



UNIVERSITÉ DU BURUNDI

GRENIER DU SAVOIR DU BURUNDI

Dépôt institutionnel officiel

<https://repository.ub.edu.bi>

Evaluation de la valeur nutritive des poissons du lac Tanganyika (côté Burundi) : cas d'injombo (protopterius aethiopicus)

Nahimana, Prosper; Sous la direction de : Pr. Dr. Ir. Niyukuri Jonathan

2026-06

UB, FABI

<https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/2379>

UNIVERSITE DU BURUNDI

FACULTE D'AGRONOMIE ET DE BIO-INGENIERIE (FABI)

MASTER EN SCIENCES ET TECHNOLOGIE DES ALIMENTS (STA)



**EVALUATION DE LA VALEUR NUTRITIVE DES POISSONS DU LAC
TANGANYIKA (CÔTÉ BURUNDI) : CAS D'INJOMBO
(*PROTOPTERIUS AETHIOPICUS*)**

Par :

NAHIMANA Prosper

Mémoire

Présenté et défendu publiquement en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master en
Sciences et Technologie des Aliments

Spécialité : Gestion de la Qualité des Produits Agro-alimentaires

Sous la direction de :

Pr. Dr. Ir. NIYUKURI Jonathan

Bujumbura, Juin 2026

*Evaluation de la valeur nutritive des poissons du lac Tanganyika (côté Burundi) : cas d'injombo (protopterius
aethiopicus)*

MEMBRES DU JURY

Président : Dr NAHIMANA Paterné

Secrétaire : Msc NDIKUMASABO Ezéchiel

Membre : Pr Dr Ir NIYUKURI Jonathan

DEDICACES

Je dédie ce mémoire :

A Dieu Tout Puissant ;

A mon père ;

A ma mère ;

A mon épouse ;

A mes enfants ;

A mes chers frères et sœurs ;

A mes oncles ;

A tous ceux qui me sont chers ;

NAHIMANA Prosper

REMECIEMENTS

La réalisation de ce mémoire, consacré à la détermination de la valeur nutritive du *Protopterus aethiopicus* (Injombo) provenant du lac Tanganyika, côté Burundi, s'inscrit dans le cadre de ma formation de Master à l'Université du Burundi, au sein de la Faculté d'Agronomie et de Bio-Ingénierie (FABI). Ce travail marque l'aboutissement de mon parcours académique et constitue une étape importante dans ma formation scientifique et professionnelle.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Monsieur le Professeur Dr. Ir. NIYUKURI Jonathan, directeur de ce mémoire et promoteur du sujet, pour son encadrement scientifique, sa disponibilité et ses précieux conseils tout au long de la réalisation de ce travail. Son soutien et ses orientations ont largement contribué à l'aboutissement de cette recherche.

Mes sincères remerciements s'adressent également à l'administration de l'Université du Burundi ainsi qu'à l'ensemble du corps enseignant de la Faculté d'Agronomie et de Bio-Ingénierie pour la qualité de la formation dispensée et l'encadrement académique assuré durant tout mon parcours universitaire.

Je remercie également les membres du jury pour l'honneur qu'ils me font en acceptant d'évaluer ce mémoire ainsi que pour leurs remarques et suggestions qui contribueront à améliorer ce travail.

Je tiens aussi à exprimer ma reconnaissance à ma famille, à mes proches, à mes amis ainsi qu'à mes camarades mastérants pour leur soutien moral, leurs encouragements et leur confiance tout au long de cette période de formation.

Enfin, j'adresse mes sincères remerciements à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail ou à mon parcours académique. À tous, je témoigne ma profonde reconnaissance.ma gratitude.

NAHIMANA Prosper

RESUME

Cette étude vise à analyser la valeur nutritive de l'espèce *Protopterus aethiopicus*, un poisson d'eau douce du lac Tanganyika. Des échantillons ont été collectés sur trois sites de pêche : Karonda, Mvugo et MagaraS. Les teneurs en eau, en lipides, en acides gras et en minéraux ont été déterminées. Les analyses ont été réalisées au laboratoire de la Faculté des Sciences de l'Université du Burundi et au laboratoire d'analyse des sols et produits agroalimentaires de l'Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU). D'autres échantillons ont été analysés au laboratoire de l'International Livestock Research Institute (ILRI) au Kenya pour le profil en acides gras. Les méthodes utilisées sont l'extraction par Soxhlet et la méthode officielle AOAC (2019).

Les résultats montrent que la teneur en eau de *Protopterus aethiopicus* est de $87,95 \pm 5,32$ %, $68,32 \pm 4,75$ % et $81,3 \pm 1,13$ % respectivement pour les sites de Karonda, Mvugo et Magara. La teneur en lipides est respectivement de $83,24 \pm 2,75$ %, $99,02 \pm 1,11$ % et $121,01 \pm 1,13$ %, ce qui classe cette espèce parmi les poissons riches en lipides.

La composition minérale révèle des teneurs élevées en calcium ($54\,717 \pm 1\,396,7$ mg/kg), phosphore ($22\,357 \pm 686,44$ mg/kg) et potassium ($7\,346 \pm 151,78$ mg/kg). Parmi les oligo-éléments, le zinc ($142 \pm 4,45$ mg/kg) et le fer ($72,40 \pm 2,99$ mg/kg) présentent également des concentrations importantes.

En rapport avec les métaux lourds, la teneur en plomb a été identifiée ($5,23 \pm 0,22$ mg/kg). Toutefois, ces résultats trouvés indiquent une contamination environnementale.

Le profil en acides gras est dominé par les acides gras saturés (49,07 %), suivis des mono insaturés (34,79 %) et des polyinsaturés (16,12 %). L'acide palmitique est le plus abondant, suivi de l'acide oléique. Des acides gras d'intérêt nutritionnel tels que l'acide linoléique, l'acide arachidonique et l'acide eicosapentaénoïque (EPA) ont également été identifiés.

La consommation de *Protopterus aethiopicus* pourrait ainsi contribuer à améliorer l'état nutritionnel des populations locales et à lutter contre la malnutrition au Burundi et dans la région des Grands Lacs.

Mots clés : *Protopterus aethiopicus*, valeur nutritionnelle, acides gras, minéraux, lac Tanganyika, Ijambos.

ABSTRACT

This study aims to analyze the nutritional value of *Protopterus aethiopicus*, a freshwater fish from Lake Tanganyika. Samples were collected from three fishing sites: Karonda, Mvugo, and Magara. The water content, lipid content, fatty acid composition, and mineral content were determined. The analyses were conducted at the laboratory of the Faculty of Sciences at the University of Burundi and at the soil and agri-food analysis laboratory of the Institute of Agricultural Sciences of Burundi (ISABU). Additional samples were analyzed at the laboratory of the International Livestock Research Institute (ILRI) in Kenya for fatty acid profiling. The methods used were Soxhlet extraction and the official AOAC method (2019).

The results show that the moisture content of *Protopterus aethiopicus* is $87.95 \pm 5.32\%$, $68.32 \pm 4.75\%$, and $81.3 \pm 1.13\%$ for the Karonda, Mvugo, and Magara sites, respectively. The lipid content is $83.24 \pm 2.75\%$, $99.02 \pm 1.11\%$, and $121.01 \pm 1.13\%$, respectively, which classifies this species among lipid-rich fish.

The mineral composition reveals high levels of calcium ($54,717 \pm 1,396.7$ mg/kg), phosphorus ($22,357 \pm 686.44$ mg/kg), and potassium ($7,346 \pm 151.78$ mg/kg). Among trace elements, zinc (142 ± 4.45 mg/kg) and iron (72.40 ± 2.99 mg/kg) also exhibit significant concentrations. However, the presence of lead (5.23 ± 0.22 mg/kg) could indicate environmental contamination. The fatty acid profile is dominated by saturated fatty acids (49.07%), followed by monounsaturated fatty acids (34.79%) and polyunsaturated fatty acids (16.12%). Palmitic acid is the most abundant, followed by oleic acid. Fatty acids of nutritional interest, such as linoleic acid, arachidonic acid, and eicosapentaenoic acid (EPA), were also identified.

Consumption of *Protopterus aethiopicus* could thus help improve the nutritional status of local populations and combat malnutrition in Burundi and the Great Lakes region.

Keywords: *Protopterus aethiopicus*, nutritional value, fatty acids, minerals, Lake Tanganyika, Injombo.

TABLE DES MATIERES

MEMBRES DU JURY	i
DEDICACES	ii
REMECIEMENTS	iii
RESUME	iv
ABSTRACT	v
TABLE DES MATIERES	vi
LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES	viii
LISTE DES SIGLES, SYMBOLES ET ABBREVIATIONS	ix
AVANT-PROPOS	x
INTRODUCTION GENERALE	1
0.1 Contexte et importance de l'étude	1
0.2 Objectifs de l'étude	2
0.2.1 Objectif global	2
0.2.2 Objectifs spécifiques	2
0.3 Hypothèses de recherche	2
0.4 Intérêt de l'étude	2
0.5 Subdivision du travail	2
PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	4
CHAPITRE 1. ASPECTS BIOLOGIQUES, NUTRITIONNELS ET CONTEXTE HALIEUTIQUE DU POISSON	4
1.1 Définition et classification des poissons	4
1.2 Anatomie et physiologie du poisson	4
1.3 Croissance et reproduction du poisson	5
1.4 Composition et valeur nutritionnelle des poissons	6
1.4.1 Protéines et composés azotés	6
1.4.2 Lipides	7
1.4.3 Glucides	7
1.4.4 Vitamines et minéraux	8
1.5 Facteurs influençant la qualité nutritionnelle des poissons	10
1.6 Importance nutritionnelle et sanitaire de la consommation du poisson	10
1.6.1 Rôle dans la sécurité alimentaire et à la réduction des carences	10
1.6.2 Rôle préventif et thérapeutique du poisson dans la santé humaine	11
1.7 Enjeux de la valorisation des ressources halieutiques au Burundi	11

DEUXIEME PARTIE : METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE	13
CHAPITRE 2. MATERIEL ET METHODES	13
<i>2.1 Description du milieu d'étude</i>	13
<i>2.2 Matériel utilisé</i>	13
2.2.1 Outils de collecte des données	13
2.2.2 Matériel biologique	13
2.2.3 Matériel de laboratoire	14
<i>2.3 Méthodologie de collecte des données et des échantillons</i>	15
2.3.1 Collecte des données	15
2.3.2 Collecte des échantillons	15
2.3.3 Préparation des échantillons.	15
2.3.4 Méthodes analytiques	16
2.3.4.1 Evaluation de la teneur en eau	16
2.3.4.2 Dosage des lipides totaux	16
2.3.4.3 Détermination du profil en acides gras	17
2.3.4.3.1 Saponification et méthylation	18
2.3.4.3.2 Identification et quantification des acides gras	18
2.3.4.4 Détermination de la teneur en éléments minéraux	19
2.4 Analyse et traitement statistique des données	20
CHAPITRE 3. PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS	21
<i>3.1 Caractéristiques morphométriques de l'espèce Protopterius Aethiopicus</i>	21
<i>3.2 Teneur en eau et en lipides de l'espèce Protopterius aethiopicus</i>	22
<i>3.3 Teneurs en éléments minéraux de Protopterius aethiopicus</i>	23
<i>3.4 Teneur en acides gras de Protopterius aethiopicus</i>	25
3.4.1 Acides gras saturés	26
3.4.2 Acides gras insaturés	26
3.4.2.1 Acides gras monoinsaturés (AGMI)	26
3.4.2.2 Acides gras polyinsaturés (AGPI)	27
CONCLUSION ET RECOMMANDATION	27
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	29
ANNEXES	37

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

Tableaux

Tableau 1. Composition chimique (protéine, lipide, acides gras, sels minéraux et vitamines) en fonction des espèces de poissons -----	9
Tableau 2. Paramètres morphométriques de l'espèce <i>Protopterius aethiopicus</i> -----	21
Tableau 3. Teneur en eau et en lipides (par rapport à la matière sèche) des échantillons de poissons	22
Tableau 4. Teneurs en éléments minéraux de <i>Protopterius aethiopicus</i> , (mg/kg) -----	23
Tableau 5. Teneur en acides gras (%) de <i>Protopterus aethiopicus</i> selon les sites -----	25

Figures

Figure 1. Anatomie externe du poisson -----	5
Figure 2. Anatomie interne du poisson -----	5
Figure 3. Echantillons de <i>Protopterus aethiopicus</i> -----	14

LISTE DES SIGLES, SYMBOLES ET ABREVIATIONS

ABP	: Agence Burundaise de Presse
AFSSA	: Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments
AGMI	: Acides Gras Mono insaturés
AGPI	: Acides Gras Polyinsaturés
AGPI-LC	: Acides Gras Polyinsaturés à Longue Chaîne
AGS	: Acides Gras Saturés
ANOVA	: Analyse de la Variance
ANSES	: Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement
AOAC	: Association of Official Agricultural Chemists
BF ₃	: Trifluorure de Bore
Ca	: Calcium
cm	: Centimètre
Cu	: Cuivre
DHA	: Acide Docosahexaénoïque
EPA	: Acide Eicosapentaénoïque
FABI	: Faculté d'Agronomie et de Bio-Ingénierie
FAME	: Fatty Acid Methyl Esters (Esters méthyliques d'acides gras)
FAO	: Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
Fe	: Fer
GC-MS	: Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse
ILRI	: International Livestock Research Institute
ISABU	: Institut des Sciences Agronomiques du Burundi
K	: Potassium
Mg	: Magnésium
mg/kg	: Milligramme par kilogramme
MG	: Matières Grasses
Mn	: Manganèse
MS	: Matière Sèche
Na	: Sodium
NaOH	: Hydroxyde de Sodium
Na ₂ SO ₄	: Sulfate de Sodium anhydre
P	: Phosphore
Pb	: Plomb
Se	: Sélénium
STA	: Sciences et Technologies des Aliments
TPR	: Technologie Post-Récolte
WHO	: World Health Organization (Organisation Mondiale de la Santé)
Zn	: Zinc
µg	: Microgramme

AVANT-PROPOS

Ce travail a été réalisé dans le cadre du programme de Master à la Faculté d'Agronomie et de Bio-Ingénierie (FABI), au sein du Département des Sciences et Technologies des Aliments (STA), option Technologie Post-Récolte (TPR), de l'Université du Burundi.

Le présent mémoire est intitulé : « **Evaluation de la valeur nutritive des poissons du lac Tanganyika, côté Burundi : cas du *Protopterus aethiopicus* (Injombo)** ». Le choix de cette espèce se justifie par sa grande disponibilité et sa consommation relativement répandue au Burundi, alors que les informations scientifiques relatives à sa composition nutritionnelle demeurent encore limitées.

Cette recherche vise à mieux connaître la composition nutritionnelle des ressources aquatiques locales en évaluant scientifiquement la qualité nutritive d'une espèce de poisson largement consommée. Elle s'inscrit dans la perspective de promouvoir une alimentation saine et durable, adaptée aux besoins des populations, dans un contexte marqué par la persistance de la malnutrition et l'accès limité aux aliments riches en nutriments.

Ainsi, ce mémoire constitue une contribution modeste mais significative à la valorisation des ressources halieutiques locales, en lien avec la sécurité alimentaire et nutritionnelle. Nous espérons que les résultats obtenus pourront servir de référence pour d'autres travaux de recherche et contribuer à promouvoir la consommation des ressources aquatiques locales.

INTRODUCTION GENERALE

0.1 Contexte et importance de l'étude

À l'échelle mondiale, les ressources halieutiques sont essentielles à la sécurité alimentaire et nutritionnelle, particulièrement dans les pays en développement où le poisson constitue une source majeure de protéines animales et de micronutriments (**Ekouala, 2013**).

Alors qu'une part importante de la population mondiale souffre de carences en fer, iode, vitamine A et zinc affectant prioritairement les femmes et les jeunes enfants des pays à faible revenu, le poisson s'impose comme un aliment de choix (**Hicks et al., 2019; Maire et al., 2021**). Sa chair est particulièrement riche en acides gras polyinsaturés à longue chaîne (AGPI-LCn-3), notamment les acides eicosapentaénoïque (EPA) et docosahexaénoïque (DHA) (**Jabeen & Chaudhry, 2011; Rieu, 2012**). Ces composés essentiels jouent un rôle physiologique crucial dans la prévention des maladies cardiovasculaires, au développement cognitif et visuel chez le fœtus et l'enfant, et possèdent des propriétés anti-inflammatoires reconnues (**Calder, 2012; Swanson et al., 2012**).

Parallèlement, les minéraux et oligo-éléments présents, tels que le fer, le zinc et le sélénium, favorisent le renforcement du système immunitaire et la lutte contre les retards de croissance (**Black et al., 2013; Kawarazuka & Béné, 2011**), faisant de la consommation de poisson un levier stratégique pour la santé publique.

En Afrique de l'Est, le lac Tanganyika représente un écosystème aux enjeux écologiques et socio-économiques majeurs pour les pays riverains, dont le Burundi (**Ndayishimiye et al., 2023**). Si des travaux sur d'autres lacs africains, notamment le bassin du lac Victoria, ont confirmé la richesse nutritionnelle des espèces d'eau douce en lipides et micronutriments (**Eloh et al., 2024; Munguti et al., 2025**), les données scientifiques sur la composition chimique de certaines espèces locales demeurent lacunaires.

Pourtant, la caractérisation nutritionnelle est un préalable indispensable pour optimiser l'utilisation des ressources halieutiques dans les stratégies de santé publique et pour prioriser les espèces à potentiel aquacole (**Mitra et al., 2019**). C'est dans cette perspective que s'inscrit la présente étude, dont l'objectif est de déterminer la valeur nutritive de *Protopterus aethiopicus* (Injombo). Cette espèce, pilier de l'alimentation et de la subsistance des populations riveraines du lac Tanganyika au Burundi, nécessite une évaluation de son profil nutritionnel afin de valoriser sa contribution à la lutte contre la malnutrition.

0.2 Objectifs de l'étude

0.2.1 Objectif global

L'objectif global de cette étude est de déterminer la valeur nutritive du *Protopterus aethiopicus* provenant du lac Tanganyika.

0.2.2 Objectifs spécifiques

De manière spécifique, cette étude vise à :

- i. Evaluer la qualité nutritionnelle du *Protopterus aethiopicus* (Injombo) ;
- ii. Analyser les variations des paramètres nutritionnels en fonction des différents sites d'échantillonnage.

0.3 Hypothèses de recherche

Les hypothèses formulées dans le cadre de cette étude sont les suivantes :

- i. Le *Protopterus aethiopicus* présente une valeur nutritionnelle élevée ;
- ii. Les paramètres environnementaux, les sites d'échantillonnage, la disponibilité alimentaire et certaines pratiques de pêche peuvent influencer la qualité nutritionnelle du *Protopterus aethiopicus* (Injombo)

0.4 Intérêt de l'étude

Cette étude présente un intérêt scientifique et nutritionnel important. Elle contribue à améliorer les connaissances sur la valeur nutritive du *Protopterus aethiopicus* (Injombo), une espèce de poisson consommée localement mais encore peu documentée. Les résultats obtenus pourront également contribuer à la valorisation des ressources halieutiques locales et à la promotion de la sécurité alimentaire et nutritionnelle.

0.5 Subdivision du travail

Ce travail de recherche s'articule en deux parties principales :

La première partie présente la synthèse bibliographique et aborde les généralités sur le poisson, notamment ses aspects biologiques et nutritionnels ainsi que les effets liés à sa consommation.

La seconde partie est consacrée à l'étude expérimentale. Elle décrit le dispositif expérimental, le matériel et les méthodes utilisés, puis présente les résultats obtenus suivis de leur discussion. Le travail se termine par une conclusion générale accompagnée de recommandations et de perspectives.

PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1. ASPECTS BIOLOGIQUES, NUTRITIONNELS ET CONTEXTE HALIEUTIQUE DU POISSON

1.1 Définition et classification des poissons

Les poissons sont des vertébrés aquatiques appartenant au phylum des chordés et constituent le groupe le plus diversifié des vertébrés. Ils vivent dans différents milieux aquatiques, notamment les eaux douces, marines et saumâtres. La plupart des espèces possèdent un corps fusiforme recouvert d'écailles, des nageoires assurant la locomotion et respirent principalement grâce aux branchies qui permettent les échanges gazeux dans l'eau (**Collette et al., 2009; Francis, 2022**).

Sur le plan taxonomique, les poissons sont généralement classés en trois grands groupes : les Agnathes (poissons sans mâchoires), les Chondrichthyens (poissons cartilagineux) et les Ostéichthyens (poissons osseux). Cette diversité biologique explique leur large répartition dans les écosystèmes aquatiques ainsi que la variabilité de leurs caractéristiques biologiques et nutritionnelles (**Betancur et al., 2017**).

1.2 Anatomie et physiologie du poisson

Les poissons représentent le groupe de vertébrés le plus diversifié vivant dans les écosystèmes aquatiques. Ils possèdent une organisation anatomique adaptée à la vie dans l'eau, caractérisée par un corps généralement fusiforme facilitant la nage et limitant la résistance de l'eau. Leur système locomoteur est constitué de différentes nageoires qui assurent la propulsion, l'équilibre et l'orientation dans le milieu aquatique (**GEEE, 2017**).

La respiration est assurée principalement par les branchies, organes spécialisés permettant les échanges gazeux entre l'eau et le sang (**Tecklie, 2024**). Ces adaptations anatomiques et physiologiques permettent aux poissons d'exploiter efficacement les ressources disponibles dans les milieux aquatiques (**Quan, 2022**).

Sur le plan physiologique, les poissons présentent des systèmes digestif, circulatoire et nerveux adaptés aux conditions environnementales aquatiques. Leur métabolisme et leurs fonctions biologiques sont fortement influencés par des facteurs externes tels que la température de l'eau, la disponibilité en oxygène et les ressources alimentaires (**Billard & Gillet, 2020**). Les interactions entre les facteurs environnementaux et les mécanismes endocriniens jouent un rôle

fondamental dans la régulation de l'alimentation, de la croissance et de la reproduction chez les poissons (**Bertucci, 2023**).

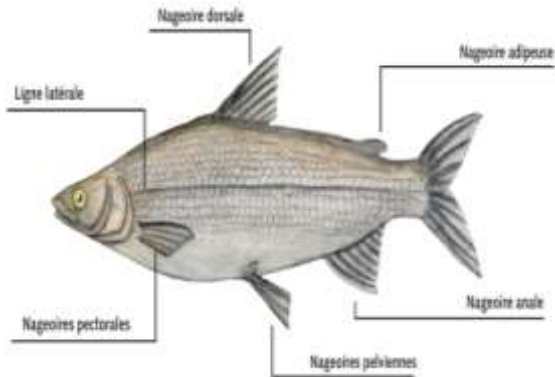


Figure 1. Anatomie externe du poisson

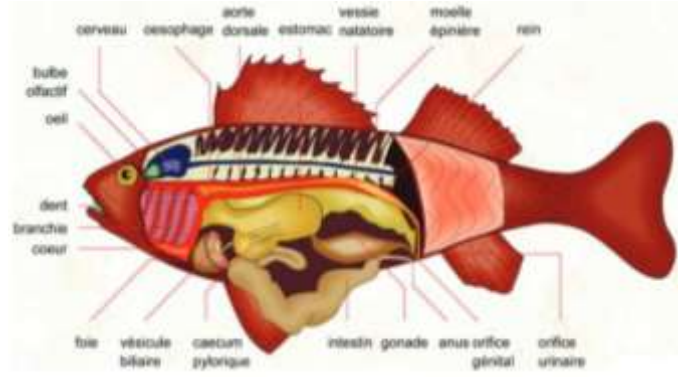


Figure 2. Anatomie interne du poisson

Source : GEEE, (2017)

1.3 Croissance et reproduction du poisson

La croissance des poissons dépend à la fois de facteurs génétiques et environnementaux. Contrairement à de nombreux vertébrés terrestres, plusieurs espèces de poissons présentent une croissance indéterminée, c'est-à-dire qu'elles peuvent continuer à croître tout au long de leur vie (**Perez et al., 2023**). Cette croissance est régulée par divers processus physiologiques, notamment le développement musculaire et l'activité hormonale, et elle peut être influencée par la disponibilité de la nourriture, la température et les conditions écologiques du milieu (**Froehlich et al., 2013**).

La reproduction constitue un processus essentiel pour la pérennité des populations de poissons. Elle est contrôlée par des mécanismes neuroendocriniens complexes impliquant notamment l'axe hypothalamo-hypophyso-gonadique, qui régule la maturation sexuelle, la production de gamètes et le comportement de reproduction (**Reinecke, 2010**). Les hormones stéroïdiennes et d'autres facteurs endocriniens jouent un rôle déterminant dans la différenciation sexuelle et le fonctionnement des gonades (**Berishvili et al., 2006; Viñas & Piferrer, 2008**).

Enfin, l'abondance et la distribution des populations de poissons peuvent varier selon les saisons en raison de plusieurs facteurs environnementaux et biologiques. Les variations de la disponibilité en nutriments, les changements d'habitats, la température de l'eau, le niveau hydrologique, la turbidité ainsi que l'intensité de l'effort de pêche peuvent influencer la structure et la dynamique des populations dans les écosystèmes aquatiques (**Zinabu et al.,**

2002). De plus, le comportement, la taille et les stades de développement des poissons contribuent également aux fluctuations de leur abondance dans les rivières et autres milieux aquatiques (**Mengesha, 2015**).

1.4 Composition et valeur nutritionnelle des poissons

La chair de poisson est reconnue pour sa grande valeur nutritionnelle. Elle constitue une source importante de macronutriments et de micronutriments essentiels nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme humain. La qualité nutritionnelle du poisson est directement liée à sa composition chimique, notamment en protéines, lipides, vitamines et minéraux (**Kolditz, 2008**).

De manière générale, la chair de poisson est constituée d'environ 70 à 80 % d'eau, 16 à 22 % de protéines, une proportion variable de lipides et des quantités très faibles de glucides sous forme de glycogène (**Hospice et al., 2018**). La composition chimique peut cependant varier selon plusieurs facteurs tels que l'espèce, l'âge, le régime alimentaire, la saison ou les conditions environnementales (**Rieu, 2012**).

1.4.1 Protéines et composés azotés

Le poisson représente une excellente source de protéines de haute valeur biologique. La teneur en protéines dans la chair varie généralement entre 15 et 25 g/100 g, avec une moyenne d'environ 19 g/100 g (**Anses, 2010**). Ce profil protéique est comparable à celui des viandes, du lait et des œufs, car il renferme tous les acides aminés essentiels.

La composition peut varier selon le type de muscle : le muscle blanc contient généralement une proportion plus élevée de protéines que le muscle rouge, lequel est plus riche en lipides et en glycogène (**Medale et al., 2008**).

Sur le plan qualitatif, ces protéines se distinguent par des teneurs précises en acides aminés essentiels : 8,8 % de lysine, 1,0 % de tryptophane, 2,0 % d'histidine, 3,9 % de phénylalanine, 8,4 % de leucine, 6,0 % d'isoleucine, 4,6 % de thréonine, 4,0 % de méthionine-cystéines et 6,0 % de valine (**Belco et al., 2019**).

L'abondance de la lysine et des acides aminés soufrés (méthionine et cystéines) est particulièrement importante. Elle justifie l'utilisation du poisson pour améliorer la valeur biologique des rations alimentaires particulièrement à base des aliments d'origine végétales, ces dernières étant souvent déficitaires en ces éléments (**Jabeen, 2011; Mohanty et al., 2019**).

1.4.2 Lipides

La teneur en lipides de la chair de poisson est très variable et peut généralement osciller entre 0,5 % et 15 % selon les espèces. Sur cette base, les poissons sont souvent classés en trois catégories :

- Les poissons maigres (0,5 à 5 % de lipides),
- Les poissons semi-gras (5 à 10 %),
- Les poissons gras (> 10 %) (**Fontagné & Médale, 2010**).

Ces variations dépendent de plusieurs facteurs tels que l'espèce, la taille, l'âge, la maturité sexuelle, la saison de pêche et la qualité de l'alimentation (**Żarski et al., 2012**).

Les lipides du poisson présentent un intérêt nutritionnel majeur en raison de leur richesse en acides gras polyinsaturés à longue chaîne (AGPI-LC), notamment ceux de la série oméga-3, tels que l'acide eicosapentaénoïque (EPA) et l'acide docosahexaénoïque (DHA) (**Holub, 2004; Kolanowski, 2006**).

Ces acides gras jouent un rôle essentiel dans le maintien de l'intégrité des membranes cellulaires et dans la synthèse de médiateurs biologiques tels que les prostaglandines impliquées dans la régulation de l'inflammation et de la coagulation sanguine (**Connor, 2008**). Ils favorisent également l'absorption des vitamines liposolubles A, D, E et K et participent à la régulation du métabolisme du cholestérol (**Kris-Etherton et al., 2003; Hooper et al., 2004**).

Les acides gras EPA et DHA sont particulièrement bénéfiques pour la santé humaine et contribuent à la prévention de plusieurs pathologies telles que les maladies cardiovasculaires, les troubles inflammatoires et le déclin cognitif (**Felten, 2010; Lavialle & Layé, 2010; Calder et al., 2011**). Leur teneur dépend notamment de la composition lipidique de l'alimentation du poisson ainsi que de la nature de son régime alimentaire (**Dergal, 2015; Lefèvre & Bugeon, 2015**).

1.4.3 Glucides

Contrairement à d'autres aliments d'origine animale, la chair de poisson contient des quantités très faibles de glucides. Ceux-ci sont principalement présents sous forme de glycogène, dont la concentration est généralement inférieure à 1 g pour 100 g de chair (**Rieu, 2012**).

En raison de cette faible teneur, les glucides jouent un rôle relativement limité dans la contribution énergétique du poisson.

1.4.4 Vitamines et minéraux

Le poisson constitue également une source importante de vitamines et de sels minéraux essentiels. Il apporte des vitamines hydrosolubles, notamment celles du groupe B telles que B6 et B12, ainsi que des vitamines liposolubles comme les vitamines A, D et E. Certains poissons gras, tels que le thon, la sardine ou le hareng, représentent une source particulièrement intéressante de vitamine D (**Rieu, 2012**).

La teneur en vitamines peut toutefois varier en fonction de plusieurs facteurs, notamment l'espèce, la saison, la zone géographique et surtout l'alimentation du poisson (**Fontagné-Dicharry & Médale, 2010**).

En ce qui concerne les éléments minéraux, la chair de poisson est riche en phosphore, potassium, calcium, chlore et soufre. Elle constitue également une source alimentaire importante d'iode, en particulier chez les poissons marins. La teneur en fer varie selon les espèces et peut atteindre 0,2 à 3 mg/100 g (**Hospice et al., 2018**). Les poissons marins présentent généralement une teneur plus élevée en sodium que les poissons d'eau douce, en raison des mécanismes d'osmorégulation liés à leur environnement (**Rieu, 2012**).

Tableau 1. Composition chimique (protéine, lipide, acides gras, sels minéraux et vitamines) en fonction des espèces de poissons

Nom Commun	Nom scientifique	Protéine (g)	Lipides (g)	EPA+DHA (g)	Vit A*	Vit D*	Vit E**	Vit B6**	Vit B12*	Vit PP**	K**	P**	Na**	Mg**	Se*	Fe**	I**
Bar Commun	<i>Dicentrarchus labrax</i>	21,4	4,1	1,02	14,71	2,31	1,35	0,39	4,33	6,79	430	209	46,6	32,3	8	0,39	9
Bar Sauvage	<i>Dicentrarchus labrax</i>	20,1	1,6	0,4	5,6	3,65	0,71	0,39	4,16	3,72	371	191	71,4	28,3	25	0,4	23
Cabillaud (morue)	<i>Gadus morhua</i>	17,9	0,4	0,18	<2	0,88	0,44	0,15	1,22	2,68	377	173	77,9	28,8	61	0,5	143
Dorade royale	<i>Sparus aurata</i>	20,8	4,8	0,88	4,5	4,32	0,87	0,44	2,93	6,88	461	248	52,7	31,4	7	0,46	7
Dorade grise	<i>Spondylusoma cantharus</i>	20,5	5,1	0,86	1,5	0,54	0,69	0,36	2,65	4,83	400	250	60,6	31,2	20	0,39	31
Hareng gras	<i>Clupea harengus</i>	18,7	10,6	1,28	11,7	8,36	1,08	0,4	8,28	6,14	421	247	52,4	32,7	25	0,88	9
Hareng maigre	<i>Clupea harengus</i>	18,3	3,7	0,48	6,1	9,59	0,57	0,42	8,47	4,11	450	261	75	36,2	19	0,87	6
Lieu Noir	<i>Pollachius virens</i>	18,2	0,9	0,27	2,8	1,77	0,88	0,25	4,76	2,26	391	192	82,4	30,7	21	1,3	143
Maquereau	<i>Scomber scombrus</i>	18,1	14,2	2,47	56,6	6,44	1,16	0,53	4,9	9,13	340	190	64	28,4	38	0,48	87
Pangasius	<i>Pangasius hypophthalmus</i>	13,4	1,2	0,02	<2	<0,5	0,16	0,1	0,3	1,35	200	107	274	17,6	9,6	0,21	8
Perche du Nil	<i>Lates niloticus</i>	19,1	0,3	0,1	7	0,46	0,49	0,11	1,17	2,01	308	156	57,5	26,8	31	0,26	7
Saumon	<i>Salmo salar</i>	20	12,9	1,48	8,5	5,69	2,32	0,59	3,74	7,12	374	186	35,5	26,2	12	0,24	14
Sole	<i>Solea solea</i>	18	0,4	0,1	5	0,75	0,47	0,26	1,91	3,51	349	170	76,3	26,9	23	0,35	88
Sole tropicale	<i>Cynoglossus spp.</i>	15,7	0,3	0,09	<2	<0,5	0,22	0,1	0,92	1,14	125	80,4	140	20,1	31	0,22	22
Thon maigre	<i>Thunnus alalunga</i>	27,3	1,1	0,35	3,5	2,66	0,43	0,93	2,9	18,88	357	243	59,7	38,3	124	0,94	23
Tilapia	<i>Oreochromis niloticus</i>	18,1	2,1	0,08	<2	15,61	0,93	0,23	1,07	3,28	282	131	28,3	25,4	18	0,27	6
Truite arc en ciel	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	19,1	6	1,15	17,1	5,25	2,44	0,38	2,5	5,8	398	184	34,5	27,1	9	0,34	12
Turbot	<i>Psetta maxima</i>	18,3	3,8	0,79	9,6	0,71	3,63	0,19	1,25	3,49	306	134	77,9	24,9	18	0,16	24

* (µg/100g) ; ** (mg/100g) ; Vit A : Rétinol ; Vit D : Calciférol ; Vit E : Tocophérol ; Vit B6 : Pyridoxine ; Vit B12 : Cobalamine ; Vit PP : Niacine (vit B3) ; K : potassium ; P : Phosphore ; Na : Sodium ; Mg : Magnésium ; Se : Sélénium ; Fe : Fer ; I : Iode EPA : eicosapentaénoïque ; DHA : acide docosaénoïque

Source : **Hospice et al., (2018)**

1.5 Facteurs influençant la qualité nutritionnelle des poissons

La qualité nutritionnelle du poisson est influencée par des facteurs biologiques, environnementaux et post-capture qui déterminent la composition de la chair en protéines, lipides, vitamines et minéraux **(Belco et al., 2019)**.

Les facteurs biologiques tels que l'espèce, l'âge, la taille et le stade de reproduction influencent fortement la teneur en nutriments. Certaines espèces possèdent une chair riche en lipides et en acides gras polyinsaturés, tandis que d'autres sont plus maigres. De plus, les cycles de reproduction peuvent modifier les réserves énergétiques et la composition de la chair **(Fontagné-Dicharry & Médale, 2010)**.

Les facteurs environnementaux, notamment la température, la qualité de l'eau et l'alimentation, jouent également un rôle important dans la composition biochimique des poissons, en particulier dans la teneur en acides gras essentiels (Lefèvre & Bugeon, 2015 ; Tocher, 2010) **(Lefèvre & Bugeon, 2015)**.

Enfin, les conditions post-capture telles que la manipulation, le transport et les méthodes de conservation peuvent affecter la valeur nutritionnelle du poisson en entraînant des pertes de nutriments sensibles, notamment les vitamines et certains lipides **(Hospice et al., 2018; Belco et al., 2019)**.

1.6 Importance nutritionnelle et sanitaire de la consommation du poisson

1.6.1 Rôle dans la sécurité alimentaire et à la réduction des carences

Le poisson constitue une source importante de protéines animales de haute qualité biologique, contenant tous les acides aminés essentiels nécessaires à l'organisme humain. Ces protéines sont hautement digestibles et contribuent à la croissance, à la réparation des tissus et au maintien des fonctions physiologiques **(Mohanty et al., 2014)**. Dans de nombreuses régions du monde, notamment dans les pays en développement, le poisson représente également une source de protéines accessible pour les populations à faible revenu et contribue ainsi à améliorer la sécurité alimentaire, en complétant les régimes alimentaires dominés par les céréales souvent pauvres en certains acides aminés essentiels **(Hicks et al., 2019)**.

Par ailleurs, le poisson est une source importante de micronutriments essentiels tels que le fer, le zinc, l'iode, le calcium ainsi que les vitamines A et B, qui jouent un rôle crucial dans la prévention des carences nutritionnelles **(Maire et al., 2021)**. Ces micronutriments sont

indispensables pour la croissance, le développement cognitif et le bon fonctionnement du système immunitaire, notamment chez les enfants et les femmes enceintes (**Golden et al., 2016**). Ainsi, la consommation régulière de poisson peut contribuer de manière significative à la réduction de la malnutrition et des déficiences nutritionnelles dans les populations vulnérables (**Hicks et al., 2019**).

1.6.2 Rôle préventif et thérapeutique du poisson dans la santé humaine

Au-delà de son rôle dans la sécurité alimentaire, la consommation de poisson présente également des effets bénéfiques importants sur la santé humaine. Le poisson est particulièrement riche en acides gras polyinsaturés oméga-3 à longue chaîne, notamment l'acide eicosapentaénoïque (EPA) et l'acide docosahexaénoïque (DHA), qui jouent un rôle essentiel dans le développement du cerveau, le fonctionnement du système nerveux et la santé cardiovasculaire (**Calder, 2015**).

De nombreuses études ont montré que la consommation régulière de poisson est associée à une réduction du risque de maladies cardiovasculaires, à une diminution des phénomènes inflammatoires et à une amélioration des fonctions cognitives. Les acides gras oméga-3 contribuent également à la régulation du métabolisme lipidique et à la prévention de certaines maladies chroniques, telles que les maladies coronariennes (**Mozaffarian & Rimm, 2006 ; Calder, 2015**).

En outre, le poisson fournit des nutriments essentiels impliqués dans le maintien de la santé globale, notamment la vitamine D, importante pour la santé osseuse, ainsi que d'autres micronutriments qui participent au bon fonctionnement du système immunitaire, de la vision et du développement cérébral (**Hicks et al., 2019**).

1.7 Enjeux de la valorisation des ressources halieutiques au Burundi

La valorisation des ressources halieutiques constitue un enjeu important pour les pays en développement, où les produits de la pêche contribuent à la sécurité alimentaire, à la nutrition et aux moyens de subsistance des populations. Au Burundi, le secteur de la pêche est principalement concentré autour du lac Tanganyika, qui représente la principale source de production halieutique du pays et fournit une part importante des protéines animales consommées par la population (**FAO, 2024**).

Dans un contexte marqué par l'insécurité alimentaire et la persistance de la malnutrition, la valorisation durable des ressources halieutiques peut contribuer à améliorer l'accès à des aliments riches en protéines et en micronutriments essentiels. Par ailleurs, ce secteur joue un rôle socio-économique important en générant des emplois et des revenus pour les communautés riveraines impliquées dans la pêche, la transformation et la commercialisation du poisson **(ABP, 2024)**.

Cependant, la durabilité de ces ressources fait face à plusieurs défis, notamment la surexploitation des stocks, l'utilisation d'engins de pêche illégaux et la dégradation des écosystèmes aquatiques. Dans ce contexte, la mise en place de stratégies de gestion durable et de valorisation des ressources halieutiques apparaît essentielle pour préserver la biodiversité du lac Tanganyika tout en contribuant au développement socio-économique et à la sécurité alimentaire des populations burundaises **(FAO, 2025)**

DEUXIEME PARTIE : METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

CHAPITRE 2. MATERIEL ET METHODES

2.1 Description du milieu d'étude

Le choix des sites de débarquement de Mvugo, Karonda et Magara, situés sur le littoral du lac Tanganyika, est justifié par leur accessibilité et leur rôle prépondérant dans l'activité halieutique nationale. La répartition géographique des sites s'établit comme suit :

- Mvugo : situé dans la commune Nyanza, (province de BURUNGA), à environ 115 km de Bujumbura ;
- Karonda : localisé dans la province de BURUNGA à 92,9 km de la capitale économique ;
- Magara : situé dans la commune de Muhuta (province de BUJUMBURA).a une distance de 41km du chef-lieu du capital économique.

2.1.2 Détermination des caractéristiques morphométriques

La variation de la forme corporelle et l'évaluation la croissance ont été déterminées en utilisant la planche de mesure pour poisson (Fish measuring board). En effet les poissons ont été étalés sur la planche graduée permettant de connaître la longueur, largeur ainsi que leur hauteur.

2.2 Matériel utilisé

2.2.1 Outils de collecte des données

La collecte d'informations sur le terrain s'est appuyée sur un questionnaire d'enquête structuré (présenté en annexe), administré aux acteurs de la filière poisson. Le matériel technique utilisé comprenait un smartphone pour la documentation photographique des observations in situ ; un ordinateur portable équipé du logiciel Microsoft Excel pour la compilation, l'apurement et le traitement statistique des données récoltées.

2.2.2 Matériel biologique

L'étude porte spécifiquement sur le *Protopterus aethiopicus* (Injombo), sélectionné pour son abondance dans les eaux du lac et ses qualités nutritionnelles exceptionnelles en protéines, acides gras et micronutriments. En tant que ressource stratégique pour la sécurité alimentaire et levier économique pour les communautés riveraines, cette espèce est analysée afin de quantifier son apport nutritionnel réel et d'évaluer son impact sur les moyens de subsistance des pêcheurs locaux.



Figure 3. Echantillons de *Protopterus aethiopicus*

2.2.3 Matériel de laboratoire

La réalisation des analyses a nécessité l'utilisation de différents équipements et consommables de laboratoire destinés à la préparation, à la conservation et à l'analyse des échantillons.

• Équipements de laboratoire

Le matériel utilisé comprenait notamment :

- Une glacière isotherme pour le transport des échantillons ;
- Des couteaux en acier inox et des seaux pour leur préparation ;
- Une étuve permettant le séchage des échantillons ;
- Une balance de précision pour les pesées ;
- Des verreries de laboratoire telles que des erlenmeyers, bocaux en plastique, parafilms, ouates et cartouches d'extraction ont également été utilisées lors des manipulations ;
- L'extraction des lipides a été réalisée à l'aide d'un dispositif soxhlet équipé de ballons et d'un réfrigérant ;
- Un évaporateur rotatif a servi à concentrer les extraits ;
- Un broyeur de laboratoire a été utilisé pour homogénéiser les échantillons secs ;
- Un manteau chauffant, un incubateur, des gants et masque de protection ont complété l'équipement nécessaire afin d'assurer la sécurité et la fiabilité des analyses.

• Consommables de laboratoire

Les principaux consommables comprenaient des glaçons utilisés pour maintenir la fraîcheur des échantillons lors du transport, ainsi que de l'éther de pétrole employé comme solvant pour l'extraction des matières grasses.

2.3 Méthodologie de collecte des données et des échantillons

2.3.1 Collecte des données

La phase d'enquête a été menée sur trois sites majeurs de débarquement situés sur le littoral du lac Tanganyika : Mvugo, Karonda et Magara. L'objectif était d'identifier les espèces de poissons les plus consommées par les populations locales afin d'évaluer leur intérêt nutritionnel.

Les informations ont été recueillies à travers des entretiens directs auprès d'un échantillon d'environ 100 personnes comprenant des pêcheurs, des propriétaires d'embarcations, des commerçants ainsi que d'autres acteurs socio-professionnels présents sur les sites. Ces localités ont été choisies en raison de leur importance dans les activités de pêche et du volume élevé de captures, ce qui permet d'obtenir une représentation fiable des espèces consommées dans la région.

2.3.2 Collecte des échantillons

Les échantillons de *Protopterus aethiopicus* ont été prélevés directement sur les sites de débarquement de Mvugo, Karonda et Magara. Cinq poissons ont été collectés sur chaque site, soit un total de quinze échantillons.

Afin de préserver leur fraîcheur après la capture, les poissons ont été placés dans une glacière contenant des glaçons avant leur transport vers le laboratoire de chimie de la Faculté des Sciences de l'Université du Burundi et le laboratoire des sols et produits agroalimentaires de l'Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU), où les analyses ont été effectuées.

Les échantillons prélevés ont été utilisés pour l'évaluation de la teneur en eau, le dosage des lipides totaux, la détermination du profil en acides gras et de la teneur en éléments minéraux.

2.3.3 Préparation des échantillons.

Les poissons ont d'abord été éviscérés manuellement avec un bistouri puis pesés à l'aide d'une balance analytique. Ils ont ensuite été séchés dans une étuve à une température de 70 °C pendant 24 heures et c'est à partir de ce moment que des pesées régulières ont été vérifiées tous les 3 heures jusqu'à obtention d'un poids constant.

Après séchage, les échantillons *Protopterus aethiopicus* bien sèche ont été broyés à l'aide d'un broyeur de laboratoire afin d'obtenir une poudre homogène destinée aux analyses.

La détermination de la teneur en matières grasses a été réalisée au laboratoire de chimie de la Faculté des Sciences, tandis que les analyses minérales ont été effectuées au laboratoire des sols et produits agroalimentaires de l'ISABU. Enfin, pour compléter l'évaluation nutritionnelle, une partie des échantillons a été envoyée à l'International Livestock Research Institute (ILRI) au Kenya pour l'analyse du profil en acides gras oméga-3. Ce travail se focalise sur l'évaluation de la teneur en Eau, dosage des lipides totaux, détermination du profil en acide gras, détermination de la teneur en éléments minéraux.

2.3.4 Méthodes analytiques

2.3.4.1 Evaluation de la teneur en eau

La teneur en eau des échantillons de poisson a été déterminée par la méthode de séchage à l'étuve, basée sur la perte de masse après élimination de l'humidité.

Les échantillons ont été pesés à l'aide d'une balance analytique, puis placés dans une étuve à 70 °C pendant 24 heures. Après ce premier séchage, les échantillons ont été pesés à intervalles réguliers (toutes les trois heures) jusqu'à l'obtention d'une masse constante, indiquant l'élimination complète de l'eau.

Le principe de cette méthode repose sur la détermination de la matière sèche (MS), correspondant à la fraction du produit restante après évaporation de l'eau.

La teneur en eau (TE) a été calculée selon la formule suivante :

$$\text{TE (g/100g)} = \frac{100 \times (W1 - W2)}{W1 - Ws}$$

Où

W1 = Poids de l'échantillon et des récipients avant séchage (en grammes)

W2 = Poids de l'échantillon et des récipients après séchage (en grammes)

Ws = Poids des récipients tarés (en grammes) (AOAC International 2019)

2.3.4.2 Dosage des lipides totaux

La teneur en matières grasses a été déterminée par extraction continue à l'aide d'un extracteur de Soxhlet, en utilisant l'hexane comme solvant. Cette méthode repose sur la solubilisation des lipides dans un solvant organique chaud, suivie de leur récupération après évaporation du solvant.

- **Principe de la méthode**

Le dispositif Soxhlet permet une extraction répétée des lipides contenus dans un échantillon solide. Le solvant est chauffé jusqu'à ébullition dans un ballon, puis condensé par un réfrigérant avant d'être dirigé vers une cartouche contenant l'échantillon. Lorsque la cartouche se remplit, le mélange solvant-lipides est siphonné automatiquement dans le ballon. Ce cycle se répète plusieurs fois jusqu'à extraction complète des matières grasses.

- **Mode opératoire**

Environ 10 g de farine de poisson ont été pesés et placés dans une cartouche d'extraction. Un tampon d'ouate a été ajouté afin d'éviter la dispersion de l'échantillon. La cartouche a ensuite été introduite dans l'appareil Soxhlet relié à un ballon contenant 250 à 300 ml d'hexane.

Le système (ballon, extracteur et réfrigérant) a été installé sur un manteau chauffant et chauffé de manière à obtenir 6 à 8 cycles d'extraction par heure, pendant 4 à 6 heures. À la fin de l'extraction, le solvant a été récupéré par distillation à l'aide d'un évaporateur rotatif. Le résidu lipidique obtenu a été séché à l'étuve, refroidi dans un dessiccateur puis pesé.

- **Calcul de la teneur en lipides**

La teneur en matières grasses (MG) a été calculée à l'aide de la formule suivante :

$$MG = 100 \times \frac{(M2 - M1)}{X}$$

Où :

M₁ = masse du ballon vide (avant extraction) en grammes ;

M₂ = masse du ballon contenant les lipides extraits (après extraction) en grammes ;

X = masse de l'échantillon analysé en grammes.) (AOAC International2019)

2.3.4.3 Détermination du profil en acides gras

L'analyse des acides gras a été réalisée au laboratoire de l'International Livestock Research Institute (ILRI) selon la méthode AOAC(2019). Cette technique comprend plusieurs étapes : la saponification, la méthylation des acides gras et l'analyse des esters méthyliques obtenus par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS).

2.3.4.3.1 Saponification et méthylation

Un volume de 0,25 ml d'échantillon a été introduit dans un tube à centrifuger de 15 ml muni d'un bouchon vissé. Ensuite, 3 ml de NaOH 0,5 N dans le méthanol ont été ajoutés afin de provoquer la saponification. Le mélange a été agité puis chauffé au bain-marie à 85–100 °C pendant 5 à 10 minutes, avant d'être refroidi.

Sous hotte, 0,3 ml de tri fluorure de bore (BF₃) ont été ajoutés pour favoriser la méthylation des acides gras. Le mélange a été chauffé à nouveau à 85–100 °C pendant 10 à 15 minutes. Après refroidissement, 4 ml d'hexane ont été ajoutés afin d'extraire les esters méthyliques d'acides gras (FAME). Ensuite, 2 ml de solution saturée de chlorure de sodium ont été incorporés, puis le mélange a été agité et centrifugé à 2500 tours/min pendant 5 minutes pour séparer les phases.

La phase organique supérieure contenant les FAME a été récupérée et séchée avec une petite quantité de sulfate de sodium anhydre (Na₂SO₄). Enfin, 0,7 ml de la solution ont été transférés dans un flacon pour l'analyse par chromatographie en phase gazeuse.

2.3.4.3.2 Identification et quantification des acides gras

L'identification des acides gras a été réalisée à partir des temps de rétention chromatographiques et de la comparaison des spectres obtenus avec des bases de données de référence.

L'indice de rétention linéaire (IRL) de Kovats a été calculé à partir de la relation suivante :

$$I = 100 \times \left(n + \frac{(t_{r(inconnu)} - t_{r(n)})}{t_{r(N)} - t_{r(n)}} \right)$$

Où :

I = indice de rétention de Kovats

N= nombre d'atomes de carbone dans le plus petit n-alcane.

N = nombre d'atomes de carbone dans l'alcane n plus grand.

Tr = temps de rétention

La proportion de chaque acide gras a été exprimée en pourcentage de la surface totale du chromatogramme selon :

$$\% \text{ de la surface de chaque acide gras} = \frac{A_x \times 100}{A_T}$$

Où :

A_x = surface de chaque ester méthylique d'acide gras

A_T = surface totale de tous les esters méthyliques d'acides gras

100 = facteur de conversion pour présenter les résultats en pourcentage) (AOAC International 2019)

2.3.4.4 Détermination de la teneur en éléments minéraux

La détermination des éléments minéraux a été réalisée conformément aux méthodes officielles de l'AOAC International (2019). Les minéraux analysés comprenaient le calcium (Ca), le magnésium (Mg), le potassium (K), le sodium (Na), le fer (Fe), le phosphore (P), le cuivre (Cu), le zinc (Zn), le plomb (Pb) et le manganèse (Mn).

Les échantillons de poisson ont d'abord été séchés puis broyés afin d'obtenir une poudre homogène. Environ 10 g de chaque échantillon ont ensuite été soumis à une minéralisation par voie sèche, permettant d'éliminer la matière organique et de libérer les éléments minéraux. Le résidu minéral obtenu a été dissous dans une solution appropriée afin de permettre l'analyse instrumentale.

Les concentrations en calcium (Ca), magnésium (Mg), fer (Fe), cuivre (Cu), zinc (Zn), manganèse (Mn) et plomb (Pb) ont été déterminées par spectrophotométrie d'absorption atomique (AAS). Les teneurs en sodium (Na) et potassium (K) ont été mesurés par spectrométrie de flamme, tandis que le phosphore (P) a été quantifié par spectrophotométrie colorimétrique après formation d'un complexe coloré.

Les résultats ont été exprimés en mg pour 1000 g d'échantillon (mg/1000 g) et calculés selon la relation suivante :

$$\text{Teneur en élément minéraux} = \left(\frac{\text{Concentration mesurée} \left(\frac{\text{mg}}{\text{g}} \right) \times \text{Volume de solution (L)}}{\text{Masse de l'échantillon (g)}} \right) \times 1000$$

Où :

C = concentration mesurée de l'élément dans la solution (mg/L) ;

V = volume total de la solution après minéralisation (L) ;

M = masse de l'échantillon analysé (g).

2.4Analyse et traitement statistique des données

Le traitement statistique des données a été réalisé à l'aide du logiciel IBM SPSS Statistics, version 26. Une analyse de variance (ANOVA) a été utilisée afin d'évaluer l'existence de différences significatives entre les groupes étudiés, avec un seuil de signification fixé à $\alpha = 0,05$. Lorsque des différences significatives étaient observées, le test de comparaison multiple de Duncan a été appliqué pour identifier les groupes (sites de débarquement) présentant des variations. Les résultats ont été exprimés sous forme de moyennes $\pm$ écart-type.

CHAPITRE 3. PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

3.1 Caractéristiques morphométriques de l'espèce *Protopterius Aethiopicus*

L'analyse morphométrique est largement utilisée en biologie des poissons pour décrire les variations de la forme corporelle et évaluer la croissance des individus. Les paramètres tels que la longueur, la largeur et la hauteur permettent d'apprécier la structure morphologique des poissons et leur adaptation aux conditions environnementales.

Le tableau 2 présente les valeurs moyennes des paramètres morphométriques de *Protopterus aethiopicus* collectés sur trois sites d'échantillonnage du littoral du lac Tanganyika.

Tableau 2. Paramètres morphométriques de l'espèce *Protopterius aethiopicus*

Paramètres mesurés	Sites d'échantillonnages			
	Karonda	Mvugo	Magara	Moyenne
Longueur (cm)	30 ± 4,6 ^a	26 ± 4 ^a	28 ± 2,7 ^a	28 ± 3,7
Largeur (cm)	8 ± 2 ^a	5 ± 2 ^a	7 ± 2,6 ^a	6,66 ± 2,2
Hauteur (cm)	5 ± 2 ^a	3 ± 1 ^a	4 ± 2 ^a	4 ± 1,7

Légende : Les moyennes d'une même ligne suivies de lettres différentes en exposant sont significativement différentes ($p < 0,05$; test de Duncan). Celles partageant une lettre commune ne présentent aucune différence significative entre les sites d'échantillonnage.

Le tableau 2 présente les valeurs moyennes des paramètres morphométriques de *Protopterus aethiopicus* collectés sur trois sites du littoral du lac Tanganyika. Les résultats montrent que les individus provenant de Karonda présentent des valeurs moyennes légèrement plus élevées en longueur (30 cm), largeur (8 cm) et hauteur (5 cm) comparativement à ceux de Mvugo et Magara. Toutefois, les analyses statistiques indiquent que ces différences ne sont pas significatives ($p > 0,05$) entre les sites.

Ces variations morphométriques peuvent être liées aux conditions environnementales locales, notamment la disponibilité alimentaire, la température et les caractéristiques de l'habitat, qui influencent la croissance des poissons (Tien et al., 2024). Elles reflètent également la plasticité phénotypique, selon laquelle la morphologie des poissons peut varier en fonction des conditions écologiques du milieu (Şerban et al., 2024; Lofeu et al., 2025).

Ainsi, bien que les différences observées restent faibles, les résultats suggèrent que les caractéristiques morphométriques de *Protopterus aethiopicus* peuvent être influencées par les conditions environnementales des sites de capture (Bertucci, 2023).

3.2 Teneur en eau et en lipides de l'espèce *Protopterius aethiopicus*

La détermination de la teneur en eau et en lipides est une étape essentielle pour évaluer la qualité nutritionnelle du poisson. Ces deux paramètres influencent la valeur énergétique du produit, ainsi que sa conservation et sa stabilité. Le tableau 3 présente les résultats obtenus pour les échantillons de *Protopterius aethiopicus*.

Tableau 3. Teneur en eau et en lipides (par rapport à la matière sèche) des échantillons de poissons

Paramètres étudiés	Sites d'échantillonnage			Moyenne
	Karonda	Mvugo	Magara	
Teneur en lipides, (%)	83,24 ± 2,75 ^b	99,02 ± 1,11 ^b	121,01 ± 1,13 ^a	101,09 ± 1,66
Teneur en eau, (%)	87,95 ± 5,32 ^a	68,32 ± 4,75 ^c	81,3 ± 1,13 ^b	79,19 ± 3,73

Légende : Les moyennes suivies de lettres différentes (a, b, c) sur une même ligne présentent une différence significative ($p < 0,05$; test de Duncan) entre les sites d'échantillonnage (Karonda, Mvugo et Magara). Celles partageant une lettre commune ne diffèrent pas significativement.

Les résultats du tableau 3 montrent une variation significative ($p < 0,05$) de ces paramètres entre les sites d'échantillonnage. Les individus provenant de Magara présentent la teneur lipidique la plus élevée ($121,01 \pm 1,13$ % MS), suivis de ceux de Mvugo ($99,02 \pm 1,11$ % MS) et de Karonda ($83,24 \pm 2,75$ % MS). En revanche, la teneur en eau est maximale chez les poissons de Karonda ($87,95 \pm 5,32$ %) et minimale à Mvugo ($68,32 \pm 4,75$ %).

Ces différences observées peuvent être liées aux conditions écologiques et trophiques propres à chaque site. En effet, la composition lipidique des poissons dépend fortement du régime alimentaire, du niveau d'activité métabolique et des caractéristiques environnementales du milieu aquatique (**Mitra et al., 2019**). Les valeurs lipidiques élevées observées dans cette étude indiquent que *Protopterus aethiopicus* peut être classé parmi les poissons gras selon la classification proposée par **Jabeen & Chaudhry (2011)**.

Par ailleurs, la tendance inverse observée entre la teneur en eau et la teneur en lipides est conforme aux observations rapportées chez de nombreuses espèces de poissons, où l'accumulation des réserves lipidiques dans les tissus musculaires s'accompagne généralement d'une diminution relative de l'eau dans la chair (**Mitra et al., 2019**). Ces résultats confirment ainsi que la composition biochimique de *Protopterus aethiopicus* varie selon les conditions environnementales et les ressources trophiques disponibles dans les différents sites de capture.

3.3 Teneurs en éléments minéraux de *Protopterus aethiopicus*

Les éléments minéraux jouent un rôle essentiel dans les fonctions physiologiques des poissons et constituent également un indicateur important de leur valeur nutritionnelle pour l'alimentation humaine. Ils interviennent notamment dans la formation des tissus osseux, la régulation de l'équilibre hydrominéral et le fonctionnement des systèmes enzymatiques (Lall & Kaushik, 2021).

Le tableau 4 présente les teneurs en minéraux majeurs et en oligo-éléments mesurées chez *Protopterus aethiopicus* provenant des trois sites d'échantillonnage.

Tableau 4. Teneurs en éléments minéraux de *Protopterus aethiopicus*, (mg/kg)

	Sites de prélèvement			
Eléments minéraux	Karonda	Mvugo	Magara	Moyenne
Minéraux majeurs, mg/kg				
Phosphore (P)	21344 ± 738 ^a	23184 ± 658 ^a	22544 ± 663,33 ^a	22357,33 ± 686,44
Magnésium (Mg)	4108 ± 311,33 ^a	2548 ± 68,67 ^b	3568 ± 267,33 ^a	3408,00 ± 215,78
Potassium (K)	6746 ± 136,67 ^b	7806 ± 141,33 ^a	7486 ± 177,33 ^a	7346,00 ± 151,78
Sodium (Na)	3148 ± 77,33 ^a	2028 ± 39,33 ^c	2909 ± 68,67 ^b	2695,00 ± 61,78
Calcium (Ca)	53397 ± 1442 ^a	55497 ± 1966 ^a	55257 ± 782 ^a	54717,00 ± 1396,7
Oligo-éléments, mg/kg				
Fer (Fe)	44,4 ± 2,44 ^b	89,4 ± 4,53 ^a	83,4 ± 2 ^a	72,40 ± 2,99
Zinc (Zn)	109 ± 6,67 ^b	165 ± 4,67 ^a	152 ± 2 ^a	142,00 ± 4,45
Cuivre (Cu)	1,59 ± 0,26 ^b	2,35 ± 0,2 ^{ab}	1,98 ± 0,02 ^a	1,97 ± 0,16
Manganèse (Mn)	2,51 ± 0,16 ^a	2,6 ± 0,2 ^a	2,78 ± 0,1 ^a	2,63 ± 0,15
Plomb (Pb)	5,17 ± 0,26 ^a	5,21 ± 0,16 ^a	5,31 ± 0,23 ^a	5,23 ± 0,22

Légende : Les moyennes suivies de lettres différentes (a, b, c) sur une même ligne présentent une différence significative ($p < 0,05$; test de Duncan) entre les sites d'échantillonnage (Karonda, Mvugo et Magara). Celles partageant une lettre commune ne diffèrent pas significativement.

Concernant les minéraux majeurs, les résultats montrent que le calcium est l'élément minéral le plus abondant dans les échantillons analysés, avec une moyenne de 54 717 mg/kg, suivi du phosphore (22 357 mg/kg) et du potassium (7 346 mg/kg). Des différences significatives ($p < 0,05$) sont observées pour certains éléments tels que le magnésium, le potassium et le sodium entre les sites étudiés.

Les teneurs élevées en calcium et en phosphore observées dans cette étude sont cohérentes avec celles rapportées dans plusieurs espèces de poissons, ces éléments étant essentiels à la minéralisation des tissus osseux et à diverses fonctions physiologiques (Kaliniak-Dziura et al., 2024).

Par ailleurs, le potassium et le sodium jouent un rôle clé dans la régulation de l'équilibre osmotique et dans la transmission de l'influx nerveux chez les organismes aquatiques (**Lall & Kaushik, 2021**).

Les variations observées entre les sites pourraient être liées aux caractéristiques environnementales locales, notamment la composition minérale de l'eau, la disponibilité trophique et les conditions écologiques du milieu. En effet, la composition minérale des poissons peut varier en fonction du régime alimentaire, du métabolisme de l'espèce et des conditions écologiques de l'habitat (**Mogobe et al., 2024**).

Concernant les oligo-éléments, les concentrations les plus élevées ont été observées pour le zinc (142 mg/kg) et le fer (72,40 mg/kg), tandis que le cuivre et le manganèse présentent des teneurs relativement faibles. Des différences significatives ont été observées pour le fer, le zinc et le cuivre entre les sites d'échantillonnage.

Le fer et le zinc sont des oligo-éléments essentiels impliqués dans de nombreuses fonctions biologiques, notamment la synthèse de l'hémoglobine, les réactions enzymatiques et le métabolisme cellulaire (**Kosińska & Mystkowska, 2026**). Leur présence dans les tissus musculaires des poissons contribue ainsi à la valeur nutritionnelle de ces ressources halieutiques pour l'alimentation humaine.

En revanche, le plomb (Pb), élément potentiellement toxique, présente des concentrations relativement similaires entre les sites étudiés. La présence de métaux lourds dans les tissus de poissons peut être liée à des phénomènes de bioaccumulation à partir du milieu aquatique, notamment en présence de sources de pollution environnementale (**Kosińska & Mystkowska, 2026**). Les résultats trouvés ($5,23 \pm 0,22$) montrent que les valeurs dépassent les normes recommandées selon le CODEX ALIMENTARIUS CXS193-1995 (General standard for contaminants and toxins in Food and Feed) qui montre que le seuil de toxicité pour les poissons est de 0.3mg/kg.

Dans l'ensemble, les résultats montrent que *Protopterus aethiopicus* constitue une source importante de minéraux essentiels, en particulier de calcium, de phosphore et de potassium. Les variations observées entre les sites d'échantillonnage suggèrent une influence des conditions environnementales et écologiques sur la composition minérale de cette espèce.

3.4 Teneur en acides gras de *Protopterus aethiopicus*

La composition en acides gras constitue un indicateur essentiel de la qualité nutritionnelle des poissons, en particulier en raison du rôle des acides gras insaturés dans la prévention de certaines maladies cardiovasculaires et métaboliques. Le tableau 5 présente la composition en acides gras de *Protopterus aethiopicus* provenant des trois sites d'échantillonnage.

Tableau 5. Teneur en acides gras (%) de *Protopterus aethiopicus* selon les sites

Acides gras, (%)	Sites d'échantillonnage			Moyenne
	Karonda	Mvugo	Magara	
Acides gras saturés	50,05 ± 1,43	47,58 ± 1,43	49,58 ± 1,43	49,07 ± 1,43
Acide stéarique	7,23 ± 0,17 ^a	6,97 ± 0,17 ^a	7,61 ± 0,17 ^a	7,27 ± 0,17
Acide dodécanoïque	1,08 ± 0,03 ^a	0,92 ± 0,03 ^a	0,85 ± 0,03 ^a	0,95 ± 0,03
Acide tridéconoïque	0,26 ± 0,01 ^a	0,02 ± 0,01 ^b	0,05 ± 0,01 ^b	0,11 ± 0,01
Acide tridécanoïque	0,09 ± 0,01 ^a	0,09 ± 0,01 ^a	0,12 ± 0,01 ^a	0,10 ± 0,01
Acide tétradécanoïque	7,35 ± 0,03 ^a	6,55 ± 0,03 ^a	6,89 ± 0,03 ^a	6,93 ± 0,03
Acide pentadécanoïque	0,77 ± 0,07 ^a	0,79 ± 0,07 ^a	0,99 ± 0,07 ^a	0,85 ± 0,07
Acide hexadécanoïque	14,27 ± 0,05 ^a	14,55 ± 0,05 ^a	14,77 ± 0,05 ^a	14,53 ± 0,05
Acide hexadécanoïque	15,65 ± 0,68 ^a	14,55 ± 0,68 ^a	14,41 ± 0,68 ^a	14,87 ± 0,68
Acide heptadécanoïque	1,38 ± 0,20 ^b	2,33 ± 0,20 ^a	1,99 ± 0,20 ^a	1,90 ± 0,20
Acide eicosanoïque	0,72 ± 0,04 ^a	0,31 ± 0,04 ^a	0,68 ± 0,04 ^a	0,57 ± 0,04
Acide hénéicosanoïque	0,94 ± 0,10 ^a	0,26 ± 0,10 ^a	0,99 ± 0,10 ^a	0,73 ± 0,10
Acide docosanoïque	0,25 ± 0,03 ^a	0,20 ± 0,03 ^a	0,18 ± 0,03 ^a	0,21 ± 0,03
Acide tricosanoïque	0,06 ± 0,01 ^a	0,04 ± 0,01 ^a	0,05 ± 0,01 ^a	0,05 ± 0,01
Acides gras insaturés, (%)				
Acides gras monoinsaturés	33,97 ± 1,83	33,79 ± 1,83	36,61 ± 1,83	34,79 ± 1,83
Acide oléique	22,11 ± 0,80 ^b	21,25 ± 0,80 ^{ab}	23,12 ± 0,80 ^a	22,16 ± 0,80
Acide eicosénoïque	3,94 ± 0,42 ^a	3,94 ± 0,42 ^a	3,76 ± 0,42 ^a	3,88 ± 0,42
Acide élaidique	7,02 ± 0,56 ^b	8,15 ± 0,56 ^{ab}	9,34 ± 0,56 ^a	8,17 ± 0,56
Acide vaccénique	0,75 ± 0,02 ^a	0,33 ± 0,02 ^b	0,21 ± 0,02 ^b	0,43 ± 0,02
Acide érucique	0,15 ± 0,03 ^a	0,12 ± 0,03 ^a	0,18 ± 0,03 ^a	0,15 ± 0,03
Acides gras polyinsaturés	17,32 ± 1,21	14,98 ± 1,21	16,06 ± 1,21	16,12 ± 1,21
Acide linoléique	11,14 ± 0,37 ^a	10,84 ± 0,37 ^a	11,53 ± 0,37 ^a	11,17 ± 0,37
Acide eicosapentaénoïque	1,32 ± 0,31 ^a	1,02 ± 0,31 ^a	0,99 ± 0,31 ^a	1,11 ± 0,31
Acide arachidonique	4,86 ± 0,53 ^a	3,12 ± 0,53 ^b	3,54 ± 0,53 ^b	3,84 ± 0,53
AGPI/AGMI	0,510 ± 0,06	0,443 ± 0,04	0,439 ± 0,04	0,463 ± 0,04

Légende : Les moyennes suivies de lettres différentes (a, b, c) sur une même ligne présentent une différence significative ($p < 0,05$; test de Duncan) entre les sites d'échantillonnage (Karonda, Mvugo et Magara). Celles partageant une lettre commune ne diffèrent pas significativement.

3.4.1 Acides gras saturés

Les acides gras saturés (AGS) représentent la fraction la plus importante des lipides totaux, avec une moyenne de 49,07 %, suivis des acides gras monoinsaturés (AGMI) (34,79 %) et des acides gras polyinsaturés (AGPI) (16,12 %). Parmi les AGS, les acides hexadécanoïque (palmitique) (C16:0) et stéarique (C18:0) sont les plus abondants (Tableau 5).

La dominance de l'acide palmitique dans les tissus musculaires des poissons est largement rapportée dans la littérature et est généralement associée au métabolisme énergétique ainsi qu'à l'utilisation des lipides comme source de réserve énergétique (**Legrand, 2007; Nath et al., 2014**). Plusieurs études ont également montré que les poissons d'eau douce présentent souvent des proportions relativement élevées d'acides gras saturés en raison de leur alimentation naturelle et de leur physiologie lipidique (**Gladyshev et al., 2013**).

Certaines variations significatives ont été observées pour quelques acides gras saturés, notamment l'acide heptadécanoïque (C17:0) et l'acide tridécanoïque (C13:0). Ces variations pourraient être liées aux différences de disponibilité trophique, aux conditions écologiques locales ou encore aux caractéristiques physico-chimiques du milieu aquatique (**Tocher, 2015; Lall & Kaushik, 2021**).

3.4.2 Acides gras insaturés

3.4.2.1 Acides gras monoinsaturés (AGMI)

Les AGMI représentent en moyenne 34,79 % des acides gras totaux. L'acide oléique (C18:1) constitue le principal AGMI identifié, avec une moyenne de 22,16 %, suivi de l'acide élaïdique (C18:1 ω -9) (8,17 %) et de l'acide eicosénoïque (C20:1) (3,88 %).

L'abondance de l'acide oléique dans les tissus musculaires des poissons est fréquemment rapportée et contribue à améliorer la qualité nutritionnelle des lipides alimentaires (**Kosińska & Mystkowska, 2026**). Cet acide gras est également reconnu pour ses effets bénéfiques dans la régulation du métabolisme lipidique et la réduction du risque de maladies cardiovasculaires (**Calder, 2015; Shahidi & Ambigaipalan, 2018**).

Les différences significatives observées entre les sites pour l'acide oléique et l'acide élaïdique suggèrent une influence probable du régime alimentaire naturel des poissons ainsi que des conditions écologiques locales sur la composition lipidique (**Gladyshev et al., 2013**).

3.4.2.2 Acides gras polyinsaturés (AGPI)

Les AGPI représentent en moyenne 16,12 % des acides gras totaux. Parmi eux, l'acide linoléique (C18:2 ω -6) est le plus abondant (11,17%), suivi de l'acide arachidonique (C20:4 ω -6) (3,84%) et de l'acide eicosapentaénoïque (EPA) (C20:5 ω -3) (1,11%).

Ces acides gras jouent un rôle physiologique majeur dans l'organisme humain, notamment dans la régulation des processus inflammatoires, le développement cellulaire et le bon fonctionnement du système cardiovasculaire (**Holub, 2004; Kolanowski, 2006; Shahidi, 2018**). Les acides gras oméga-3, tels que l'acide eicosapentaénoïque (EPA), sont particulièrement reconnus pour leurs effets protecteurs contre les maladies cardiovasculaires et certaines pathologies métaboliques (**Shahidi & Ambigaipalan, 2018**).

Les variations observées pour certains AGPI, notamment l'acide arachidonique (C20:4 ω -6), pourraient être liées aux différences de régime alimentaire et aux caractéristiques écologiques des habitats aquatiques. En effet, la composition en acides gras des poissons est fortement influencée par la nature des ressources trophiques disponibles dans l'environnement (**Belco et al., 2019**).

Le rapport AGPI/AGMI obtenu dans cette étude présente une moyenne de 0,463, indiquant une proportion relativement modérée d'acides gras polyinsaturés par rapport aux monoinsaturés. Ce rapport est généralement utilisé comme indicateur de la qualité nutritionnelle des lipides, les AGPI étant reconnus pour leurs effets bénéfiques sur la santé humaine (**Calder, 2015; Mitra et al., 2019**).

Dans l'ensemble, les résultats montrent que les lipides de *Protopterus aethiopicus* sont dominés par les acides gras saturés (49,07 %), suivis des monoinsaturés (34,79 %) et des polyinsaturés (16,12 %). La présence d'acides gras essentiels tels que l'acide linoléique (C18:2 ω -6), l'acide arachidonique (C20:4 ω -6) et l'acide eicosapentaénoïque (EPA) (C20:5 ω -3) souligne l'intérêt nutritionnel de cette espèce pour l'alimentation humaine. Les variations observées entre les sites suggèrent une influence des conditions environnementales et du régime alimentaire sur la composition en acides gras de cette espèce.

CONCLUSION ET RECOMMANDATION

L'évaluation de la valeur nutritionnelle de *Protopterus aethiopicus* provenant du littoral du lac Tanganyika a permis de mettre en évidence plusieurs caractéristiques morphométriques et biochimiques, ainsi que certaines variations selon les sites d'échantillonnage (Karonda, Mvugo et Magara).

Sur le plan morphométrique, les individus collectés à Karonda présentent des dimensions légèrement plus élevées, avec une longueur moyenne de $30 \pm 4,6$ cm, une largeur de 8 ± 2 cm et une hauteur de 5 ± 2 cm, comparativement à ceux de Mvugo et Magara. Toutefois, ces différences ne sont pas statistiquement significatives, indiquant que les conditions écologiques influencent peu la morphologie de l'espèce. L'analyse biochimique révèle une teneur moyenne en eau de $79,19 \pm 3,73$ % et une teneur lipidique moyenne de $101,09 \pm 1,66$ % de la matière sèche, avec des variations significatives entre les sites. La teneur lipidique la plus élevée est observée à Magara ($121,01 \pm 1,13$ % MS), tandis que la teneur en eau la plus élevée est enregistrée à Karonda ($87,95 \pm 5,32$ %).

L'étude de la composition minérale montre également des teneurs importantes en calcium ($54\,717 \pm 1\,396,7$ mg/kg), phosphore ($22\,357 \pm 686,44$ mg/kg) et potassium ($7\,346 \pm 151,78$ mg/kg). Parmi les oligo-éléments, le zinc ($142 \pm 4,45$ mg/kg) et le fer ($72,40 \pm 2,99$ mg/kg) sont les plus abondants. Toutefois, la présence de plomb ($5,23 \pm 0,22$ mg/kg) pourrait indiquer un phénomène de bioaccumulation lié à l'environnement aquatique.

L'analyse du profil lipidique a permis d'identifier plusieurs acides gras appartenant aux trois grandes classes nutritionnelles. Les résultats montrent une dominance des acides gras saturés (49,07 %), suivis des acides gras monoinsaturés (34,79 %) et des acides gras polyinsaturés (16,12 %). Parmi ces composés, l'acide palmitique, l'acide oléique, l'acide linoléique, l'acide arachidonique et l'acide eicosapentaénoïque (EPA) sont les plus représentés. La présence de ces acides gras essentiels souligne l'importance nutritionnelle de *Protopterus aethiopicus*, notamment pour la prévention de certaines maladies cardiovasculaires et métaboliques.

Dans l'ensemble, les résultats de cette étude montrent que *Protopterus aethiopicus* constitue une ressource halieutique locale riche en nutriments essentiels, notamment en lipides, en minéraux et en acides gras d'intérêt nutritionnel.

Au regard des résultats obtenus dans cette étude, les recommandations suivantes peuvent être formulées :

Evaluation de la valeur nutritive des poissons du lac Tanganyika (côté Burundi) : cas d'injombo (protopterius aethiopicus)

- Renforcer la surveillance environnementale du lac Tanganyika, notamment en ce qui concerne la présence de métaux lourds tels que le plomb, afin de prévenir les risques potentiels pour la santé publique ;
- Réaliser des recherches approfondies visant à déterminer l'origine du plomb dans le lac Tanganyika et son accumulation dans la chair des poissons, en vue de développer des stratégies efficaces de prévention des maladies associées à son exposition sur les aliments.
- Encourager la valorisation et la consommation locale de *Protopterus aethiopicus*, compte tenu de sa richesse en nutriments essentiels tels que les lipides, les minéraux et les acides gras bénéfiques pour la santé ;
- Mettre en place des programmes de gestion durable des ressources halieutiques, afin de préserver les populations naturelles de *Protopterus aethiopicus* et garantir leur exploitation à long terme ;
- Poursuivre les recherches scientifiques sur la composition nutritionnelle des espèces halieutiques du lac Tanganyika, en incluant d'autres paramètres tels que les protéines, les vitamines et d'autres contaminants environnementaux.
- Sensibiliser les populations locales et les acteurs de la pêche à l'importance de la protection des écosystèmes aquatiques et à l'utilisation durable des ressources halieutiques.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] ABP – Agence Burundaise de Presse. (2024). La gestion des ressources halieutiques s'avère nécessaire pour promouvoir l'économie équitable. Agence Burundaise de Presse. <https://abpinfo.bi/2022/05/30/les-etats-riverains-du-lac-tanganyika-sengagent-a-la-gestion-durable-des-ressources-halieutiques-de-ce-lac/>
- [2] ANSES-Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail-A. (2010). Consommation des poissons, mollusques et crustacés : aspects nutritionnels et sanitaires pour l'Homme (Issue 10). <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2006sa0035Ra.pdf>
- [3] Belco, L. A., ImorouToko, I., Boni, A., Gandaho, D. M. F., Djibril, L., Tougan, P. U., & Ahyi, V. (2019). Changements Post Mortem et Evaluation de la Qualité du Poisson Destiné à la Consommation Humaine : Revue de la Littérature. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*, 17(1), 111–174.
- [4] Berishvili, G., D'Cotta, H., Baroiller, J. F., Segner, H., & Reinecke, M. (2006). Differential expression of IGF-I mRNA and peptide in the male and female gonad during early development of a bony fish, the tilapia *Oreochromis niloticus*. *General and Comparative Endocrinology*, 146(3), 204–210. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2005.11.008>
- [5] Bertucci, J. I. (2023). Editorial: Environmental regulation of feeding, growth, and reproduction in fish: influence of nutrition and physical parameters on the endocrine system. *Frontiers in Endocrinology*, 14(9), 14–16. <https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1281959>
- [6] Betancur, R. R., Wiley, E. O., Arratia, G., Acero, A., Bailly, N., Miya, M., Lecointre, G., & Ortí, G. (2017). Phylogenetic classification of bony fishes. *BMC Evolutionary Biology*, 17(1), 1–40. <https://doi.org/10.1186/s12862-017-0958-3>
- [7] Billard, R., & Gillet, C. (2020). Influence de quelques facteurs de l' environnement sur la fonction de reproduction chez les poissons To cite this version : HAL Id : hal-01600610. *Hal Open Science*, 15(1), 45–54.
- [8] Black, R. E., Victora, C. G., Walker, S. P., Bhutta, Z. A., Christian, P., Onis, M. De, & Ezzati, M. (2013). Maternal and child undernutrition and overweight in low-income and middle-income countries. *Series*, 6736(13), 1–25. <https://doi.org/10.1016/S0140->

6736(13)60937-X

- [9] Calder, P. C. (2012). Omega-3 polyunsaturated fatty acids and inflammatory processes : nutrition or pharmacology ? *British Journal of Clinical Pharmacology*, 75(3), 1–18. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2125.2012.04374.x>
- [10] Calder, P. C. (2015). Functional Roles of Fatty Acids and Their Effects on Human Health. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 39(10), 18–32. <https://doi.org/10.1177/0148607115595980>
- [11] Calder, P. C., Ahluwalia, N., Brouns, F., & Buetler, T. (2011). Dietary factors and low-grade inflammation in relation to overweight and obesity revisited. *British Journal of Nutrition*, 106(s3), 1455–1457. <https://doi.org/10.1017/S0007114522000782>
- [12] Collette, B. B., Facey, D. E., & Bowen, B. W. (2009). *The diversity of fishes: Biology, evolution, and ecology* (W. Blackwell (ed.); The 2nd ed). Wiley-Blackwell.
- [13] Connor, W. E. (2008). Importance of n-3 fatty acids in health and disease. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71(6), 171–175. <http://ajcn.nutrition.org/content/71/6/1691s.full>
- [14] Dergal, N. B. (2015). Evaluation des systèmes de management de la sécurité et de la qualité de l'aquaculture du tilapia du Nil" *Oreochromis niloticus*" dans l'Ouest algérien. Université de Liege (Belgium).
- [15] Ekouala, L. (2013). Le développement durable et le secteur des pêches et de l'aquaculture au Gabon : une étude de la gestion durable des ressources halieutiques et leur écosystème dans les provinces de l'Estuaire et de l'Ogooué Maritime [Université du Littoral Côte d'Opale]. <https://theses.hal.science/tel-00840968v1>
- [16] Elohi, K., Dermane, A., Oumbortime, N., Kujouu, G., Tidiye, W., & Abozou, T. (2024). Results in Chemistry Comparative lipid composition and GC – MS fatty acid profiling of tropical African freshwater fishes. *Results in Chemistry*, 7(2), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.rechem.2024.101515>
- [17] FAO-Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. (2024). *Le trio pour une gestion durable des pêches dans le lac Tanganyika _ FAO au Burundi*. Organisation Des Nations Unies Pour l'alimentation et l'agriculture. <https://www.fao.org/burundi/actualites/detail-events/fr/c/1697745/>

- [18] FAO-Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. (2025). *Un effort régional pour revitaliser les pêcheries du lac Tanganyika*. Organisation Des Nations Unies Pour l'alimentation et l'agriculture. <https://www.fao.org/fish4acp/media-hub/news/news-detail/regional-effort-to-revitalize-lake-tanganyika-fisheries/fr>
- [19] Felten, J. (2010). Ce document est le fruit d ' un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l ' ensemble de la de l ' utilisation de ce document . *Free Radical Biology & Medicine*, 52(9), 1075–1085.
- [20] Fontagné-Dicharry, S., & Médale, F. (2010). Les lipides des poissons d'aquaculture et leurs facteurs de variation. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, 17(4), 209–213.
- [21] Francis, J. (2022). Classification, Evolution and Reproduction of Chondrichthyes. *Research & Reviews: Journal of Zoological Sciences*, 10(4), 1–2. <https://doi.org/10.4172/2321-6190.10.S4.001>
- [22] Froehlich, J. M., Fowler, Z. G., Galt, N. J., Smith, D. L., & Biga, P. R. (2013). Sarcopenia and piscines: The case for indeterminate-growing fish as unique genetic model organisms in aging and longevity research. *Frontiers in Genetics*, 4(AUG), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fgene.2013.00159>
- [23] GEEE - Groupe d'éducation et d'écosurveillance de l'eau. (2017). *Anatomie interne et externe du poisson* (pp. 1–8). GEEE.
- [24] Gladyshev, M. I., Sushchik, N. N., & Makhutova, O. N. (2013). Production of EPA and DHA in aquatic ecosystems and their transfer to the land. *Prostaglandins and Other Lipid Mediators*, 12(4), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.prostaglandins.2013.03.002>
- [25] Golden, C. D., Allison, E. H., Dey, M. M., Halpern, B. S., McCauley Douglas J., Smith Matthew, & Vaitla, B. (2016). Fall in Fish Catch Threatens Human Health. *Nature*, 534(7607), 317–320.
- [26] Hicks, C. C., Cohen, P. J., Graham, N. A. J., Nash, K. L., Allison, E. H., D'Lima, C., Mills, D. J., Roscher, M., Thilsted, S. H., Thorne-Lyman, A. L., & MacNeil, M. A. (2019). Harnessing global fisheries to tackle micronutrient deficiencies. *Nature*, 574(7776), 95–98. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1592-6>
- [27] Holub, D. J. H. and B. J. (2004). Omega-3 fatty acids from fish oils and cardiovascular disease. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 263(1), 217–225.

<https://doi.org/10.1023/B:MCBI.0000041863.11248.8d>

- [28] Hooper, L., Harrison, R. A., Summerbell, C. D., Moore, H., Worthington, H. V., Ness, A., Capps, N., Davey Smith, G., Riemersma, R., & Ebrahim, S. (2004). Omega 3 fatty acids for prevention and treatment of cardiovascular disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 4(3177), 1–171. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd003177.pub2>
- [29] Hospice, M., Assogba, M., Ahounou, S. G., Bonou, G. A., Salifou, F. A., Dahouda, M., Chikou, A., Farougou, S., & Karim, Y. A. (2018). Qualité de la chair des poissons : de variations et impacts des procédés de transformation et de conservation. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPAT)*, 10(2), 333–358.
- [30] Jabeen, F., & Chaudhry, A. S. (2011). Chemical compositions and fatty acid profiles of three freshwater fish species. *Food Chemistry*, 125(3), 991–996. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.09.103>
- [31] Kaliniak-Dziura, A., Skąlecki, P., Florek, M., Kędzierska-Matysek, M., & Sobczak, P. (2024). Chemical Composition and Elements Concentration of Fillet, Spine and Bones of Common Carp (*Cyprinus carpio*) in Relation to Nutrient Requirements for Minerals. *Animals*, 14(9), 1–11. <https://doi.org/10.3390/ani14091311>
- [32] Kawarazuka, N., & Béné, C. (2011). The potential role of small fish species in improving micronutrient deficiencies in developing countries : building evidence. *Public Health Nutrition*, 14(11), 1927–1938. <https://doi.org/10.1017/S1368980011000814>
- [33] Kolanowski, W., & Laufenberg, G. (2006). Enrichment of food products with polyunsaturated fatty acids by fish oil addition. *European Food Research and Technology*, 222(3–4), 472–477. <https://doi.org/10.1007/s00217-005-0089-8>
- [34] Kolditz, C.-I. (2008). *Déterminisme nutritionnel et génétique de la teneur en lipides musculaires chez la truite arc-en-ciel (Oncorhynchus mykiss)[Texte imprimé]: étude par analyse de l'expression de gènes candidats, du protéome et du transcriptome du foie et du muscle*. Bordeaux 1.
- [35] Kosińska, B., & Mystkowska, I. (2026). The mineral content of fish muscles as an indicator of water quality in Baltic and Scandinavian areas. *Journal of Ecological Engineering*, 27(3), 150–156. <https://doi.org/10.12911/22998993/212550>
- [36] Kris-Etherton, P. M., Harris, W. S., & Appel, L. J. (2003). Fish consumption, fish oil,

- omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 23(2), 1–13. <https://doi.org/10.1161/01.atv.0000038493.65177.94>
- [37] Lall, S. P., & Kaushik, S. J. (2021). Nutrition and metabolism of minerals in fish. *Animals*, 11(9), 1–41. <https://doi.org/10.3390/ani11092711>
- [38] Lavalie, M., & Layé, S. (2010). Acides gras poly-insaturés (omega 3, omega 6) et fonctionnement du système nerveux central. *Innovations Agronomiques*, 10(1), pp.25-42. <https://doi.org/10.17180/yjay-n408>
- [39] Lefèvre, F., & Bugeon, J. (2015). Quelles exigences de qualités pour les poissons d'élevage et issus de la pêche? *INRA Productions Animales*, 28(2), 119–124. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2015.28.2.3019>
- [40] Legrand, P. (2007). Les acides gras: Structures, fonctions, apports nutritionnels conseillés. *Cahiers de Nutrition et de Dietetique*, 42(1), 1–6. [https://doi.org/10.1016/s0007-9960\(07\)91234-1](https://doi.org/10.1016/s0007-9960(07)91234-1)
- [41] Lofeu, L., Bonini-Campos, B., & Kohlsdorf, T. (2025). Water temperature modulates multidimensional plastic responses to water flow during the ontogeny of a neotropical fish (*Astyanax lacustris*, characiformes). *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 13(7), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fcell.2025.1531162>
- [42] Maire, E., Graham, N. A. J., MacNeil, M. A., Lam, V. W. Y., Robinson, J. P. W., Cheung, W. W. L., & Hicks, C. C. (2021). Micronutrient supply from global marine fisheries under climate change and overfishing. *Current Biology*, 31(18), 4132–4138. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.06.067>
- [43] Medale, F., Leblanc, J.-C., & Gros, P. (2008). Le poisson: quels enjeux pour sa consommation? *La Lettre Scientifique de l'Institut Français Pour La Nutrition*, 1(130), 1–20.
- [44] Mengesha, T. A. (2015). Fish Species Diversity in Major River Basins of Ethiopia : A Review. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 7(5), 365–374. <https://doi.org/10.5829/idosi.wjfm.2015.7.5.95195>
- [45] Mitra, T., Mohanty, B. P., Mahanty, A., Ganguly, S., Karunakaran, D., & Anandan, R. (2019). Nutritional composition of food fishes and their importance in providing food and nutritional security. *Food Chemistry*, 293(11), 561–570.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.11.039>

- [46] Mogobe, O., Mazrui, N. M., Gondwe, M. J., Mosepele, K., & Masamba, W. R. L. (2024). Nutrient composition of common fish species in the Okavango Delta: potential contribution to nutrition security. *Environment, Development and Sustainability*, 26(8), 19731–19753. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03434-3>
- [47] Mohanty, B., Mahanty, A., Ganguly, S., Sankar, T. V., Chakraborty, K., Rangasamy, A., Paul, B., Sarma, D., Mathew, S., Asha, K. K., Behera, B., Aftabuddin, M., Debnath, D., Vijayagopal, P., Sridhar, N., Akhtar, M. S., Sahi, N., Mitra, T., Banerjee, S., ... Sharma, A. P. (2014). Amino Acid Compositions of 27 Food Fishes and Their Importance in Clinical Nutrition. *Journal of Amino Acids*, 14(1), 1–7. <https://doi.org/10.1155/2014/269797>
- [48] Mozaffarian Dariush, & Rimm, E. B. (2006). Fish Intake, Contaminants, and Human Health - Evaluating the Risks and the Benefits. *Clinical Review*, 296(15), 1885–1900.
- [49] Munguti, J. M., Muthoka, M., Iteba, J. O., Obiero, K. O., Orina, P. S., Ogello, E. O., & Kyule, D. (2025). Nutritional Profile of Economically Valuable Fish Species in the Lake Victoria Basin : Implications for Food and Nutrition Security Among Local Communities. *Sustainable Aquatic Research*, 4(1), 4–22. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15188874>
- [50] Nath, A. K., Patra, A., Sen, B., Dey, D., Das, I., Mukherjee, I., Ghosh, N., & Paul, S. (2014). Fatty acid compositions of four edible fishes of Hooghly Estuary, West Bengal, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3(7), 208–218.
- [51] Ndayishimiye, J., Ntakimazi, G., Nsavyimana, G., Sibomana, C., Mpawenayo, B., Ndayikeza, L., M, V. M. P., Triest, L., & L, J. D. B. (2023). La dégradation du littoral du lac Tanganyika au Burundi : approche multidisciplinaire. *Bulletin Scientifique Sur l'Environnement et La Biodiversité*, 6(3), 1–15.
- [52] OMS-Organisation Mondiale de la Santé. (2003). *Régime alimentaire, nutrition et prévention des maladies chroniques: rapport d'une consultation OMS/FAO d'experts*. Organisation mondiale de la Santé.
- [53] Perez, É. S., Duran, B. O. S., Zanella, B. T. T., & Dal-Pai-Silva, M. (2023). Review: Understanding fish muscle biology in the indeterminate growth species pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 285(8), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2023.111502>

- [54] Quan, L. (2022). Fundamental principles of fish biology: diversity, anatomy, physiology, behavior and conservation. *Commentary*, 10(3), 1–6. <https://primescholarslibrary.org/>
- [55] Reinecke, M. (2010). Insulin-like growth factors and fish reproduction. *Biology of Reproduction*, 82(4), 656–661. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.109.080093>
- [56] Rieu, D. (2012). Composition des poissons: Protéines, lipides, vitamine D, iode. *Archives de Pédiatrie*, 19(1), 36–37. [https://doi.org/10.1016/S0929-693X\(12\)71129-6](https://doi.org/10.1016/S0929-693X(12)71129-6)
- [57] Șerban, D. A., Barbacariu, C. A., Burducea, M., Ivancia, M., & Creangă, Șteofil. (2024). Comparative Analysis of Growth Performance, Morphological Development, and Physiological Condition in Three Romanian Cyprinus carpio Varieties and Koi: Implications for Aquaculture. *Life*, 14(1471), 1–18. <https://doi.org/10.3390/life14111471>
- [58] Shahidi, F., & Ambigaipalan, P. (2018). Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids and Their Health Benefits. *Annual Review Of Food Science and Technology*, 12(2), 1–37. <https://doi.org/https://doi.org/10.1146/annurev-food-111317-095850>
- [59] Swanson, D., Block, R., & Mousa, S. A. (2012). Omega-3 Fatty Acids EPA and DHA : Health Benefits Throughout Life. *Advances in Nutrition*, 3(11), 1–7. <https://doi.org/10.3945/an.111.000893.Omega-3>
- [60] Tecklie, A. T. (2024). Species diversity, some biological aspects of fishes and water quality of Terie River, Beshilo Basin, Ethiopia. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 27(6), 356–365. <https://doi.org/10.47853/FAS.2024.e35>
- [61] Tien, N. S. H., de Leeuw, J. J., van Rijssel, J. C., van der Hammen, T., & Volwater, J. J. (2024). Temperature-related increase in growth rate in four freshwater lake fish species. *Journal of Fish Biology*, 104(6), 2044–2055. <https://doi.org/10.1111/jfb.15745>
- [62] Tocher, D. R. (2015). Omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids and aquaculture in perspective. *Aquaculture*, 1(2), 1–60.
- [63] Viñas, J., & Piferrer, F. (2008). Stage-specific gene expression during fish spermatogenesis as determined by laser-capture microdissection and quantitative-PCR in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) gonads. *Biology of Reproduction*, 79(4), 738–747. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.108.069708>
- [64] Źarski, D., Krejszeff, S., Horváth, Á., Bokor, Z., Palińska, K., Szentes, K., Łuczyńska,

- J., Targońska, K., Kupren, K., & Urbányi, B. (2012). Dynamics of composition and morphology in oocytes of Eurasian perch, *Perca fluviatilis* L., during induced spawning. *Aquaculture*, 364(1), 103–110.
- [65] Zinabu, G. M., Chapman, L. J., & Chapman, C. A. (2002). Conductivity as a predictor of a total cations and salinity in Ethiopian lakes and rivers: Revisiting earlier models. *Limnologica*, 32(1), 21–26. [https://doi.org/10.1016/S0075-9511\(02\)80013-5](https://doi.org/10.1016/S0075-9511(02)80013-5)

Evaluation de la valeur nutritive des poissons du lac Tanganyika (côté Burundi) : cas d'injombo (protopterius aethiopicus)

ANNEXES

QUESTIONNAIRE D'ENQUETE SUR LE POISSON

1. Statut du répondant

Genre du répondant :

Féminin ☐ Masculin ☐

2. Age du répondant

15-25	26-35	36-45	46-55	56-65	61-65	66-75	76-85	85-
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

3. Taille du ménage : Quelle est la taille de votre ménage ?

4. Quel est votre métier ?

Pêcheur	Patron Pêcheur	Commerçant(e)	Cultivateur	Chauffeur	Autres	Sans
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

5. Mangez-vous du poisson ? ouiNom.....

6. Entre la viande et le poisson lequel tu préfères que l'autre ? Viande.....Poissons.....

Pourquoi ?.....

Si oui, pour la ou lesquelles des raisons suivantes ?

Alimentation équilibrée	Plaisir	Goût	Habitude alimentaire	Manque d'alternatif	Autres
☐	☐	☐	☐	☐	

7. A) Citez les poissons que vous connaissez, B) combien de fois les consommer

	Semaine	Mois	Année
1	☐	☐	☐
2	☐	☐	☐
3	☐	☐	☐
4	☐	☐	☐
5	☐	☐	☐
6	☐	☐	☐
7	☐	☐	☐
8	☐	☐	☐
9	☐	☐	☐
10	☐	☐	☐

8. Où achetez-vous le poisson ?

Plage	Marché	Poissonnerie	Plusieurs lieux d'achat	Vous pêchez vous-même	Autres
☐	☐	☐	☐	☐	

9. D'où vient habituellement le poisson frais que vous cuisinez ? quelle est votre source d'approvisionnement (en poisson) la plus fréquente ?

.....

Evaluation de la valeur nutritive des poissons du lac Tanganyika (côté Burundi) : cas d'injombo (protopterius aethiopicus)

10. Quelle le prix de poissons consommez-vous par jour

1000	2000	3000	4000	5000	10000	12000	14000	16000	18000	20000

11. Parmi les poissons que vous consommez, comment vous les traiter avant la consommation ou pour la conservation ?

12. Techniques de conservation du poisson : artisanales..... modernes.....

13. Unité de mesure : Caisses, sceau,
.....

14. Quels sont les poissons les plus délicieux ?

1.....2.....3.....4.....
5.....6.....7.....8.....
9.....10.....11.....12.....

15. Quels sont les espèces de poisson les plus pêchés sur la plage proche de vous ? Par ordre de grande quantité

1.....2.....3.....4.....
5.....6.....7.....8.....
9.....10.....11.....12.....

16. Lesquelles des espèces sont faciles à pêcher (par ordre)?

1.....2.....3.....4.....
5.....6.....7.....8.....
9.....10.....11.....12.....

17. Quelles sont les types de pêche les plus pratiquées ?

.....
.....

18. Quelle est le type de pêche le plus rentable ?.....

19. Quels sont les outils de pêche ?

.....
.....

20. Quelles sont les sortes de bateaux pour la pêche que vous connaissez ?

.....

21. Laquelle de ces bateaux est la plus utilisée ?.....

22. Organisation de la pêche (en heure)

Type de pêche	Départ	Pêche	Retour	Nbre de caisses

23. Quelle est la période la plus rentable pour la pêche ? :.....

24. La gestion du poisson capturé ?

Vente	Consommation directe	Transformation avant-vente	Transformation avant consommation ?	Autres
				

25. Combien de caisses que vous vendez ici au Burundi.....celles vendu à l'extérieur

Evaluation de la valeur nutritive des poissons du lac Tanganyika (côté Burundi) : cas d'injombo (protopterius aethiopicus)

26. Prix du poisson au bateau

Poissons	Prix par caisse	Nbres de caisse par prise

27. Quel est votre revenu mensuel ? (Journalier ? ou hebdomadaire ?)

5000-20000	20000-40000	40000-50000	500000-100000	Autres
				

28. Comment jugez-vous votre métier de pêche ?

Très rentable	Normal	Non rentable	À recommander aux autres	Une occupation simplement	
					

29. Votre demande de poissons est-elle

Supérieure à l'offre	Inférieure à l'offre	Plus ou moins égale	
			

30. Quels sont les problèmes que les pêcheurs rencontrent ?

.....

31. Quels sont les problèmes que les vendeurs rencontrent ?

.....

32. Quels sont les problèmes que les consommateurs rencontrent ?

.....