RÉPARTITION DES ESPÈCES DE POISSONS ENDÉMIQUES MENACÉES MALAGASY DANS LE COMPLEXE ZONES HUMIDES MAHAVAVY-KINKONY

ANDRIAMASIMANANA Hanitriniaina Rado[1] & RANDRIANJATOVO Solofoson[2]

1: Asity Madagascar, e-mail : andriamasimanana@hotmail.com ; Tél. : +261 340664030
2: École Doctorale Écosystèmes naturels (EDEN), Université de Mahajanga ; rtovo.son@gmail.com ; Tél. +261 344973123

Résumé

Le Complexe Mahavavy-Kinkony a une forte potentialité en poissons endémiques et menacés à Madagascar. L'objectif cette recherche est d'éliminer toute probable confusion d'identification entre *Paretroplus dambabe* et *P. petiti* ; de savoir l'historique de la répartition de ces trois espèces au niveau de ses lacs ainsi que de fournir les informations écologiques pour l'élaboration de plan de conservation de ces espèces de poissons menacées. La méthodologie comporte une série d'enquêtes, d'inventaires et de prise de données écologiques. Les individus capturés au cours de l'inventaire ont été photographiés, mensurés et pesés. La prise de données écologiques comportait la description physique de chaque lac visité et le prélèvement des paramètres physiques de l'eau. Dix (10) lacs ont été visités au cours de cette étude à savoir le grand lac Kinkony, Katondra, Maliolio, Ankamahama, Betonotono, Ambalatany, Sahamadisa, Bemakamba, Tsiambara et Beloha. Les trois espèces de poisson menacées sont inventoriées dans le lac Kinkony, Katondra et Beloha. *Paretroplus* sp. a été inventorié dans deux lacs, Katondra et Kinkony. *P. kieneri* dans le lac Katondra et *Paratilapia polleni* à Beloha. Les pêcheurs distinguent deux types de *damba, dambabe* et *ravin'adabo*. Les individus de *damba* inventoriés à Kinkony et Katondra correspondent à la description de *P. dambabe* que Sparks a fait. Le *damba* dans le bassin de Mahavavy est l'espèce *Paretroplus dambabe*. Le soupçon sur l'éventuelle existence d'autre espèce de *Paretroplus* comme *Paretroplus petiti* y est alors écarté. Les données physico-chimique prélevées sur les différents lacs nous a permis de constater que les lacs du bassin de Mahavavy sont à peu près identiques à l'exception de Beloha, Maliolio et Betonotono. L'eau acide à forte potentialité d'oxydation du lac Beloha semble propice à l'espèce *Paratilapia polleni. Paretroplus kieneri* peut s'adapter aux eaux plus basiques avec une teneur d'oxygène assez basse comme Maliolio. *Paretroplus dambabe* aimerait à son tour les lacs avec des eaux basiques, bien oxygénées et avec des turbidités modérées. Nous estimons que *Paretroplus dambabe* et *P. kieneri* supporteraient mal une turbidité supérieure à 26 NTU. Si on considère seulement la composition spécifique, les sites adéquats pour réaliser une translocation seraient Bemakamba.

Mots-clés: Bassin de Mahavavy, Poissons d'eau douce endémiques et menacés, *Paretroplus dambabe, Paretroplus petiti, Paretroplus kieneri, Paratilapia polleni.*

Abstract

Mahavavy-Kinkony Complex has a high potential for endemic and threatened fish in Madagascar.The objectives of this research is to eliminate any probable confusion of identification between *Paretroplus dambabe* and *P. petiti*; to know the history of the distribution of these three species in its lakes and to provide ecological information for the elaboration of conservation plans for these threatened fish species. Methodology used includes a series of surveys, inventories and ecological data collection. Fishes caught during the inventory were photographed, measured and weighed. The ecological data collection included the physical description of each lake visited and the sampling of physical water parameters. Ten (10) lakes were visited during this study namely the great lake Kinkony, Katondra, Maliolio, Ankamahama, Betonotono, Ambalatany, Sahamadisa, Bemakamba, Tsiambara and Beloha. The three endangered fish species are inventoried in Lake Kinkony, Katondra and Beloha. *Paretroplus* sp. has been inventoried in two lakes, Katondra and Kinkony. *P. kieneri* in Lake Katondra and *Paratilapia polleni* in Beloha. Fishermen distinguish two types of damba, dambabe and

ravine'adabo. Individuals of damba inventoried in Kinkony and Katondra match the description of *P. dambabe* made by Sparks. The damba in the Mahavavy basin is the species *Paretroplus dambabe*. The suspicion of the possible existence of other Paretroplus species such as the *Paretroplus petiti* is then ruled out. Based on the physico-chemical data collected from the different lakes, we found that the lakes in the Mahavavy basin are almost identical with the exception of Beloha, Maliolio and Betonotono. The acidic water with high oxidation potential of the Beloha lake seems to be favourable to the species *Paratilapia polleni*. *Paretroplus kieneri is* adapted to more basic waters with a rather low oxygen content like Maliolio. *Paretroplus dambabe* would in turn like lakes with basic, well oxygenated waters with moderate turbidity. We estimate that *Paretroplus dambabe* and *P. kieneri* would not tolerate turbidity above 26 NTU. Considering only the specific composition, suitable sites for translocation would be Bemakamba.

Keywords: Mahavavy bassin, endemic and threatened freshwater fishes, *Paretroplus dambabe, Paretroplus petiti, Paretroplus kieneri, Paratilapia polleni.*

Introduction

Le Complexe Mahavavy-Kinkony est un site d'importance biologique nationale et internationale. C'est un complexe de zones humides caractérisé par la présence du lac Kinkony et de la rivière Mahavavy. Deuxième lac d'eau douce de Madagascar par sa taille, Kinkony est actuellement un site Ramsar (Ramsar, 2012). Il forme la moitié de la surface d'eau du site. L'autre moitié est formée par des petits lacs repartis dans le site et celle de la rivière Mahavavy. Les lacs sont situés de part et d'autre du fleuve Mahavavy qui se jette au nord du site dans la mer au niveau du Delta Mahavavy. Le site est actuellement une aire protégée grâce à son classement en 2008 comme prioritaire pour la création d'aires protégées à Madagascar (Razafimpahanana et al. 2008). Le site abrite plusieurs dizaines d'espèces d'oiseaux, de reptiles aquatiques, plusieurs lémuriens et des espèces de poissons. Trois espèces de poissons, *Paretroplus* sp. *Paratilapia polleni* et *Paretroplus kieneri* (Asity Madagascar, 2014) sont endémiques et menacées.

Le *Paretroplus dambabe* est connu pour avoir une aire de répartition géographique plus étendue dans le bassin de la Mahavavy. Malgré la présence de plusieurs lacs dans le bassin, le spécimen préservé n'est signalé que dans le lac Kinkony (Sparks, 2008). Rham et Nourissat (2004) ont signalé la présence de cette espèce dans deux lacs plus petits près du village d'Antongomena et dans la rivière Mahavavy. Ils ont signalé que *P. dambabe* est très certainement éteint dans le lac Kinkony. Cependant, des populations de *P. dambabe* ont également été découvertes dans deux autres lacs plus petits, l'Andranobe et le lac de la Digue, probablement, l'actuel lac Bemakamba, situé près du village d'Antongomena.

Il existe une confusion entre *Paretroplus dambabe* et *P. petiti*. Dans les années 1960, les individus de *Paretroplus* sp prélevés dans le lac Kinkony ont été renvoyés systématiquement à *P. petiti* (Kiener, 1963 ; Kiener et Thérézien, 1963 ; Kiener et Mauge, 1966). Depuis la publication de Spark (2008) sur la nouvelle classification des espèces du *Paretroplus* dans le bassin de Mahavavy, nous appelons pour cette étude *Paretroplus* sp. chaque espèce de *Paretroplus* autre que *P. kieneri* trouvée dans le Complexe au cours de cette recherche. Cette recherche sur les poissons endémiques et menacés de ce Complexe a été menée pour lever toute confusion probable sur

l'identification de *Paretroplus dambabe* et *P. petiti*, pour connaître l'historique de la répartition de ces trois espèces dans ces lacs et pour fournir des informations écologiques pour l'élaboration du plan de conservation de ces espèces de poissons menacées.

Méthode

Les efforts de cette recherche se sont concentrés sur les lacs d'eau douce permanents du site. Ces lacs ont été identifiés et localisés géographiquement grâce à la documentation. L'accès au site et le calendrier de la visite sur le terrain ont été planifiés avec l'équipe permanente d'Asity Madagascar basée à Mitsinjo. Les travaux sur le terrain comprennent une série d'activités : enquêtes, inventaire et collecte de données écologiques. Les enquêtes consistent en des conservations gratuites avec des indigènes et des pêcheurs d'âges différents sur la distribution et les menaces des trois espèces dans la région. Les données des enquêtes ont été vérifiées par le biais de travaux d'inventaire.

L'inventaire utilise deux méthodes : le comptage des espèces capturées par les pêcheurs et celles issues de la pêche expérimentale. Au cours de l'inventaire, les individus capturés ont été photographiés, mesurés et pesés. Les *Paretroplus* sp. ont été identifiés à la fois par l'équipe et par les pêcheurs. Pour les individus de *Paretroplus* sp., la morphométrie des individus capturés a été beaucoup plus détaillée. La détermination des clés morphométriques et méristiques développée par Sparks dans la lettre d'information "American museum of natural history" n° 314 en 2008 a été utilisée pour les mesures de comparaison. La longueur standard, la longueur totale, la hauteur, l'épaisseur du corps, la longueur de la tête, la hauteur de la tête, l'épaisseur de la tête, le diamètre de l'œil, la distance entre les orbites, la longueur du pédoncule caudal, la hauteur du pédoncule caudal, l'épaisseur du pédoncule caudal, la longueur de la mâchoire supérieure, la longueur de la mâchoire inférieure, le nombre d'épines de la nageoire dorsal et de la nageoire anale ont été identifiés. Des individus de toutes les espèces ont été pesés. Si la profondeur du corps d'un individu se situe dans la fourchette de 48,3 % à 57,1 %, l'individu appartient à l'espèce *Paretroplus dambabe*. Les individus ayant une profondeur corporelle proche de la valeur de 57,9% appartiennent probablement à *P. petiti*.

Les activités de terrain ont été effectuées entre le 22 août et le 8 septembre 2011. Les données écologiques comprenaient la description de chaque lac et la collecte des paramètres de son eau. Les descriptions ont utilisé à la fois des données déjà documentées et des données d'observation directe. Les paramètres de l'eau recueillis sont le pH, l'oxydoréduction (en mV), la température (en °C), la turbidité (en NTU) et l'oxygène dissous (mg /l). Les paramètres sont tous pris entre 6h00 et 10h00 et leurs moyennes ont été calculées pour chaque lac. Les données ont été prises directement à la surface de la masse d'eau, entre 0 et 50cm de profondeur, à l'aide d'équipements électroniques. Le PH, l'ORP et la température ont été recueillis à l'aide du matériel pH-028, la turbidité avec le WGZ-1 et l'oxygène dissous avec le Milwaukee SM600. La position géographique de chaque point d'échantillonnage a été marquée à l'aide du GPS Garmin etrex. Le pH collecté indique l'acidité ou l'alcalinité de l'eau testée entre les valeurs de 0 et 14. L'eau acide varie de 0 à

6,9 et l'eau alcaline de 7,1 à 14. L'eau à pH neutre a un pH de 7 (De Villers et al., 2005).

La température de l'eau donnée a été exprimée en degrés Celsius (°C). Le poisson est un animal vertébré aquatique et sa température corporelle varie en fonction de la température de l'environnement. La température influence sa biologie (Bruslé, Quignard, 2013) mais, en même temps, elle équilibre le système aquatique en modifiant d'autres paramètres tels que le pH, la conductivité et l'oxygène dissous dans l'eau (RéFEA, 2000).

L'oxygène dissous de l'eau peut provenir de la diffusion de l'oxygène de surface, de l'aération (mouvement de l'eau) et de la photosynthèse (Cahier indicator, 2002). La majorité des poissons assimilent l'oxygène dissous dans l'eau par les branchies. À la saturation, la concentration d'oxygène à l'équilibre avec la pression atmosphérique de l'eau douce à 20 °C est d'environ 9,1 mg /l (Brochure indicateur 2002). Au cours de cette recherche, elle est révélée en milligrammes par litre (mg / l).

Le potentiel redox (Eh), exprimé en millivolts (mV), mesure le potentiel électrochimique de l'eau. Le potentiel redox de référence est conventionnellement fixé à zéro, ce qui correspond à celui de l'eau pure. La valeur du potentiel redox reflète sa capacité à fixer l'oxygène à utiliser. L'eau ayant une valeur positive du potentiel redox est caractérisée par un environnement oxydant et inversement l'eau ayant une valeur négative est réductrice (De Villers et al., 2005).

La turbidité exprimée en unité de turbidité néphélométrique (NTU) indique la présence de solides en suspension composés d'argile, de limon, de particules organiques, de plancton et de divers organismes microscopiques. Sa mesure fournit une information visuelle sur les propriétés physico-chimiques de l'eau (RéFEA, 2000).

Des tests de corrélation ont été effectués sur ces paramètres pour voir s'il existe une relation entre eux. Des analyses de proximité ont été effectuées pour voir quels lacs sont les plus proches de ces paramètres.

Résultats

Dix (10) lacs ont été visités au cours de cette recherche, à savoir le grand lac Kinkony, Katondra, Maliolio, Ankamahama, Betonotono, Ambalatany, Sahamadisa, Bemakamba, Tsiambara et Beloha (Annexe 1).

Le lac Kinkony est le plus grand lac du bassin de Mahavavy (15600ha). Il repose sur un sol sablonneux ferrugineux jaune dans sa partie sud (Antongomena et Betsina) et sur de la marne (Segalen, 1952) dans sa partie nord (Marofandroboka). La plus grande surface de marais (70 ha) de la région se trouve à Manisakomby (Andriamasimanana, Rabarimanana, 2011) avec une végétation aquatique comme des fauvettes et des lys (Rabarison, 2006). Sa rive est constituée de prairies, de roseaux, de forêts sèches subsidiaires avec des palmiers.

Le deuxième lac par sa grandeur après Kinkony est le lac Katondra (1600ha) avec un aspect physique similaire à celui du lac Kinkony. Le lac repose entièrement sur un substrat ferrugineux jaune sableux (Segalen, 1952). Les roseaux de ce dernier sont dispersés le long de la rive et forment des îles sur le lac (Ranarijaona, Maharombaka, 2011). Sur son côté est, le lac est directement

adjacent à une parcelle de forêt sèche. Le lac Katondra est alimenté par la rivière Ihopy, dont les eaux se déversent dans le lac Kinkony par le canal Tsiribihy (Andriamasimanana, Rabarimanana, 2011).

Troisième plus grand lac par sa taille de 600ha à l'intérieur du site, le lac Ankamahama repose sur une formation calcaire de fer jaune (Segalen, 1952). Il possède une assez grande partie de marais de roseaux dans le sud, constitué de *Phragmites mauritianus* et de *Typha angustifolia* (Ranarijaona, Maharombaka, 2011). Ce marais occupe un quart (25 %) de sa surface. Sa bordure est principalement constituée de prairies parsemées de fragments de forêts sèches avec palmiers.

Tsiambara, Betonotono et Ambalatany ont à peu près la moitié de la taille d'Ankamahama. Tsiambara se trouve sur un sol ferrugineux rouge sableux. Le lac est entouré de rizières et de prairies avec des palmiers (*Bismarckia nobilis*). Son eau est composée de touffes de *Phragmites mauritianus*, de Cyperaceae (*Cyperus compactus* et *C. prolifer*) et de Nymphaeaceae (*Nymphea stellata* et *N. lotus*) (Ranarijaona, Maharombaka 2011). Betonotono se trouve sur un sol ferrugineux jaune calcaire tandis qu'Ambalantany se trouve sur un substrat de loam sableux selon Segalen (1952). Betonotono et Ambalantany ont très peu de végétation aquatique avec des Phragmites. La végétation autour du lac est principalement formée de forêts sèches secondaires avec des palmiers et des rizières. Une grande partie du lac Betonotono est transformée en riz, environ 80% et Ambalantany environ 20%.

Située sur un substrat ferrugineux jaune calcaire (Segalen, 1952), la végétation aquatique du lac Bemakamba est plus importante. Le roseau composé de *Phragmites mauritianus* avec *Nymphea stellata* (Ranarijaona, Maharombaka, 2011) couvre 20 % de l'eau du lac. Le lac est entouré de rizières et de vestiges de forêts dégradées. Ce lac d'environ 150 ha assure l'irrigation d'une vaste plaine de rizières dans la municipalité d'Antongomena-Bevary.

Les trois derniers lacs de moins de 100ha visités par l'équipe sont Sahamadisa, Maliolio et Beloha. Le substrat en dessous du lac Sahamadisa est constitué de loam sableux mélangé à l'érosion du sol sablonneux. Maliolio et Beloha se trouvent sur un sol sablonneux ferrugineux jaune (Segalen, 1952). Sahamadisa est caractérisé par une végétation aquatique basse formée de *Phragmites mauritianus* et de Nymphaeaceae (Ranarijaona, Maharombaka, 2011). Le lac est entouré de vestiges de forêt sèche et près de la moitié de sa surface est transformée en rizières. Le lac Maliolio a une eau profonde et claire avec un fond boueux et sablonneux. La végétation aquatique est formée principalement de nénuphars et les rives du lac sont dominées par les palmiers. La végétation environnante est dominée par des formations de palmiers herbacés. Le lac est situé le long d'une piste qui dessert Mitsinjo et Makary. Le lac Beloha se trouve sur un substrat sablo-argileux (Segalen, 1952). Ils sont entourés d'une forêt sèche dominée par des palmiers. Beloha est une sorte de bassin aux eaux profondes et claires, couvert par des nénuphars à certains endroits.

Trois espèces de poissons menacées sont recensées dans les lacs Kinkony, Katondra et Beloha. *Paretroplus* sp. a été recensé dans les deux lacs, Kinkony et Katondra. *P. kieneri* dans le Katondra et *Paratilapia polleni* dans le Beloha.

Des discussions avec une personne vivant depuis longtemps dans la région ont indiqué la

présence de damba dans tous les lacs sauf le lac Tsiambara et ses environs. Les pêcheurs de Kinkony ont distingué deux types de damba, le dambabe et le ravin'adabo. Lors de l'échantillonnage, le damba et le damba Ravin'adabo ont été classés selon les connaissances des pêcheurs. Le dambabe correspondait à *Paretroplus* sp. selon la description de Sparks (2008). Alors que le damba Ravin'adabo correspondait à des individus de petite taille verdâtre de *Paretroplus* sp.

Trente-quatre individus *Paretroplus* sp. ont été capturés au cours de l'étude. Un seul individu a été reconnu par les pêcheurs comme ravin'adabo et 33 individus comme damba. Les mesures sont représentées par le tableau1.

Tableau 1 : Résumé des mesures des longueurs standards (LS en mm), du pourcentage (en %) par rapport à LS, du pourcentage (en %) par rapport à la longueur de la tête ainsi que les mesures morphométriques et méristiques des individus de *damba* capturés pendant l'étude

Noms locaux	***Dambabe (n=33)***			***Ravin'adabo (n=1)***
Caractéristiques	Moy± δ	Min.	Max.	Individu
Longueur standard (LS en mm)	103.5±27.7	76	171	62
Pourcentage (%) par rapport à LS				
Profondeur	49.9±2.3	43.2	54.2	46.8
Epaisseur	14.9±0.7	12.9	16	14.7
Longueur de la tête	30.1±2.2	27.6	40.9	30.2
Longueur du pédoncule caudal	6.6±0.8	5.5	8.7	7.1
Hauteur du pédoncule caudal	15.5±0.8	5.5	17	15
Epaisseur du pédoncule caudal	4.5±0.6	3.1	5.5	3.7
Longueur de la nageoire pectorale	19.6±1	17.5	21.6	23
Longueur de la nageoire pelvienne	20.9±1	19.2	22.8	19.3
Longueur de la dernière épine dorsale	10.2±0.9	8.6	12	9.5
Pourcentage (%) par rapport à la longueur de la tête				
Longueur du museau	25.9±3	19.5	31	29.9
Diamètre de l'œil	30.4±2.7	12.9	36	35.3
Longueur de la mâchoire supérieure	24.1±2.9	17.5	29.7	23
Longueur de la mâchoire inférieure	19.6±2.6	14.4	24.7	19.3
Distance entre l'orbite	32.9±2.5	24.2	36.4	29.9
	Nombre			
Écailles de la ligne latérale	34(2) ;35(2) ;36(9) ;37(7) ;38(12) ;39(1)			37
Écailles de la ligne latérale-dorsale	6(12); 7(11)			6
Branchiospines au premier arc branchial	9(13) ;10(8) ;11(8) ;12(4)			10
Vertèbres (pré-caudal+caudal)	15+18 (2)			
Nageoire dorsale	XIIX 18(1) ;XVI 18(1) ;XVI 19(2) ;XVII 16(2) ;XVII 17(8) ;XVII 18(13) ;XIX 17(1) ;XIX 13(1) ;XVIII 13(1) ;XVIII17(3)			XVIII 16
Nageoire anale	IX 15(1) ;X 12(1) ; IX 12(2) ; X 11(2) ; IIX 13(2) ; IIX 15(2) ; X 13(2) ; VIII 14(2) ; VIII 14(3) ; IIX 14(3); IX14(6) ; IX 13(9)			IIX 13

moy : moyenne ; δ : é ; min. : Minimum ; max. maximum

En ce qui concerne les paramètres physico-chimiques, la moyenne des températures de tous les lacs visités est de 32°C. Pourtant, les températures varient beaucoup d'un lac à l'autre. Les températures des lacs Sahamadisa, Kinkony et Beloha présentent une grande variabilité. Le Maliolio est le lac le plus froid, tandis que le Katondra est le plus chaud (Annexe 2).

Le pH moyen des lacs visités varie entre 6,8 et 8,81. Beloha a la valeur la plus basse et Kinkony a la valeur de pH la plus élevée. Le pH des lacs Kinkony et Sahamadisa a la plus grande variabilité. Le Kinkony fluctue entre 7,61 et 9,8 valeurs, avec un écart type de 0,479. Le pH de Sahamadisa varie entre 6,1 et 8,5, avec un écart-type de 1,073. D'autres lacs ont un pH allant de 7,6 à 9 (Annexe 2).

Tous les lacs visités ont un potentiel d'oxydoréduction moyen qui varie entre 104 et 150 mV. Le Maliolio a le potentiel le plus bas et Ankamahama et Beloha ont les valeurs maximales

de potentiel d'oxydoréduction. Le Kinkony présente une plus grande variabilité avec une moyenne de 117 Mv. Entre un minimum de 105 et un maximum de 156 mV, le potentiel redox du Katondra a une moyenne de 134,2 mV (Annexe 2). Il existe une corrélation négative entre le pH et le potentiel redox des lacs selon l'équation y = -19,264 + 286,590*X . Le coefficient de corrélation est r = -0,76.

Betonotono a une turbidité moyenne maximale avec une valeur de 84,3 NTU. Alors que Bemakamba affiche la moyenne minimale avec 5,5 NTU (Annexe 2). Les lacs comme Maliolio et Beloha ont des valeurs inférieures à 10 NTU. Les données calculées du lac Kinkony ont montré qu'il y a une faible corrélation positive entre la turbidité et l'oxygène dissous avec un coefficient de corrélation r = 0,49.

Les paramètres physico-chimiques des lacs abritant des espèces menacées ont été étudiés plus en détail. Pour le lac Kinkony, la température moyenne était de 30 °C avec une alcalinité comprise entre 7,61 et 9,8 et une moyenne de 8,811. Ayant une moyenne de 116 mV, son potentiel redox varie de 82 à 141 mV. La moyenne observée de l'oxygène dissous est de 6,37 mg / l, allant de 5,7 à 7,2 mg / l. La turbidité moyenne du lac était de 11,81 NTU avec environ 56 échantillons. Elle variait entre une valeur minimale de 6 NTU et une valeur maximale de 20,1 NTU. Malgré les variations d'un endroit à un autre, l'eau du lac est plutôt basique et bien oxygénée avec un potentiel d'oxydoréduction moyen. Si l'eau du lac n'est pas tout fait clair, sa turbidité est assez faible.

Entre un minimum de 105 et un maximum de 156mV, le potentiel redox de Katondra avait une moyenne de 134,2 (Annexe 2). Une turbidité moyenne de 14,83 NTU a été enregistrée, allant de 10,9 à 26,6 NTU. L'oxygène dissous moyen était de 5,82 mg /l, variant entre les deux extrêmes de 5,2 et 6,7 mg /l. L.'eau du lac est basique avec une valeur de 8.434. Les caractéristiques du lac présentent une forte similarité avec celle du Kinkony.

La Beloha est caractérisée par une eau acide avec un pH moyen de 6,803, allant d'un minimum de 6,76 à un maximum de 6,87 à une température moyenne de 32 °C. Entre 146 et 154 mV, son potentiel redox est de 150 mV en moyenne. La moyenne de son oxygène dissous est de 4 mg / l, dans une plage comprise entre 3,5 et 4,6 mg / l. La turbidité moyenne de la Beloha est de 8,2 NTU avec une faible variation des valeurs entre 6,7 et 9,9 NTU. C'est le seul lac qui possède une eau légèrement acide avec un fable taux d'oxygène dissout.

Les espèces rencontrées au cours de la recherche étaient au nombre de quinze (15) (Annexe 3). L'analyse de la composition spécifique de chaque lac nous a permis de comparer sa similarité selon un diagramme hiérarchique (figure 1). La similarité est formée par quatre grappes : (1) Ambalatany, Betonotono, Tsiambara, Maliolio et Ankamahama ; (2) Beloha et Bemakamba ; (3) Kinkony et Sahamadio et enfin ; (4) le lac Katondra est le seul lac de la dernière grappe.

La grappe formée par le lac Katondra avec celle Kinkony et Sahamadio possède les plus d'espèces parmi les grappes, plus de 10 espèces parmi les espèces inventoriées dans les 10 lacs (60%). Par rapport à la grappe Kinkony et Sahamadio, il est caractérisé par la présence de *Paretroplus kieneri* et par la présence de *Eleotris fusca, Heterotis niloticus* et *Glossogobius biocellatus.* Les deux cépages se rassemblent par le présence de *Anguilla bicolor,*

Ambassis sp., *Megalops cyprinoides, Paretroplus dambabe, Cyprinus carpio, Glossogobius giuris, Oreochromis niloticus, Oreochromis mossambicus, Tilapia randalli et par l'absence de Paretroplus kieneri.* Par contre, la grappe Beloha et Bemakamba est individualisé par la présence de *Paratilapia polleni* et par l'absence de *Paretroplus kieneri, Paretroplus dambabe, Anguilla bicolor, Ambassis* sp., *Megalops cyprinoides, Cyprinus carpio* et *Oreochromis niloticus.* La grappe Ambalatany, Betonotono, Tsiambara, Maliolio et Ankamahama est démunis de *Paretroplus dambabe, Paratilapia polleni, Paretroplus kieneri, Anguilla marmorata, Anguilla bicolor, Ambassis sp., Eleotris fusca et Glossogobius biocellatus et se caractérise par la présence de Megalops cyprinoides, Heterotis niloticus, Cyprinus carpio, Glossogobius giuris, Oreochromis niloticus, Oreochromis mossambicus* et *Tilapia randalli.*

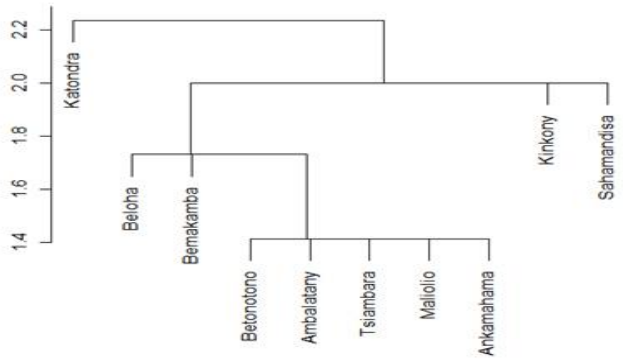

Figure 1 : Diagramme hiérarchique de la similarité de la composition en espèces de chaque lac.

Discussion

Le damba inventorié à Kinkony et Katondra correspond à la description de *P. dambabe* que Sparks a faite. La fourchette des 33 individus de la profondeur du corps (43% -54%) correspond à celle que Sparks a mentionnée (48,3% -57,1%) dans sa publication. La comparaison des mesures morphologiques des différents types de damba nous a permis de constater qu'il n'existe vraiment aucune différence entre les individus de ravin'adabo et de dambabe. Le soupçon sur l'existence possible d'une autre espèce de *Paretroplus* comme *Paretroplus petiti* dans le lac Kinkony et ses lacs environnants est alors écarté. La profondeur calculée du corps (Bd) de l'individu ravin'adabo (47%) se situe dans la fourchette de celle des 33 dambabe (43% -54% avec une moyenne de 49,9%). Selon les travaux de Spark s (2008), la profondeur du corps de l'individu *Paretroplus petiti* (57,9 %) se situe complètement en dehors de la fourchette de celle de *P. dambabe* (48,3 % -57,1 % avec une moyenne de 52,8 %). De même, les mesures d'autres parties du corps n'ont montré aucune différence. Il est très probable que les ravin'adabo sont simplement des juvéniles dambabe et appartiennent à l'espèce de *Paretroplus dambabe*. Tout soupçon d'extinction de *P. dambabe* à Kinkony (De Rham & Nourissat, 2004) est écarté.

Les données physico-chimiques recueillies sur les différents lacs du bassin versant de la Mahavavy sont presque identiques à l'exception de Beloha, Maliolio et Betonotono. En fait, les lacs visités sont tous basiques sauf le lac Beloha qui a un pH acide. L'alcalinité moyenne de tous les lacs, à l'exception de Beloha, se situe dans la fourchette du pH du lac Kinkony (7,61 et 9,8). Le pH plus acide de Beloha est lié à son potentiel redox le plus élevé (150 mV). Des valeurs positives et plus élevées du potentiel redox de plus de 100 mV indiquent une eau riche en agents oxydants et facilement capable de fixer l'oxygène à utiliser.

Le Maliolio a le potentiel redox le plus bas (104 mV) et cela est probablement dû à sa forte alcalinité

(8,73). De plus, il possède le plus faible niveau d'oxygène dissous dans l'eau, probablement en raison de la faible activité photosynthétique due à la rareté de la végétation. La seule végétation aquatique immergée vue dans le lac était les Nymphéas (Annexe1). Ayant une alcalinité plus proche de celle des lacs Katondra et Kinkony, Ankamahama et Bemakamba avaient des valeurs plus élevées de potentiel redox.

La turbidité de l'eau des lacs pouvait être influencée par l'érosion de leurs bassins versants due à la déforestation et au développement agricole (Andriamasimanana et Rabarimanana, 2011). Parmi les lacs visités, Betonotono a une valeur maximale (84,3 NTU) de turbidité, classés comme eau trouble (RéFEA, 2000). Les turbidités plus élevées de Betonotono Sahamadisa et Ambalantany indiquent de fortes pressions anthropiques. La turbidité était due à la transformation progressive du lac en rizières temporaires. Compte tenu des autres caractéristiques de ces lacs, qui sont très similaires à ceux de Kinkony et Katondra, on pourrait imaginer que *Paretroplus dambabe* et *P. kieneri* ont existé sur ces lacs comme l'ont évoqué les habitants. Pourtant, ces espèces ont disparu de ces lacs en raison de la surpêche et de l'augmentation considérable des pressions indiquées par les turbidités de l'eau. Nous pensons que ces espèces ne supporteraient pas une valeur de turbidité supérieure à 26 UNT, ce qui correspond au niveau maximum du Katondra.

L'eau acide à fort potentiel d'oxydation du lac Beloha est adaptée à l'espèce *Paratilapia polleni*. Le programme de suivi écologique sur le site depuis 2004 détecte la présence de cette espèce dans le lac Tsiambara (Rabenandrasana, 2004 ; Ravelomanana, 2005 ; Rasoloariniaina, 2010). Selon les pêcheurs, la présence de cette espèce dans le lac Tsiambara est due au fait que ces deux lacs sont reliés pendant la saison des pluies. Lors de notre visite, cette espèce est absente du lac Tsiambara alors qu'elle est présente de manière significative (40% des individus capturés) (Ralambomanana, 2011) dans le lac Beloha classant ce dernier comme une espèce commune. En effet, cette espèce préfère probablement les lacs aux eaux acides et pourrait tolérer un faible taux d'oxygène dissous (4 mg / l).

Paretroplus dambabe se trouve dans des lacs aux eaux basiques, bien oxygénées et de turbidité modérée. Nous supposons que, si l'espèce peut survivre dans les lacs Kinkony et Katondra, c'est parce que les conditions physico-chimiques de ces deux lacs leur sont favorables. La présence de marais dans ces lacs joue également un rôle très important dans la survie de l'espèce. Le marais de roseaux n'est pas seulement un lieu de refuge mais aussi une zone de frai pour l'espèce.

Les résultats du suivi écologique réalisé ont révélé la présence de *P. kieneri* dans le lac Maliolio. Son absence lors de notre recensement pourrait être due au fait qu'il y avait encore beaucoup d'eau pendant le recensement et que les poissons restaient dans les eaux profondes. Cette situation les rend très difficiles à attraper. La présence de *Paretroplus kieneri* dans le lac Maliolio nous permet de penser que, contrairement à *P. dambabe*, cette espèce peut s'adapter à une eau plus basique et à faible teneur en oxygène.

La conservation de *Paretroplus kieneri* au lac Maliolio est très difficile à aborder. Ceci, en raison de son emplacement qui est très proche de la ville de Mitsinjo. Le lac est également situé à côté de la

piste qui dessert Mitsinjo et Manisakomby (village de la rive est de Kinkony). Les mesures de conservation qui seront prises pour *P. dambabe* à Katondra profitent également à ce dernier. Actuellement, la population de *P. dambabe* n'est assurée dans le monde entier que par deux lacs, Kinkony et Katondra. En plus des efforts de conservation déployés par Asity Madagascar dans ces deux lacs, des tests de réintroduction devraient être effectués dans les autres lacs existants du bassin versant de la Mahavavy.

Si l'on considère uniquement la composition spécifique, les endroits appropriés pour réaliser un transfert seraient Sahamadisa, Beloha et Bemakamba. Ces lacs sont les sites où les compositions spécifiques sont les plus proches de Kinkony et Katondra. Sahamadisa n'est pas du tout adapté au transfert en raison de ses fortes pressions anthropiques. L'abondance de ce poisson endémique est négativement et significativement influencée par l'abondance du tilapia du Mozambique *Oreochromis mossambicus* (Ramanantsalama et al. 2018). Depuis l'introduction récente dans le lac Tsiambara d'*Oreochromis mossambicus* (Ralambomanana, 2011) qui est très compétitif, le lac Beloha est le seul habitat sûr pour *Paratilapia polleni*. L'arrivée de *P. dambabe* à Beloha pourrait détruire cet équilibre écologique. De plus, les niveaux d'acidité et de faible oxygène de l'eau de Beloha ne permettraient pas à *P. dambabe* d'y survivre. Bemakamba, le lac de la Digue (De Rham, Nourissat, 2004), est alors le seul lac qui puisse accueillir correctement l'espèce. Les conditions écologiques de ce lac sont en effet très proches de celles du lac Kinkony. Tous les efforts de conservation devraient toujours être faits en étroite collaboration avec les communautés locales et accompagnés de mesures de gestion et de sensibilisation adéquates. La première étape à faire est d'introduire *P. dambabe* dans les étangs ou bassins artificiels où sa biologie et ses comportements pourraient être étudiés plus facilement au cours des différentes étapes de sa vie. Une réintroduction au niveau du lac Bemakamba pourrait être effectuée après l'étude.

Conclusion

Il a été démontré au cours de cette étude que la doute de l'existence d'une autre espèce de le *Paretroplus dambabe* au niveau du lac est écarté. La répartition des espèces au niveau des différents lacs permanents dans le Complexe Mahavavy-Kinkony est principalement le résultat des différences des propriétés physico-chimiques des lacs. Pourtant, il y aussi l'effet des pressions anthropiques qui est un facteur non négligeable. Une proposition de translocation a été proposée par cette recherche pour l'espèce endémique locale *P. dambabe* à cause de sa forte risque de disparition par compétition spécifique et par pression anthropique.

Remerciements

Je voudrais remercier Mohamed bin Zayed Species Conservation Fund pour le fonds qu'il a alloué pour la réalisation de cette recherche. Sans son support financier, cette recherche n'a pas pu être réalisée. Je remercie aussi Asity Madagascar pour son support logistique et pour la facilitation des accès au site et aux documents à sa disponibilité. Un remerciement chaleureux à toute l'équipe sur terrain d'Asity Madagascar basée à Mitsinjo. Enfin, un grand remerciement à toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de cette recherche.

Références

Andriamasimanana, R.H, et M Rabarimanana, (2011). Analyses de la dégradation du lac Kinkony pour la conservation du Complexe des Zones Humides Mahavavy - Kinkony, Région Boeny, Madagascar. Madagascar Conservation & Development, 6 : 22-28.

Asity Madagascar (2014). Plan d'Aménagement et de Gestion du Complexe Zones Humides Mahavavy-Kinkony, Région Boeny. Rapport non publié.

Bruslé, J., J-P Quignard, (2013). Biologie des poissons d'eau douce européens. Collection Aquaculture - Pisciculture. 2nd Éd, Lavoisier, Paris.

Cahier Indicateur (2002). La dynamique de la vie : l'Oxygène de l'eau. Loire Estuaire Cellule de Mesures et de Bilans. Nantes, France. téléchargé le 16 avril 2015.

De Rham, P., J.-C. Nourissat, (2004). The endemic cichlids of Madagascar (English translation). St. Julia, France: French Cichlid Association, 191 pp.

De Villers, J., M. Squilbin, C. Yourassowsky, (2005). Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général. Fiche 2, Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement/ Observatoire des Données de l'Environnement. téléchargé le 14 avril 2015

Kiener, A. (1963). Poissons, pêche et pisciculture à Madagascar. Publication Centre Technique Forestier Tropical 24: 1–244.

Kiener, A., M. Maugé,´ (1966). Contribution à l'étude systématique et écologique des poissons Cichlidae endémiques de Madagascar. Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle 40: 51–99.

Kiener, A., Y. Thérézien, (1963). Principaux poissons du lac Kinkony. Bulletin de Madagascar 204: 395–415.

Rabenandrasana, M.N. (2004). Evaluation écologique et Identification des sites potentiels pour la conservation de la Biodiversité des Zones Humides du Complexe Mahavavy/Kinkony (Province de Majunga). Rapport non publié au CI CBC Madagascar et BirdLife International Madagascar Programme.

Rabarison, H. (2006). Rapport du suivi écologique du complexe Mahavavy Kinkony. Rapport non publié. Asity Madagascar.

Ralambomanana, J., (2011). Suivi De La Faune Ichtyologique Du Complexe Mahavavy-Kinkony. Rapport non publié. Asity Madagascar.

Ramanantsalama, R., R.H. Andriamasimanana, A., Andrianarimisa, R. Oliarinony, (2018). Relationship between the abundance and distribution of the endemic fish Paretroplus dambabe in the north-western wetland of Madagascar and the effect of environmental parameters and the presence of other fish species. Biodiversity International Journa. Vol. 2, pp. 165-171.

Ramsar (2012). The Annotated Ramsar List of Wetlands of International Importance: MADAGASCAR. Ramsar Secretariat, Suisse.

Ranarijaona, H.L.T., C. Maharombaka, (2011). Suivi Ecologique Des Macrophytes Dans Le Complexe Mahavavy-Kinkony. Rapport non publié. Asity Madagascar.

Rasoloariniaina, J.R. (2010). Suivi De La Faune Ichtyologique Du Complexe Mahavavy-Kinkony. Rapport non publié. Asity Madagascar.

Ravelomanana, T. (2005). Tendance de l'ichtyofaune Du Complexe Mahavavy-Kinkony. Rapport non publié. Asity Madagascar.

Razafimpahanana, A., T. Allnutt, A. Andriamanalina, T. Andriamanga, L. Andriamaro, R. Andriamasimanana, T.H. Andrianandrasana, M. Andrianarisata, A. Cameron, C. Kremen, P., Rahagalala, R. Rajaonson, A. Rakotomanjaka, T., Ramahaleo, T. Raminosoa, L. Rasoavahiny, Razafindramanga (2008). Priorisation : une approche pour l'identification des zones importantes pour la conservation a Madagascar. USAID Madagascar. téléchargé le 15 avril 2015.

RéFEA, (2000). Analyses Physico-Chimiques : Présentation Générale. téléchargé le 16 avril 2015.

Ségalen, P. (1952). Carte Pédologique de Reconnaissance au 1/200000, Mitsinjo-Mahajanga,

Feuille n°12, Institut de Recherche Scientifique de Madagascar, ORSTOM, Haut Commissariat de Madagascar et Dépendances.

Sparks, J. (2008). Phylogeny of the cichlid subfamily Etroplinae and taxonomic revision of the malagasy cichlid genus *Paretroplus* (teleostei: cichlidae). Bulletin of the American Museum of Natural History. (n. 314), pp. 1-151. téléchargé le 16 avril 2015.

Annexe

ANNEXE 1 : CARACTÉRISTIQUES DES LACS VISITÉS À MAHAVAVY-KINKONY

Nom des lacs	Substrat	Surface (ha)	Végétation aquatique	Végétation environnant
Kinkony	Sol ferrugineux jaune sableux (S) et Marne (N)	15600	Dense végétation au niveau de Makary et Antseza, dominé par le roseau (*Phragmites mauritianus*), Nymphéacées *(Nymphea lotus)*	Formation herbacée (60%) à palmiers (*Bismarckia nobilis*) et forêt dense sèche (40%)
Katondra	Sol ferrugineux jaune sableux	1600	Dominée par Touffes de *Phragmites mauritianus* éparpillées formant des marais et des ilots (70%)	Rizière au Nord, Foret dense sèche à l'Est et formation herbeuse au sud et à l'ouest
Ankamahama	Sol ferrugineux jaune Calcaire	600	Touffes de *Phragmites mauritianus*, formant au Sud un marais avec *Typha angustifolia,* Nymphéacées *(Nymphaea stellata* et *N. lotus)*	Prairie, de forêts sèches dominées par des palmiers
Tsiambarabe	Sol ferrugineux rouge gréseux	300	Touffes de *Phragmites mauritianus* et de Cyperaceae, Nymphéacées *(Nymphea stellata* et *Nymphea lotus*)	Rizières, formation herbeuse à *Bismarckia nobilis*
Betonotono	Sol ferrugineux jaune Calcaire	300	Faible végétation à *Phragmites mauritianus*	Forêts sèche dominées par des palmiers
Ambalatany	Sol limono-sableux	250	Faible végétation à *Phragmites mauritianus*, Nymphéacées	Vestiges de forêt sèche, rizière
Bemakamba	Sol ferrugineux jaune Calcaire	150	Roseaux à *Phragmites mauritianus* (20%), Nymphéacées *(Nymphea stellata*)	Rizière, forêt dense sèche secondaire
Sahamadisa	Sol limono-sableux et sol d'érosion greseux	70	Faible végétation à *Phragmites mauritianus*, Nymphéacées	Vestiges de forêt sèche, rizière
Maliolio	Sol ferrugineux jaune sableux	55	Faible végétation, Nymphéacées	Forêt sèche secondaire à palmiers
Beloha	Sol ferrugineux jaune sableux	10	Faible végétation, Nymphéacées	Forêt sèche secondaire à palmiers

ANNEXE 2 : Caractéristiques physico-chimiques des lacs visités dans le Complexe Mahavavy-Kinkony

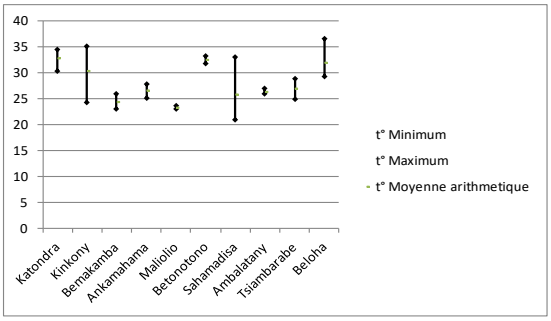

Figure 1 : Températures des lacs visités avec ses moyennes, maxima et minima

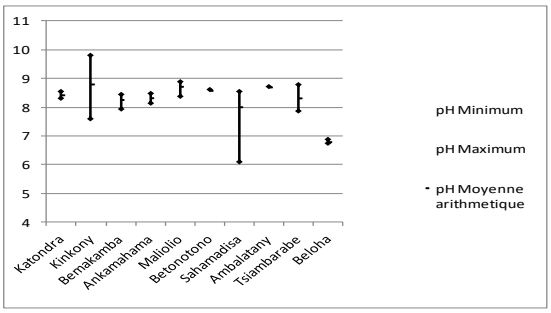

Figure 2 : Alcalinité des lacs visités avec ses moyennes, maxima et minima

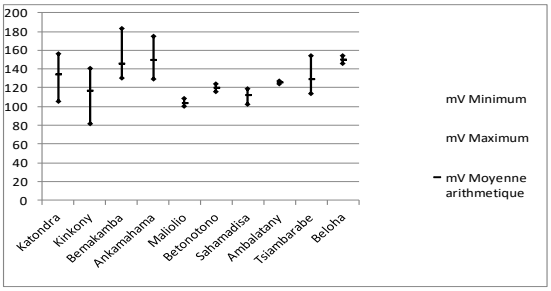

Figure 3 : Potentiel d'oxydoréduction des lacs visités avec ses moyennes, maxima et minima

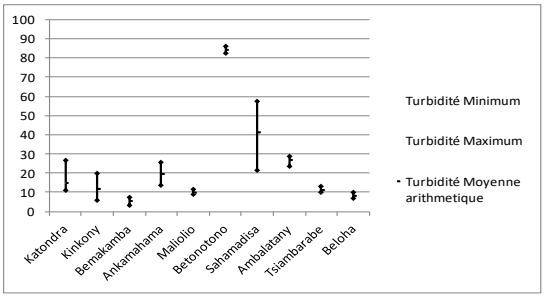

Figure 4 : Turbidité des lacs visités avec ses moyennes, maxima et minima

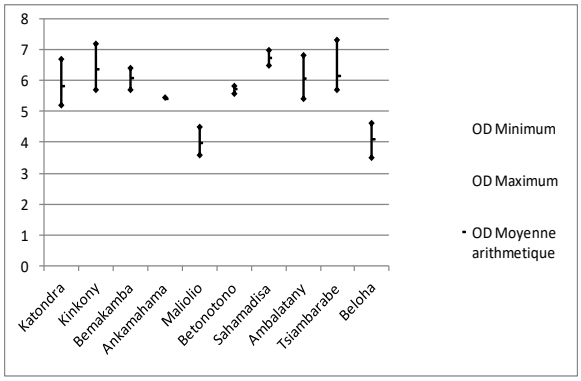

Figure 5 : Oxygénés dissous des lacs visités avec ses moyennes, maxima et minima

ANNEXE 3 : Espèces identifiées au cours de l'étude ainsi que leur respectif statut uicn et alimentation

Nom	**Statut UICN**	**Alimentation**
Ambassis sp.	LC	Prédateur (macrofaune)
Anguilla marmorata	LC	Prédateur (macrofaune)
Anguilla bicolor	LC	Prédateur (macrofaune)
Cyprinus carpio	Vulnérable	Herbivore/ Detritivore/ Prédateur (macrofaune)
Eleotris fusca	Vulnérable	Prédateur (macrofaune : zoobenthos)
Heterotis niloticus	LC	Herbivore (plante)/ Prédateur
Glossogobius biocellatus	Donnée non disponible	Information manquante
Glossogobius giuris	Donnée non disponible	Prédateur (macrofaune : necton)
Megalops cyprinoïdes	Donnée non disponible	Prédateur (macrofaune : zoobenthos/necton)
Oreochromis mossambicus	NT	Herbivore/ Detritivore
Oreochromis niloticus	Donnée non disponible	Herbivore/ Detritivore
Paratilapia polleni	Vulnérable	Information manquante
Paretroplus kieneri	Vulnérable	Information manquante
Paretroplus dambabe	En danger	Information manquante
Tilapia rendalli	LC	Herbivore/ Detritivore