

Diversité des Poissons dans l'Estuaire de Betsiboka, Nord-Ouest de Madagascar

Tsirilaza Benjamin, Doctorant

Ecole Doctorale en Biodiversité et Environnement Tropicaux,
Université de Toliara, Toliara, Madagascar

Rasoloariniaina Jean Robertin, Docteur

Institut d'Enseignement Supérieur d'Antsirabe-Vakinankaratra, Madagascar

Andriamirado Rabarison Guy Arthur, Docteur

Jean-Michel Yves Mong, Docteur

Centre National de la Recherche sur l'Environnement (CNRE)

Félicitée Rejo-Fienena, Professeur Titulaire

Ecole Doctorale en Biodiversité et Environnement Tropicaux,
Université de Toliara, Toliara, Madagascar

[Doi: 10.19044/esipreprint.3.2024.p62](https://doi.org/10.19044/esipreprint.3.2024.p62)

Approved: 03 March 2024

Posted: 07 March 2024

Copyright 2024 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Benjamin T., Robertin R.J., Andriamirado Rabarison G.A., Mong J.M.Y. & Rejo-Fienena F. (2024). *Diversité des Poissons dans l'Estuaire de Betsiboka, Nord-Ouest de Madagascar*. ESI Preprints. <https://doi.org/10.19044/esipreprint.3.2024.p62>

Resume

L'estuaire de Betsiboka, situé sur la côte nord-ouest de Madagascar, est le plus grand écosystème estuarien du pays. L'article explore la diversité des poissons dans cet estuaire, mettant en la distribution de l'espèce dans cet écosystème. La méthodologie utilise deux approches d'échantillonnage des poissons, le suivi de la capture de la petite pêche et la pêche expérimentale. Les résultats montrent une richesse spécifique élevée, avec 63 espèces distinctes. Les analyses des indices écologiques, tels que l'Indice de Shannon, l'Indice d'Équitabilité de Piélou et l'Indice de Similarité de Jaccard, montrent des variations spatiales de la diversité spécifique et des similitudes entre les villages. La classification hiérarchique confirme la formation de deux groupes distincts. L'étude contribue à enrichir les connaissances sur la diversité des poissons dans l'estuaire de Betsiboka, fournissant une base solide pour la conservation et la gestion durable de cet écosystème vital.

Mot clés: Estuaire Betsiboka, Ichtyofaunes, Indice écologique, Gestion durable, Madagascar

Fish Diversity in the Betsiboka Estuary, Northwest Madagascar

Tsirilaza Benjamin, Doctorant

Ecole Doctorale en Biodiversité et Environnement Tropicaux,
Université de Toliara, Toliara, Madagascar

Rasoloariniaina Jean Robertin, Docteur

Institut d'Enseignement Supérieur d'Antsirabe-Vakinankaratra, Madagascar

Andriamirado Rabarison Guy Arthur, Docteur

Jean-Michel Yves Mong, Docteur

Centre National de la Recherche sur l'Environnement (CNRE)

Félicitée Rejo-Fienena, Professeur Titulaire

Ecole Doctorale en Biodiversité et Environnement Tropicaux,
Université de Toliara, Toliara, Madagascar

Abstract

The Betsiboka Estuary, located on the northwest coast of Madagascar, is the largest estuarine ecosystem in the country. This article explores the diversity of fish in this estuary, focusing on species distribution within this ecosystem. The methodology employs two fish sampling approaches: small-scale fishing catch monitoring and experimental fishing. The results reveal a high species richness, with 63 distinct species identified. Analyses of ecological index, such as the Shannon Index, Pielou's Evenness Index, and Jaccard Similarity Index, demonstrate spatial variations in species diversity and similarities between villages. The hierarchical classification confirms the formation of two distinct groups. The study contributes to enhancing knowledge about fish diversity in the Betsiboka Estuary, providing a solid foundation for the conservation and sustainable management of this crucial ecosystem.

Keywords: Betsiboka Estuary, Ichthyofauna, Ecological Index, Sustainable management, Madagascar

Introduction

Les estuaires, définis comme les zones où les cours d'eau se jettent dans la mer, se caractérisent par des processus de mélange entre les eaux douces des cours d'eau et les eaux salées de la mer, créant ainsi des environnements saumâtres uniques. Plusieurs études ont souligné

l'importance cruciale des milieux estuariens en tant qu'écosystèmes parmi les plus productifs de la planète, abritant une biodiversité ichtyologique exceptionnellement riche. Ces zones jouent un rôle essentiel en tant que lieux de reproduction et de croissance pour de nombreuses espèces de poissons (Baran, 1995 ; GIP Loire-Estuaire, 2009).

L'estuaire de Betsiboka, situé sur la côte nord-ouest de Madagascar, marque l'embouchure du plus grand fleuve de Madagascar et est l'un des littoraux connaissant l'évolution la plus rapide au monde. Pendant la saison des pluies, il est souvent caractérisé par une teinte rouge vif, attribuable à une érosion significative en amont (Nasa, 2004). Betsiboka se déverse dans le canal du Mozambique à Majunga et prend la forme d'un estuaire sous l'influence des marées. Parmi les écosystèmes d'importance vitale dans cette région, les mangroves jouent un rôle essentiel en tant qu'habitats de reproduction, de nurserie, d'alimentation et de protection pour de nombreuses espèces de poissons. Dans la partie aval de l'estuaire, il se divise en trois bras principaux et de multiples canaux à travers les îlots de mangroves couvrant une superficie estimée à 46 000 hectares (La maison de Madagascar, 2023). Ces circonstances suscitent l'intérêt d'entreprendre une étude sur la diversité des poissons dans cet estuaire. Les populations de poissons dans cet estuaire demeurent largement inexplorées.

Les recherches consacrées aux poissons dans les environnements estuariens attirent un intérêt considérable parmi les scientifiques en raison de la spécificité intrinsèque des systèmes estuariens en termes de la biodiversité, de leur importance tant sur le plan social qu'économique, ainsi que des menaces qui pèsent sur ces écosystèmes en raison de l'expansion des activités humaines (Whitfield, 1999 ; Chabanne, 2007). L'étude de la diversité des poissons dans un estuaire permet une meilleure compréhension de l'écosystème, favorise la conservation de la biodiversité, contribue à une gestion durable des ressources halieutiques, et soutient la préservation des services écosystémiques fournis par ces zones, qui constituent les intérêts d'entreprendre cette étude dans l'estuaire de Betsiboka.

1. Matériels et méthodes

Site d'étude

Le site d'étude est localisé dans l'estuaire de Betsiboka, nord-ouest de Madagascar. Pour bien apprécier la distribution de l'espèce dans l'estuaire, la conduite de cette présente recherche a été réalisée dans les 4 principaux villages des pêcheurs dans l'estuaire à savoir Katsepy, Boanamary, Marovoay et Maroala. Katsepy se situe en aval de l'estuaire avec la dominance de l'eau de mer. Boanamary est caractérisé par les îlots de mangroves zones de fréquentation des pêcheurs. Marovoay a été choisi par l'importance de la pêche dans le village et la pratique de pêche dans l'eau

saumâtre. Maroala se situe en amont, à la limite de l'influence de la marée dans l'estuaire.

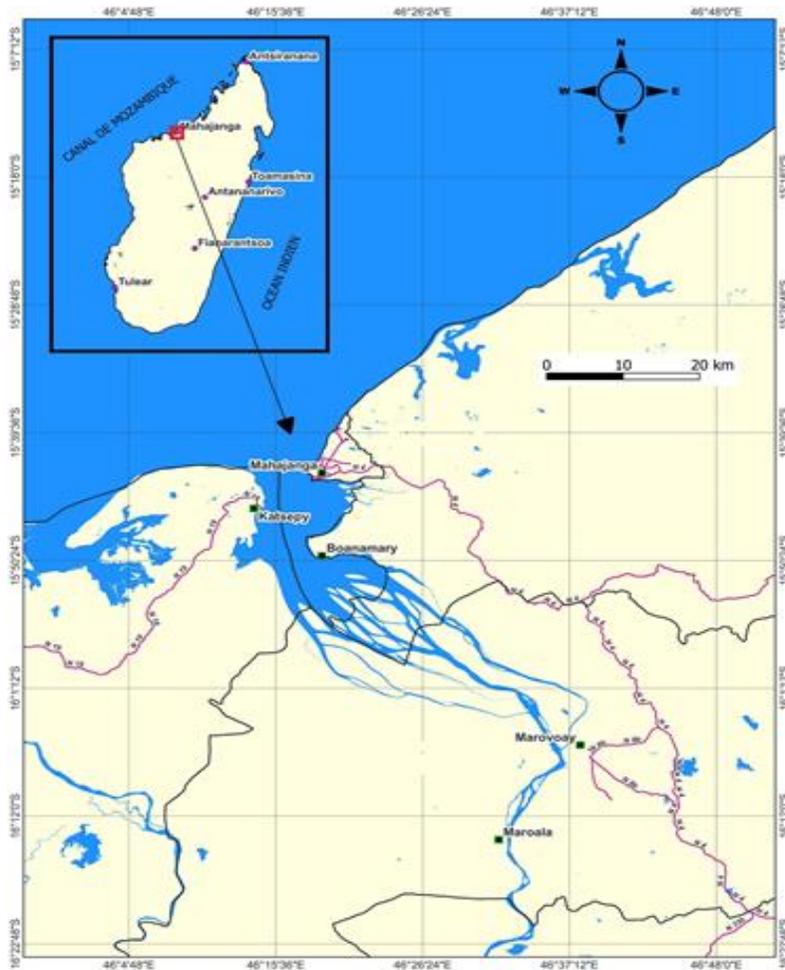


Figure 1. Localisation de la zone d'étude

Collecte des données

La présente étude s'inscrit dans le cadre du projet DIDEM (Dialogue entre la Science et les Décideurs pour la Gestion Intégrée des Environnements Côtiers et Marins), se concentrant sur l'exploration des populations ichtyofaunes dans l'estuaire de la Betsiboka pour un période de mars 2021 à mars 2023. Deux méthodes d'échantillonnage des poissons ont été adoptées dans l'estuaire de Betsiboka dans le cadre de cette étude : la méthode d'échantillonnage par suivi de la capture de la petite pêche et la méthode d'échantillonnage par la pratique de la pêche expérimentale. Une collaboration étroite a été instaurée avec des collecteurs des poissons dans les 4 villages d'interventions, permettant aux enquêteurs de manipuler et

d'enregistrer journalière les poissons livrés par les pêcheurs. Ces enquêteurs ont suivi une formation pour garantir la collecte de données précises sur l'identification des poissons. La pratique de la pêche expérimentale résidait dans l'effort de compléter l'évaluation des populations de poissons. Cette approche avait pour but de collecter des échantillons d'espèces peu fréquemment capturées par les pêcheurs locaux, provenant de zones rarement explorées. Deux types de filets maillants, mesurant 15 cm et 20 cm de mailles, et d'une longueur totale de 100 mètres, ont été utilisés pour ce faire. La pêche expérimentale a été réalisée à l'aide d'une pirogue motorisée. Cette approche a été mise en œuvre à deux moments distincts, à savoir pendant la saison sèche en octobre 2021 et lors de la saison humide en avril 2022.

Identification systématique de poissons

Pour chaque espèce de poissons présente dans l'estuaire de Betsiboka, des échantillons ont été prélevés et enregistrés en utilisant leur nom vernaculaire local. Les individus ont été soigneusement préservés en utilisant soit une solution de formol à 10% ou de l'alcool à 70% dans des bocaux hermétiquement scellés. L'identification des échantillons a été menée au Laboratoire de l'Hydrobiologie, qui fait partie du Département Système Aquatique et Cotier du Centre National de Recherches sur l'Environnement Madagascar. Cette identification s'est basée principalement sur l'analyse des caractères morphologiques externes des poissons. Pour ce faire, des guides d'identification tels que le "Guide des poissons commerciaux de Madagascar" de Bauchot, les ressources disponibles sur FishBase, ainsi que des références issues de la littérature scientifique ont été utilisés comme références.

Analyse statistique et traitement des données

Les données ont été systématiquement structurées en utilisant un tableur Excel, puis traitées à l'aide du logiciel SPSS, en fonction des villages d'intervention. L'analyse des indices écologiques, quant à elle, a été réalisée à l'aide du logiciel RStudio, en utilisant le package Vegan. Les équations qui décrivent les indices écologiques tels que la Richesse spécifique, l'Indice de Shannon et Weaver (H'), l'Indice d'Équitabilité de Pielou (J'), l'Indice de Similarité de Jaccard, et la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) sont exposées dans la recherche menée par Lusasi et al. (2022).

2. Résultats

2.1 Richesse spécifique

Dans cette étude menée dans l'estuaire de Betsiboka, 8 159 individus de poissons répartis en 63 espèces distinctes ont été recensés. Katsepy se distingue en abritant la plus grande diversité spécifique avec 56 espèces de

poissons, suivie de près par Boanamary avec 50 espèces. En revanche, Marovoay et Maroala présentent une moindre diversité spécifique, ne comptant respectivement que 26 et 24 espèces de poissons. Le tableau ci-dessous illustre la diversité spécifique dans les quatre villages principaux de l'estuaire de Betsiboka.

Tableau 1. Richesse spécifique de poissons dans les quatre villages de l'estuaire de Betsiboka

Especes	Kat	Boa	Mrv	Mrl	Especes	Kat	Boa	Mrv	Mrl
<i>Acanthopagrus berda</i>	1	1	1	1	<i>Mugil cephalus</i>	1	0	0	0
<i>Ambassis gymnocephalus</i>	1	1	1	1	<i>Muraenesox bagio</i>	1	1	0	0
<i>Anguilla marmorata</i>	0	0	1	1	<i>Ophicephalus striatus</i>	1	0	1	1
<i>Anguilla mossambica</i>	0	0	1	1	<i>Oreochromis niloticus</i>	0	0	1	1
<i>Arius polystaphyloдон</i>	1	1	1	1	<i>Otolithes ruber</i>	1	1	1	0
<i>Caranx ignobilis</i>	1	1	0	0	<i>Parastromateus niger</i>	1	1	0	0
<i>Caranx sexfasciatus</i>	1	1	1	1	<i>Pellona ditchela</i>	1	1	0	0
<i>Carcharhinidae</i>	1	0	0	0	<i>Penaeus sp</i>	1	1	1	1
<i>Carcharhinus sp</i>	1	1	0	0	<i>Platycephalus indicus</i>	1	1	1	1
<i>Clupea punctata</i>	1	1	0	0	<i>Plectorhinchus flavomaculatus</i>	1	1	0	0
<i>Cyprinus carpio</i>	1	1	1	1	<i>Plectorhinchus playfairi</i>	1	1	0	0
<i>Drepane punctata</i>	1	1	0	0	<i>Plectorhinchus plagiodesmus</i>	1	1	0	0
<i>Eleotris Fusca</i>	0	0	1	1	<i>Polynemus sp</i>	1	0	0	0
<i>Gobius giuris</i>	0	0	1	1	<i>Pomadasy maculatus</i>	1	1	0	0
<i>Elops machnata</i>	1	1	0	0	<i>Rastrelliger kanagurta</i>	1	1	0	0
<i>Epinephelus sp</i>	1	1	0	0	<i>Sardinella sp</i>	1	1	0	0
<i>Epinephelus sp</i>	1	1	1	1	<i>Scatophagus tetracanthus</i>	1	1	1	1
<i>Gerres filamentosus</i>	1	1	0	0	<i>Scomberoides tol</i>	1	1	0	0
<i>Gobius giuris</i>	0	1	1	1	<i>Scomberomorus commerson</i>	1	1	0	0
<i>Heterotis niloticus</i>	1	0	1	1	<i>Selar sp</i>	1	1	0	0
<i>Hilsa kelee</i>	1	1	0	0	<i>Siganus sp</i>	1	1	0	0
<i>Pellona ditchela</i>	1	1	0	0	<i>Sillago sihama</i>	1	1	1	1
<i>Istiophorus sp</i>	1	0	0	0	<i>Sphyrna forsteri</i>	1	1	0	0
<i>Johnius dussumieri</i>	1	1	1	1	<i>Sphyrna mokarran</i>	1	1	0	0
<i>Leiognathus sp</i>	1	1	0	0	<i>Stolephorus commersonnii</i>	1	1	0	0
<i>Lethrinus sp</i>	1	1	1	0	<i>Strongylura leiura</i>	1	1	0	0
<i>Liza macrolepis</i>	1	1	1	1	<i>Terapon jarbua</i>	1	1	0	0
<i>Lobotes surinamensis</i>	1	0	0	0	<i>Terapon theraps</i>	1	1	1	1
<i>lutjanus argentimaculatus</i>	1	1	1	1	<i>Torpedo sp</i>	1	1	0	0
<i>Macrobrachium rosenbergii</i>	0	0	1	1	<i>Trichiurus lepturus</i>	1	1	0	0
<i>Megalaspis cordyla</i>	1	1	0	0	<i>Tripteronodon orbis</i>	1	1	0	0
<i>Megalops cyprinoides</i>	1	1	1	1	Richesse spécifique	56	50	26	24

Kat : Katsepy ; Boa : Boanamary ; Mrv : Marovoay ; Mrl : Maroala

2.2 Indice de Shannon

L'utilisation de l'indice de Shannon au niveau des quatre sites offre une approche alternative pour évaluer la biodiversité ichtyologique entre les stations de l'estuaire. Cet indice varie entre 0,90 à Maroala et 1,31 à Boanamary. Les villages de Katsepy et Marovoay présentent la valeur de l'indice de Shannon de 1.27 et 1.06 respectivement. La figure ci-dessous illustre l'Indice de Shannon dans les quatre villages de l'estuaire de Betsiboka.

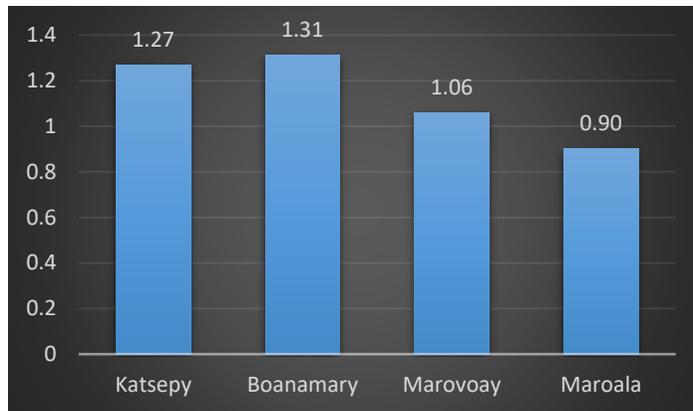


Figure 2. Indice de Shannon dans les quatre villages du l'estuaire de Betsiboka

2.3 Indice Equitabilité de Piélou

L'équitabilité mesure la régularité de la distribution des individus parmi les différentes catégories taxonomiques présentes. Les valeurs d'équitabilité présentent des variations entre les différents sites dans l'estuaire de Betsiboka. Les valeurs d'équitabilité varient de 0,65 à Maroala à 0,77 à Boanamaray. Katsepy affiche une équitabilité de 0,73 tandis que Marovoay présente une valeur de 0,75. La figure ci-dessous illustre l'Indice d'équitabilité de Piélou dans les quatre villages du l'estuaire de Betsiboka

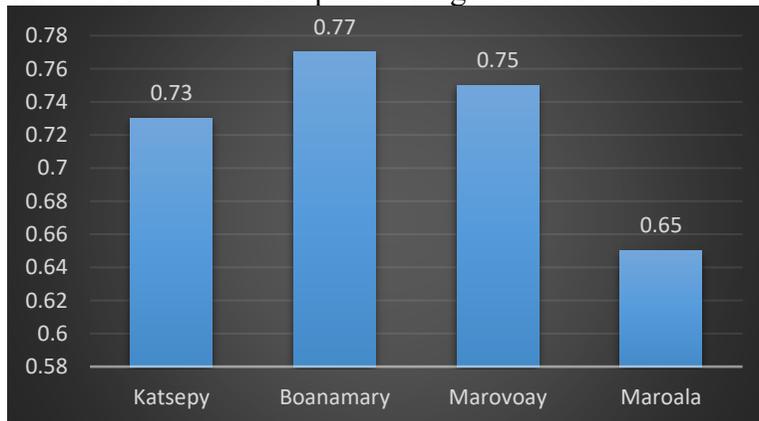


Figure 3. Indice Equitabilité de Piélou dans les quatre villages du l'estuaire de Betsiboka

2.4 Indice de similarité de Jaccard

L'indice de Jaccard se montre être un outil essentiel pour évaluer la similitude entre les différentes communautés d'espèces, en l'occurrence les populations de poissons dans l'estuaire de Betsiboka. Ces valeurs d'indice prouvent la part d'espèces partagées entre les différentes stations de l'estuaire. Au cours de notre analyse, deux valeurs d'indice de Jaccard ont retenu notre attention. L'indice entre Marovoay et Maroala s'élève à 0,92,

illustrant une similarité notable. Ensuite, l'ensemble Katsepy et Boanamary présente un indice élevé de 0,86. En revanche, les combinaisons impliquant les autres stations établissent des valeurs comparativement plus faibles, inférieures à 0,31 en termes de similarité d'espèces selon l'indice de Jaccard. Le tableau suivant expose les résultats de cet indice de similarité appliqué aux quatre sites de l'estuaire de Betsiboka.

Tableau 2. Indice similarité de Jaccard

	Katsepy	Boanamary	Marovoay
Boanamary	0.86		
Marovoay	0.30	0.31	
Maroala	0.27	0.28	0.92

2.5 Classification hiérarchique

Sur la base de la richesse spécifique, la présentation graphique dendrogramme résultant de la Classification Hiérarchique des 4 sites d'interventions montre deux groupes. Les sites Maroala et Marovoay sont proches l'une de l'autre en termes de la richesse spécifique et forment le premier groupe avec une distance euclidienne de 2.82. Les villages de Boanamary et Katsepy présentent une grande similitude et forment le second groupe avec une distance euclidienne de 7.31. La figure suivante montre la Classification hiérarchique des poissons selon les 4 villages d'intervention dans l'estuaire de Betsiboka.

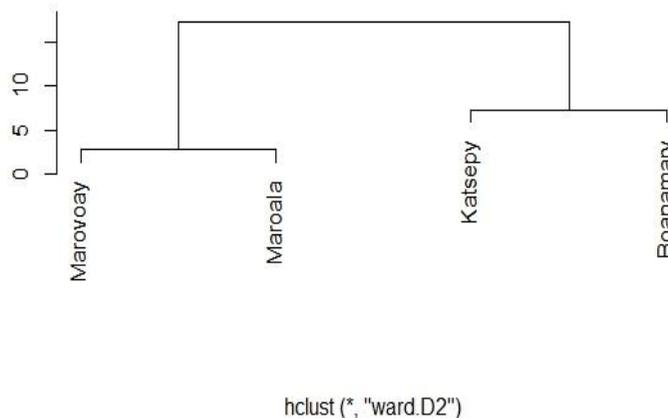


Figure 4. Dendrogramme de la classification hiérarchique des poissons selon les 4 villages d'interventions dans l'estuaire de Betsiboka

3. Discussion

L'étude réalisée dans l'estuaire de Betsiboka a permis une analyse de la diversité spécifique des poissons, identifiant 63 espèces distinctes. Ce

résultat place l'estuaire de Betsiboka parmi les écosystèmes riches en poissons.

Tableau 2. Richesse spécifique de quelques milieux estuariens et lagunaires à travers le monde (complété d'après Albaret et Diouf, 1994 ; Albaret, 1994 et Baran, 1995)

Nom	Type	Pays	Rs	Source
Sénégal	Estuaire	Sénégal	133	DIOUF <i>et al.</i> , 1991
Sine-Saloum	Estuaire inverse	Sénégal	114	DIOUF, 1995
Gambie	Estuaire	Gambie	52	DORR <i>et al.</i> , 1985
Casamance	Estuaire inverse	Sénégal	91	PANDARÉ, 1986, 1987 ; ALBARET, 1987
Rio Buba	Estuaire	Guinée-Bissau	91	KROMER <i>et al.</i> , 1994
Fatala	Estuaire	Guinée	102	BARAN, 1995
Ebrié	Système lagunaire	Côte d'Ivoire	153	ALBARET, 1994
Abi	Lagune	Côte d'Ivoire	82	CHARLES-DOMINIQUE, 1993
Lagos lagoon	Lagune	Nigeria	79	FAGADE & OLANIYAN, 1974
Niger	Delta	Nigeria	52	BOESEMAN, 1963
Ogooué	Estuaire	Gabon	66	LOUBENS, 1966
Santa Lucia	Lagune	Afrique du Sud	108	BLABER, 1988
Poelela	Lagune	Afr. du Sud	12	BLABER, 1988
Nhlange (Kosi)	Lagune	Afr. du Sud	37	BLABER, 1988
Sibaya	Lagune	Afr. du Sud	18	BLABER, 1988
Swartvlei	Lagune	Afr. du Sud	25	BLABER, 1988
Richard's Bay	Lagune	Afr. du Sud	74	MILLARD & HARRISON, 1952
Pangalanes	8 petites lagunes	Madagascar	10 à 43	LASSERRE, 1979
Teacapan-Agua Brava	Lagune	Mexique	>75	FLORES-VERDUGO <i>et al.</i> , 1990
Terminos lagoon	Lagune	Mexique	121	YANEZ-ARANCIBIA <i>et al.</i> , 1980
Sainte Lucie	Estuaire	Mexique	83	CHAVEZ, 1979
Nichupte	Lagune	Mexique	37	CHAVEZ, 1979
Tuxpan	Lagune	Mexique	126	CHAVEZ, 1979
Alvarado	Lagune	Mexique	71	CHAVEZ, 1979
Laguna Madre	Lagune	Mexique	111	CHAVEZ, 1979
Tamiahua	Lagune	Mexique	49	CHAVEZ, 1979
Mandinga	Lagune	Mexique	24	CHAVEZ, 1979
La Mancha	Lagune	Mexique	42	CHAVEZ, 1979
Tabasco	Système lagunaire	Mexique	62	RESENDEZ-MEDINA, 1981
Tamiahua	Lagune	Mexique	56	RESENDEZ-MEDINA, 1979
Zontecopopan	Lagune	Mexique	50	RESENDEZ-MEDINA, 1979
Terminos	Lagune	Mexique	92	RESENDEZ-MEDINA, 1979
Gulf de Nicoya	Côte à mangrove	Costa Rica	61	PHILIPS, 1983
Punta del este	Côte à mangrove	Cuba	55	VALDES-MUNOZ, 1981
Laguna Joyuda	Lagune	Puerto Rico	41	STONER, 1986
Belle-Plaine	Lagune	Guadeloupe	25	LOUIS <i>et al.</i> , 1985
Manche à Eau	Lagune	Guadeloupe	24	LOUIS <i>et al.</i> , 1985
Baie de Fort de France	Côte à mangrove	Martinique	87	LOUIS <i>et al.</i> , 1992
Cayenne river	Estuaire	Guyane	59	TITO de MORAIS <i>et al.</i> , 1994
Jaguaribe	Estuaire	Brésil	86	OLIVEIRA, 1976
Huizache-Caimanero	Lagune	Mexique-Pacifique	44	WARBUTON, 1978
Tijuana Estuary	Estuaire	Californie du Sud	21	NORDBY & ZEDLER, 1991
Los Peñasquitos Lagoon	Lagune	Californie du Sud	13	NORDBY & ZEDLER, 1991
Pagbilao	Côte à mangrove	Philippines	128	PINTO, 1988
Klang-Langat	Delta	Malaisie	119	CHONG <i>et al.</i> , 1990
13 estuaires	Estuaire	Îles Salomon	136	BLABER & MILTON, 1990
Labu estuary	Estuaire	Papouasie	38	QUINN & KOJIS, 1986
Moreton bay	Côte à mangrove	N-Australie	112	WENG, 1988
Trinity inlet system	Estuaire	N-Australie	91	BLABER, 1980
Dampier bays	Côte à mangrove	N-Australie	113	BLABER <i>et al.</i> , 1985
Leanyer Swamp	Côte à mangrove	N-Australie	38	DAVIS, 1988
Alligator Creek	Estuaire	N-Australie	128	ROBERTSON & DUKE, 1990
Embley estuary	Estuaire	N-Australie	197	BLABER <i>et al.</i> , 1989
Botany Bay	Côte à mangrove	E-Australie	46	BELL <i>et al.</i> , 1984
Swan river	Estuaire	W-Australie	71	LONERAGAN <i>et al.</i> , 1989
Deama	Côte à mangrove	Nouvelle Calédonie	75	THOLLOT, 1989

L'étude met en lumière des variations de la richesse spécifique entre les différentes zones de l'estuaire avec une tendance à augmenter vers l'aval dans la zone marine. Une richesse spécifique plus élevée dans les zones estuariennes, par rapport aux habitats d'eau douce, a été prouvée par des différentes études (Martino & al., 2003 ; De Moura & al., 2012 ; Joo Myun & al., 2020). Des processus tels que les gradients de salinité au sein de l'estuaire ont été démontrés comme ayant une forte influence sur la richesse

spécifique des poissons (Sosa-Lopez & al., 2007). Le peuplement est structuré par le gradient de salinité croissant vers l'amont et se traduit par une diminution de la richesse spécifique de la mer vers le haut de l'estuaire (Albaret, 1987). La zone de Katsepy est riche en raison de l'afflux régulier d'eau de mer, permettant l'accès à plusieurs espèces marines (Yoklavich & al., 1991).

L'indice de Shannon est une mesure de la diversité spécifique qui tient compte à la fois du nombre d'espèces présentes et de leur répartition relative dans un écosystème donné. Un indice de Shannon plus élevé indique une plus grande diversité spécifique dans l'échantillon considéré. Ainsi, Boanamary présente la plus grande valeur d'indice de Shannon (1,31), suggérant une plus grande variété d'espèces de poissons et une répartition plus équilibrée entre ces espèces par rapport aux autres villages de l'estuaire. L'indice de Shannon plus élevés peut être lié à une stabilité et une résilience accrue de l'écosystème face aux perturbations extérieures (Magurran, 2004). Cette observation pourrait être attribuée à divers facteurs, notamment des conditions environnementales favorables, des habitats plus diversifiés. En revanche, Maroala présente la valeur la plus basse de l'indice de Shannon (0,90), ce qui suggère une diversité spécifique plus limitée ou une répartition moins équilibrée entre les espèces de poissons observées dans cette zone.

L'indice d'équitabilité, également connu sous le nom d'indice de Pielou, complète l'indice de Shannon en quantifiant la répartition relative des espèces dans un écosystème. Dans l'étude portant sur les poissons de l'estuaire et de l'estuaire de Betsiboka, cet indice a été utilisé pour évaluer l'uniformité de la répartition des espèces dans quatre villages distincts. Les résultats montrent des niveaux variables d'équitabilité entre les zones étudiées. La zone de Boanamary, Marovoay et Katsepy présente une valeur élevée d'équitabilité, indiquant une distribution relativement uniforme des espèces de poissons présentes. Cette uniformité pourrait être le résultat d'une diversité spécifique élevée combinée à une répartition plus équilibrée des populations de poissons. Elle reflète également des conditions environnementales propices pour les poissons dans cette zone, marquée par la présence d'un écosystème de mangroves et de zones d'eau saumâtre caractéristiques de l'estuaire. Les niveaux plus élevés d'équitabilité peuvent contribuer à la stabilité et à la résilience de l'écosystème face aux perturbations (Pielou, 1975).

L'indice de Jaccard se présente comme un outil essentiel pour évaluer la similitude entre les diverses communautés d'espèces, notamment les populations de poissons dans le contexte spécifique de l'estuaire de Betsiboka. Deux valeurs d'indice de Jaccard ont retenu notre attention au cours de cette analyse approfondie. L'indice de 0,92 entre Marovoay et Maroala met en évidence une similitude remarquable, avec environ 24

espèces de poissons partagées entre ces deux sites, prenant en compte la richesse spécifique de chaque lieu. De façon similaire, l'association entre Katsepy et Boanamary présente un indice de Jaccard élevé de 0,86, indiquant une similitude substantielle avec environ 49 espèces de poissons partagées entre ces zones.

La classification hiérarchique de la composition des poissons selon les 4 villages d'interventions confirme aussi la formation de deux groupes distincts parmi les quatre sites étudiés. Les sites de Maroala et Marovoay démontrent une proximité en termes de richesse spécifique. La distance euclidienne entre eux est mesurée à 2,82, soulignant une similarité plus étroite entre ces deux zones en ce qui concerne la diversité des espèces de poissons. De manière similaire, pour Katsepy et Boanamary, la distance euclidienne observée est de 7,31, indiquant une similitude dans leur composition spécifique de poissons.

En revanche, les associations impliquant les autres stations révèlent des valeurs plus faibles d'indice de Jaccard. Cela suggère la présence d'espèces communes à plusieurs sites, ce qui indique une valence écologique élevée pour environ 15 espèces telles que *Acanthopagrus berda*, *Ambassis gymnocephalus*, *Arius polystaphylodon*, *Caranx sexfaciatus*, *Cyprinus carpio*, *Epinephelus sp.*, *Johnius dussumieri*, *Liza macrolepis*, *Lutjanus argentimaculatus*, *Megalops cyprinoides*, *Penaeus sp.*, *Platycephalus indicus*, *Scatophagus tetracanthus*, *Sillago sihama*, *Terapon theraps*. Ces espèces montrent une adaptabilité étendue à différents environnements et conditions écologiques.

Conclusion

Cette étude approfondie sur la population des poissons dans l'estuaire de Betsiboka, au nord-ouest de Madagascar, a permis de mettre en lumière la richesse spécifique et la diversité des espèces présentes dans cet estuaire. Les résultats obtenus montrent des variations entre les différents villages d'intervention, soulignant l'importance de l'emplacement géographique et des conditions environnementales dans la distribution des populations de poissons.

La richesse spécifique observée dans l'estuaire de Betsiboka, avec un total de 63 espèces distinctes confirme la biodiversité exceptionnelle de cet écosystème. L'analyse des indices écologiques tels que l'Indice de Shannon, l'Indice d'Équitabilité de Piélou, et l'Indice de Similarité de Jaccard a permis de mieux comprendre la structure des communautés de poissons dans les différents villages. Ces indices soulignent les variations spatiales de la diversité spécifique, de la distribution équilibrée des espèces et des similitudes entre les différentes stations de l'estuaire. La classification hiérarchique des villages d'intervention en fonction de la composition

spécifique des poissons offre des perspectives sur la connectivité écologique entre ces zones.

Cependant, malgré les connaissances acquises, des défis subsistent, notamment en matière de conservation des écosystèmes estuariens face aux pressions anthropiques croissantes. Il est essentiel de promouvoir des pratiques de pêche durables, de préserver les habitats critiques tels que les mangroves, et de mettre en œuvre des mesures de gestion efficaces pour assurer la pérennité de la biodiversité et des services écosystémiques fournis par l'estuaire de Betsiboka.

Remerciements

Nous exprimons notre gratitude envers le Projet DIDEM (Dialogue entre la Science et les Décideurs pour la Gestion Intégrée des Environnements Côtiers et Marins) pour son financement de cette étude sur les poissons de l'estuaire de Betsiboka. Nos remerciements vont également à l'équipe du DIDEM Madagascar et à l'observatoire pêche Betsiboka pour leur contribution précieuse à la réalisation de ces recherches. Nous sommes reconnaissants envers l'École Doctorale en Biodiversité et Environnement Tropicaux de l'Université de Toliara pour avoir autorisé la collecte de données sur le terrain. Nous tenons à remercier chaleureusement l'équipe du Laboratoire Hydrobiologie du CNRE pour son accueil.

Conflits d'intérêt

Je certifie qu'il n'y a aucun conflit d'intérêt à déclarer, y compris tout versement d'honoraires ou détention d'actions qui pourrait constituer un conflit d'intérêt dans le contexte présent.

Études humaines et animales

Aucune étude spécifique sur les poissons n'a été entreprise au cours de cette recherche. Notre échantillonnage s'est concentré sur l'identification des poissons commerciaux, qui ne nécessitent pas d'autorisation de recherche spécifique. Cette étude a été menée avec l'autorisation du Centre National de Recherches sur l'Environnement à Madagascar (CNRE) et de l'École Doctorale en Biodiversité et Environnement Tropicaux de l'Université de Toliara.

Disponibilité des données: Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Cette recherche a été financée par le Projet DIDEM (Dialogue entre la Science et les Décideurs pour la Gestion Intégrée des Environnements Côtiers et Marins).

Références:

1. Albaret J.J. 1987. Les peuplements de la Casamance (Sénégal) en période de sécheresse. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 20, 291-310.
2. Albaret J.J. 1994. Les poissons : Biologie et peuplement. In Diouf, P.P. 1996. Les peuplements des poissons des milieux estuariens de l'Afrique de l'Ouest : L'exemple de l'estuaire Hyperhalin du Sine-Saloum. Thèse Doctorat. Université de Montpellier II.
3. Baran, E. 1995. Rôle des estuaires vis-à-vis de la ressource halieutique côtière en Guinée. Horizon Documentation IRD. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers09-03/010025014.pdf
4. Chabanne, D. 2007. Les Catégories bioécologiques des espèces de poissons des estuaires et lagunes de l'Afrique de l'Ouest. Mémoire Master 2. Université des sciences et techniques du languedoc.
5. De Moura, P.M.; Vieira, J.P.; Garcia, A.M. 2012. Fish abundance and species richness across an estuarine-freshwater ecosystem in the Neotropics. *Hydrobiologia* 2012, 696, 107–122.
6. GIP Loire-Estuaire. 2009. Les poissons dans l'estuaire de la Loire : L'essentiel sur les populations benthiques et démersales. Synthèse de données. P 24. https://www.loire-estuaire.org/upload/espace/1/pj/101880_5564_maquette_texte_v2023.pdf
7. Joo Myun Park, Ralf Riedel, Hyun Hee Ju, Hee Chan Choi. 2020. Fish Assemblage Structure Comparison between Freshwater and Estuarine Habitats in the Lower Nakdong River, South Korea. *J. Mar. Sci. Eng.* 2020, 8(7), 496;
8. La maison de Madagascar. 2023. Les Aires Protégées de Madagascar de la Région Nord-Ouest. Aire Protégée de Bombetoka Beloboka. <https://maison-de-madagascar.ch/madagascar/les-aires-protegees-de-madagascar/aire-protegee-de-bombetoka-beloboka/>
9. Lusasi S.W., Kavumbu M.S., Munganga K.C., Manikisa I., Mbomba B.N. & Pwema K.V. (2022). Contribution à la Connaissance de la Diversité Ichtyologique et Mode D'exploitation de Poissons Schilbeidae (Siluriformes) dans le Pool Malebo (Fleuve Congo), R.D Congo. *European Scientific Journal, ESJ*, 18 (30), 178.
10. Magurran, A. E. 2004. Measuring biological diversity. *Current Biology* 31, R1141–R1224.
11. Martino, E.J.; Able, K.W. 2003. Fish assemblages across the marine to low salinity transition zone of a temperate estuary. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 2003, 56, 969–987.

12. Nasa. 2004. Betsiboka Estuary, Madagascar. <https://earthobservatory.nasa.gov/images/4388/betsiboka-estuary-madagascar>
13. Pielou, E. C. 1975. Ecological diversity. John Wiley & Sons. <https://aslopubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.4319/lo.1977.22.1.0174b>
14. Sosa-Lopez, A.; Mouillot, D.; Ramos-Miranda, J.; Flores-Hernandez, D.; Chi, T.D. 2007. Fish species richness decreases with salinity in tropical coastal lagoons. *Journal of Biogeography*, 2007. Wiley Online Library
15. Whitfield, A.K. 1999. Ichthyofaunal assemblages in estuaries: a South African case study. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 9, 151-186.
16. Yoklavich, M.M.; Cailliet, G.M.; Barry, J.P.; Ambrose, D.A.; Antrim, B.S. 1991. Temporal and Spatial Patterns in Abundance and Diversity of Fish Assemblages in Elkhorn Slough, California. *Estuaries* 1991, 14, 465–480.