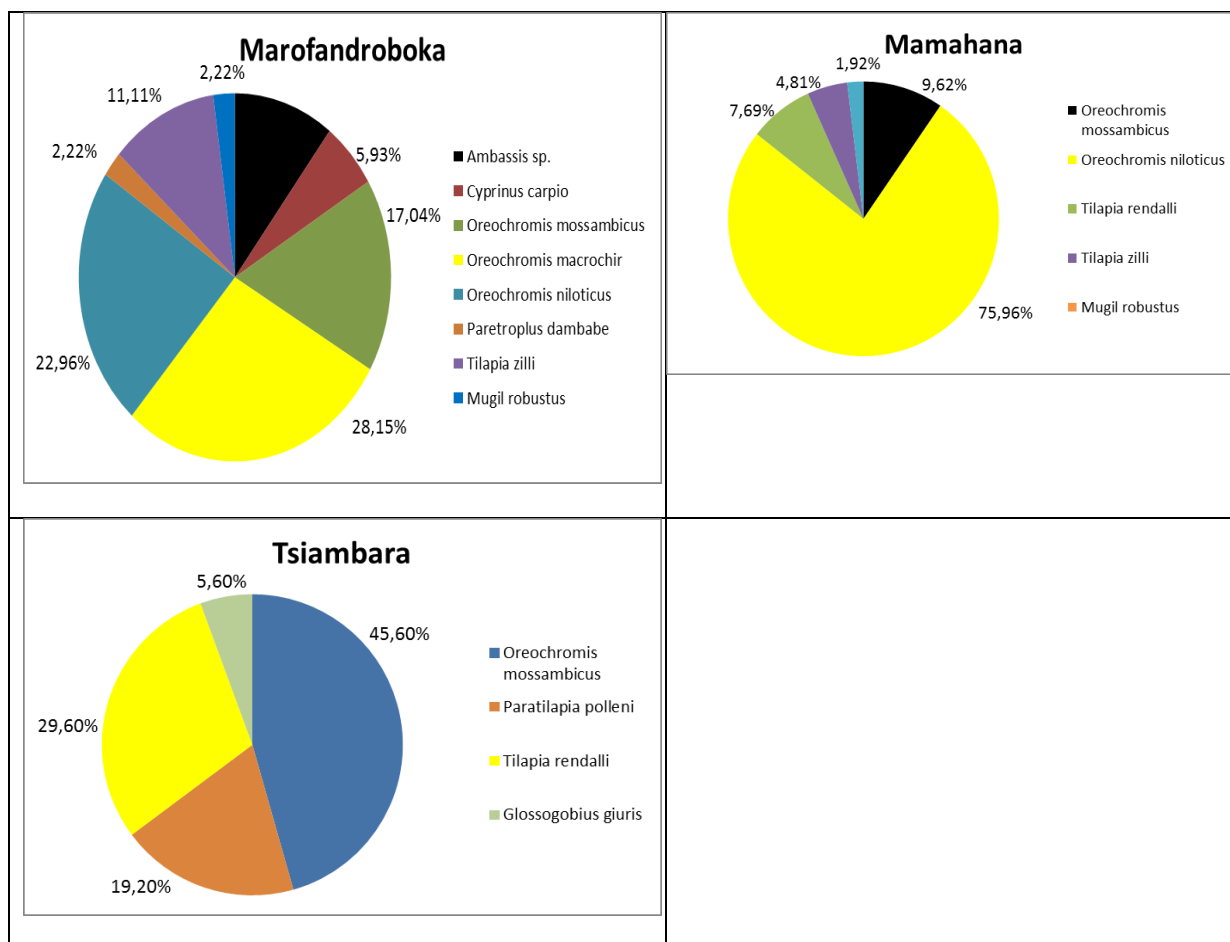
*Anguilla bicolor*, *Caranx* sp., *Mugil robustus*, *Eleotris fusca* et *Paretroplus kieneri* sont des espèces sporadiques et les moins fréquentes. Le reste est constitué par des espèces accessoires.

### III-2-3. Abondance relative

Les résultats de la pêche expérimentale sont récapitulés par les figures ci-dessous.







**Figure 6:** Structure de l'abondance relative de la faune ichthyique dans les sept stations

Maliolio est pauvre en faune piscicole car la communauté ichthyologique est composée uniquement de *Tilapia zilli*. *Paretroplus dambabe* est influente à Katondra ( $AR > 15\%$ ) mais elle est rare à Marofandroboka ( $1 \leq AR \leq 5\%$ ). En outre, *Paretroplus kieneri* est également une espèce influente à Katondra. Il faut noter que l'espèce cible *Paratilapia polleni* est dominante dans son habitat (Beloha et Tsiambara) et elle est absente dans les autres stations.

#### **III-2-4. Diversité spécifique et équitabilité des stations.**

A partir de la richesse spécifique et de l'abondance relative dans chaque station, le tableau ci-dessous (Tableau 6) illustre les valeurs de l'indice de Shannon  $H'$  et de l'Équitabilité  $E$ .

La station Marofandroboka est la plus diversifiée ( $H' = 0,79$ ). Elle est suivie du lac Katondra ( $H' = 0,75$ ). Le lac Maliolio présente une faune ichthyologique la moins diversifiée ( $H' = 0$ ).

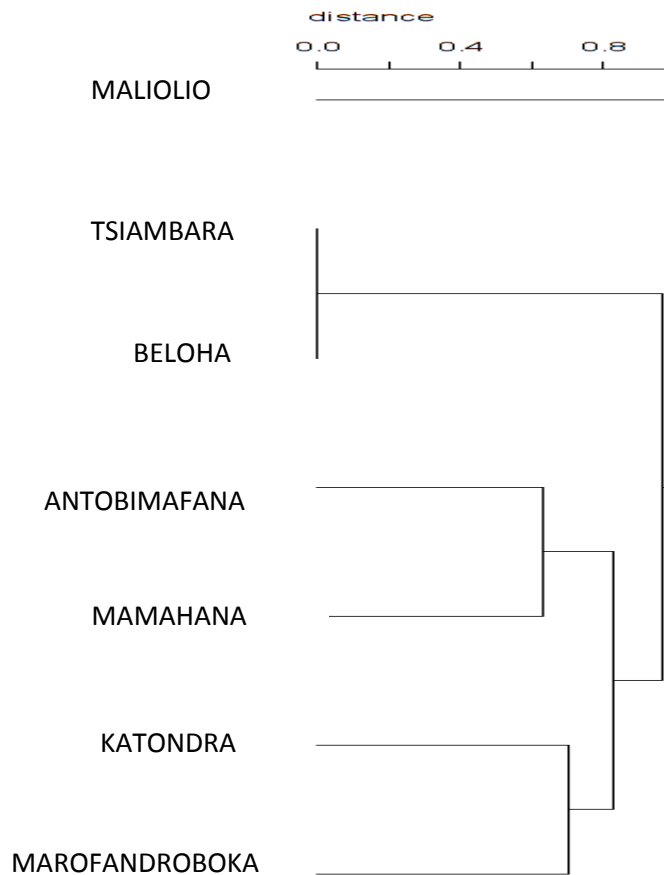
Pour les autres stations : Antombimafana, Marofandroboka, Katondra, Beloha et Tsiambara, les indices de Shannon sont moyens, compris entre 0,42 et 0,55. La répartition des espèces de poissons y est équitable. La valeur de E pour chacune de ces stations est supérieure à 0,80. Pour ces stations, la distribution des individus par espèce est régulière. Ce qui n'est pas le cas du lac Maliolio et de la station Mamahana dont les valeurs de E sont presque nulles (0 à 0,53) (Tableau 6).

**Tableau 6 : Diversité spécifique (H') et équitabilité (E)**

Stations	Antombimafana	Marofandroboka	Mamahana	Maliolio	Katondra	Beloha	Tsiambara
<b>H'</b>	0,55	0,79	0,37	0	0,75	0,42	0,52
<b>E</b>	0,91	0,87	0,53	0	0,83	0,88	0,86

### ***III-2-5. Similarité des stations***

Les résultats relatifs à la variation de l'indice de similarité des stations (Annexe VIII) montrent trois groupements respectifs: le premier groupement est composé de la station Maliolio. Le deuxième groupement est formé de Beloha et Tsiambara. Le troisième groupement est constitué des stations : Antombimafana et Mamahana d'une part, Katondra et Marofandroboka d'autre part. La station Maliolio reste isolée des autres stations. Cette station est géographiquement isolée et c'est la raison pour laquelle sa composition ichthyologique est bien différente de celle des autres. La figure ci-dessous (Figure 7) permet de voir les affinités entre les stations.



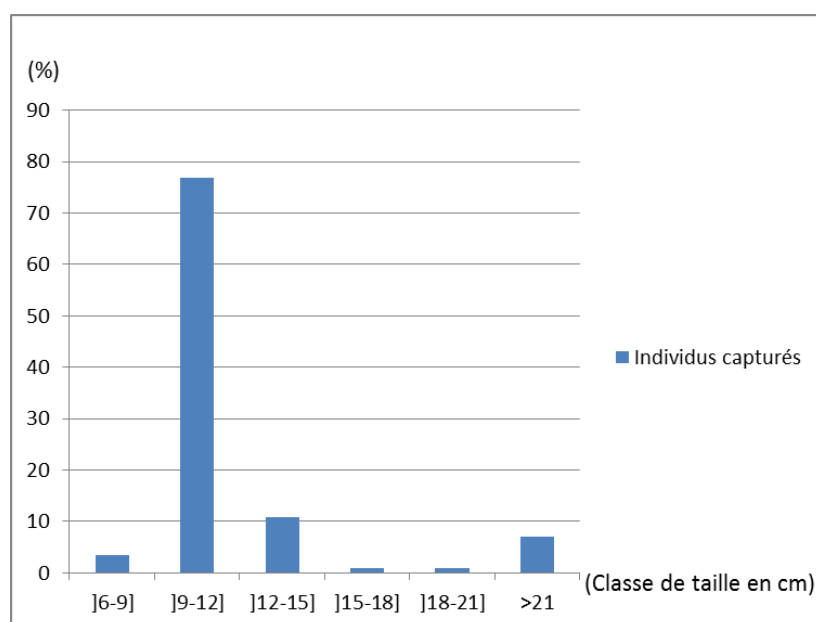
**Figure 7:** Dendrogramme montrant l'affinité en composition spécifique entre les stations d'étude.

En terme de composition spécifique, l'ensemble des stations présentent une faible similarité entre elles (0 à 0,37) sauf entre Beloha et Tsiambara où l'indice de similarité est égal à un, c'est-à-dire que la distance entre les stations est zéro. Ces deux stations présentent une connexion à une certaine période de l'année; d'où la ressemblance de ses espèces constitutives. Katondra et Marofandrombaka ont plus de similarités (environ 0,30).

#### ***II-2-6. Structure du peuplement ichthyologique des sept stations***

Le graphique ci-dessous (Figure 8) permet de classer par intervalles de taille les différentes espèces capturées en vue de grouper les individus en trois catégories d'âge : les juvéniles, les jeunes et les adultes. Il est à noter que seuls les individus capturés par nos filets sont mesurés. Les six espèces restantes sont capturées par d'autres pêcheurs mais ont seulement contribué à l'évaluation de la richesse spécifique, à savoir : *Ambassis* sp.,

*Anguilla bicolor*, *Anguilla marmorata*, *Caranx* sp., *Heterotis niloticus*, *Pellonulops madagascariensis*.



**Figure 8:** Classification par taille des poissons dans les sept stations d'étude.

D'après ce graphique, sur les individus mesurés et pesés, la majorité des individus (75%) sont des jeunes et des sub-adultes dont la taille est comprise entre 9 à 15 cm. Les individus adultes ayant une taille supérieure à 15 cm sont rares surtout pour les Cichlidés. Toutefois, l'espèce cible *Paratilapia pollenii* est représentée presque dans toutes les catégories d'âge; ce qui peut être interprété comme un signe de bonne santé de sa population. Ceux qui dépassent les 21 cm sont généralement les Carpes, Gobiidés et *Tilapia rendalli*.

### III-2-7. Capture par unité d'effort (CPUE)

#### ❖ Au niveau du lac Kinkony

Le nombre d'individus capturés par heure est compris entre 4 et 6,75. Le tableau ci-dessous (Tableau 7) nous montre les résultats de capture par unité de temps.

**Tableau 7:** Evaluation de la production de poissons dans les trois stations du lac Kinkony.

Stations	Antobimafana	Mamahana	Marofandroboka
NPUE (ind/h)	4	5,20	6,75
WPUE (g/h)	84 ,95	123,68	153,88

**NPUE** : Nombre Par Unité d'Effort **WPUE** : Poids Par Unité d'Effort.

L'écart entre le nombre d'individus capturés par heure est considérable car il varie de 4 (à Antobimafana) à 7 (à Marofandroboka). La station Marofandroboka est aussi bien plus productive en termes de nombre d'individus qu'en biomasse avec une valeur de 6,75 ind/h et 153,88 g/h.

❖ *Au niveau des lacs satellites*

Le nombre d'individus capturés par heure est plus important que celui du lac Kinkony. Le tableau ci-dessous (Tableau 8) présente le résultat sur la CPUE.

Sans tenir compte de la station Maliolio qui est caractérisée par les faibles valeurs en NPUE et en WPUE, le nombre d'individus capturés par heure dans les stations Beloha et Katondra est semblable à celui de Mamahana, avec la valeur d'environ cinq individus capturés en une heure. En ce qui concerne la biomasse, Beloha possède la biomasse la plus élevée.

**Tableau 8:** Evaluation de la production de poissons dans les lacs satellites

Stations	Beloha	Katondra	Maliolio	Tsiambara
NPUE (ind/h)	5,50	4,80	2,35	6,25
WPUE (g/h)	563,76	308,10	52,25	213,85

**III-2-8. Stock de poissons**

Pour évaluer le stock de poissons dans les lacs, le nombre d'individus par hectare et par kilomètre carré pour chaque station a été calculé à partir de la droite de régression de la capture cumulée en fonction de la capture instantanée.

Le tableau ci-dessous (Tableau 9) montre les résultats de ces calculs.

**Tableau 9:** Evaluation en nombre du stock de poissons par station.

Lacs	Stations	n (ind/Ha)	n (ind/Km <sup>2</sup> )	Moyenne (ind/Km <sup>2</sup> )
Kinkony	Antobimafana	238	23 800	105 000
	Mamahana	328	32 800	
	Marofandroboka	484	48 400	

Lacs	Stations	n (ind/Ha)	n (ind/Km <sup>2</sup> )	Moyenne (ind/Km <sup>2</sup> )
<b>Lacs satellites</b>	Beloha	296	29 600	29 600
	Katondra	334	33 400	33 400
	Maliolio	154	15 400	15 400
	Tsiambara	522	52 200	52 200

A partir de ce tableau, pour le lac Kinkony la valeur la plus faible de l'évaluation du stock de poissons est celle d'Antobimafana qui est de 238 ind/Ha soit 23 800 ind/Km<sup>2</sup>, contre une valeur plus élevée de 484 ind/Ha soit 48 400 ind/Km<sup>2</sup> pour Marofandroboka.

Pour les lacs satellites, la plus faible est de 154 ind/Ha soit 15 400 ind/Km<sup>2</sup> pour Maliolio, contre 522 ind/Ha soit 52 200 ind/Km<sup>2</sup> pour Tsiambara.

### ***III-3. Suivi des tortues d'eau douce***

#### ***III-3-1. Richesse spécifique***

Le tableau 10 résume la présence et l'absence des espèces de tortues aquatiques dans chaque station d'intervention. En réalité, seule l'espèce *Pelusios castanoides* a été inventoriée. D'après le tableau, on peut dire que les tortues sont présentes que dans les lacs satellites et non dans le lac Kinkony.

**Tableau 10:** Présence et absence des tortues aquatiques dans chaque station.

Stations	<i>Erymnochelys madagascariensis</i> (EN)	<i>Pelusios castanoides</i>	<i>Pelomedusa subrufa</i>
<b>Antobimafana</b>	0	0	0
<b>Beloha</b>	0	1	0
<b>Katondra</b>	0	1	0
<b>Maliolio</b>	0	0	0
<b>Mamahana</b>	0	0	0
<b>Marofandroboka</b>	0	0	0
<b>Tsiambara</b>	0	1	0

1 : Présence      0 : Absence      EN : Endémique

### ***III-3-2. Structure de la population de Pelusios castanoides***

Le tableau ci-dessous (Tableau 11) montre la répartition des individus selon le sexe, l'âge et la taille. Ils ont été recensés à partir de l'observation directe diurne et de la capture par piégeage ou encore de la capture par d'autres pêcheurs.

D'après ce tableau, parmi les 11 individus recensés : quatre sont des femelles dont trois adultes; les deux juvéniles sont rencontrés à Tsiambara. Le poids maximal des individus est de 700 g et le poids minimal est de 155 g. Le poids moyen des individus est de 366 g.

**Tableau 11:** Répartition de tortue d'eau douce *Pelusios castanoides* selon le sexe, l'âge et le poids.

<b>Stations</b>	<b>Individu</b>	<b>Sexe</b>	<b>Stries</b>	<b>Classe d'âge</b>	<b>LC (mm)</b>	<b>Poids (g)</b>	<b>Méthodes de captures</b>
<b>Beloha</b>	Ind1	F	8	A	213	316	Observation directe
	Ind2	M	3	A	115	197	Piège
<b>Katondra</b>	Ind3	M	2	A	119	220	Observation directe
	Ind4	F	4	A	210	437	Capturée par les pêcheurs
<b>Tsiambara</b>	Ind 5	M	8	A	174	680	Piège
	Ind6	M	1	J	96	155	Piège
	Ind7	M	3	A	138	400	Piège
	Ind8	M	3	A	143	420	Piège
	Ind9	M	2	A	106	210	Piège
	Ind10	F	6	A	180	700	Observation directe
	Ind11	F	1	J	124	290	Piège

Ind: individu

F : Femelle

J : Juvénile

M : Mâle

A : Adulte

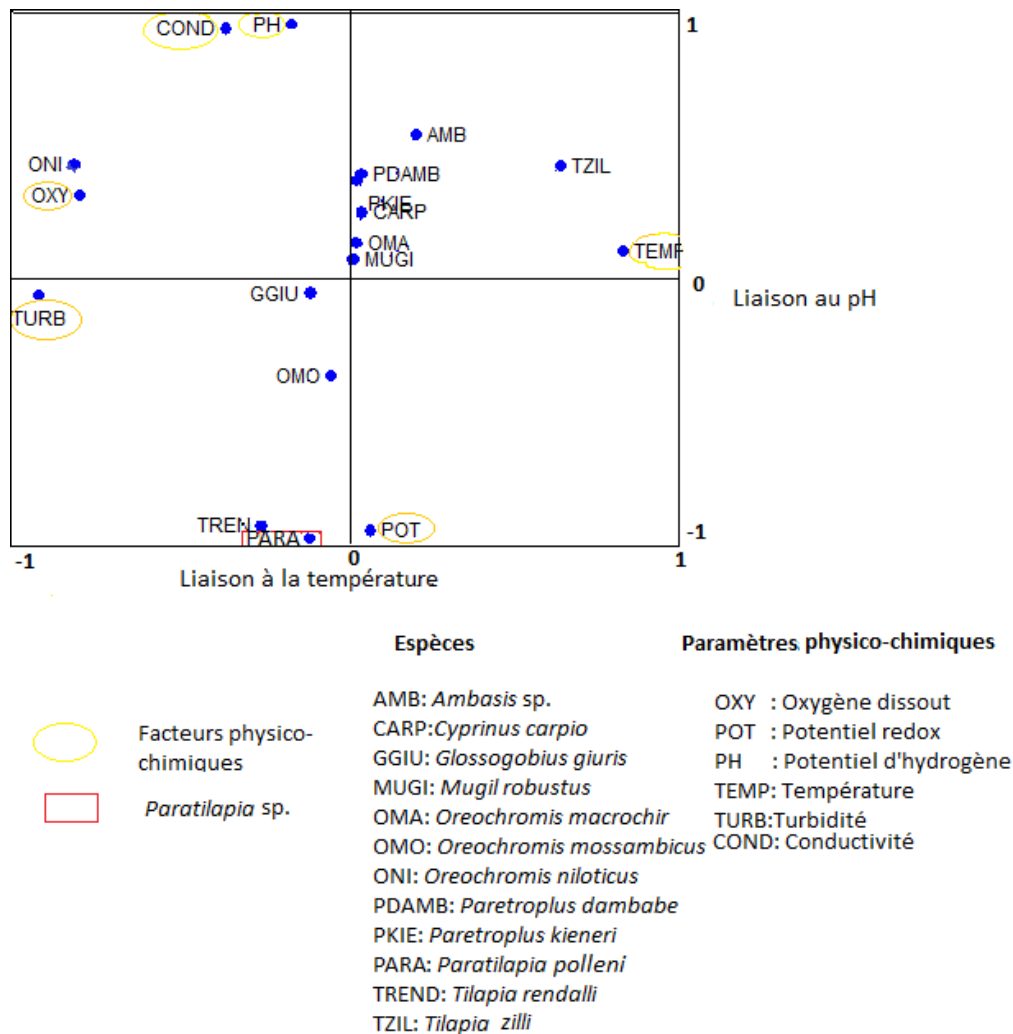
LC : Longueur carapace

### III-4. Etude préliminaire de l'introduction de *Paratilapia polleni*

*Paratilapia polleni* a été localisée qu'à Tsiambara et Beloha. L'Analyse en Composantes principales (ACP) permet de voir la corrélation entre les variables: paramètres physico-chimiques et espèces observées. Quant à l'analyse de l'affinité des sites, elle permet de voir graphiquement la similarité des stations suivant les deux facteurs.

#### III-4-1. Corrélation entre les espèces et les paramètres physico-chimiques de l'eau

Le résultat de l'ACP sur les paramètres physico-chimiques de l'eau et des espèces capturées montre que quatre facteurs regroupent les relations existantes entre eux. L'annexe XIV donne plus de détails sur ce résultat. D'après ce dernier, deux des quatre facteurs représentent nettement les relations existantes entre les variables. La figure ci-dessous (Figure 9) illustre le cercle de corrélation des variables dans toutes les stations.



**Figure 9:** Cercle de corrélation entre les espèces capturées et les paramètres physico-chimiques de l'eau.

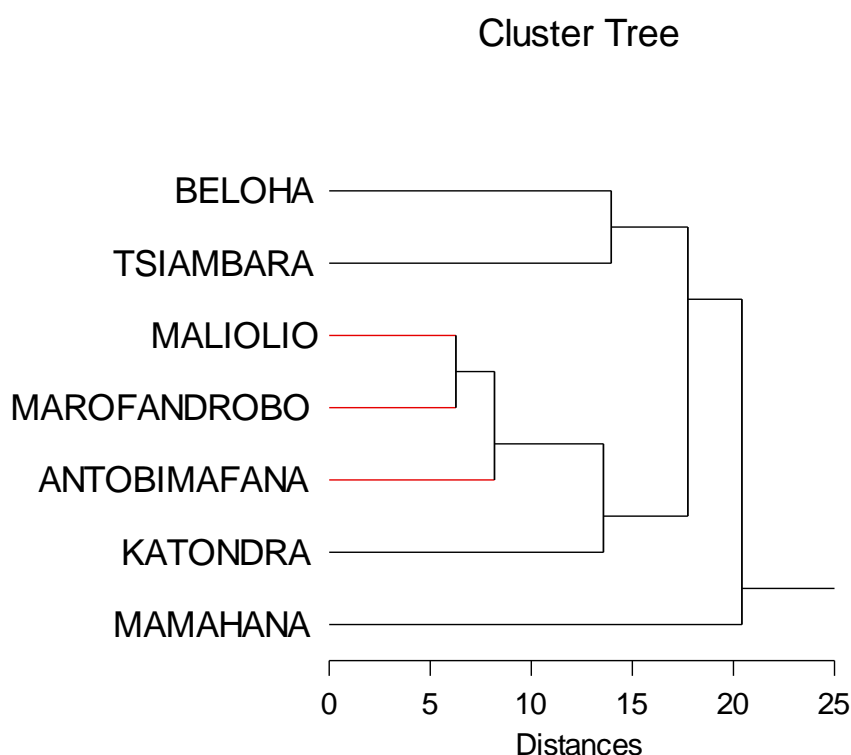


Sur l'axe vertical (liaison au pH), la conductivité et le pH sont corrélés négativement avec le potentiel redox. Ils ont des valeurs proches de un et moins un. Parallèlement, les espèces qui sont corrélées avec le pH sont *Tilapia rendalli*, *Paratilapia polleni*. et *Ambassis* sp. Par contre pour les espèces comme *Oreochromis niloticus* et *Tilapia zilli*, elles sont en relation avec la température, l'oxygène et la turbidité.

Il faut noter que pour *Paratilapia polleni*, elle est corrélée négativement au pH avec une valeur de corrélation égale à 0,88 . Ce qui veut dire qu'elle tolère le pH acide comme *Tilapia rendalli*. Ce dernier semble avoir une grande tolérance à la variation du taux d'oxygène dissous dans l'eau avec une valeur de corrélation égale à zéro. (Annexe XIII).

#### ***III-4-2. Affinité des stations par rapport aux espèces de poissons et les paramètres physico-chimiques de l'eau***

. Ci-dessous (Figure 10), un dendrogramme (« Cluster tree ») représentant l'affinité entre les stations.



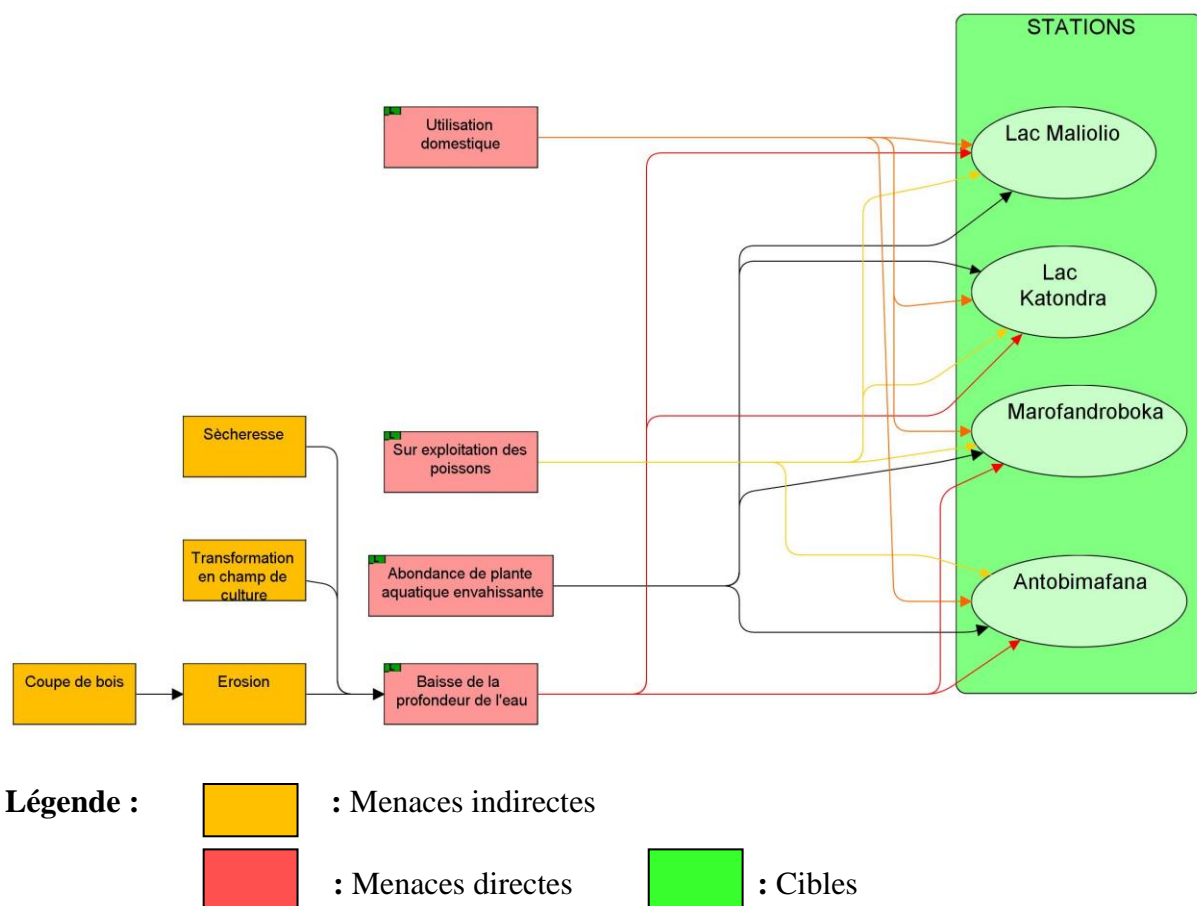
**Figure 10:** Affinités des stations par rapport aux espèces et aux paramètres physico-chimiques de l'eau.

D'après ce dendrogramme, les stations sont réparties en trois groupes. Le premier qui est constitué par Beloha et Tsiambara. Le second qui est le plus proche du premier est formé par quatre stations: Maliolio, Marofandroboka, Antobimafana et Katondra. Le troisième est composé d'une seule station: Mamahana.

En effet, ce sont les stations du deuxième groupe qui ont plus de ressemblance entre elles, aussi bien du point de vue richesse et composition spécifiques que des paramètres physico-chimiques de l'eau.

### III-4-3. Menaces et pressions enregistrées au niveau des stations

Pour être plus réaliste sur l'étude de l'introduction de *Paratilapia polleni*, l'analyse des menaces et des pressions agissant sur les stations jugées favorables à l'introduction sont nécessaires. Le diagramme ci-dessous (Figure 11) nous montre les pressions et leurs degrés sur chaque station.







**Figure 11:** Diagramme représentant les différentes pressions agissant sur les quatre stations favorables à l'empoissonnement de *Paratilapia polleni*.

A partir des autres analyses déjà effectuées ci-dessus , quatres stations peuvent être choisies comme favorables à l'introduction de *Paratilapia polleni*. Elles sont toutes soumises aux mêmes types de pressions. La couleur verte des petites cases sur le haut de chaque menace indique que pour l'ensemble des stations le degré de chaque menace est encore estimé faible ou bas. C'est-à-dire que l'étendue et la sévérité sont estimées entre 1 à 10% et le temps de rétablissement des stations face à l'une des menaces est évalué entre 0 à 5 années.

Par contre, le tableau suivant (Tableau 12) résume une estimation de l'état de chaque station face à l'ensemble des pressions.

**Tableau 12:** Représentation des degrés des pressions sur chaque station.

	Cibles Menaces	Lac Maliolio	Marofandroboka	Antobimafana	Lac Katondra	Degré total de menace
	Abondance de plante aquatique envahissante	Bas	Bas	Bas	Bas	Bas
	Utilisation domestique	Bas	Bas	Bas	Bas	Bas
	Surexploitation des poissons	Bas	Moyen	Bas	Bas	Bas
	Baisse de la profondeur de l'eau	Bas	Bas	Bas	Bas	Bas
	Niveau de menaces des stations	Bas	Bas	Bas	Bas	Bas

En ce qui concerne l'état des stations, on constate que ces dernières ont toutes un niveau de menace faible malgré le fait que la surexploitation des poissons atteint le niveau de menace moyen à Marofandroboka.

## IV. DISCUSSIONS

### *IV-1. Paramètres physico-chimiques de l'eau*

Cette année, la date de descente pour effectuer le suivi a été décalée par rapport à celle de l'année précédente, ce qui nous a permis de mieux observer la variabilité des paramètres physico-chimiques en particulier la profondeur de l'eau. Prenons le cas de la station Beloha, où la profondeur de l'eau ne dépassait pas de 1,50 m. En outre, quant au pH, l'écart de la valeur du pH de l'eau est important cette année, car la valeur minimale est de 5,63 et la valeur maximale est de 8,10.

D'après l'étude menée par Bhatnagar & Devi (2013), il y a une certaine relation entre la qualité de l'eau et la biologie des poissons. Les valeurs des paramètres physico-chimiques déterminent la qualité des eaux. Parmi ces paramètres, le pH est le plus déterminant pour la survie des poissons. Selon Schaperclaus (1962), les poissons peuvent tolérer un pH variant de 5 à 9. Cet intervalle de valeur n'est pas dépassé durant notre étude, bien que la valeur minimale observée cette année soit de 5,63 dans la station Beloha; elle est faible par rapport à l'année dernière. La valeur minimale observée était de 7,30 dans la station Maliolio (Asity Madagascar 2015). Bien que l'eau soit acide (pH = 5.63), elle ne nuit pas à la vie des poissons. D'ailleurs, Nisbet & Verneaux en 1970 stipulaient que les Cichlidés sont tolérants à la variation du pH. C'est la raison pour laquelle les espèces de Cichlidés sont bien présents à Beloha. *Paratilapia polleni* peut survivre dans des eaux ayant un pH très acide (Kiener & Mangé 1966 ; Catala 1977). Dans l'ensemble des stations, d'après les valeurs du pH, l'eau est viable pour la plupart des poissons et permet une forte productivité (Primack & Ratsirarson, 2005).

L'eau turbide constatée à Mamahana qui a atteint une valeur de 107,23 NTU peut être expliquée par la diminution du niveau de l'eau, qui est accentuée par l'activité de pêche aux sennes « varilava ». Ce genre d'activité de pêche engendre une perturbation en faisant monter les particules en surface. Cette hausse de la turbidité peut gêner les activités de certains poissons qui se focalisent sur la vue, par exemple leur déplacement et la recherche de nourriture.

Dans toutes les stations, la température des eaux est supérieure à la température ambiante, elle est comprise entre 25°C et 35°C. Ce qui peut être expliqué par le fait que les stations se situent dans la partie côtière chaude de l'île. Cet intervalle de température peut

accentuer le taux de reproduction de la faune aquatique car généralement la reproduction se fait lorsque la température est élevée (saison chaude).

En ce qui concerne le taux d'oxygène dissous, il est presque constant, selon la méthode Dajoz (2000), sa valeur est approximativement 6 mg/L. Ce taux est en général favorable pour la faune ichthyologique surtout pour les Cichlidés malgaches pour lesquels le taux d'oxygène supportable peut aller jusqu'à 5 mg/l (Ravelomanana, 2006).

## ***IV-2. Faune ichthyologique***

### ***IV-2-1. Richesse spécifique***

La variation des paramètres physico-chimiques de l'eau de cette année a une répercussion sur la composition et l'abondance de la faune ichthyologique sur les sept stations. Le présent travail a permis d'observer 18 espèces qui se répartissent en dix familles. Alors que l'année précédente, 16 espèces ont été répertoriées, réparties en huit familles (Asity Madagascar 2015). Il est fort probable que d'autres phénomènes puissent expliquer cette variation de la richesse spécifique, entre autre, la réapparition de certaines espèces existantes dans les stations : *Anguilla marmorata* et *Caranx* sp. Ces espèces n'ont pas été observées l'année passée, peut-être, à cause du niveau de l'eau encore élevé.

#### **- Cas du lac Kinkony**

Malgré, le fait que les stations choisies se trouvaient uniquement dans le lac Kinkony dans les études précédentes, on s'est focalisé sur le cas de ce lac. En comparaison avec les études antérieures, les 16 espèces inventoriées à Kinkony sont encore faibles. En effet en 2006, 19 espèces ont été répertoriées dans le lac Kinkony (Rakotonirainy 2007). Comparée au travail de Raminosoa en 2004 qui a inventorié 33 espèces, la richesse spécifique a chuté de moitié.

Malgré une discontinuité du suivi et la différence des méthodes utilisées après de 2006 jusqu'à 2016, on peut quand même voir l'évolution du nombre d'espèces (Annexe XI). On peut expliquer cette variation d'espèces inventoriées par la différence de matériels utilisés mais aussi par la variabilité de l'état du milieu. Selon Raminosoa en 2004, la richesse spécifique est principalement basée sur la variabilité de l'état du milieu. Elle est liée aux caractères physico-chimiques, l'état physique de l'habitat ainsi que les menaces encourues par les espèces.

Malgré le peu de matériels et de stations visitées cette année dans le lac Kinkony (sans compter celles des lacs satellites), les 16 espèces de poissons observées ont augmenté par rapport à l'année dernière où 12 espèces ont été recensées (Asity Madagascar 2015). On peut dire que le choix de la période de descente est presque déterminant. Une autre explication peut être avancée: ces espèces ont migré vers un endroit pour être à l'abri des prédateurs et elles ont pu échapper aux filets lors du suivi de l'année précédente.

L'annexe XII nous donne un bref résumé sur les études menées sur cinq années depuis 2005.

#### ***IV-2-2. Abondance relative et fréquences de capture des espèces de poissons***

D'après les résultats, en majorité, les Cichlidés sont dominants dans toutes les stations, c'est-à-dire que  $AR > 15\%$ . Ce qui peut être expliqué par le fait que les espèces de cette famille sont moins tolérantes vis-à-vis des conditions du milieu et plus compétitives surtout les espèces introduites contrairement aux poissons autochtones (Kiener, 1963).

Pour la fréquence de capture, cinq espèces ont été catégorisées comme fréquentes dans les stations. C'est peut-être dû au fait que ces espèces ont été observées au moins dans quatre stations sur sept. De ce fait, la chance de leur capture augmente.

#### ***IV-2-3. Evaluation du stock***

Malgré l'augmentation de la richesse spécifique lors de la présente étude, la tendance générale du stock de poissons a diminué dans toutes les stations. L'année dernière, la valeur maximale du stock était de 161 100 ind/Km<sup>2</sup> (Katondra) (Asity Madagascar, 2015) et elle est seulement de 52 200 ind/Km<sup>2</sup> (Tsiambara) cette année. Cette baisse peut être due à la surexploitation durant toute l'année car la période de notre descente était très proche de la clôture de la saison de pêche. Autrement dit, pendant la période d'ouverture de la pêche, les villageois ont surexploité les poissons de la région y compris ceux du CMK.

#### **- Cas du lac Kinkony**

Il est à rappeler qu'au niveau du lac Kinkony, cette année en moyenne 35 000 ind/Km<sup>2</sup> ont été collectés contre 98 300 ind/Km<sup>2</sup> l'année dernière. Comme il déjà mentionné, le suivi a eu lieu au mois d'Octobre cette année, ce décalage de un mois par rapport à l'année passée (au mois de Septembre) pourrait être la raison de cette diminution de stock. Une autre raison qui mérite d'être signalée est la non utilisation du filet épervier cette année. Cette réduction se manifeste également par la faible production de poissons tant en termes d'effectif (2,35 - 6,75

ind/h) qu'en termes biomasse (52,25 - 563,76 g/h). Cependant, on ne peut pas dire que le stock estimé est représentatif du grand lac car on n'a visité que trois stations malgré la superficie du lac.

#### ***IV-2-4. Structure du peuplement***

Dans l'ensemble des stations, sur les 12 espèces capturées par nos filets, la faune ichthyologique est constituée surtout de jeunes et de sub-adultes de 9 cm à 15 cm de longueur. Les individus de plus de 15 cm ont été représentés mais à faible taux. Ce résultat peut être expliqué par le fait que les filets utilisés n'ont pas pu capturer des individus de grande taille. Une autre explication possible: la période de capture coïncide à la période de reproduction de la plupart des poissons comme les Cichlidés (Glaw & Vences, 1994). En général, le cycle biologique des espèces africaines est étroitement lié aux saisons, la reproduction s'effectuant presque toujours juste avant ou pendant les crues (Blache, 1964).

Pour le genre *Paratilapia*, il présente des représentants dans chaque catégorie de taille. Ce qui peut être expliqué par le fait que sa reproduction s'effectue d'octobre à mars et culmine en novembre (Glaw & Vences, 1994). Un fait qui peut signifier un bon état de la population.

#### ***IV-3. Tortue d'eau douce***

Selon l'étude antérieure environ douze ans passés (Asity Madagascar, 2005), trois espèces de tortues se trouvent dans le CMK à savoir : *Erymnochelys madagascariensis* appelée communément « rere », *Pelusios castanoides*, et *Pelomedusa subrufa*. L'espèce cible *Erymnochelys madagascariensis* n'a pas été recensée cette année (2016). Son dernier recensement dans le complexe remonte à 2010 à Katondra (Asity Madagascar, 2010). Selon les études antérieures, son effectif reste faible et n'a jamais dépassé 10 individus. Seule *Pelusios castanoides* a été capturée cette année. D'après les enquêtes auprès de la population locale, les tortues d'eau douce existent toujours dans toutes les stations. Cependant, faute de consommation de la population locale, il est très rare de nos jours d'en trouver notamment les « rere » *Erymnochelys madagascariensis*. Une hypothèse sur la non capture peut être avancée: cette espèce cible pourrait être en faible densité dans le CMK faute de lourde exploitation humaine (Veloso, J. et al., 2013). D'où la justification de son statut « en danger critique » selon l'UICN (Leuteritz et al., 2008).



#### ***IV-4. Etude préliminaire de l'introduction de Paratilapia polleni dans les autres stations***

##### ***IV-4-1. Analyse en Composantes Principales***

Après «l'analyse en Composante Principale» ou ACP des paramètres physico-chimiques de l'eau et des espèces capturées, les résultats ont montré que ces variables sont regroupées en quatre facteurs. Deux de ces facteurs représentent l'affinité des espèces avec les paramètres physico-chimiques de l'eau et les autres représentent l'affinité des espèces entre eux. *Paratilapia polleni* présente une forte corrélation négative avec le pH. Ce qui traduit qu'elle tolère un pH acide, c'est-à-dire que plus le pH est acide plus l'espèce se sent bien. Mais, l'étude faite dans le Complexe Mangoky Ihotry, a permis de constater que *Paratilapia* sp. (à petits points) peut aussi supporter un milieu basique (Ph= 8,7). Ce qui amène à poser la question si ce sont des espèces différentes ou est-ce que c'est le genre *Paratilapia* qui tolère une variation du pH? Quant à l'espèce *Tilapia rendalli* qui semble être associée à l'espèce *Paratilapia polleni*, la valeur de la corrélation avec l'oxygène est presque nulle (Annexe XIII). On peut déduire que cette espèce tolère une forte variabilité du taux d'oxygène dissous dans l'eau. Comme *Paratiapia polleni*, elle tolère aussi le pH acide.

Il serait mieux de mentionner un bref aperçu sur la bio-écologie de l'espèce afin de mieux cerner l'étude de son introduction. Connue généralement sous le nom de « Marakely », *Paratilapia polleni* peut atteindre une taille de 30 cm (Rasoloariniaina, 2010). Les jeunes *Paratilapia* sont gris et présentent une grosse tache sur les nageoires. La couleur des poissons vire au noir en atteignant 6 cm de long et elles ont une longévité d'environ 6 ans. Pour l'alimentation, les juvéniles se nourrissent des planctons et les adultes sont omnivores (Glaw & Vences, 1994). Etant non sensible à la qualité chimique de l'eau sauf à la salinité, *Paratilapia polleni* préfère généralement des milieux calmes et pourvus de cachettes (De Rham & Nourissat, 2002). Le fait d'avoir capturé en majorité des juvéniles et des sub-adultes confirme cette constatation.

Bref, *Paratilapia polleni* est une espèce tolérante à la variation de la qualité chimique de l'eau exceptée la salinité qui est encore à vérifier car des individus ont été observés dans la station Ankidatanandro de CMI où l'eau est légèrement salée (Asity Madagascar, 2015). On a pu constater que la transparence de l'eau reste le point commun des stations où elle a été localisée (CMK et CMI). Ce fait devrait être étudié dans des recherches ultérieures.

En ce qui concerne la reproduction, elle pond plusieurs fois dans l'année (Andriantsoaharinanahary, 2015) et pose leurs œufs en grappes sur les végétaux aquatiques. Les mâles, souvent agressifs, mangent parfois les pontes (De Rham & Nourissat, 2002). Son principal prédateur *Ophicephalus striatus* (Ravelomanana, 2006) est absente dans nos stations d'étude.

#### ***IV-4-2. Faisabilité de l'introduction de Paratilapia polleni dans les autres stations***

Concernant l'étude de l'introduction de l'espèce cible, en tenant compte des conditions nécessaires à sa survie, Maliolio, Marofandroboka, Antobimafana et Katondra pourraient avoir la bonne probabilité de l'accueillir. En effet ces quatre stations ont des eaux calmes et surtout elles présentent un aspect biotique et abiotique plus proches des deux lacs (Beloha et Tsiambara) qui hébergent naturellement *Paratilapia*. Selon Raminosoa en 2004, la richesse spécifique est principalement basée sur la variabilité de l'état du milieu; donc l'état du milieu conditionne le plus la vie d'une espèce. Maliolio et Katondra seraient plus favorables à cause de leur isolement c'est-à-dire situés loin du village. Le contrôle et le suivi des individus introduits seront faciles à réaliser. Pourtant, il ne faut pas oublier que la station Maliolio a une faible richesse spécifique.

En effet, cette station a besoin d'un suivi de près aussi bien du point de vue qualité physico-chimique de l'eau que d'autres facteurs déterminants de la pisciculture avant de commencer l'empoissonnement. Il serait intéressant d'analyser l'effet de la fluctuation saisonnière et annuelle de la température moyenne, de la température minimale et maximale de l'eau de cette station.

Dans le cas de Katondra, il est plus bénéfique de choisir cette station pour l'empoissonnement car, en plus de la clarté de l'eau, le contrôle de la population de *Paratilapia polleni* implique aussi la sauvegarde des autres espèces endémiques présentes dans le lac.

Malgré les connaissances encore insuffisantes sur le comportement de notre espèce cible, l'interaction, entre autres, la compétition interspécifique, avec d'autres espèces est un risque à ne pas négliger. En effet, avant de concrétiser l'empoissonnement à Katondra, d'autres études approfondies sur l'interaction de la faune aquatique du lac est nécessaire. Toujours dans cette optique, Maliolio se singularise par la dominance de *Tilapia zilli* qui est une espèce introduite et comme une espèce invasive. En cas de présence de compétition de niche écologique de ces deux espèces, l'empoissonnement de *Paratilapia polleni* risque d'avoir de problèmes. Mais récemment, le suivi sur la faune du Complexe Mangoky Ihotry a

révélé la cohabitation possible du *Paratilapia* avec *Tilapia zilli* (Asity Madagascar, 2015). L'introduction de cette espèce cible de conservation nécessitera donc une bonne maîtrise de la connaissance de l'écologie et de la biologie de cette espèce.

#### ***IV-4-3. Pressions et menaces***

Dans l'ensemble, il n'y a pas de variation remarquable concernant l'état de l'habitat pour les sept stations par rapport aux résultats de l'étude de l'année dernière (2015). Il est à rappeler qu'après analyse sur les quatre stations probables à l'empoissonnement, on peut constater que le niveau des menaces est encore faible, et correspond au niveau bas selon la catégorisation du logiciel MIRADI. Ce qui peut être expliqué par les efforts de conservation menés par le gestionnaire de la NAP CMK perçus par la population locale. Certains de ces efforts observés sont les suivants: la catégorisation de la station Beloha comme un noyau dur, la mise en place de noyau dur à Makary, la mise en place d'un projet d'élevage des poissons introduits en bassin à Marofandroboka, la distribution de filets réglementaires aux pêcheurs locaux, la sanction infligée aux pêcheurs qui pratiquent la pêche destructrice (maille trop petit, senne « varilava ») par le paiement d'une amende et la saisie des filets hors norme et l'incitation des pêcheurs à respecter la saison de pêche.

Malgré ces efforts qui méritent d'être appuyés et continués, des pressions et des menaces subsistent encore et la surpêche reste toujours un handicap pour la conservation. La diminution considérable du niveau de l'eau s'ajoute à ces problèmes susmentionnés.

Il faut prendre une mesure draconienne pour stopper ces différentes menaces et pressions. Il s'agit d'avoir une collaboration étroite entre le Ministère de la Justice qui doit appliquer les lois avec les différents organismes, gestionnaires ou bailleurs de fond de la NAP CMK et la population locale.

#### ***IV-5. Limites de la méthode de suivi***

Bien qu'un seul type de matériel (le filet maillant) a été utilisé cette année, on peut toujours adopter cette méthode pour les prochains suivis car les résultats restent toujours valables. Il faut mentionner qu'au cours des suivis des années précédentes, la pêche a été effectuée non seulement par le filet maillant mais aussi par un épervier et une senne de plage.

Dans tous les cas, que ce soit pour les tortues ou les poissons, le nombre de jour par station reste encore faible. En ce qui concerne la faune ichtyque, la non capture des espèces plus petites taille (< 6 cm) et de grande taille (>21 cm) reste un handicap.

## V. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

En guise de conclusion, le décalage de la date de suivi par rapport à l'année précédente a permis de constater que le nombre d'espèces échantillonnées a augmenté. Ce qui permet de dire qu'afin de mieux comprendre l'évolution de la dynamique de populations des poissons, et d'avoir plus d'informations sur la composition spécifique de l'ichtyofaune, le nombre de suivi devrait être augmenté. Il serait préférable d'effectuer le premier suivi pendant la période où le niveau de l'eau est encore élevé et le deuxième suivi aurait lieu pendant la période sèche ou la profondeur de l'eau est faible, notamment pendant la période précédant la clôture de pêche.

Pour l'abondance relative, sur toutes les stations, les Cichlidés sont dominants. *Paratilapia polleni* en fait partie mais elle reste absente dans certaines stations. En ce qui concerne l'indice de Shannon et l'équitabilité : la station Marofandroboka est la plus diversifiée ( $H' = 0,79$ ) et le lac Maliolio a la faune ichtyologique la moins diversifiée ( $H' = 0$ ). Pour les autres stations, les indices de Shannon sont compris entre 0,37 et 0,55. La répartition des espèces de poissons d'Antombimafana, Marofandroboka, Katondra, Beloha et Tsiambara est équitable. La valeur de E pour chacune de ces stations est supérieure à 0,80. Ce qui n'est pas le cas du lac Maliolio et de la station Mamahana dont les valeurs de E sont respectivement 0 et 0,53. En termes de composition spécifique, l'ensemble des stations présentent une faible relation de similarité entre eux, de 0 à 0,37 sauf entre Beloha et Tsiambara où l'indice de similarité est égal à 1. Pour les tortues, seule *Pelusios castanoides* est l'espèce de tortue d'eau douce observée, la raison de la non capture des autres espèces n'est pas encore connue. Est-ce que les autres espèces ont pu échapper à notre filet ou sont-elles devenues très rares? En ce qui concerne, l'étude préliminaire de l'introduction de *Paratilapia polleni*, les stations Katondra, Maliolio, Antobimafana et Marofandroboka semblent les plus propices à la conservation en général. Ces stations par estimation, ne présentent pas jusqu'à maintenant un degré élevé de menace. Toutefois, des paramètres biologiques et écologiques doivent être pris en considération et surveillés.

## Recommandations

Pour faire face aux différentes pressions et menaces encore observées dans les stations malgré les efforts déjà déployés, des travaux sont encore à recommander :

- ✓ le renforcement de la surveillance ;
- ✓ l'appui des populations locales pour exploiter d'autres ressources via les activités alternatives telles que l'apiculture, l'artisanat, le petit élevage, la riziculture améliorée, etc;
- ✓ l'application des lois par les responsables ;
- ✓ le renforcement du respect de la fermeture de la pêche pour permettre aux peuplements de poissons de se rétablir ;
- ✓ l'introduction dans le « DINA », de la protection des espèces endémiques ;
- ✓ la réalisation d'une descente en deux saisons différentes serait préférable ;
- ✓ l'utilisation de filets à vide maille supérieur à 40 mm et inférieur à 20 mm sera nécessaire pour pouvoir échantillonner toutes les classes de taille de poissons
- ✓ l'élevage de cette espèce nécessite la bonne connaissance de leur besoins nutritionnels, l'étude de l'alimentation de *Paratilapia polleni* aux différents stades: juvénile, jeune ou sub-adulte et le stade adulte, est indispensable pour pouvoir surveiller la croissance et la dynamique de population de cette espèce. Les informations sur la fécondité de cette espèce sont à fournir ainsi que d'autres renseignements sur les maladies et sur son interaction avec d'autres espèces.
- ✓ Un suivi communautaire de la population des espèces endémiques complètera les informations en vue de développer une stratégie de conservation efficace.

## BIBLIOGRAPHIE

- Andriantsoa, R. 2012.** Etude des parasites gastro-intestinaux des testudinidés *Astrochelis radiata* (Shaw, 1802) et *Pixis arachnoides* (Bell, 1927) et des carnivores *Galidictis grandidieri* (Wozencraft, 1987) et *Canis lupus familiaris* (Linnaeus, 1758) dans le Parc National Tsimanampetsotsa. Mémoire de DEA. Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo. 115p.
- Andriantsoaharinanahary, R. 2015.** Etude des éléments fondamentaux écosystémiques du grand lac du Parc Botanique et Zoologique de Tsimbazaza, Antananarivo, en vue de la conservation de *Paratilapia* sp. (Poissons - Cichlidae) endémique de Madagascar. Mémoire de DEA. Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo. 58p.
- Arnoult, J. 1959.** Poissons des eaux douces. *Faune de Madagascar*, 10: 22 - 91.
- Arrignon, J. 1977.** Aménagement écologique et piscicole des eaux douces. *Ecologie fondamentale appliquée*. Gauthier-villars. Bordas. Paris. 320p.
- Asity Madagascar. 2005.** Suivi écologique des reptiles aquatiques dans le Complexe Mahavavy-Kinkony (CMK). Rapport interne. 20p.
- Asity Madagascar. 2010.** Suivi écologique des zones humides dans le complexe Mahavavy – Kinkony (CMK) : reptiles aquatiques. Rapport interne. 21p.
- Asity Madagascar. 2015.** Recherche sur les populations d'espèces faunistiques cibles de conservation de la Nouvelle Aire protégée Complexe des Zones Humides Mangoky Ihotry (CMI). Rapport interne. 115p.
- Bhatnagar, A. & Devi, P. 2013.** Water quality guidelines for the management of pond fish culture. *International journal of environmental sciences*, 03 (6) : 1980-2009.
- Blache, J. 1964.** Les poissons du bassin du Tchad et du bassin adjacent du Mayo. Kebbi. *Mém. ORSTOM.*, 4: 483 p.
- Bleeker, P. 1868.** Description de trois espèces inédites de Chromidoides de Madagascar. Verslagen en Mededelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen Amsterdam, Afdeling Naturkunde, 2: 307 - 314.

- Bour, R. 1983.** Trois populations endémiques du genre *Pelusios* (*Reptilia, Chelonii, Pelomedusae*) aux îles Seychelles, relations avec les espèces africaines et malgaches. *Bull. Mus. Natn. Hist. Nat. Paris*, 5(4): 343 - 382.
- Catala, R. 1977.** Poisson d'eau douce de Madagascar. *Revue Française d'Aquariophilie*, 1: 27 - 32.
- Convention sur la Diversité Biologique. 2009.** Eau continentale ou intérieure (2005-2009). Rapport. 19p.
- Clifford, HF. & Stephenson, W. 1975.** An introduction to numerical classification. *Academic press*. New York. 229p.
- Dajoz, R. 2000.** Précis d'écologie. 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cycles. 7<sup>e</sup> édition. Dunod, Paris. 640p.
- De Rham, P. & Nourissat, J.C. 2002.** *Les Cichlidés endémiques de Madagascar*, Ed. Association France Cichlid. 190p.
- El Mouden, E. H., Slimani, T. & Ben Kaddour, K. 2002.** Croissance et dimorphisme sexuel chez la Tortue Mauresque (*Testudo graeca graeca* L. 1758). *Chelonii*, 3: 325 - 330.
- Ferraris, J. 1993.** Prise par unité d'effort et indice d'abondance en pêche artisanale: Quelques éléments de réflexion à partir de la pêche sénégalaise. Dans *Evaluation des ressources exploitables par la pêche artisanal sénégalaise*, pp. 105-120.
- Frontier, S. 1983.** Choix et contraintes de l'échantillonnage écologique. Dans *Stratégies d'échantillonnage en écologie*, eds. S. Frontier. Les Presses de l'Université de Laval. Laval, 3: 62-85.
- Garcia, G. 1999.** Ecology and conservation of the Madagascan side-necked turtle *Erymnochelys madagascariensis*. *Dodo*, 35: 172 - 173.
- Gerlach, J. & Canning, L. 2001.** Range contractions in the Critically Endangered Seychelles terrapins (*Pelusios* spp.) *Oryx*, 35 (4): 313 - 321.
- Gerlach, J. 2008.** *Pelusios castanoides itergularis* Bour, 1983. Seychelles yellow-bellied mud-turtle, seychelles chestnut-bellied terrapin. In *Conservation biology of freshwater turtles and tortoises*. Eds A. G. J. Rhodin, P. C. H. Pritchard, P. P. van Dijk, R. A. Saumure, K. A. Buhlman & J. B. Iverson. *Chelonian research monograph*, 5: 1 - 4.

- Germano, D.J. & Bury, R.B. (1998).** Age determination in turtles : evidence of annual deposition of scute rings. *Chelonian Conserv. Biol.*, 3 : 123-132.
- Glaw, F.& Vences, M. 1994.** *A field guide to the amphibians and reptiles of Madagascar*. 2: 381-399.
- Jolly, G. M. 1965.** Explicit estimates from capture-recapture with both death and immigration. Stochastic model. *Biometric*: 52 - 225.
- Kiener, A. 1963.** *Poissons, pêche et pisciculture à Madagascar*. Publication n°24 CTFT Nogent Sur Marne France. 244p.
- Kiener, A. & Maugé, M. 1966.** Contribution à l'étude systématique et écologique des poissons Cichlidés endémiques de Madagascar. Dans *Zoologie* Tome XL, Fascicule 2: 99p.
- King, M. 1995.** *Fisheries Biology, Assessment and Management*. Oxford: Fishing news Books. 341p.
- Kuchling, G., Veloso J., Starkey, D. E.& Shaffer, H. B. 2006.** Conservation *Erymnochelys madagascariensis*: distribution, exploitation and management units.. *Chelonii* 4: 138.
- Loiselle, P. V. 1993.** *Paratilapia polleni* (Bleeker, 1868), a threatened cichlid from Madagascar. Natural history and husbandry. Cichlid news magazine. *Aquatic promotions*, 2 (2): 11 - 16.
- Leuteritz, T., Kuchling, G., Garcia, G. & Veloso, J. 2008.** Red list assessment: *Erymnochelys madagascariensis*. In *Turtles on the Brink in Madagascar: Proceedings of Two Workshops on the Status, Conservation, and Biology of Malagasy Tortoises and Freshwater Turtles*. Eds. C. M. Castellano, A. G. J. Rhodin, M. Ogle, R. A. Mittermeier, H. Randriamahazo, R. Hudson, and R. E. Lewis,. *Chelonian Research Monographs*. 6: 56 – 58.
- Pielou, E. C. 1966.** Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. In *Biological theory*. 10: 370-383.
- Nisbet & Verneaux. 1970.** Composantes chimiques des eaux courantes : Discussion et proposition de classes en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques. *Annales de limnologie*: 161 - 190.



- Pedrono, M. 2008.** *The Tortoises and Turtles of Madagascar*. Publication n° 1 Natural History Publications. Borneo. 147p.
- Perreault, I., Demers, C., Gourley, P. & Bourgault, R. 2006.** Le lac Waterloo : Etat actuel et pistes de solutions. *Francvert : Le webzine environnemental*. 03: 1 - 03.
- Pohle, G.W. & Thomas, M., 2001.** Protocole de surveillance du benthos marin : Macrofaune intertidale et infratidale. Le réseau d'évaluation et de surveillance écologiques. R.E.S.E, Environnement Canada.
- Preeti, C. 2012.** Assessment of fish culture in some fresh water ponds of Dhar Town, MP, India. *International Science Congress Association Journal of Biological Sciences*, 01(2): 73 - 76.
- 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.
- Raminosoa, N. 2004.** Etude bioécologiques des poissons endémiques dans 4 « hot spots » à Madagascar : Rivière Nosivolo, Lac Kinkony, Lac Itasy et Lac Alaotra. Thèse de doctorat d'état ès-sciences naturelles. Département de Biologie Animale. Université d'Antananarivo. 181p.
- Rakotonirainy, R. F. 2007.** Evaluation des ressources ichtyques dans le complexe de zones humides Mahavavy-Kinkony. DEA. Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo. 71p.
- 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. 50p.
- Ravelomanana, T. 2006.** Essai de réintroduction d'une espèce de Cichlidae endémique de Madagascar *Paratilapia* sp. Fony dans les étangs du Parc Zoologique d'Ivoina, Toamasina. Mémoire de DEA. Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo. 78p.

**Schaperclaus, P. W. 1962.** Les maladies des poissons III. Maladies non parasitaires. Bull. fr.Piscicul. 202: 5 - 17.

**Stubbs, D. & Swingland, I. R. 1985.** The ecology of the Mediterranean tortoise (*Testudo hermanni*): a declining population. Journal of Zoology, 63: 169 - 180.

**Veloso, J., Woolaver, L., Randriamahita, Bekarany, E., Randrianarimangason, F., Mozavelo, R., Garcia, G. & Lewis, R. E. 2013.** An Integrated Research, Management, and Community Conservation Program for the Rere (Madagascar Big-headed Turtle), *Erymnochelys madagascariensis*. Turtles on the Brink in Madagascar. Chelonian Research Monographs, 6: 171 – 177.

**Veloso, J., Andriamaro, L., Kuchling, G., Razafindrajery, R., Dijk, P. P. V. & Mittermeier, R. A. 2013.** Plan d'activités pour la conservation d'*Erymnochelys madagascariensis*: 2009-2013. *Plan d'activités pour la conservation de tortue*. 18p.

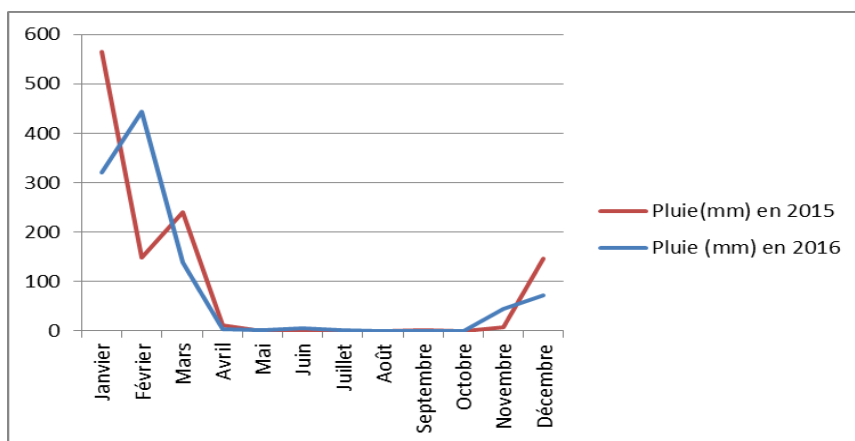
#### **WEBOGRAPHIE**

**IUCN. (2017).** The IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org>, consulté en Juin 2017.

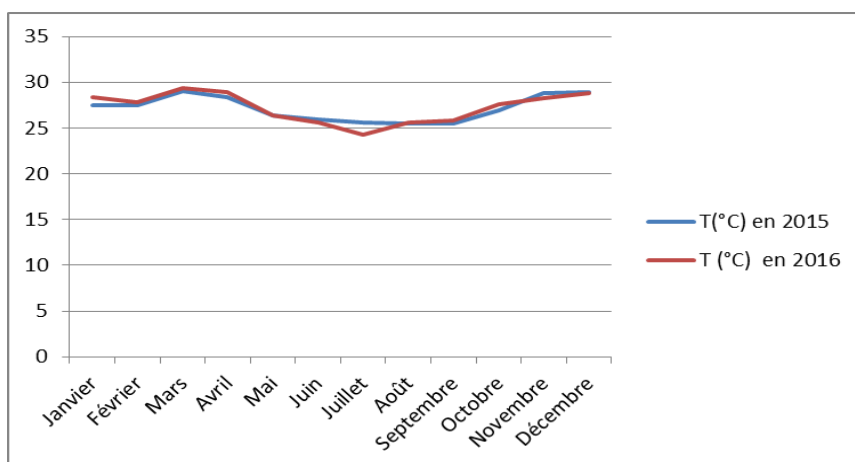
**FishBase (Froese, R. & Pauly, D. 2017)** . <http://www.fishbase.org>, consulté en Septembre 2017.

## ANNEXES

**Annexe I:** Variation de la pluviométrie durant les années 2015 et 2016 de la province de Mahajanga (Source : service météorologique d’Ampandrianomby Antananarivo, Madagascar).



**Annexe II:** Variation de la température durant les années 2015 et 2016 de la province de Mahajanga (Source : service météorologique d’Ampandrianomby Antananarivo, Madagascar).



**Annexe III:** Variation de l'état des poissons selon le pH (Primack & Ratsirarson, 2005)

pH	Etat de conduite des poissons
5 – 9	Viable pour la plupart des poissons
2 – 4	Létale pour les poissons
6,5 - 8,5	Productivité maximale des lacs
2 – 5	Pas de productivité

**Annexe IV:** Taux d'oxygène en fonction de la température selon Dajoz en 2000

Température	Oxygène dissous (cm <sup>3</sup> /L)
0	10,30
10	8
15	7,20
20	6,50
30	5,60

**Annexe V :** Valeur moyenne des paramètres physico-chimiques prélevés à 7, 13 et 17h.

Stations d'étude	pH	Conductivité (µs)	O <sub>2</sub> dissous selon Dajoz(mg/L)	Turbidité (NTU)	Température (°C)	Potentiel redox (mV)
<b>Antobimafana</b> 7h	8,44	214,05	5,60	09,75	31,00	-93,50
13h	8,34	154,80	5,60	09	33	-96
17h	8,53	210	6,50	9,15	28,75	-105
<b>Beloha</b> 7h	5,73	32,90	5,60	65,97	30,27	86,00
13h	5,57	31,27	5,60	66,07	31,93	98,67
17h	5,58	31,73	6,50	70,13	28,03	92,33
<b>Katondra</b> 7h	8,75	267,25	6,50	12,70	28,8	-104,50
13h	8,75	290,50	5,60	9,25	33,18	-105,25
17h	8,77	238,33	6,50	10,70	28,33	-104,75
<b>Maliolio</b> 7h	7,32	143,35	5,60	5,13	31,50	-22,50
13h	7,05	121,60	5,60	4,75	34,70	-8,50
17h	7,31	126,70	5,60	5,37	30,03	-22,33
<b>Mamahana</b> 7h	8,45	278,75	6,50	67,95	27,33	-92,25
13h	8,54	262,50	5,60	120,25	31,70	-93
17h	8,65	294,50	6,50	133,50	29,35	-96
<b>Marofandrobo</b> 7h	8,09	159,47	5,60	11,37	31,23	-80,67
13h	8,32	160,83	5,60	11,40	33,63	-95
17h	8,38	164	6,50	13,70	28,50	-98,67

<b>Tsiambara 7h</b>	6,99	48,40	5,60	1,93	30,78	-4,50
<b>13h</b>	6,33	47	5,60	2,57	31,57	30,67
<b>17h</b>	6,76	46,98	6,50	3,38	28,38	11,50

**Annexe VI :** Effectif et poids total de poissons capturés par station d'étude.

<b>Stations</b>	<b>Effectif total</b>	<b>Poids total (g)</b>
<b>Antobimafana</b>	80	1 699,03
<b>Beloha</b>	110	11 275,20
<b>Katondra</b>	96	6 161,97
<b>Maliolio</b>	47	1 045,04
<b>Mamahana</b>	104	2 473,65
<b>Marofandroboka</b>	135	3 077,66
<b>Tsiambara</b>	125	4 277,05

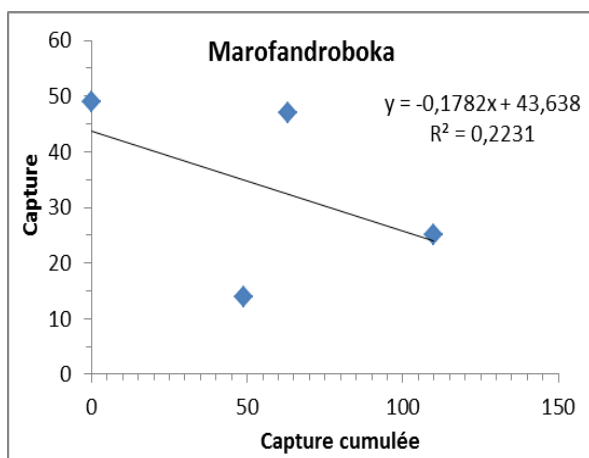
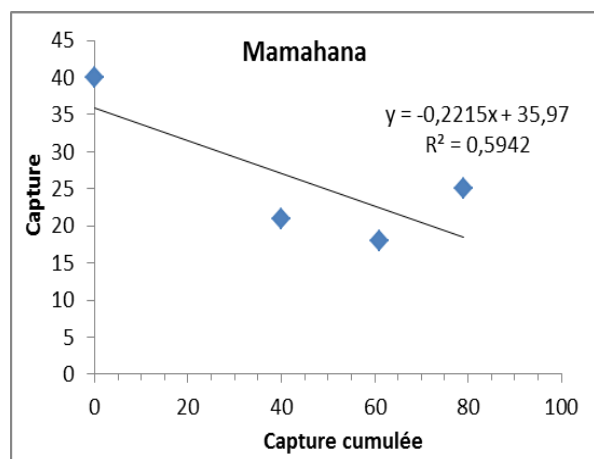
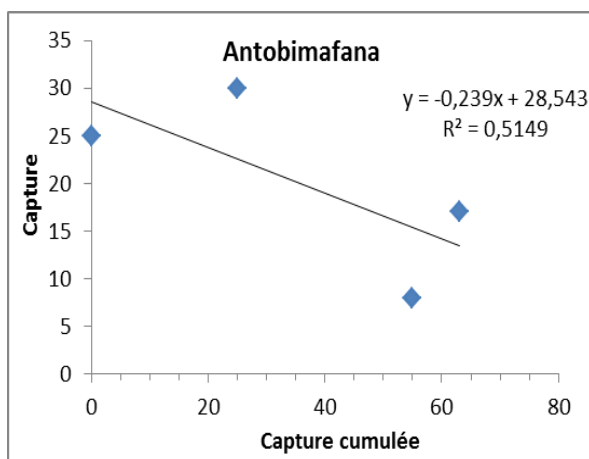
**Annexe VII :** Abondance relative des espèces par station.

<b>Famille</b>	<b>Espèce</b>	<b>Antobimafana</b>	<b>Beloha</b>	<b>Katondra</b>	<b>Maliolio</b>	<b>Mamahana</b>	<b>Marofandroboka</b>	<b>Tsiambara</b>
<b>Ambassidae</b>	<i>Ambassis</i> sp.	16,25%		11,46%			10,37%	
<b>Cyprinidae</b>	<i>Cyprinus carpio</i>			4,17%			5,93%	
<b>Cichlidae</b>	<i>Oreochromis mossambicus</i>	17,50%	19,09%	45,83%		9,62%	17,04%	45,60%
	<i>Oreochromis macrochir</i>			6,25%			28,15%	
	<i>Oreochromis niloticus</i>	18,75%				75,96%	22,96%	
	<i>Paretroplus dambabe</i>			9,38%			2,22%	
	<i>Paretroplus kieneri</i>			6,25%				
	<i>Paratilapia polleni</i>		22,73%					19,20%
	<i>Tilapia rendalli</i>		58,18%	9,38%		7,69%		29,60%
	<i>Tilapia zilli</i>	47,50%			100%	4,81%	11,11%	
<b>Gobiidae</b>	<i>Glossogobius giurus</i>			7,29%		1,92%		5,60%
<b>Mugilidae</b>	<i>Mugil robustus</i>						2,22%	

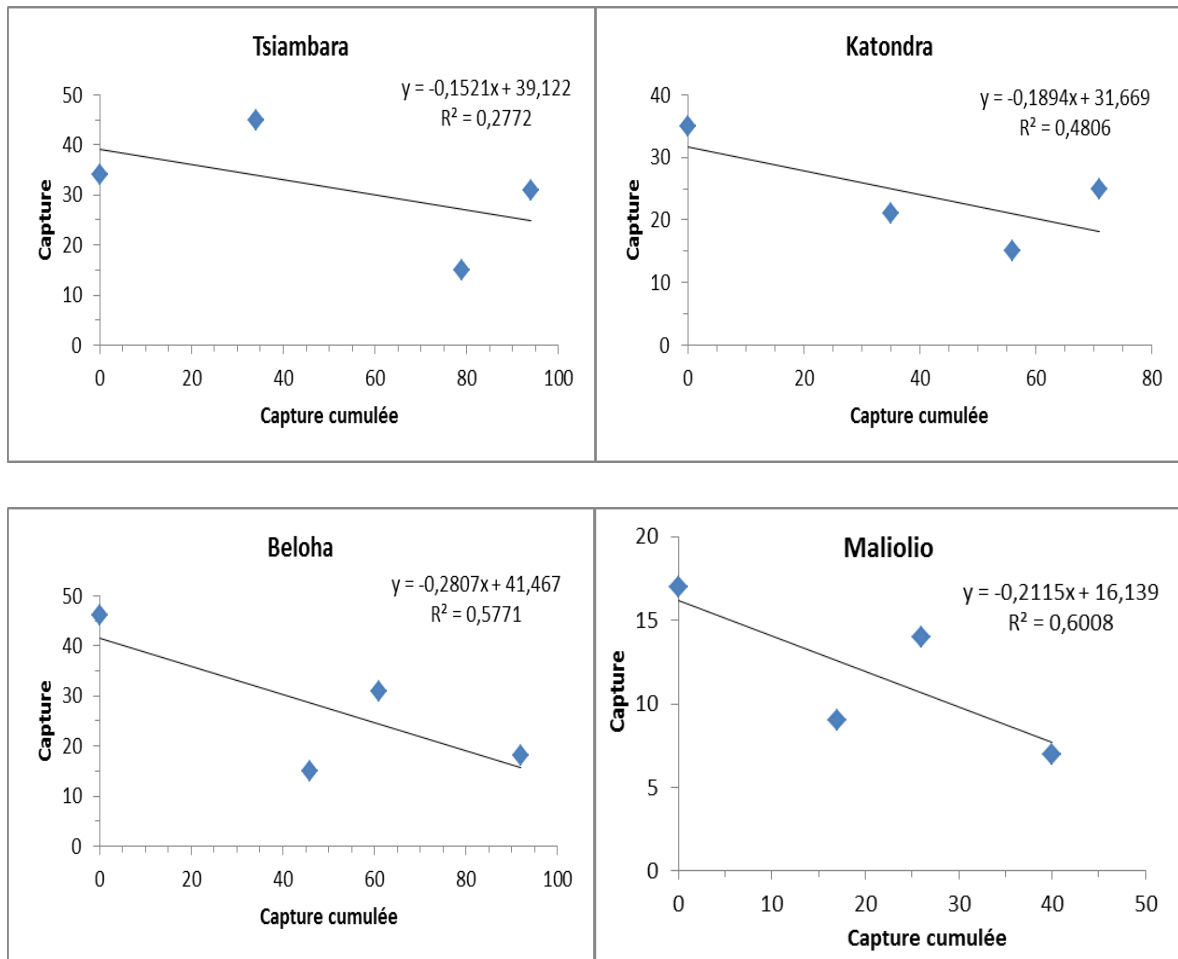
**Annexe VIII : Indice de similarité de Jaccard entre les stations.**

	<b>Maliolio</b>	<b>Katondra</b>	<b>Tsiambara</b>	<b>Beloha</b>	<b>Antombima fana</b>	<b>Mamahana</b>	<b>Marofandro boka</b>
<b>Maliolio</b>	1,00						
<b>Katondra</b>	0,00	1,00					
<b>Tsiambarabe</b>	0,00	0,13	1,00				
<b>Beloha</b>	0,00	0,13	1,00	1,00			
<b>Antombimafana</b>	0,06	0,27	0,11	0,11	1,00		
<b>Mamahana</b>	0,06	0,20	0,18	0,18	0,37	1,00	
<b>Marofandroboka</b>	0,04	0,29	0,03	0,03	0,29	0,17	1,00

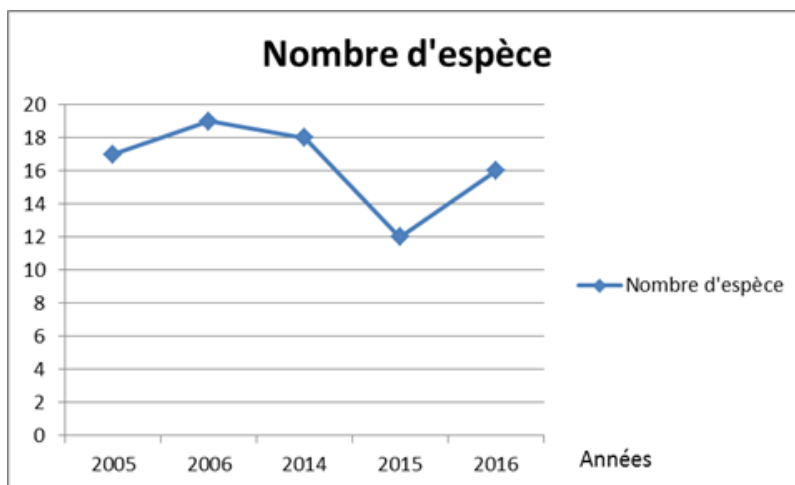
**Annexe IX : Evaluation de stock de poissons des trois stations du lac Kinkony.**



## Annexe X : Evaluation de stock de poissons des lacs satellites.



## Annexe XI : Evolution du nombre d'espèce du lac Kinkony



**Annexe XII:** Résumé du suivi de la faune ichtyologique du lac Kinkony durant cinq années.

<b>Années</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
<b>Durée d'étude</b>	Mars et Novembre	Février-Avril	Septembre-Octobre	Septembre-Octobre	Octobre-Novembre
<b>Effort de pêche</b>	Durant 3 à 4j	3h/J durant 4 à 5j	5h/j 2j	5h/j 4j	5h/j 4j
<b>Matériel utilisé</b>	-Epervier,  -Senne de plage avec poche	-Sennes de plage,  -Filet maillants,  -Epervier	-Filet maillant,  -Senne de plage avec poche.	-Filet maillant,  -Epervier	-Filets maillants (vide maille 20 et 40mm)
<b>Stock</b>	Mars:  58 055ind/Ha  Novembre:  32 842ind/Ha	158  600ind/Km <sup>2</sup>	-	98 300ind/Km <sup>2</sup>	1 050ind/Ha ou  105 000ind/Km <sup>2</sup>
<b>Nombre de stations</b>	5	5	5	3	3
<b>Famille de poissons</b>	12	13	12	07	10
<b>Espèces de poissons</b>	17	19	18	12	16



**Annexe XIII :** Tableau de corrélation des paramètres physico-chimiques et des espèces capturées.

	pH	cond uctiv ité	oxy gène	tempé rature	turbi dité	pot redox	<i>Amb assis sp.</i>	<i>O mossam bicus</i>	<i>O macro chir</i>	<i>O nilotic us</i>	<i>Pt dam babe</i>	<i>Pt kien eri</i>	<i>Pa pollen i</i>	<i>T rend alli</i>	<i>T zilli</i>	<i>C carp io</i>	<i>G giuri s</i>	<i>M robu stus</i>
pH	1,00																	
conducti vité	0,93	1,00																
oxygène	0,50	0,63	1,00															
températ ure	0,05	0,23	0,83	1,00														
turbidité	0,07	0,22	0,49	0,65	1,00													
pot redox	0,10	0,89	0,44	0,01	0,13	1,00												
<i>Ambassis sp.</i>	0,64	0,43	0,20	0,21	0,46	0,67	1,00											
<i>O.mossa mbicus</i>	0,10	0,23	0,36	0,38	0,34	0,10	0,09	1,00										

	pH	cond uctiv ité	oxy gène	tempé rature	turbi dité	pot redo x	<i>Amb assis sp.</i>	<i>O mossam bicus</i>	<i>O macro chir</i>	<i>O nilotic us</i>	<i>Pt dam babe</i>	<i>Pt kien eri</i>	<i>Pa pollen i</i>	<i>T rend alli</i>	<i>T zilli</i>	<i>C carp io</i>	<i>G giuri s</i>	<i>M robu stus</i>
<i>O. macro chir</i>	0,30	0,08	0,01	0,37	0,24	0,34	0,62	0,05	1,00									
<i>O.nilotic us</i>	0,49	0,59	0,50	0,42	0,72	0,48	0,04	0,37	0,16	1,00								
<i>Pt. dambabe</i>	0,49	0,48	0,52	0,07	0,29	0,46	0,54	0,43	0,32	0,20	1,00							
<i>Pt. kieneri</i>	0,42	0,48	0,55	0,20	0,22	0,36	0,36	0,44	0,01	0,27	0,94	1,00						
<i>Pa. polleni</i>	0,88	0,85	0,14	0,31	0,09	0,88	0,54	0,50	0,30	0,41	0,34	0,26	1,00					
<i>T. rendalli</i>	0,86	0,73	0,00	0,42	0,29	0,88	0,54	0,38	0,33	0,34	0,24	0,14	0,95	1,00				
<i>T. zilli</i>	0,18	0,08	0,70	0,76	0,40	0,22	0,17	0,68	0,05	0,13	0,34	0,34	0,52	0,60	1,00			

	pH	cond uctiv ité	oxy gène	tempé rature	turbi dité	pot redo x	<i>Amb assis sp.</i>	<i>O mossam bicus</i>	<i>O macro chir</i>	<i>O nilotic us</i>	<i>Pt dam babe</i>	<i>Pt kien eri</i>	<i>Pa pollen i</i>	<i>T rend alli</i>	<i>T zilli</i>	<i>C carp io</i>	<i>G giuri s</i>	<i>M robu stus</i>
<i>C. carpio</i>	0,42	0,24	0,18	0,28	0,30	0,45	0,71	0,19	0,94	0,06	0,61	0,32	0,37	0,36	0,16	1,00		
<i>G. giuris</i>	0,13	0,10	0,49	0,44	0,23	0,10	0,07	0,87	0,21	0,22	0,53	0,63	0,24	0,15	0,59	0,01	1,00	
<i>M. robustus</i>	0,23	0,01	0,09	0,40	0,20	0,28	0,55	0,03	0,99	0,20	0,17	0,17	0,26	0,30	0,00	0,88	0,31	1,00

*C : Cyprinus G : Glossogobius O : Oreochromis Pa : Paratilapia Pt : Paretroplus T : Tilapia*

**Annexe XIV : Matrice des Composantes Principales avec rotation.**

<b>Facteurs</b> <b>Variables</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
pH	0.941	0.175	-0.139	0.188
Conductivité	0.927	0.149	-0.334	-0.019
Oxygène	0.311	0.550	-0.765	0.023
Température	0.105	-0.383	0.837	0.285
Turbidité	-0.059	-0.309	-0.887	-0.202
Potentiel redox	-0.931	-0.140	0.092	-0.234
<i>Ambassis</i> sp	0.536	0.239	0.227	0.591
<i>Oreochromis mossambicus</i>	-0.357	0.848	-0.024	0.126
<i>Oreochromis macrochir</i>	0.134	-0.038	0.052	0.986
<i>Oreochromis niloticus</i>	0.424	-0.377	-0.782	0.116
<i>Paretroplus dambabe</i>	0.391	0.789	0.066	0.295
<i>Paretroplus kieneri</i>	0.366	0.846	0.051	-0.031
<i>Paratilapia polleni</i>	-0.961	0.161	-0.086	-0.159
<i>Tilapia rendalli</i>	-0.914	0.161	-0.230	-0.181
<i>Tilapia zilli</i>	0.419	-0.604	0.653	-0.164
<i>Cyprinus carpio</i>	0.247	0.242	0.066	0.924
<i>Glossogobius giuris</i>	-0.051	0.888	-0.085	-0.188
<i>Mugil robustus</i>	0.074	-0.171	0.043	0.977

**Annexe XV : Fiches de collecte de données.**

➤ **Habitat**

<b>Caractéristiques</b>	<b>Couverture (%)</b>	<b>Observations</b>
Substrat (sable, argile, gravillon...)		
Végétation environnante (forêt sèche, forêt épineuse, savane...)		
Végétation aquatique (arbre, arbuste, plante flottante...)		
Utilisation de la zone humide (pêche, chasse, usage, domestique...)		
Utilisation des zones environnantes (agriculture, terrain de sport...)		
Pression et menaces sur la zone		

➤ **Poissons**

<b>Date</b>	<b>Stations</b>	<b>Matériel utilisé</b>	<b>Maille</b>	<b>Espèce</b>	<b>Longueur totale (LT)</b>	<b>Poids (P)</b>

➤ *Tortues*

Date	Stations	Espèce	LC	IC	LP	IP	FA	OA	Age	Poids (g)	Sexe

LC : longueur carapace

IP : largeur plastron

IC : largeur carapace

FA : fente anale

LP : longueur plastron

OA : orifice anal

**Annexe XVI:** Liste de tortue observée.

Famille	Espèce
Pelomedusidae	<i>Pelusios castanoides</i>

**Annexe XVII :** Calendrier des activités.

- Départ de Tananarive : Dimanche 16 Octobre 2016.
- Arrivé à Tananarive : Lundi 28 Novembre 2016.

Jour	Activités
J1	Déplacement Tana-Mahajanga
J2	Mahajanga-Mitsinjo
J3	Mitsinjo-Maliolio
J4	Maliolio
J5	Maliolio
J6	Maliolio
J7	Maliolio
J8	Maliolio-Marofandroboka (Vavan'i Kotomay)
J9	Vavan'iKotomay
J10	Vavan'iKotomay

J11	Vavan'iKotomay
J12	Vavan'iKotomay
J13	Marofandroboka-Antobimafana
J14	Antobimafana
J15	Antobimafana
J16	Antobimafana
J17	Antobimafana
J18	Antobimafana-Mamahana
J19	Mamahana
J20	Mamahana
J21	Mamahana
J22	Mamahana
J23	Mamahana-Ambararatabe
J24	Ambararatabe-Katondra
J25	Katondra
J26	Katondra
J27	Katondra
J28	Katondra
J29	Katondra-Mitsinjo
J30	Mitsinjo-Namakia
J31	Namakia-Tsiambara
J32	Tsiambarabe & Tsiambarakely
J33	Tsiambarabe & Tsiambarakely
J34	Tsiambarabe & Tsiambarakely
J35	Tsiambarabe & Tsiambarakely
J36	Beloha
J37	Beloha
J38	Beloha
J39	Beloha
J40	Tsiambara-Namakia
J41	Namakia-Mitsinjo
J41	Mitsinjo-Mahajanga
J42	Mahajanga-Tana

	: Déplacement
	: Travail sur station

## Annexe XVIII : Photos des stations



Katondra (Photo prise par Nekena 2016)



Marofandroboka (Photo prise par Nekena 2016)



Maliolio (Photo prise par Nekena 2016)



Mamahana (Photo prise par Nekena 2016)



Plantes semi-aquatiques « harefo »  
(Photo prise par Nekena 2016)



Antobimafana (Photo prise par Nekena 2016)





Assèchement d'une partie du lac Beloha.  
(Photo prise par Nekena, 2016)

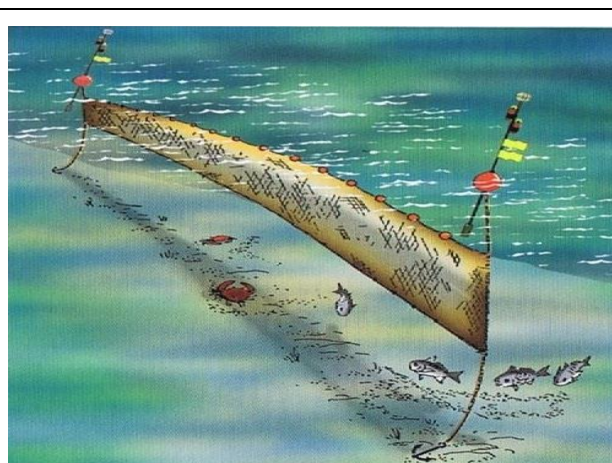


Touffes de *Phragmites* sp. Antobimafana  
(Photo prise par Nekena, 2016)

#### Annexe XIX : Autres photos d'illustration



Nasse appâtée par un morceau de peau  
de zébu  
(Photo prise par Ramanantsalama, 2016)



Dessin de la disposition d'un filet  
maillant



Jeune individu de *Paretroplus damba*  
(Photo prise par Ramasindraibe , 2016)



Deux *Paratilapia* sp. (à gros point)  
(Photo via internet)

**TITRE : SUIVI DES ESPECES AQUATIQUES CIBLES DE CONSERVATION ET  
EUDE PRELIMINAIRE DE L'EXTENSION DE L'AIRE DE DISTRIBUTION  
DE *Paratilapia polleni* DANS LES LACS DU COMPLEXE MAHAVAVY-  
RESUME KINKONY REGION BOENY DE MADAGASCAR.**

Une étude sur terrain a été effectuée du 16 Octobre au 28 Novembre 2016 pour le suivi de la faune aquatique de la Nouvelle Aire Protégée du Complexe Mahavavy Kinkony et pour la mise en place d'une étude préliminaire de l'extension de l'aire de distribution de *Paratilapia polleni*. Sept stations ont été visitées durant quatre jours successifs. *Paratilapia polleni* et *Erymnochelys madagascariensis* ont été nos espèces cibles. Les paramètres physico-chimiques de l'eau sont mesurés trois fois par jour (7h, 13h et 17h). L'échantillonnage des poissons a été effectué à l'aide de deux filets maillants de 100 m de long et 1,5 m large avec un vide maille de 20 et de 40 mm, durant 5 heures par jour. La capture-recapture par des nasses appâtées de morceau de peau de zébu, a été faite pour les tortues. En moyenne l'eau est chaude d'environ 30°C, très claire à Tsiambara (2,60 NTU) et le pH varie de 5,60 à 8,75. Dix-huit espèces de poissons réparties en 10 familles ont été répertoriées dont quatre sont endémiques. La station Marofandroboka présente une densité de poissons la plus élevée avec 48 400 individus/Km<sup>2</sup>. *Paratilapia polleni* a été échantillonnée dans les lacs Tsiambara et Beloha. Il serait possible de l'introduire dans les stations Antobimafana, Marofandroboka, Katondra et Maliolio selon les caractères physico-chimiques de l'eau. *Erymnochelys madagascariensis* a été absente dans toutes les stations, seul *Pelusios castanoides*, a été observée pour les tortues. L'effectif total est de 11 individus.

**Mots clés :** *Paratilapia polleni*, *Erymnochelys madagascariensis*, stock, tortues d'eau douce, Complexe Mahavavy-Kinkony, région Boeny.

**ABSTRACT**

A field work was led from October 16<sup>th</sup> to November 28<sup>th</sup> 2016 to survey the aquatic fauna in the new protected area "Mahavavy Kinkony complex" for a preliminary survey of the distribution extension area of *Paratilapia polleni*. Seven stations were visited and sampled during four successive days. *Paratilapia polleni* and *Erymnochelys madagascariensis* were species cibles. The water physico-chemical parameters were measured three times a day (7h, 13h and 17h). Fish sampling was carried out by two gill nets with 100 m of length, 1,5 m of width and 20 and 40 mm of stitch, 5 hours a day. The capture-recaptures were used for the turtles. All the water physico-chemical parameters were not the same. Generally, the water was hot about 30°C in the stations, It is very clean in Tsiambara (2,60 NTU) and the pH varied 5,60 to 8,75. Eighteen species of fish ranjend in 10 families of which four species endemics were assised. Marofandroboka have an elevated density with 48 400 individus/Km<sup>2</sup> of fish. About *Paratilapia polleni*, it was only localized in Tsiambara and Beloha. Antobimafana, Marofandroboka, Katondra and Maliolio stations would be the likely stations to welcome it. A *Pelusios castanoides* species was observed. The total sampled number is 11 individuals.

**Key words:** *Paratilapia polleni*, *Erymnochelys madagascariensis* stock, turtles of fresh water, Complex Mahavavy-Kinkony, region Boeny.

**Encadreur:**

Dr Ranalison OLIARINONY

Maître de conférences

**Impétrant:**

Mbola Tahina Pierre NEKENA

Adresse : Lot IAH 293 B Avaratsena  
Itaosy

Téléphone : 034 39 334 91

E-mail : tahinaravelojaona@yahoo.fr